

**POLITECNICO DI MILANO**  
**FACOLTÀ DI ARCHITETTURA E SOCIETÀ**  
**CORSO DI PIANIFICAZIONE URBANA E POLITICHE TERRITORIALI**  
ANNO ACCADEMICO 2009/2010

**IL TAVOLO TANGIBILE:**  
**UNO STRUMENTO A SOSTEGNO**  
**DELLA PROGETTAZIONE COOPERATIVA E**  
**DELLA PIANIFICAZIONE PARTECIPATA**

RELATORE PROF. FAUSTO CURTI

CANDIDATA LAURA CIBIEN  
MATRICOLA 721703



# INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE: IL TAVOLO TANGIBILE.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>SVILUPPI DEGLI APPROCCI TEORICI LEGATI ALL'INTERAZIONE UOMO- MACCHINA E AGLI STRUMENTI TANGIBILI .....</b>	<b>5</b>
2.1.	UBIQUITOUS COMPUTING [1988] .....	10
2.2.	MIXED REALITY [1994] .....	13
2.2.1.	Augmented Reality .....	15
2.2.2.	Augmented Virtuality .....	18
2.3.	HUMAN-COMPUTER INTERFACE .....	19
2.3.1.	Command Line Interface [1950] .....	20
2.3.2.	Graphical User Interface [1963] .....	22
2.3.3.	Tangible User Interface [1992] .....	28
2.3.4.	Natural User Interface[2006] .....	41
2.4.	CONCLUSIONI.....	44
<b>3.</b>	<b>SPERIMENTAZIONI E PROTOTIPI DI STRUMENTI TANGIBILI .....</b>	<b>47</b>
3.1.	PERIFERICHE E INTERFACCE.....	50
3.1.1.	Sketchpad [1963].....	50
3.1.2.	Engelbart's Mouse [1967] .....	53
3.1.3.	Put-That-There [1979] .....	56
3.1.4.	Wellner's DigitalDesk [1991].....	58
3.1.5.	SenseTable [2001] .....	60
3.1.6.	Illuminating Clay [2002].....	62
3.1.7.	SandScape [2004] .....	64
3.1.8.	Mixed Reality Interface [2006] .....	66
3.2.	SPAZI DI LAVORO CONDIVISO .....	68
3.2.1.	TeamWorkStation [1990].....	68
3.2.2.	ClearBoard [1992] .....	70
3.2.3.	Augmented Surface [1999] .....	73

3.3.	TANGIBLE USER INTERFACE PER LA PROGETTAZIONE E LA PIANIFICAZIONE .....	75
3.3.1.	Urban Planning Workbench [1998] .....	75
3.3.2.	Luminous Planning Table [2000] .....	79
3.3.3.	InfrActables [2006].....	81
3.3.4.	ColorTable [2006].....	83
<b>4.</b>	<b>IL TAVOLO TANGIBILE .....</b>	<b>85</b>
4.1.	DEFINIRE IL NUOVO STRUMENTO.....	87
4.2.	ANALISI DELLE FUNZIONALITÀ DEGLI STRUMENTI SIMILI ESISTENTI .....	89
4.2.1.	Urban Planning Workbench [1998] .....	89
4.2.2.	Luminous Planning Table [2000] .....	94
4.2.3.	MR-Tent [2006] .....	97
4.3.	LE TRE FASI DI LAVORO.....	101
4.3.1.	I Software .....	102
4.3.2.	Il Tavolo Tangibile .....	109
4.3.3.	Il Touch Screen.....	115
4.4.	APPLICAZIONI DEL TAVOLO TANGIBILE .....	120
4.4.1.	Muoversi in uno Spazio Virtuale .....	121
4.4.2.	Inserire Oggetti in uno Spazio Virtuale .....	123
4.4.3.	Interagire con il Sole.....	125
<b>5.</b>	<b>IL TAVOLO TANGIBILE: SUPPORTARE LA PARTECIPAZIONE PUBBLICA.....</b>	<b>127</b>
5.1.	DISEGNARE UN PROCESSO PUBBLICO DEMOCRATICO .....	131
5.2.	CARATTERISTICHE DEGLI STRUMENTI .....	136
5.2.1.	Tecniche Generative .....	138
5.2.2.	Tecniche Analitiche .....	140
5.2.3.	Tecniche Deliberative .....	144
5.3.	CASI STUDIO E PRATICHE VIRTUOSE.....	146
5.3.1.	Il Fotoritocco e il Computer Imaging... ..	147
5.3.2.	3D, GIS e Modelli... ..	157
5.3.3.	TUI .....	167
5.3.4.	Conclusioni.....	176
5.4.	UTILIZZARE IL TAVOLO TANGIBILE IN UN PROCESSO PARTECIPATO.....	178

<b>6.</b>	<b>WHAT'S NEXT: ANALISI CRITICA E PROPOSTE PER IL FUTURO .....</b>	<b>181</b>
<b>7.</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>189</b>
7.1.	TEORIE LEGATE AI TANGIBLE USER INTERFACE.....	191
7.1.1.	Sitografia .....	195
7.2.	ORIGINI E SVILUPPI DEGLI STRUMENTI .....	196
7.3.	PARTECIPAZIONE E CASI STUDIO .....	207
7.3.1.	Sitografia .....	210
<b>8.</b>	<b>INDICE DELLE IMMAGINI .....</b>	<b>213</b>
<b>9.</b>	<b>APPENDICE .....</b>	<b>229</b>

AR: Augmented Reality

AV: Augmented Virtuality

CLI: Command Line Interfaces

GUI: Graphical User Interfaces

HCI: Human-Computer Interfaces

LPT: Luminous Planning Table

MR: Mixed Reality

NLS: On Line System

NUI: Natural User Interfaces

TUI: Tangible User Interfaces

URP: Urban Planning Workbench

# **1. INTRODUZIONE: IL TAVOLO TANGIBILE**





Dalla teoria di Hiroshi Ishii, del Media Lab del MIT, è nata l'idea di provare a creare un tavolo interattivo, realizzabile con risorse limitate, utile al supporto della partecipazione pubblica alla progettazione urbana.

Storicamente l'ambiente è stato visualizzato e presentato al pubblico per promuovere i progetti, comparare diverse possibilità progettuali e determinarne l'impatto visivo. L'obiettivo di questa ricerca è unire rappresentazione e interattività tra atomi e bit, rendendo i dati digitali, più semplicemente elaborabili, trasferibili e duttili.

Nei capitoli 2 e 3 saranno analizzati le teorie e i prototipi che si sono susseguiti negli anni fino a portare alla nascita delle interfacce tangibili e in particolare del *Luminous Planning Table* (LPT) e di strumenti simili. Costatato che la richiesta di interattività per supportare la partecipazione pubblica nei processi decisionali è in crescita, si è cercato quindi di unire i temi di ricerca portati avanti all'interno del Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano, in particolare il ruolo rilevante della rappresentazione, con le nuove tecnologie legate alla visualizzazione e all'interazione grafica che stanno venendo sviluppate in diverse parti del mondo, progettando un nuovo prototipo (capitolo 4).

Esistono numerosi supporti (cartacei, digitali, maquette) e diverse modalità di rappresentazione: il LPT è lo strumento ideato dal MIT per poterli mettere a confronto. Possibili applicazioni possono essere legate ai campi della formazione, della progettazione e della comunicazione. Nel capitolo 5 saranno approfondite le applicazioni legate alla progettazione partecipata che potrebbero essere sviluppate per il Tavolo Luminoso del

Laboratorio di Simulazione Urbana, al momento solo teorizzate date le limitate conoscenze di programmazione informatica dei due urbanisti che lo hanno costruito.

Infine, nel capitolo 6, saranno poste delle questioni critiche sulle potenzialità e sui limiti di questo nuovo strumento, cercando di rilevare future linee di sviluppo e possibili implementazioni.

## 2. SVILUPPI DEGLI APPROCCI TEORICI LEGATI ALL'INTERAZIONE UOMO- MACCHINA E AGLI STRUMENTI TANGIBILI

*“We believe that people live through  
their practices and tacit knowledge  
so that the most powerful things are  
those that are effectively invisible in use.”*

*Mark Weiser, 1988*



L'arte e la scienza della progettazione delle interfacce sono forse tra le più antiche attività umane, risalenti alla nascita del primo attrezzo utilizzato dagli uomini primitivi. Da allora lo studio delle interfacce si è esteso creando dispositivi sempre più complessi, ambienti e oggetti di informazioni astratte, fino al picco avvenuto con l'avvento dei computer durante l'ultimo mezzo secolo.

Dopo secoli di evoluzione umana, abbiamo sviluppato raffinate competenze per il rilevamento e la manipolazione dell'ambiente fisico che ci circonda. Tuttavia la maggior parte di queste competenze non è utilizzata durante l'interazione con il mondo digitale in cui l'interazione è sostanzialmente limitata alle Graphical User Interface (GUI). Con il successo commerciale dei sistemi Apple Macintosh e Microsoft Windows, le GUI sono diventate il paradigma standard per l'interazione uomo-macchina.

Le GUI si sono dimostrate un modello per l'interazione uomo-macchina di successo e di lunga durata ed ha dominato l'ultimo decennio nel mondo del design delle interfacce. Tuttavia ha delle mancanze soprattutto per quanto riguarda l'interazione tra le persone e gli ambienti fisici che le circondano. *L'Augmented Reality (AR)* e *l'Ubiquitous Computing*, approfondite in seguito in questo capitolo, hanno iniziato ad affrontare questa sfida spostando lo spazio delle interfacce dal *desktop* all'ambiente fisico, tuttavia questi sforzi sono rimasti molto legati ai GUI: molti ricercatori hanno cercato di esportare il paradigma dei GUI in dispositivi situati nello spazio, perdendo la ricchezza delle interazioni fisico-spaziali che invece dovrebbero aumentare.

Le GUI rappresentano le informazioni, *bit*, sotto forma di *pixel* organizzati sul *display* del computer. Queste rappresentazioni grafiche sono manipolate con generici regolatori a distanza, come il mouse e la tastiera. Grazie alla separazione tra la rappresentazione, i *pixel*, e i dispositivi di controllo le GUI permettono di emulare graficamente una varietà di media. Tuttavia quando interagiamo con il mondo delle GUI non c'è possibile trarre vantaggio dell'evoluzione della nostra destrezza o utilizzare le nostre abilità per manipolare oggetti fisici. Alcuni esempi di interazioni post-WIMP (*window, icon, menu, pointing device*) sono: il virtuale, la realtà aumentata e la realtà mista, l'interazione tangibile, l'*ubiquitous* e il *pervasive computing*, l'informatica *context aware*, le interazioni palmari o cellulari, l'elaborazione percettiva e affettiva. Tutte queste nuove modalità di interazione traggono la loro forza dal fatto di essere state costruite su conoscenze pregresse degli utenti legate alla vita quotidiana, al mondo non digitale. Ognuna di esse cerca di rendere l'interazione con le macchine più simile a un'interazione con il mondo reale.

Le TUI nascono da questi ragionamenti e cercano di rendere possibile la visione di Mark Weiser dell'*Ubiquitous Computing* tessendo la tecnologia digitale all'interno del tessuto dell'ambiente fisico e rendendo la tecnologia invisibile. Invece che fondere i *pixel* con un'interfaccia, le TUI utilizzano forme fisiche che si adattino perfettamente all'ambiente fisico dell'utente. Le TUI danno forma fisica alle informazioni digitali, facilitando la manipolazione diretta dei bit. L'obiettivo è di potenziare la collaborazione, l'apprendimento e il processo decisionale attraverso la tecnologia digitale sfruttando la capacità umana di afferrare e manipolare oggetti fisici e materiali.

Nel 2006 sono stati pubblicati i primi articoli sulle *Natural User Interface* (NUI) le quali partendo dalla stessa base teorica delle TUI si contrappongono a esse differenziando il concetto di “manipolazione” da quello di “gesto”. Le NUI promettono di introdurre una modalità più naturale per interagire con le macchine, analizzando la natura dei gesti e dei movimenti per creare dei sistemi in grado di leggerli e fornire dei feedback in tempo reale. Per creare un sistema del genere però vi sono diverse difficoltà: la gestualità delle persone è molto legata alla loro cultura e alle abitudini dei singoli individui, quindi è difficilmente indicizzabile e, dato il presupposto di dover essere naturali, non si possono fornire delle guide per sapere cosa si sta sbagliando nel caso in cui non si ottenga la risposta che ci si aspetta dalla macchina. Il mercato oggi però ci sta portando verso le interfacce *touch screen* e il divario tra naturale e abitudinario si fa sempre più ampio. Comunque questi tipi di tecnologie si stanno fondendo rapidamente con le azioni che compiamo nelle nostre vite quotidiane: computer, cellulari, elettrodomestici, guide museali, ogni giorno abbiamo a che fare con essi.

Per avviare la ricerca sul tavolo tangibile si è deciso di introdurre dettagliatamente le modalità e le teorie che maggiormente ne hanno influenzato la creazione, per indagare le ragioni che hanno portato l'uomo a indagarle, a implementarle e a utilizzarle, per, in seguito, teorizzare le motivazioni che dovrebbero portare a indagare, implementare e utilizzare un tavolo tangibile in campo urbanistico.

## 2.1. UBIQUITOUS COMPUTING [1988]

Con l'*Ubiquitous computing* s'intende circa l'opposto della realtà virtuale: la realtà virtuale mette le persone in un mondo generato dal computer; l'*Ubiquitous Computing* invece mette il computer nel mondo delle persone. Una tecnologia simile può essere considerata l'elettricità che oramai è diventata parte fondamentale, seppure invisibile, della nostra quotidianità. Il problema della realtà virtuale è che deve essere costantemente aggiornata; quello dell'*Ubiquitous Computing* invece è l'integrazione tra fattori umani, fattori informatici, fattori ingegneristici e fattori legati alle scienze sociali. Lo scopo principale è permettere all'utente di concentrarsi sul proprio obiettivo, escludendo la necessità di doversi concentrare anche sullo strumento adoperato, il computer; bisogna quindi rendere i computer degli assistenti silenziosi in grado di reagire alle nostre abitudini e di "*rispondere ai nostri desideri*".

Il termine "*Ubiquitous Computing*" è stato coniato da Mark Weiser nel 1988, durante la docenza come *chief technologist* presso il Palo Alto Research Center (PARC) della Xerox. Sia da solo che assieme a John Seely Brown, Weiser scrisse alcuni articoli che rappresentano i primi documenti sull'argomento, definendone gran parte della disciplina e mettendo in evidenza i suoi principali interessi e dubbi in proposito. Le prime realizzazioni legate a questa teoria erano in forma di schede, pastiglie e tavole, tutte costruite presso lo Xerox PARC tra il 1988 e il 1994. Mark Weiser lo descrive così:



*“...its highest ideal is to make a computer so imbedded, so fitting, so natural, that we use it without even thinking about it. (I have also called this notion "Ubiquitous Computing", and have placed its origins in post-modernism.) I believe that in the next twenty years [...] will come to dominate. But this will not be easy; very little of our current systems infrastructure will survive”<sup>1</sup>*

(Il suo massimo ideale è creare un computer così integrato, così adatto, così naturale, che potremo usare senza neanche dover pensare a esso. Ho inoltre battezzato con questo concetto “Ubiquitous Computing”, e ho posto le sue origini nel post-modernismo.)

Il computing, secondo Mark Weiser, nel 2000 sarebbe dovuto entrare nel suo terzo stadio di evoluzione:

- 1950\_Mainframe computing: un computer utilizzato da più utenti
- 1975\_PC computing: un computer utilizzato da un solo utente
- 2000\_Ubiquitous computing: molti computer utilizzati da un solo utente



Figura 1 - I-phone: prodotto della Apple con le funzioni di telefono, calcolatrice, calendario, agenda, traduttore, video gioco, strumento musicale, lettore musicale, ricettario, browser di internet...

---

<sup>1</sup> Weiser, Mark [1993]



Figura 3 - Interfaccia tangibile a parete

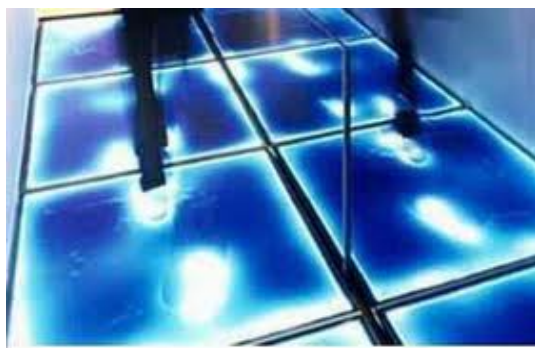


Figura 2 - Pavimento tangibile nato dalle ricerche di Cooperstock sull'Ambiente Reattivo

Lavori successivi del PARC comprendono il concetto di “*calm technology*” esemplificata dal prototipo *Live Wire*, il cui obiettivo era creare un'interfaccia utente meglio integrata con la periferica fisica utilizzata dall'utente. Tra le altre ricerche promettenti sviluppate al di fuori dello Xerox PARC è degna di nota quella sull'Ambiente Reattivo di Cooperstock: questo professore di ingegneria elettronica ed informatica ha sviluppato un nuovo approccio che coordina le elaborazioni del computer con le interazioni fisiche degli utenti catturate da una serie di periferiche collocate nello spazio fisico. Le prime sperimentazioni del suo prototipo hanno avuto luogo durante le sue lezioni universitarie: nell'aula erano stati predisposti una videocamera, un registratore e due computer nascosti per registrare tutto ciò che avveniva durante la lezione, elaborarli e caricarli sul sito internet, per dare accesso agli studenti a tutti i materiali discussi.

## 2.2. MIXED REALITY [1994]

Il concetto di Mixed Reality (MR) ha origine negli anni '90, in opposizione all'idea di ambienti virtuali immersivi. Il termine è stato utilizzato da Paul Milgram e Fumio Kishino nel 1994 per definire:

*“Anywhere between the extreme of the virtuality continuum.”*<sup>2</sup>

(Ovunque tra gli estremi del continuum virtuale)



In cui con *“Virtuality Continuum”* si intende tutto ciò che sta tra l'ambiente completamente reale e quello completamente virtuale, con la realtà aumentata e la virtualità aumentata come passaggi intermedi<sup>3</sup>.

Gli ambienti virtuali immersivi sono nati con l'intento di isolare le percezioni sensoriali dell'ambiente esterno reale per poterle riprodurre in qualsiasi momento ricreando

---

<sup>2</sup> Milgram, Paul e Kishino, Fumio [1994]

la sensazione di essere in quello stesso spazio esterno; le applicazioni di MR invece cercano di fornire sia dati di percezioni reali che di percezioni virtuali per produrre un nuovo ambiente che trae profitto da entrambe le realtà. Quindi le applicazioni di MR fanno riferimento a un ambiente costituito da elementi sia virtuali sia reali rappresentati su uno stesso supporto grafico, per fornire un quadro adeguato da manipolare, potendo modificare le scene del mondo reale con oggetti virtuali.

### 2.2.1. AUGMENTED REALITY

Nella Realtà Aumentata (AR) si genera una scena composta in cui il mondo reale è “*aumentato*”, ovvero virtualmente arricchito, con informazioni addizionali generate dal computer. L'utente percepisce, infatti, una singola scena reale in maniera che non si accorga della differenza fra il mondo reale e il suo “aumento” o arricchimento virtuale. Tra le applicazioni della AR ricordiamo la medicina, la robotica, l'intrattenimento.

Il primo caso in cui questa tecnica è stata utilizzata risale alla metà degli anni '50, quando Morton Heilig, chiamato il "*padre della Realtà Virtuale*" in diversi libri e articoli, creò e brevettò un simulatore chiamato Sensorama, con immagini, suoni, vibrazioni e odori.



Figura 4 - Fotomontaggio del ex-quartiere Fiera Milano realizzato da degli studenti del Politecnico per l'Associazione “Vivi e Progetta un’Altra Milano”

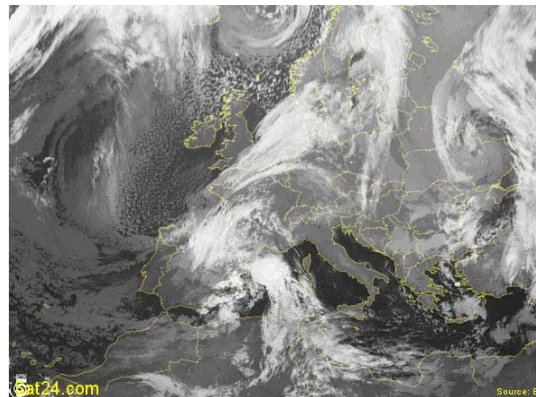


Figura 5 - Vista satellitare del continente europeo dotata dei confini di Stato aggiunti digitalmente



Figura 6 - Due operatori al lavoro ad un modello tridimensionale digitale visualizzato con un display montato sulla testa



Figura 7 - Visuale da un aereo da guerra arricchita da informazioni digitali sovrainpresse in tempo reale grazie all'AR

Esistono diverse definizioni di AR. Il termine *Augmented Reality* fu coniato nel 1990 da due ricercatori dei laboratori della Boeing, Tom Caudell e David Minzell. I due scienziati, al lavoro su un prototipo che rimpiazzasse gli strumenti di bordo di un aereo, svilupparono un congegno indossabile sul viso dei piloti in grado di visualizzare velocemente la rotta e tutte le informazioni correlate ai decolli e agli atterraggi.

Oggi le due definizioni comunemente accettate sono quella sopra citata elaborata da Paul Milgram e Fumio Kishino del 1994 e quella data da Azuma Ronald<sup>4</sup> nel 1997 che la definisce come una variazione dell'ambiente virtuale in cui vi è:

- una combinazione tra reale e virtuale,
- interattività in tempo reale,

---

<sup>4</sup> Azuma, Ronald T. [1997]

- qualcosa di registrato in 3D.

Per visualizzare questo tipo di rappresentazioni vi sono tre tecniche principali:

- il display montato sulla testa,
- il monitor palmare,
- il monitor spaziale, cioè separato dall'utente (pensato per la collaborazione).

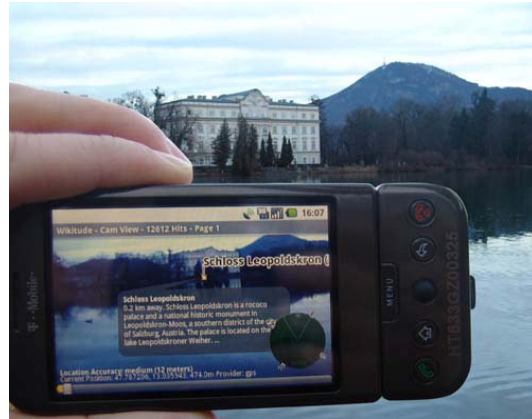


Figura 8 - Monitor palmare per la visualizzazione della realtà aumentata: Castello di Leopoldskron

L'AR può essere rivolta:

- all'utente,
- a oggetti fisici,
- all'ambiente attorno agli oggetti o all'utente.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Feiner, Steven, Macintyre, Blair e Seligmann, Dorée [1993]

### 2.2.2. AUGMENTED VIRTUALITY

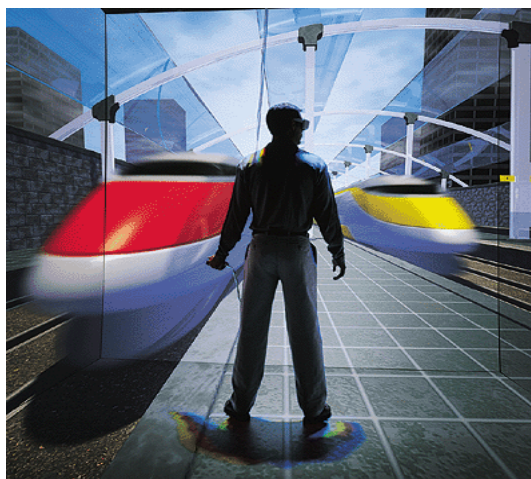
L'Augmented Virtuality (AV), come in precedenza mostrato nello schema di Milgram e Kishino, fa parte del “*Virtuality Continuum*”, ma rispetto all'AR si avvicina di più all'ambiente virtuale. Con questa definizione, infatti, si intendono principalmente spazi virtuali in cui sono stati inseriti elementi reali, come oggetti o persone, dinamicamente integrati con l'ambiente e con cui si può sempre interagire in tempo reale.<sup>6</sup>

Un esempio di AV può essere un modello 3D digitale in cui sono state inserite le fotografie degli edifici reali al posto delle *texture*.

Figura 10 - Simulazione digitale proiettata su parete in scala reale con presenza di un osservatore reale che aiuta a percepire le dimensioni della proiezione



Figura 9 - Render dell'area di progetto dell'ex-Fiera di Milano realizzato da CityLife, con come sfondo il reale contesto urbano



---

<sup>6</sup> Feiner, Steven, Macintyre, Blair e Seligmann, Dorée [1993]



### **2.3. HUMAN-COMPUTER INTERFACE**

La sigla HCI (*Human-Computer Interface* o interfacce uomo-computer) è utilizzata per racchiudere quell'insieme di interfacce create per rendere possibile l'interazione uomo-computer e più in generale l'interazione uomo-macchina. Lo studio approfondito di questi tipi di interazioni copre aspetti di informatica, psicologia, scienze cognitive, ergonomia, design, scienza dell'informazione, intelligenza artificiale e altre materie. Il sempre maggior uso di applicazioni informatiche richiede una progettazione che sappia tenere conto dei vari possibili contesti d'uso, degli obiettivi degli utenti e delle nuove tecnologie di interazione. La nascita dell'interazione con i computer coincide con la nascita degli schermi grafici e con la possibilità di interagire con essi. La tesi di dottorato nel 1963 al Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Ivan Sutherland fornisce, probabilmente, la prima interfaccia utente grafica interattiva, denominata sketchpad. Di conseguenza le interfacce utilizzate fino a quel momento vennero battezzate Command Line Interface (CLI).

### 2.3.1. COMMAND LINE INTERFACE [1950]

Il concetto di “Interfaccia a riga di comando”, in sigla CLI (Command Line Interface) nacque quando per la prima volta le macchine telescriventi furono collegate a un computer nel 1950.

La CLI è la modalità di interazione tra utente e computer che avviene inviando comandi tramite tastiera e ricevendo risposte alle elaborazioni tramite testo scritto. L'utente deve comporre i comandi in forma di righe di testo che rispettino una precisa sintassi. Dopo aver composto una riga, bisogna tipicamente battere il tasto "Invio" o "Enter". A questo punto, il programma analizza la riga di comando e, se questa è stata composta in modo formalmente corretto, la esegue. Come effetto dell'esecuzione di un comando, si può ottenere la scrittura di un testo di risposta da parte del programma sul terminale o su un

```

PS C:\> Get-Childitem 'MediaCenter\Music' -rec |
>> where { $_.PSIsContainer -and $_.Extension -match '\.mp3' } |
>> Measure-Object -property length -sum -min -max -ave
Count           : 1397
Average         : 5421276.09563887
Sum             : 7177037857
Maximum         : 22805267
Minimum         : 3235
Property        : Length

PS C:\> Get-UnixObject CIM_BIOSElement | select bios*, man*, sdr* | Format-List
BIOSVersion    : (TOSCP - 6040000, Ver 1.00PARTBL)
Manufacturer   : TOSHIBA
SerialNumber   : HE21116H

PS C:\> ([uriSearcher]@'
>> SELECT * FROM CIM_Job
>> WHERE Priority > 1
>> '0'.get() | Format-Custom
>>
class ManagementObject#root\cimv2\Win32_PrintJob
<
Document      - Moned Manifesto - Public
JobID         = 6
JobStatus     =
Owner         = User
Priority       = 42
Size          = 1027088
Name          = Epson Stylus COLOR 740 ESC/F 2. 6
    
```

Figura 11 - Immagine della schermata di Windows PowerShell 1.0, su Windows Vista

```

MouseLook.cs - UniSCITE
File Edit Search View Options Language Buffers Help
D MouseLook.cs
[AddComponentMenu("Camera-Control/Mouse Look")]
- public class MouseLook : MonoBehaviour {
    public enum RotationAxes { MouseXAndY = 0, MouseX = 1, MouseY = 2 }
    public RotationAxes axes = RotationAxes.MouseXAndY;
    public float sensitivityX = 15F;
    public float sensitivityY = 15F;
    public float minimumX = -360F;
    public float maximumX = 360F;
    public float minimumY = -60F;
    public float maximumY = 60F;
    float rotationX = 0F;
    float rotationY = 0F;
    Quaternion originalRotation;
    void Update ()
    {
        if (axes == RotationAxes.MouseXAndY)
        {
            // Read the mouse input axis
            rotationX += Input.GetAxis("Mouse X") * sensitivityX;
        }
    }
}
    
```

Figura 12 - Finestra di un compilatore per il linguaggio HTML ancora oggi utilizzato dai tecnici per creare siti web

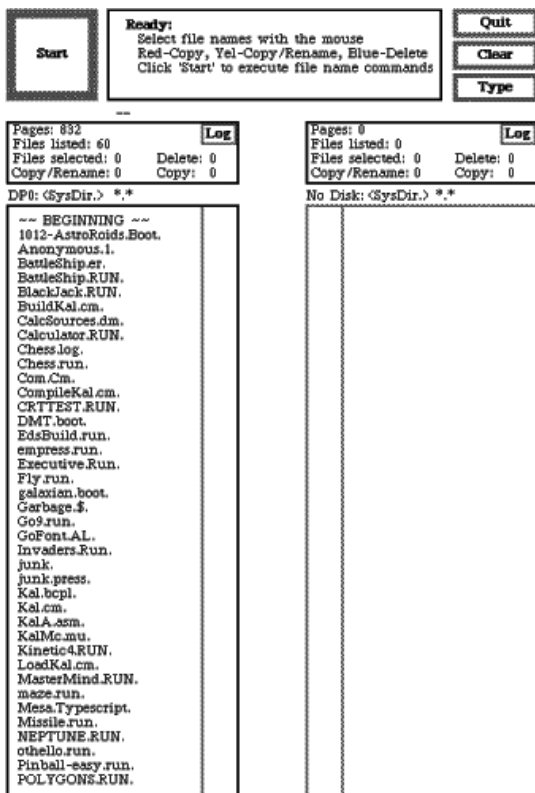
diverso dispositivo di output.

La CLI è oggi utilizzata ogni volta che una lunga serie di comandi o delle domande sono inseribili più rapidamente e in maniera più precisa digitando il testo invece che ricorrendo a una pure interfaccia grafica. Inoltre alcuni linguaggi di programmazione forniscono la possibilità di sperimentare in modalità interattiva con i CLI.

I CLI sono spesso utilizzati da programmatori e amministratori di sistema, in ambienti ingegneristici o scientifici, e da utenti con particolari competenze tecniche legate ai computer. I CLI inoltre sono popolari tra le persone con disabilità visiva, poiché i comandi scritti e i feedback possono essere rappresentati su un display in braille che si aggiorna in tempo reale.

## 2.3.2. GRAPHICAL USER INTERFACE [1963]

L'origine dei GUI (Graphical User Interface) può essere ricondotta a Vannevar Bush, uno scienziato che lavorò al MIT durante la seconda guerra mondiale. Nel suo articolo “As



*We May Think*” del 1945 Bush propose uno strumento di gestione delle informazioni, il *Memex*, che avrebbe permesso di registrare i dati in microfilm e li avrebbe resi facilmente accessibili, collegabili con hyperlink e programmabili<sup>7</sup>. Questa idea fu poi sviluppata da Ivan Sutherland, nella sua tesi di dottorato su Sketchpad al MIT nel 1963, e da Douglas Engelbart, ricercatore di Stanford che nel 1968 inventò il primo mouse.

Normalmente le GUI sono quelle interfacce le cui applicazioni sono controllate attraverso una serie di elementi grafici, chiamati widgets, come le finestre, i bottoni, i menu e le barre di scorrimento.

Figura 13 - Schermata del primo computer dotato di GUI, Alto (c.1974)

<sup>7</sup> Bush, Vannevar [1945]

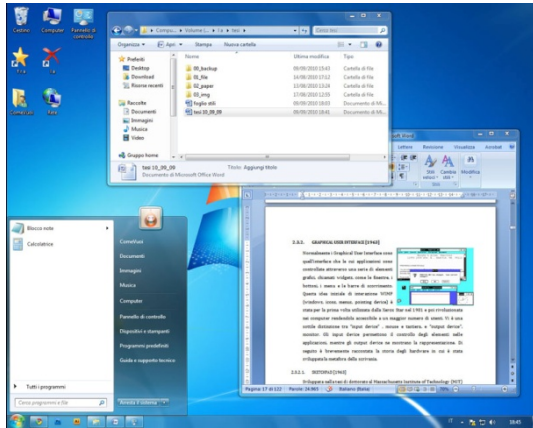


Figura 14 - Schermata di una delle ultime forme grafiche di un sistema operativo GUI, windows vista (2010)

Questa idea iniziale di interazione WIMP (*windows, icons, menus, pointing device*) è stata per la prima volta utilizzata dalla Xerox Star nel 1981 e poi rivoluzionata nei computer rendendola accessibile a un maggior numero di utenti. Vi è una sottile distinzione tra “input device”, mouse e tastiera, e “output device”, monitor. Gli input device permettono il controllo degli elementi nelle applicazioni, mentre gli output device ne

mostrano la rappresentazione. Di seguito è brevemente raccontata la storia degli hardware in cui è stata sviluppata la metafora della scrivania.

### 2.3.2.1. MODELLI

#### SKETCHPAD [1963]

Sviluppata nella tesi di dottorato al Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Ivan Sutherland, è prima interfaccia utente grafica interattiva con *Sketchpad*. Questo sistema consente la manipolazione di oggetti

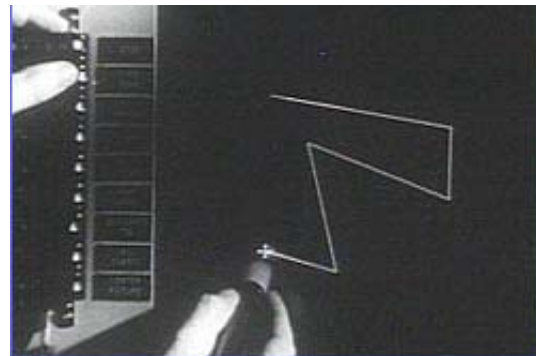


Figura 15 - Estratto dal video della prima dimostrazione di Ivan Sutherland del suo *Sketchpad*: si possono distinguere la penna grafica e i pulsanti, sulla destra, per impostare le funzioni della penna

grafici tramite una penna ottica.

### PROGETTO ALTO [1973]

Workstation progettata dalla Xerox PARC della Xerox Corporation, completata nel 1973. E' il primo computer della storia utilizzando la metafora della scrivania per l'ambiente di lavoro del sistema operativo. Mai commercializzata, dei 2000 esemplari prodotti metà



rimase negli uffici della Xerox, l'altra metà fu donata dalla Xerox ad alcune università americane, tra le quali il Massachusetts Institute of Technology (MIT, che fu tra le prime scuole a usare i laboratori nell'insegnamento e in cui fu fondato il Media Lab nel 1985), la Leland Stanford Junior University (Stanford, in cui è stato ideato Google, inizialmente Google.stanford.edu), e la Carnegie Mellon University (CMU, una delle prime scuole di informatica degli USA).

Figura 16 - La prima Workstation progettata allo Xerox PARC nel 1973: da notare le dimensioni del computer sottostante

## XEROX 8010 INFORMATION SYSTEM [1981]

Comunemente conosciuto come Xerox Star, è un sistema informatico della Xerox Corporation commercializzato nel 1981 e costituito da una serie di workstation collegate fra loro tramite LAN. La Xerox Star per la prima volta proponeva, in alternativa alla multiutenza del minicomputer, quella che oggi è diventata la norma nel settore Soho: una serie di computer mono - utenti collegati tramite LAN. La workstation della Xerox Star è stata il primo computer commercializzato della storia a essere dotato di interfaccia grafica di tipo WIMP (*window, icon, menu and pointing device*).



Figura 17 - Xerox 8010 Information System, commercializzato nel 1981: come si può notare si vedono solo monitor e tastiera, poiché l'hardware era composto da diverse workstation in serie

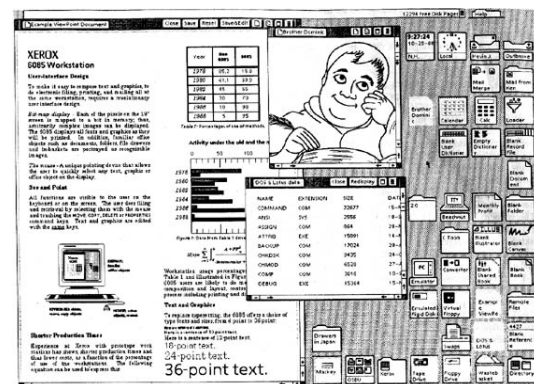


Figura 18 - Schermata del sistema grafico dello Xerox 8010 (1981)



Figura 19 - Apple Lisa, primo computer operante come una GUI commercializzato nel 1983

#### APPLE LISA [1983]

Lisa è stato il primo computer messo in commercio operante come un GUI. Prima di questo strumento tutti i computer erano basati sui codici – scrivere dei comandi con la tastiera per far rispondere il sistema. Da ora, con Lisa, si può puntare-e-cliccare una piccola immagine sullo schermo con una nuova piccola interfaccia chiamata mouse.



Figura 20 - Macintosh, secondo prodotto creato dalla Macintosh, primo commercializzato

#### MACINTOSH [1984]

Il MAC originale è stato il primo computer con interfaccia grafica e mouse di serie a conquistare un vasto pubblico di utenti e a entrare prepotentemente nel mercato. Con questo grande successo Apple dimostrò: che l'idea del concetto di scrivania virtuale era vincente e apprezzata a livello mondiale anche da neofiti o da professionisti non addetti al settore dell'informatica; che un'interfaccia



grafica faceva presa e attirava la curiosità di grandi masse; e che la semplicità e intuitività del concetto di mouse associato a una GUI desktop (“scrivania” in inglese) apriva finalmente l'informatica domestica, hobbystica e professionale a un pubblico che, fino a quel momento, era stato timido e restio ad avvicinarsi a quel “misterioso” oggetto che è il personal computer.

#### ATARI 520ST [1985]

Atari520ST è il primo personal computer dotato di una GUI con WIMP a colori.

#### AMIGA1000 [1985]

Nel 1985 la società Commodore International commercializza il secondo GUI con WIMP a colori: l'Amiga1000

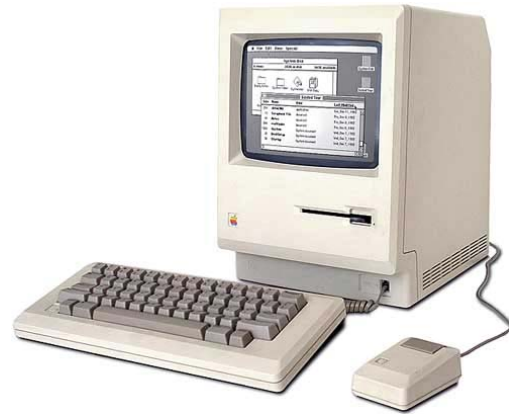


Figura 21 - Amiga1000 sempre con interfaccia a colori. Da notare le dimensioni del computer



Figura 22 - Atari520T con interfaccia a colori

### 2.3.3. TANGIBLE USER INTERFACE [1992]

Le Interfacce Utente Tangibile (TUI), in contrasto con la ben più nota GUI, mirano a rendere tangibili i dati digitali al fine di controllare le informazioni digitali attraverso oggetti fisici facilmente manipolabili. La prima TUI è stata la *Marble Answering Machine* ideata nel 1992 da Durrell Bishop, studente del Royal College of Arts: un prototipo di risponditore telefonico.



Figura 23 - Tipico gioco per bambini utilizzato per insegnare a riconoscere le lettere ed imparare a scrivere



Figura 24 - Braille

Per rendere possibile questa nuova modalità sono stati creati i “*Bricks*”: piccoli oggetti tangibili direttamente collegati a oggetti virtuali. Invece del semplice «*show and tell*» si è cercato di creare uno strumento che permettesse l'interazione diretta dell'uomo con gli oggetti per poter coprire tutti gli aspetti effettivi della progettazione.

La maggior parte della ricerca legata a “*Bricks*” è incentrata sulle modalità in cui gli utenti interagiscono con l'oggetto fisico. Quando si lavora con un solo “mattone” lo spostamento e la rotazione dell'oggetto

corrispondono allo stesso movimento dell'elemento grafico collegato a esso. L'utilizzo di più oggetti insieme invece permette azioni più complesse, come allungare, ruotare o definire rapidamente percorsi curvi sul piano. Questa interfaccia, legata a un semplice programma di grafica, *Grasp-Draw*, permette all'utente di creare oggetti come linee, rettangoli cerchi e quadrati e, utilizzando i mattoni come pulsanti, di scalare, spostare e ruotare gli oggetti.

Alla fine degli anni cinquanta un rilevante numero di gruppi di ricerca si è avvicinato al concetto di TUI. I passi più importanti per definire questa nozione sono stati compiuti da Fitzmaurice, Ishii e Ullmer in due differenti approcci chiamati *Graspable User Interface* e *Tangible User Interface*. Entrambe questi approcci basano la loro definizione comparando l'idea di tangibile con l'idea di interfaccia grafica.



Figura 25 - I/O brush: interfaccia per dipingere

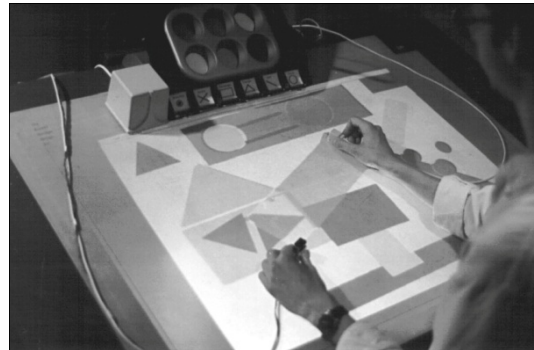
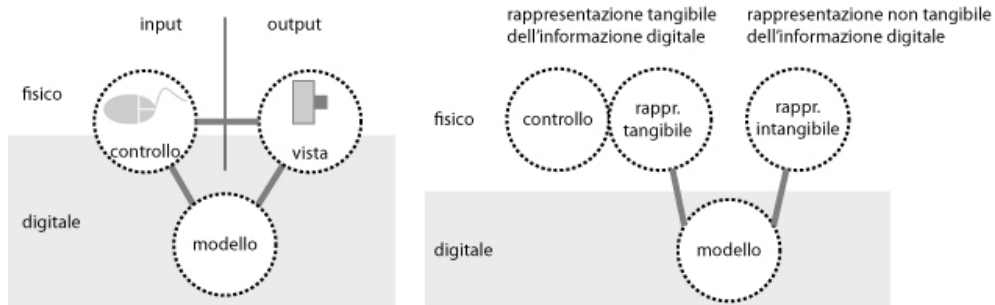


Figura 26 - Bricks inventati al MediaLab

Nel 1995 George Fitzmaurice ha introdotto il concetto di *Graspable User Interface*, evoluzione dei diffusi *GUI*<sup>8</sup>. Fitzmaurice fonda la differenza tra le Graspable User Interface e le Graphical User Interface in questo modo:



Ullmer e Ishii invece formulano un approccio più generico ed elaborato costruito sulla relazione tra rappresentazione e controllo di un dato digitale attraverso un'interfaccia utente.



Questo tipo di interazione ha suscitato un crescente interesse presso molti laboratori di ricerca e numerose applicazioni e numerosi software sono stati sviluppati per controllare

<sup>8</sup> Fitzmaurice, George W. [1995]

queste interfacce tangibili. Queste applicazioni in parte condividono l'idea di *Ubiquitous Computing*, teoria che mira a rendere i computer invisibili e integrati con oggetti legati alla vita quotidiana. Poiché l'interazione è una componente importante delle applicazioni legate alla MR, la loro qualità e la loro usabilità sono fortemente influenzate dal tipo di interazione. Le TUI sono un promettente modo per superare numerosi svantaggi riscontrati nell'utilizzo dei normali strumenti che permettono l'interazione uomo-computer e sono un ottimo facilitatore per l'interazione uomo-computer stessa, in quanto consentono di accedere e manipolare le informazioni digitali in modo più semplice e diretto.

L'utilizzo di oggetti fisici come interfacce di controllo consente a un maggior numero di utenti, anche non esperti, di manipolare i dati in modo collaborativo; ogni partecipante può osservare, discutere e modificare l'elaborato in questione. Inoltre i TUI sono solitamente costruiti con oggetti noti e quindi utilizzabili da qualsiasi genere di utente.

### 2.3.3.1. PROPRIETÀ DELLE TUI

Un modello di interazione tangibile, come descritto nella definizione precedente, permette diverse nuove possibilità sconosciute dalle GUI. Fitzmaurice descrive queste proprietà come spazi per la molteplicità, per la simultaneità e per la specializzazione. Questa lista può essere completata attraverso le categorie spiegate di seguito: durevolezza e consapevolezza. Non è detto però che ogni TUI le comprenda tutte: solitamente ogni strumento è progettato per rispondere specificatamente a certe esigenze e quindi per essere applicato a un sottoinsieme di questi possibili controlli. Quindi più che per come categorie oggettive per definire gli strumenti, questo elenco dovrebbe essere utilizzato come palette di possibilità da utilizzare durante la progettazione di un nuovo TUI.

#### SPACE MULTIPLEXING

Solitamente quando si parla di dispositivi di input si distingue tra la nozione di *space-multiplexity* e quella di *time-multiplexity*. Un dispositivo permette lo *space-multiplexing* quando ciascuna delle sue funzioni ha un proprio controller. Ad esempio un'automobile è composta di freno, frizione, acceleratore, volante e leva del cambio, ogni parte distinta delle altre, ogni parte è un controller distinto che determina un'azione specifica. Le periferiche di input con funzioni a *time-multiplexing* invece condividono uno stesso controller, ma possono essere utilizzate in diversi momenti e per diversi scopi. Il mouse, per esempio, utilizza il *time-multiplexing* poiché controlla le funzioni di selezione del menu, il movimento e il puntamento con lo stesso oggetto, ma non nello stesso momento. Uno degli obiettivi delle

TUI è permettere di specificare un controllo fisico dedicato a ogni funzione e seguire quindi le regole dello *space-multiplexity*.

#### SIMULTANETÀ

Adottando un design *space-multiplexed* è possibile rendere disponibili un maggior numero di controlli utilizzabili contemporaneamente. Si può accedere e manipolare nello stesso momento ogni componente dell'interfaccia e accedere alle diverse funzioni di ogni componente con entrambe le mani o da più utenti nello stesso momento.



Figura 27 - Tipico gioco dell'infanzia utilizzato per imparare a riconoscere forme e colori

#### SPECIALIZZAZIONE

Le TUI hanno come obiettivo quello di dare forma fisica alle parti digitali di uno strumento interattivo, quindi i loro elementi di controllo devono adottare un certo livello di specializzazione. Devono essere sempre progettate per applicazioni specifiche e possono non essere facilmente riutilizzate in altri contesti. Questa mancanza di adattabilità però fornisce una maggior funzionalità per quanto riguarda l'interazione con gli oggetti fisici utilizzati come comandi. Anche per questo motivo si contrappongono alle GUI che si



Figura 28 - Regoli:  
strumento utilizzato alle  
scuole primarie per  
insegnare agli studenti a  
quantificare i numeri

basano su un disegno generale ripetuto: il mouse e la tastiera, infatti, possono essere utilizzati per controllare qualsiasi applicazione che funziona su un computer.

#### DUREVOLEZZA

In quanto artefatti fisici, i TUI sono oggetti resistenti. Le loro proprietà fisiche, come la posizione o la forma, sono mantenute tra le diverse esecuzioni dei programmi e pertanto non possono essere prodotti in modo spontaneo né essere cancellati in modo immediato. Dato che queste proprietà fisiche sono le maniglie delle informazioni digitali, indirettamente anche la parte digitale è conservata con esse, rendendole durature.

#### CONSAPEVOLEZZA

Le interfacce tangibili sono anche dotate di una forma fisica, strettamente legata allo stato digitale dell'oggetto virtuale cui sono associate. La forma fisica fornisce automaticamente un feedback per l'utente e gli permette di essere sempre a conoscenza dello stato attuale dei diversi elementi e delle funzioni del sistema.



### 2.3.3.2. TOKENS, VARIABILI E CONTENITORI

Secondo Holmquist<sup>9</sup> il token di un TUI è definibile come “una piccola cosa che rappresenta il tutto”, in cui si riflettono le proprietà delle informazioni digitali e che dovrebbe essere connotato con alcune delle caratteristiche delle informazioni cui è collegato. Quest'approccio sta alla base della seguente definizione:

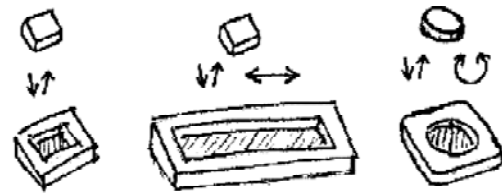


Figura 29 - Rappresentazione di alcune delle funzioni eseguibili con i tokens: inserire, tradurre, ruotare

Un *token* è:

- L'attributo di un oggetto fisico,
- Associato a una variabile,
- Riflessione ideale delle proprietà di tale variabile,
- Limitato da uno o più vincoli.

---

<sup>9</sup> Holmquist, Lars E., Redstram, Johan e Ljungstranda, Peter [1999]

### 2.3.3.3.TANGIBLE BITS [1995]

Nel 1997 Hiroshi Ishii and Brygg Ullmer pubblicano *“Tangible Bits: Toward Seamless Interfaces Between People, Bits and Atoms”*<sup>10</sup>. Questo documento presenta la loro innovativa visione dell'*Human Computer Interaction (HCI)* incentrata sui *"Bits tangibili"*:

*«Our attempt is to change "painted bits" into "tangible bits».*

I *“Tangible Bit”* sono l'unione tra informazioni digitali e strumenti comuni facilmente maneggiabili o superfici architettoniche; l'idea è di permettere all'utente di manipolare e afferrare l'informazione come se fosse un oggetto fisico concreto. I *“Tangible Bit”*



Figura 30 - Oggetto simbolo utilizzato per rappresentare i *Tangible Bits*

permettono inoltre di portare l'attenzione dell'utente su informazioni di sfondo, periferiche per la percezione umana, utilizzando in uno spazio aumentato mezzi di visualizzazione ambientale, come luce, suono, flusso d'aria e movimento. Lo scopo è colmare il divario tra il cyber-spazio e lo spazio reale e tra le attività umane in primo piano e quelle di sfondo.

---

<sup>10</sup> Ishii, Hiroshi e Ullmer, Bryggs [1997]

L'articolo descrive tre concetti chiave dei "Tangible Bit":

- le superfici interattive,
- l'unione di bit con oggetti fisici maneggiabili,
- i mezzi di comunicazione ambientale per migliorare l'attenzione verso il contesto.

Questi concetti sono illustrati proponendo tre prototipi:

- *metaDESK*,
- *transBOARD*,
- *ambientROOM*

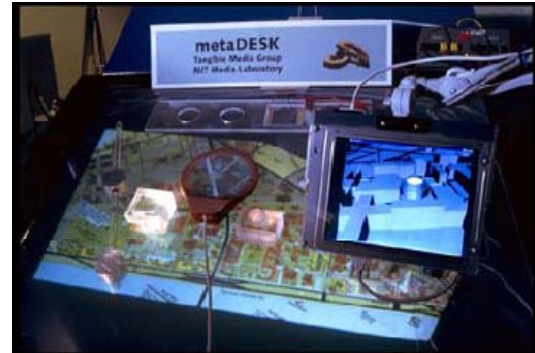


Figura 31 - Metadesk

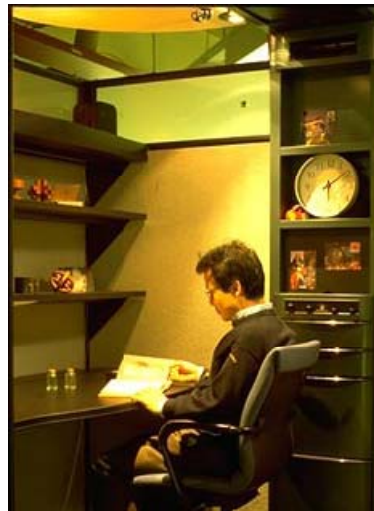


Figura 33 - ambientROOM

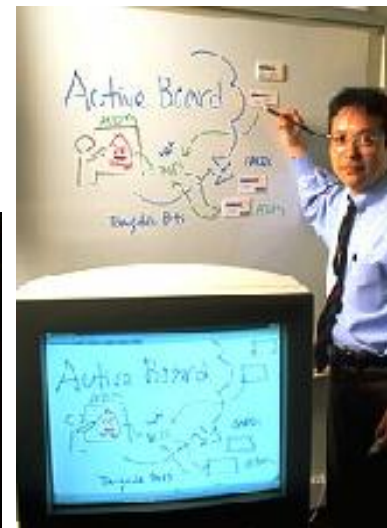


Figura 32 - transBOARD

#### 2.3.3.4. MODELLI

Ci sono diversi sistemi di AR per applicazione legate al disegno urbano che incorporano interfacce tangibili. Le prime degne di nota sono l'*Envisionment and Discovery Collaboratory* (EDC) e BUILT-IT.

L'EDC<sup>11</sup>, sviluppato presso l'Università del Colorado a Boulder a partire dal 1995, si concentra sulla creazione di conoscenza condivisa attraverso la progettazione collaborativa utilizzando una tabella aumentata e uno schermo a tutta parete. Utilizzando una lavagna elettronica orizzontale, i partecipanti lavorano intorno ad un tavolo, creando in modo incrementale un modello condiviso del problema. Essi interagiscono con le simulazioni digitali attraverso il movimento di oggetti fisici, che sono riconosciuti da una superficie.

Cercando di inquadrare e risolvere il problema, i soggetti interessati possono valutare in modo collaborativo e prescrivere i cambiamenti modificando la posizione degli oggetti



Figura 34 - Immagine del tavolo su cui è posto il modello oggetto di discussione, su cui vengono proiettate le analisi dell'EDC

---

11 Arias, Ernesto et al. [2000]

sul tavolo. Nel frattempo, la seconda lavagna elettronica posta in verticale, permette a tutti di visualizzare le informazioni che vengono manipolate.

BUILT-IT<sup>12</sup> è stato sviluppato a partire dal 1998 dal Swiss Federal Institute of Technology e dalla Technical University di Eindhoven. Questo sistema permette di utilizzare mattoncini simili al lego come *token* per controllare la posizione e l'orientamento di edifici virtuali. Le persone stanno sedute attorno ad un tavolo su cui è proiettata una vista in pianta della scena e interagiscono con questi mattoncini modificando la scena virtuale. La scena è visualizzata attraverso una visione prospettica proiettata in tempo reale su un muro. In seguito il Media Lab ha sviluppato due modelli di TUI, l'URP e il LPT.



Figura 35 - Modello più piccolo di EDC

L'architettura del sistema del LPT e del suo precursore URP deve molto al lavoro pionieristico nel campo dell'Augmented Reality, come il DigitalDesk, che ha dimostrato la

---

<sup>12</sup> Fjeld, Morten et al. [2000]



Figura 36 - BUIL-IT: da notare la presenza del monitor per visualizzare il modello digitale in tre dimensioni

possibilità di poter fondare oggetti fisici e oggetti reali su un tavolo utilizzando un video camera e un proiettore.

Il LPT differisce dall'EDC e da BUILT-IT poiché è stato creato per approfondire in modo specifico l'integrazione tra le simulazioni digitali dinamiche e i tradizionali modelli fisici, come i disegni, le mappe e i modelli in scala. L'URP invece permette

semplicemente di utilizzare simultaneamente modelli fisici e simulazioni digitali, escludendo l'utilizzo di schizzi e mappe.

### 2.3.4. NATURAL USER INTERFACE [2006]

Le interazioni attraverso i gesti sembrano una nuova interessante branca dell'industria. I progressi tecnologici sulle dimensioni, sulla potenza e sul costo di micro processori, memorie, camere e altri sensori rendono possibile controllare le macchine con piccoli movimenti e colpetti delle mani e del corpo.

Le Natural User Interfaces (NUI) quindi promettono di introdurre modalità più naturali di interagire con i computer nella nostra vita professionale e privata. Christian Moore nel 2006 le ha definite così:

*“A natural user interface is a user interface designed to use natural human behaviors for interacting directly with content.”*

(Un'interfaccia utente naturale è un'interfaccia utente progettata per utilizzare i

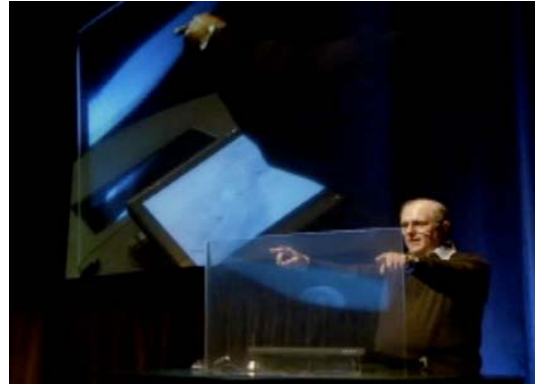


Figura 37 - Piano verticale tangibile su cui è possibile interagire con le immagini proiettate grazie a semplici gesti



Figura 38 - Immagine di ragazzi utilizzando un famoso video gioco in commercio che riproduce nei giochi i movimenti effettuati dai giocatori nella realtà



Figura 39 - I/O brush: interfaccia che permette di dipingere su un monitor

comportamenti umani naturali per interagire direttamente con il contenuto.)

Fondamentalmente le NUI sono l'evoluzione dell'Ubiquitous Computing, invece che puntare l'attenzione sull'invisibilità delle macchine si concentra sulla naturalità dei gesti con cui s'interagisce con le macchine. La parola "naturale" è, infatti, utilizzata perché le interfacce dei computer utilizzano solitamente

dispositivi di controllo artificiali il cui funzionamento deve essere imparato. Una NUI invece nasce dall'idea di permettere all'utente di controllare la macchina, svolgendo gesti relativamente naturali, movimenti che ben presto si scoprono controllare l'applicazione del computer o manipolare il contenuto sullo schermo.

Le Interfacce gestuali però non sono nuove. I gesti hanno fatto parte della scena delle interfacce fin da molto presto. Nel 1998 Brad Myers descrive in un articolo un lavoro del 1960 in cui ricorda che per la prima volta furono utilizzate questo genere di interfacce con dei sistemi di computer-aided design. Il lavoro pionieristico di Myron Krueger sulla realtà artificiale agli inizi degli anni '80 ricorreva all'interazione gestuale, permettendo di muoversi all'interno di enormi immagini proiettate con dei semplici movimenti della testa. Sistemi *multi-touch* erano già in circolazione nel 1980: Bill Buxton in una sua rassegna indica



come primo sistema *multi touch* progettato per l'interazione uomo computer quello sviluppato nel *master thesis* di Nimish Mehta del 1982. Speciali sensori per individuare la posizione del corpo umano e dei movimenti hanno da sempre giocato un ruolo chiave nel design di video giochi.

## 2.4. CONCLUSIONI

L'Ubiquitous Computing è oramai realtà nella nostra società: dall'*home banking* all'*e-commerce*, dagli elettrodomestici domotici all'*i-phone*, quasi ogni azione della nostra quotidianità è gestita da un computer. Non da meno i computer hanno invaso i nostri luoghi di lavoro e le nostre case e assieme alla televisione hanno introdotto la realtà virtuale. Rimane da capire quale tecnologia prevarrà tra le GUI e le TUI. La maggior parte dei gesti



Figura 40 - Pannello di controllo per elettrodomestici in una casa domotica

non è né naturale né facile da imparare, per questo il ruolo delle NUI difficilmente prevarrà: la visualizzazione degli oggetti permette una maggior semplicità di comprensione e di utilizzo, fornisce supporto per la memorizzazione dei comandi e della posizione degli oggetti digitali e permette di verificare con dei feedback facilmente comprensibili e immediati gli output generati.

Capire con che modalità le persone utilizzino i TUI rispetto ai GUI per riflettere su problemi complessi è importante per due ragioni: comprendere meglio ciò che si guadagna o che si perde passando da una GUI a una TUI per applicazioni specifiche e capire come la conoscenza degli spazi viene utilizzata

in maniera differente utilizzando un'interfaccia piuttosto che l'altra per migliorare la progettazione dei TUI.

Il Media Lab del MIT ha fatto uno studio intitolato “*A Comparison of Spatial Organization Strategies in Graphical and Tangible User Interfaces*”<sup>13</sup> per mettere a confronto GUI e TUI. Questo studio è stato motivato dal desiderio di comprendere i differenti ruoli delle due tecnologie in situazioni complesse di *problem-solving*.

I ricercatori del Media Lab durante la loro ricerca hanno osservato che le persone modificano l'ambiente in cui si trovano per aiutarsi a risolvere i problemi e, infatti, le TUI forniscono risultati migliori rispetto alle GUI. La causa potrebbe risiedere nel fatto che spostare e disporre i *tokens* su una TUI è più semplice che farlo su una GUI. Con i *tokens* è possibile creare un quadro di riferimento collocandoli nello spazio e i *tokens* possono essere facilmente riorganizzati adattandosi ai cambiamenti che avvengono durante il processo. In una TUI i soggetti possono manipolare i *tokens* con entrambe le mani contemporaneamente, possono scorrere gruppi di oggetti sul tavolo utilizzando solo la propria mano e inoltre quando toccano un *token* fisico ottengono un feedback in tempo reale. Invece utilizzando una GUI il processo è più lungo e complesso: bisogna capire le funzionalità del dispositivo di input, utilizzarlo per acquisire gli oggetti grafici e solo in seguito si possono manipolare gli oggetti. Quindi è un processo a tre stadi. Invece nel

---

<sup>13</sup>Mackay, Wendy E. [1996]

mondo fisico, utilizzando una TUI, gli stati sono solo due: acquisire l'oggetto e manipolarlo. Il passo aggiuntivo richiesto utilizzando una GUI richiede più tempo e sforzo mentale.

A questo va aggiunto che la separazione tra il mouse e la visualizzazione GUI può rendere l'interazione con un'interfaccia grafica più difficile, soprattutto se si considera che la posizione del mouse sulla scrivania non ha nessuna relazione con la posizione del cursore nel monitor e quindi l'utente deve anche concentrarsi sulla posizione degli oggetti virtuali, togliendo concentrazione ed energia alla questione che sta analizzando. Invece in una TUI gli oggetti vengono disposti nello spazio spesso secondo una logica, è quindi facile ricordarne la posizione e rilocalizzarli; inoltre si possono utilizzare come rappresentazione reale della propria mappa mentale e, dato che per spostare un oggetto fisico si deve portare maggior attenzione per gli altri oggetti posti sul piano, utilizzare una TUI aiuta a razionalizzare gli spostamenti e la posizione degli oggetti nel loro insieme contribuendo a dare uno sviluppo coerente del loro insieme.

Quando bisogna affrontare processi collaborativi lo strumento più adatto sembra essere la TUI: più vicina alle nostre abitudini comportamentali, dai feedback immediati e facilmente manipolabile anche da più utenti nello stesso momento.

### 3. SPERIMENTAZIONI E PROTOTIPI DI STRUMENTI TANGIBILI

*“Having a better idea  
isn't always reason enough for people  
to be willing to accept it“  
Adam Kumpf, 2009*



Le idee sono economiche, gratuite da concepire e in grande quantità, ma implementarle adattandole a nuovi contesti richiede grande impegno e impiego di risorse.

Le TUI nascono dall'idea di tessere la tecnologia digitale all'interno del tessuto dell'ambiente fisico. Esse promettono di sostenere una modalità d'interazione più collaborativa e comprensibile rendendo i dati digitali tangibili utilizzando materiali e oggetti fisici come strumenti di controllo delle informazioni digitali. La realtà mista ha a che fare con la combinazione di dati reali e di elementi virtuali all'interno di uno stesso display al fine di produrre un ambiente più elaborato. L'obiettivo è di potenziare la collaborazione, l'apprendimento e il processo decisionale attraverso la tecnologia digitale sfruttando la capacità umana di afferrare e manipolare oggetti fisici e materiali.

Si è deciso di analizzare gli strumenti che hanno portato alla loro nascita suddividendoli in periferiche e strumenti creati con lo scopo di sostenere il lavoro collaborativo, evidenziandone le funzioni e le principali innovazioni. Nell'ultima sezione di questo capitolo vengono analizzate le TUI le cui funzioni si avvicinano maggiormente a quelle che si vogliono sviluppare per lo strumento che si vuole creare all'interno del Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano. Verranno in seguito analizzate in modo approfondito per comprenderne punti di forza e debolezze, funzioni e limiti, per implementare il prototipo del Laboratorio di Simulazione Urbana.

Dopo la descrizione di ogni strumento verranno elencate le fonti cui si riferiscono.

### 3.1. PERIFERICHE E INTERFACCE

#### 3.1.1. SKETCHPAD [1963]

Nel 1963 Ivan Sutherland presentò “*Sketchpad*”<sup>14</sup>, letteralmente “*taccuino*”, un sistema in cui l'utente può interagire in tempo reale con un monitor a raggi catodici utilizzando una penna come dispositivo di puntamento. Per la prima volta gli utenti poterono disegnare gli oggetti direttamente sullo schermo, copiarli in altre posizioni e anche impostare dei parametri che il computer avrebbe dovuto elaborare ed eseguire. *Sketchpad* è stato il primo programma a utilizzare una completa GUI, usando un display connotato da due assi cartesiani e una penna luminosa.



Figura 41 - Ivan Sutherland durante la sua presentazione di Sketchpad. Da notare le dimensioni dell'hardware

Il modo intelligente in cui il programma organizza i suoi dati geometrici sperimentando l'uso di “oggetti” e di “casi” è pioniero nel mondo informatico e diede avvio alla programmazione orientata agli oggetti. L'idea era di avere un disegno principale che potesse essere duplicato diverse volte. Se

---

<sup>14</sup> Sutherland, Ivan E. [1959]



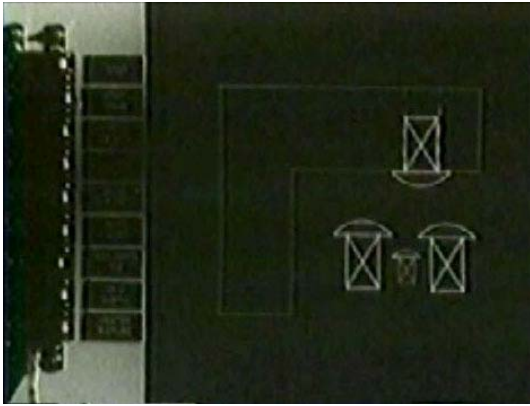


Figura 42 - Esempio della possibilità di clonare oggetti con Sketchpad

l'utente avesse cambiato il disegno principale, tutte le copie sarebbero automaticamente cambiate con esso.

Un'altra innovazione dello *Sketchpad* era che permetteva un semplice utilizzo delle proprietà geometriche del disegno, ad esempio si poteva fissare la lunghezza di una linea o l'angolo tra due linee. In seguito queste idee furono estese per includere nel disegno

coordinate 3D che permettessero di disegnare e manipolare oggetti *wire-frame*, per questa ragione oggi *Sketchpad* è considerato l'antenato dei moderni programmi di CAD (*computer-aided drafting*).

Sutherland propose inoltre per la prima volta l'utilizzo di una “*finestra*” in cui l'utente potesse muoversi sullo schermo come se stesse lavorando su un foglio di carta in tempo reale, muovendola dinamicamente e introducendo lo strumento dello zoom digitale.

La penna ottica è stata acclamata per la sua capacità di consentire all'utente di interagire direttamente con lo schermo, ma è stata anche criticata per la tensione cui l'utente deve sottoporsi se lavora con il sistema per un lungo periodo. Alan Kay, in un video prodotto 25 anni dopo il debutto di *Sketchpad*, afferma che, anche se la penna ottica:

*«è stata sicuramente riconosciuta come un pessimo dispositivo di input, perché fa defluire il sangue fuori della mano in circa 20 secondi, lasciandola insensibile, [...] È stata reinventata almeno 90 volte negli ultimi 25 anni».*

La tesi di Ivan Sutherland è stata sorprendente sotto diversi punti di vista, ridefinendo il modo in cui gli utenti interagiscono con i computer e il modo in cui lo percepiscono. Ivan Sutherland ha quindi dimostrato che la computer grafica può essere utilizzata sia per scopi artistici sia per scopi tecnici, oltre ad essere un nuovo metodo di interazione uomo-computer. La manipolazione di oggetti virtuali in tempo reale potrebbe permettere di superare i problemi legati alla richiesta di un alto livello di precisione grafica e matematica e al soddisfacimento di vincoli o di licenziamento.

### 3.1.2. ENGELBART'S MOUSE [1967]

Il 21 giugno 1967 l'Augmentation Research Centre, fondato da Douglas Engelbart, brevetta il primo indicatore di posizione x-y per display: il “*mouse*”<sup>15</sup>. Questo dispositivo è stato realizzato per utilizzare il primo *On Line System* (NLS) ed è stato presentato al pubblico nel 1968 alla Joint Computer Conference al Convention Center di San Francisco.

Il mouse è stato presentato come uno strumento indiretto per interagire con i contenuti sullo schermo attraverso un piccolo punto nero. Davanti al mouse era stata posta una tastiera standard e, accanto a questa, una tastiera a corde: il dispositivo ha permesso di rappresentare fino a 32 diverse azioni premendo le combinazioni contemporaneamente con una sola mano. Usando il mouse e la tastiera a corde contemporaneamente l'utente è stato



Figura 43 - La prima tastiera, dotata di mouse e pulsantiera

in grado di muoversi in spazi informativi di grandi dimensioni (come le liste di attività organizzate gerarchicamente) senza la necessità di riposizionare le mani.

---

<sup>15</sup> Engelbart, Douglas [1968]

Engelbart, Douglas [1968]

Engelbart, Douglas [1968]

Ispirato dallo *Sketchpad* di Sutherland, Engelbart ha fatto un altro importante passo avanti sulle ricerche delle modalità in cui gli utenti percepiscono e interagiscono con i computer, perseguendo lo scopo di facilitare l'attività di scienziati e professionisti il cui lavoro comportava la soluzione cooperativa di problemi complessi; a questo scopo, NLS introduceva un ricco insieme di meccanismi di condivisione delle informazioni. Il NLS è stato, infatti, il primo sistema a implementare l'ipertesto, consentendo agli utenti di passare da un documento all'altro attraverso l'utilizzo di parole o frasi pre-assegnate (o link all'interno di disegni) ed è oggi considerato il precursore dei *groupware* grazie all'introduzione dei *journal* e dello *shared screen telephoning*.



Figura 44 - Il primo mouse

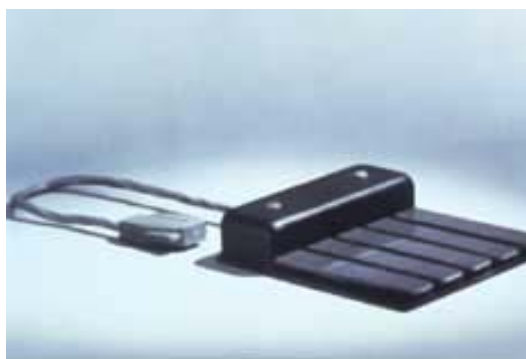


Figura 45 - Pulsantiera cinque tasti ideata da Engelbart per velocizzare l'attivazione di funzioni

La dimostrazione di Engelbart del 1968 è stata soprannominata la "*madre di tutte le demo*" ed è stata registrata in un video di 90 minuti in cui Engelbart e il suo collega, Bill English, descrivono ogni componente del sistema utilizzandole in tempo reale. Durante la

dimostrazione Engelbart discusse brevemente anche il sistema del “*bootstrap*” sottolineando che il modo migliore per sviluppare un sistema è:

*«use what you build to boost your own effectiveness».*

(Utilizzare ciò che si genera per aumentare la propria efficacia personale.)

L'approccio “*bootstrap*” di Engelbart ha richiesto un investimento iniziale rilevante sia di tempo sia di risorse, ma ha permesso di sviluppare un sistema sufficientemente utilizzabile seguendo il principio per cui:

*«le organizzazioni possono evolvere meglio, migliorando il processo che utilizzano per il miglioramento».*

### 3.1.3. PUT-THAT-THERE [1979]

Nel 1982 Chris Schmandt presenta “*Put-That-There*”<sup>16</sup>, un'interfaccia in grado di elaborare comandi verbali e gesti consentendo agli utenti di controllare le informazioni spaziali con comandi vocali, creare oggetti, inserirli su una mappa con semplici gesti di puntamento e quindi porre al software domande sulla posizione degli oggetti.

*Put-That-There* può essere utilizzato anche da più utenti nello stesso momento. Il computer tiene traccia di chi ha compiuto quali azioni e ogni utente può “bloccare” gli oggetti che crea, in modo tale che se qualcun altro volesse modificarli dovrebbe chiedere il permesso all'utente che ha inizialmente bloccato quell'oggetto. L'obiettivo è di



Figura 46 - Chris Schmandt nel video della prima dimostrazione di “Put-That-There”



Figura 47 - Due studenti del MIT durante il secondo video dimostrativo dell'interfaccia

---

<sup>16</sup> Bolt, Richard H. [1980]

Schmandt, Christopher e Hulteen, Eric A. [1982]

facilitare la comunicazione tra diversi utenti mediandola attraverso le finestre di dialogo.

Nessuno dispone di altri strumenti se non la propria voce e i propri gesti, in modo da rendere ogni azione leggibile e trasparente da parte degli altri utenti, fattore spesso trascurato nella progettazione di interfacce, come sottolineato più avanti nel lavoro di Zigelbaum “*External Legibility*”. Ovviamente, maggiore è il numero di utenti coinvolti più grande deve essere lo spazio che li ospita.

### 3.1.4. WELLNER'S DIGITALDESK [1991]



Figura 48 - Foto panoramica dello strumento

Nel 1991 Pierre Wellner creò il “*DigitalDesk*”<sup>17</sup> riproducendo lo spazio del monitor su un foglio reale utilizzando una videocamera e un video proiettore, poi pubblicato nel 1993. Utilizzando una penna a led l'utente era in grado di interagire liberamente con la superficie della scrivania reale come se lo spazio digitale fosse stato esteso nell'ambiente reale circostante. Con l'utilizzo combinato della videocamera e del video proiettore la scrivania diveniva bidirezionale, permettendo all'utente di utilizzare sia informazioni scritte sul

documento (usando un lettore ottico di caratteri) sia immagini e altri elementi interfacciabili presenti nello spazio. Durante il video di dimostrazione del *DigitalDesk* Wellner chiede in risposta alla metafora del desktop grafico:

---

<sup>17</sup> Wellner, Pierre [1991]

Wellner, Pierre [1993]



*«But, what if we took the opposite approach? What if, instead of making the workstation more like the desk, we made the real desk more like the workstation?»*

(Ma, cosa accade se proviamo con l'approccio opposto? Cosa succede se, invece di creare una workstation più simile a una scrivania, creiamo una scrivania più simile a una workstation?) Questo semplice ribaltamento del problema ha indotto la comunità scientifica a considerare come assunto fondamentale l'esperienza dell'utente con il computer e di sognare come potrebbe essere un giorno senza i vincoli di un desktop rigido. Nel video dimostrativo è inclusa anche una panoramica dei campi per i quali questo desktop digitale aumentato potrebbe essere utile. Quando si lavora con grandi quantità di dati finanziari, il *DigitalDesk* potrebbe consentire all'utente di copiare rapidamente e incollare i dati nonché eseguire calcoli. Un altro esempio suggerisce di utilizzare il *DigitalDesk* per l'illustrazione, quando l'artista può facilmente eseguire operazioni ripetitive (come ad esempio copiare alberi lungo una strada o disegnare tegole su un tetto), utilizzando una serie di piccoli gesti per selezionare, copiare e scalare.

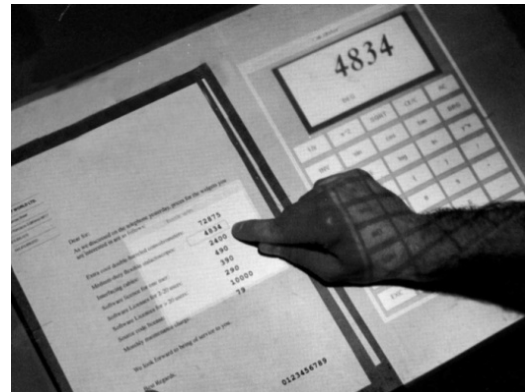


Figura 49 - Immagine dal primo video di presentazione di "DigitalDesk"

### 3.1.5. SENSETABLE [2001]

Nel 2002 James Patten sviluppa, all'interno della sua tesi "*Sensetable: A Wireless Object Tracking Platform for Tangible User Interface*"<sup>18</sup>, presso l'Università della Virginia, un'interfaccia elettronica basata sull'utilizzo di un piano su cui vengono disposti degli oggetti dotati di un'immagine leggibile da una webcam e associati a delle informazioni: azioni, immagini, suoni... L'obiettivo era creare un'interfaccia che permettesse di utilizzare diversi oggetti fisici spostabili. La differenza principale è che è molto più semplice interagire con oggetti fisici reali, invece che doversi concentrare visivamente sulle funzioni interattive dello schermo, ottenendo feedback in tempo reale con semplici movimenti delle mani dell'utente, consentendo maggior spontaneità e creando un dialogo diretto visivo e tattile con il piano stesso, con l'esecutore e con il pubblico.

Il *Sensetable* utilizza un insieme di gettoni su un tavolo rotondo per rappresentare vari campioni informativi, un computer, collegato al tavolo, elabora quando questi oggetti

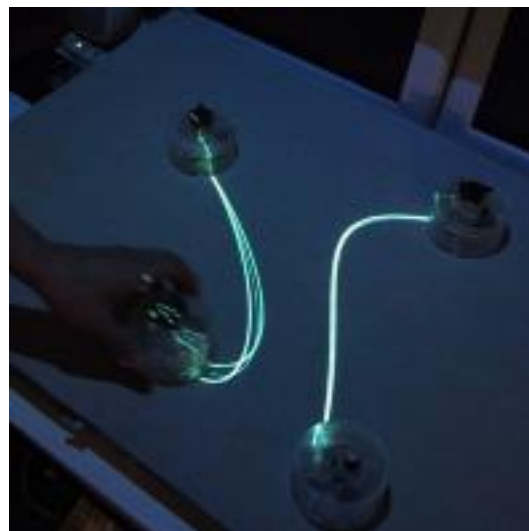


Figura 50 - Dimostrazione della sensibilità dei tokens posti sulla superficie del Senseable

---

<sup>18</sup> Patten, James et al. [2001]



Figura 51 - Utilizzo di Sensetable per interagire con una mappa urbana

vengono premuti e associa automaticamente l'informazione legata a essa.

L'approccio è simile al sistema “*bootstrapping*” di Engelbart: creare uno strumento di sviluppo e un nuovo sistema per l'utente. Le innovazioni apportate da questa interfaccia nel campo delle TUI hanno consentito lo sviluppo di uno strumento in

grado di fornire un *traccaggio* accurato e a bassa latenza di 6-10 oggetti su una superficie piana e l'esplorazione di nuove tecniche di interazione per consentire agli utenti di modificare e monitorare in tempo reale gli oggetti sul piano, mappando tali modifiche fisiche automaticamente.

### 3.1.6. ILLUMINATING CLAY [2002]

Il Tangibile Media Lab nel 2002 presenta una nuova interfaccia in cui, utilizzando le nuove tecnologie di rilevamento e di visualizzazione e i nuovi materiali fisico/digitali, ha aggiunto uno sviluppo dinamico ai TUI permettendo di creare il movimento.

Questa nuova invenzione è “*Illuminating Clay*”<sup>19</sup>: un’interfaccia tangibile che permette di scolpire rapidamente paesaggi attraverso l’utilizzo di un materiale tangibile e organico, l’argilla. Questo strumento è stato progettato per disegnare e comprendere il paesaggio attraverso una varietà di simulazioni computazionali.

*Illuminating Clay* utilizza un raggio laser

---

<sup>19</sup> Piper, Ben [1999]

Piper Ben, Ratti, Carlo e Ishii, Hiroshi [2002]

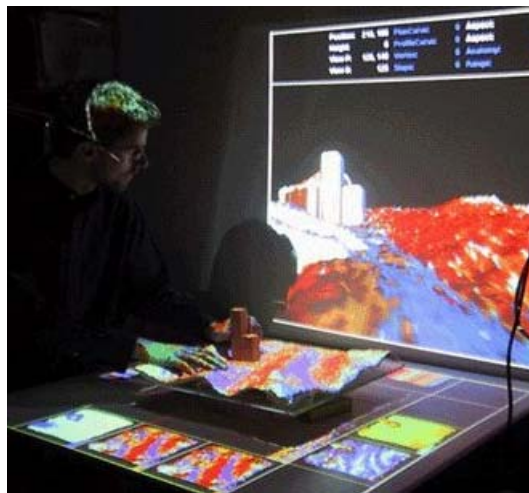


Figura 52 - Foto panoramica dell'apparecchiatura

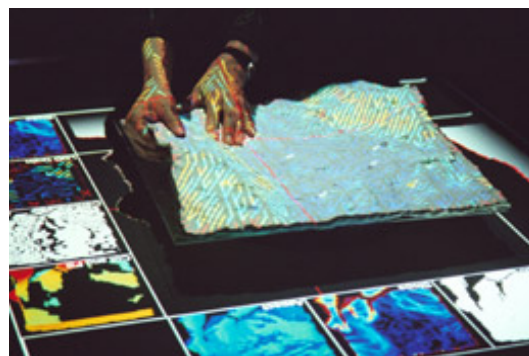


Figura 53 - Dimostrazione dell'utilizzo di Illuminating Clay: il ricercatore del MediaLab modella il terreno basandosi sulle informazioni proiettate su di esso

per catturare la geometria del modello fisico in creta e proietta sulla superficie in tempo reale delle simulazioni predefinite nel software: altezza, pendenza, contorni, ombreggiamento, drenaggio e aspetto del modello.

### 3.1.7. SANDSCAPE [2004]

Nel 2004 il Media Lab propone “*SandScape*”<sup>20</sup> in cui l’argilla è sostituita dalla sabbia: un materiale organico più duttile e semplice da utilizzare, che però utilizzando tecniche ottiche per catturare la geometria del modello, non permette di effettuare calcoli tanto accurati quanto quelli del suo predecessore. Gli utenti possono sempre scegliere tra una serie di simulazioni predefinite e possono interagire con essa rimodellando con le mani la superficie di sabbia e osservando le nuove simulazioni grazie al software che è stato predisposto per ri-elaborare e proiettarle in tempo reale le nuove analisi sulla superficie di sabbia.

*SandScape* e *Illuminating Clay* dimostrano il potenziale vantaggio di combinare rappresentazioni fisiche e rappresentazioni digitali per la modellazione e le analisi del paesaggio. L’argilla e i modelli di sabbia trasmettono relazioni spaziali che possono essere manipolate in modo intuitivo e diretto.

Gli utenti inoltre possono inserire direttamente nel modello, sotto la telecamera,

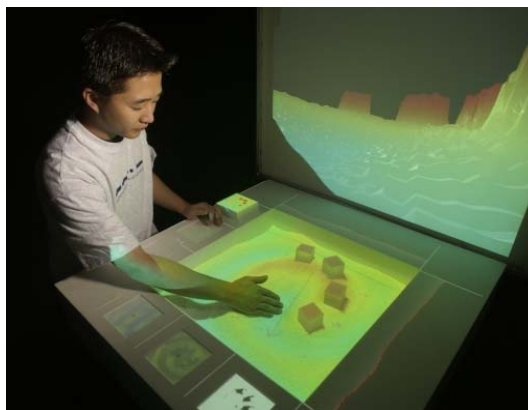


Figura 54 - SandScape: studente del Media Lab che interagisce con il terreno del modello

---

<sup>20</sup> Ishii, Hiroshi et al. [2004]

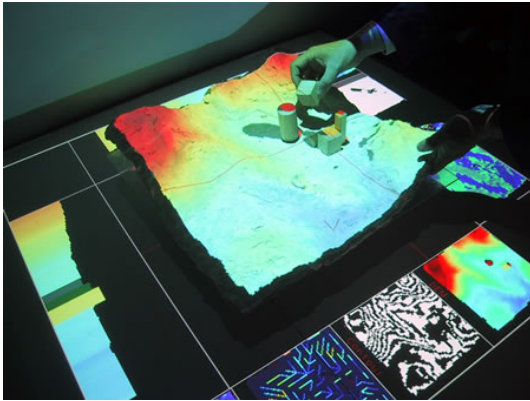


Figura 55 - Ricercatore del Media Lab che utilizza SandScape per studiare alcuni modelli

degli oggetti fisici.

Questo approccio permette loro di creare e capire velocemente topografie estremamente complesse difficilmente riproducibili attraverso i convenzionali strumenti di progettazione assistita dal computer. Inoltre il suo essere "continuo e organico" permette di utilizzare al meglio la nostra capacità naturale di scoprire soluzioni

attraverso la manipolazione diretta degli oggetti e dei materiali fisici.

### 3.1.8. MIXED REALITY INTERFACE [2006]

Il “*Mixed Reality Interface*”<sup>21</sup> è uno strumento multi touch progettato dalla società Kommerz nel 2006 per toccare, capire e co-progettare. L’idea fondamentale è: i software devono essere controllabili attraverso oggetti reali tangibili, che l’utente stesso può scegliere, applicando adesivi simili ai *fiducial marker* per permettere al software di riconoscerli. Essendo pensato come prodotto commerciale, era importante che professionisti e utenti senza familiarità con i computer fossero subito in grado di utilizzare questo strumento per conto loro, permettendo un’accessibilità immediata e semplice.



Figura 56 - Presentazione della MR Interface. Da notare il modello della camera per interagire con il punto di vista

La *Mixed Reality Interface* non solo ha aperto le porte alle interfacce tangibili in quanto prodotti commerciali, ma ha anche offerto nuove idee sulle possibilità di rilevamento analogico di oggetti attraverso il riconoscimento delle differenze nella colorazione dell'oggetto. Ad esempio, nella visualizzazione di una scena 3D, l'utente può spostare la

---

<sup>21</sup> Belcher, Daniel e Johnson, Brian [2008]

Uray, Peter, Kienzl, Thomas e Marsche, Ulf [2006]





Figura 57 - Modello di edificio visualizzato con la MR *Interface*

telecamera intorno allo spazio per cambiare la visuale, ma può anche regolarne il punto di vista, inclinandola, e può cambiare l'ambiente interagendo con i colori della base degli oggetti (quelli letti dalla telecamera).

## 3.2. SPAZI DI LAVORO CONDIVISO

### 3.2.1. TEAMWORKSTATION [1990]

Nel 1990 Hiroshi Ishii presenta la “*TeamWorkStation*”<sup>22</sup>, un sistema progettato per fornire in tempo reale senza soluzione di continuità uno spazio di disegno condiviso. L'idea chiave è stata l'utilizzo di un video camera per riprendere lo spazio di lavoro fisico individuale, solitamente un foglio fisico; l'immagine è riprodotta sui monitor collegati su un layer trasparente che si sovrappone al documento digitale cui si sta lavorando e al *layer* di lavoro, sempre trasparente, degli altri utenti. In questo modo è possibile collaborare in tempo reale sullo stesso documento condividendolo digitalmente e lavorandoci fisicamente. Poiché tutto può essere immesso sul *desktop*, oggetti 3D e media non tradizionali possono essere immediatamente integrati senza alcun hardware aggiuntivo.

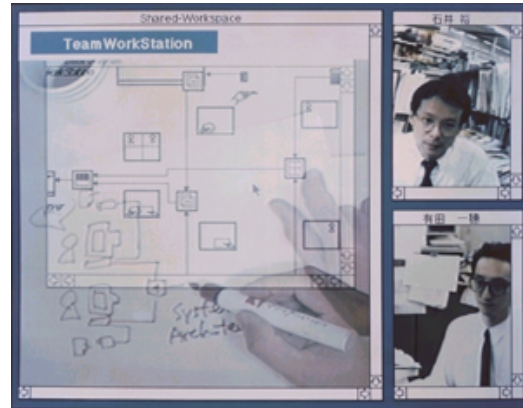


Figura 58 - Dettaglio del monitor dell'immagine precedente: al centro l'area di lavoro ripresa dalla webcam e a destra i due utenti

---

<sup>22</sup> Ishii, Hiroshi [1990]



Figura 59 - Prime sperimentazioni con la TeamWorkstation. Nella foto Hiroshi Ishii simula una lezione di ideogrammi. Si possono distinguere: il monitor dove visualizza il piano della sua scrivania e l'utente con cui comunica e la camera che riprende la scrivania

La *TeamWorkStation* è stata principalmente progettata per discussioni di tipo collaborativo su materiale tecnico, ma la stessa tecnologia può essere applicata ad altri campi. Ad esempio, un insegnante di calligrafia potrebbe scrivere su un pezzo di carta e lo studente a distanza seguire la lezione attraverso il suo monitor e il suo foglio di lavoro. Gli errori possono essere rapidamente visualizzati dal maestro e le correzioni potrebbero avvenire sia verbalmente sia segnando direttamente sull'immagine.

### 3.2.2. CLEARBOARD [1992]

Tra il 1991 e il 1994 al MIT Media Lab viene sviluppata la “*ClearBoard*”<sup>23</sup>, un nuovo strumento progettato per integrare lo spazio interpersonale e condividere lo stesso spazio di lavoro «*talking through and drawing on a big transparent glass board*». Nata per perseguire gli stessi obiettivi della *TeamWorkStation*, la *ClearBoard* è stata progettata per fornire agli utenti la sensazione di condividere un unico pezzo di vetro. L'area di lavoro semi-trasparente permette di collaborare allo stesso disegno mantenendo un rapporto diretto, visivo e sonoro, con l'altro utente.



Figura 60 - Primo prototipo della ClearBoard. I due collaboratori condividono lo stesso spazio di lavoro, ma uno vede l'operato dell'altro capovolto

---

<sup>23</sup> Ishii, Hiroshi, Kobayashi, Minoru e Grudin, Jonathan [1992]

Ishii, Hiroshi et al. [1992]

Kobayashi, Minoru e Ishii, Hiroshi [1993]



Figura 61 - Secondo prototipo della ClearBoard: la lavagna trasparente è stata sostituita con un monitor in cui è possibile scrivere e ribaltare l'immagine



Figura 62 - Terzo prototipo: la parte hardware è stata migliorata, lo spazio di lavoro è maggiore e la risoluzione migliore

La *ClearBoard\_0* consiste in una lavagna di vetro posizionata tra due utenti che vi disegnano sopra. Essa richiede pochi movimenti degli occhi e della testa e permette di concentrarsi sia sul disegno sia sul partner. Il limite maggiore è la visione ribaltata di ciò che scrive l'altro utente. Per questo motivo i modelli successivi sono stati dotati di uno specchio che ribalta l'immagine.

In *ClearBoard\_1* è stata utilizzata una videocamera che riprende il video dell'utente 1 e il suo disegno; le immagini riprese vengono proiettate sul monitor dell'utente 2, dando la sensazione di star lavorando entrambe sullo stesso vetro e risolvendo il problema del modello precedente.

Con il modello successivo, la *ClearBoard\_2*, il Media Lab ha cercato di risolvere i seguenti problemi:

- nel modello precedente il video non veniva registrato e quindi non si poteva riutilizzare per mantenere traccia dei lavori;
- la proiezione aveva una bassa risoluzione e i colori utilizzati erano poco leggibili.

Nell'ultimo prodotto questo strumento ha segnato un nuovo passaggio per l'evoluzione dei computer: la sovrapposizione di video e di disegni permette agli utenti di poter focalizzare la propria attenzione sul lavoro e sul dialogo, senza dover ricorrere all'utilizzo diretto di un'interfaccia grafica o di particolari strumenti di comando, potendosi dedicare totalmente alla questione da affrontare in modo collaborativo.

### 3.2.3. AUGMENTED SURFACE [1999]

Nel 1999 Jun Rekimoto ha creato un sistema che permette di trascinare informazioni tra diversi dispositivi elettronici e display installando delle telecamere aeree per riprendere lo spazio della stanza, utilizzando diversi display e un'infrastruttura che memorizza gli oggetti<sup>24</sup>.

Utilizzando strumenti come *HyperDragging* e il puntatore laser *Pick-and-Drop*, Rekimoto ha reso possibile lo spostamento del contenuto virtuale

nell'ambiente fisico, senza bisogno di ricorrere ad altri input più espliciti. Per identificare in maniera univoca e individuare gli oggetti nello spazio, sono stati applicati su ognuno di essi dei marcatori visivi.

Gli utenti dovevano semplicemente aprire il proprio portatile (che sarebbe stato identificato da una telecamera aerea) e guardare i contenuti associati che sarebbero automaticamente apparsi sulla superficie del tavolo di lavoro. Se i collaboratori avessero

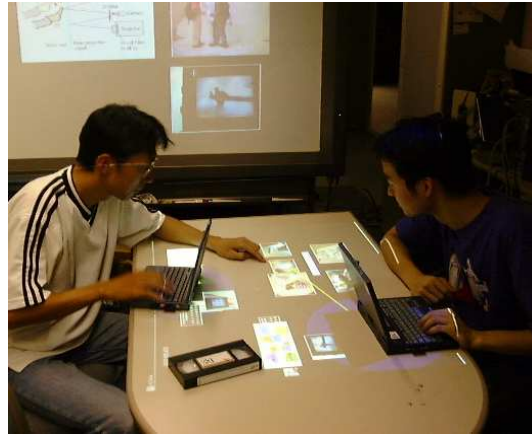


Figura 63 - Immagine dal video dimostrativo dell'Augmented Surface; i due operatori condividono lo spazio di lavoro del tavolo e dello schermo a parete, muovendo gli oggetti digitali dai loro portatili agli spazi condivisi

<sup>24</sup> Rekimoto, Jun e Saitoh, Masanori [1999]

voluto condividere degli elementi tra loro, avrebbero potuto afferrare un oggetto con il puntatore e trascinarlo quindi su un altro computer o sullo schermo principale sulla parete. Inoltre ai singoli oggetti potevano essere associate specifiche caratteristiche: ad esempio a un oggetto che sembrava una macchina fotografica è stata assegnata la funzione di camera



Figura 64 - Particolare di uno degli strumenti utilizzati per visualizzare le immagini digitali bidimensionali sul tavolo, nel formato tridimensionale proiettato sulla parete. Da notare il simbolo posto sul modello della camera per permettere alla camera posta sul soffitto di riconoscere l'oggetto.

interna di un modello 3D.

Quando un utente spostava la telecamera sul tavolo (su cui veniva visualizzata l'immagine in piante del modello), poteva osservare sul suo monitor la vista 3d dall'interno dello spazio proiettato, come se fisicamente lo stesse esaminando con una camera virtuale.



### 3.3. TANGIBLE USER INTERFACE PER LA PROGETTAZIONE E LA PIANIFICAZIONE

#### 3.3.1. URBAN PLANNING WORKBENCH [1998]

Nel 1999 Underkoffler e Ishii presentano al Computer and Human Interface Conference "URP: *A Luminous-Tangible Workbench for Urban Planning and Design*"<sup>25</sup>, una nuova interfaccia sviluppata presso il Media Lab del MIT. L'*Urban Planning Workbench* utilizza modelli fisici in scala di edifici architettonici per configurare e controllare simulazioni urbane di ombre, riflessi della luce, flussi del vento e congestione del traffico.

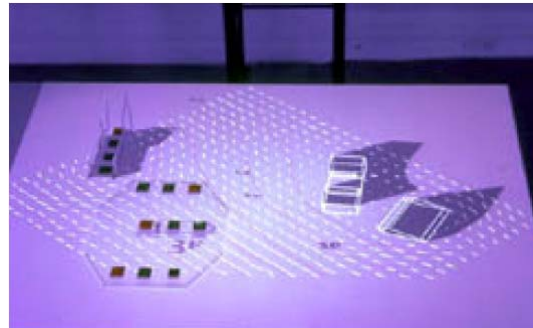


Figura 65 - Panoramica dell'URP: si possono distinguere i volumi wireframe di alcuni edifici, le bacchette utilizzate per modificare i materiali, le ombre proiettate e le particelle utilizzate per visualizzare l'andamento del vento

---

<sup>25</sup> Ullmer, Brygg [1995]

Underkoffler John [1988]

Ishii, Hiroshi et al. [1998]

Ullmer, Brygg, Ishii, Hiroshi e Glas, Dylan [1998]

Underkoffler John e Ishii, Hiroshi [1999]

Ishii, Hiroshi et al. [2002]

Oltre ad una serie di modelli di edifici, URP fornisce strumenti interattivi per interrogare e gestire i parametri della simulazione urbana, ricorrendo in particolare alla rotazione e al controllo attraverso i modelli fisici stessi. Sono compresi anche un “orologio” per regolare la posizione del sole, una bacchetta per modificare il materiale della superficie dell'edificio, mattoni e vetro (con relativa riflessione della luce), uno strumento per cambiare la direzione del vento e un anemometro per misurare la velocità del vento.

Nell'URP, i modelli fisici degli edifici sono interfacce tangibili che rendono le informazioni direttamente afferrabili e manipolabili attraverso un feedback tattile e immediato. Per cambiare la posizione e l'orientamento di un oggetto è sufficiente che un utente affetti e sposti una parte del modello fisico. Tuttavia all'URP non permette di modificare le forme del modello tangibile, si possono utilizzare solo forme predefinite e si può intervenire solo modificando la distanza tra gli oggetti.

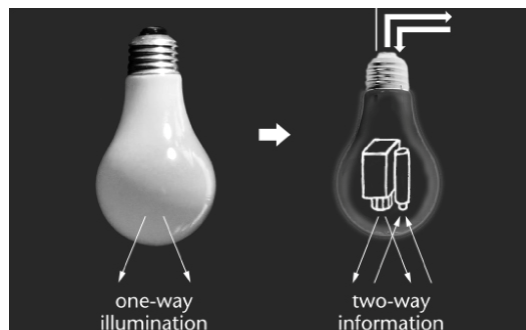


Figura 66 - Schema illustrativo: raggio luminoso di una lampadina, che permette solo di proiettare, a confronto con PI/O bulb che proietta le immagini e, grazie alla camera posta al suo interno, riprende cosa accade

Come *Illuminating Light* (suo predecessore) l'URP è costruita grazie al bulbo I/O e utilizza l'analisi visiva a conduzione *glimpser-and-voodoo*, per individuare e localizzare gli oggetti che lo compongono. Normalmente, le applicazioni del bulbo I/O come l'URP hanno bisogno di identificare e localizzare specifici oggetti conosciuti e lo fanno utilizzando un sistema ottico di *tagging* che riconosce i puntini colorati che vengono applicati sulla superficie di ogni oggetto.

A questo scopo viene utilizzato un sistema molto semplice, che richiede una bassa dotazione hardware, denominato "*glimpser*": esso analizza il video catturato dal *I/O Bulb* e riconosce tutti i punti in cui il colore ha una certa dimensione e un certo colore. Per ogni frame video, *glimpser* associa l'elenco dei punti che ha trovato con "*voodoo*". *Voodoo* è il software che ha il compito di riconoscere la forma amorfa dei punti e di associarla a dei modelli noti.

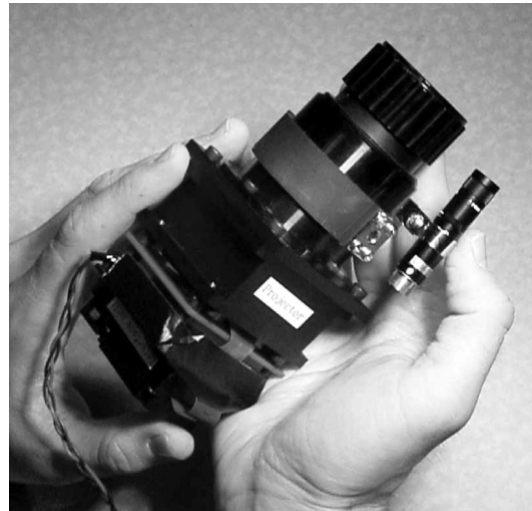


Figura 67 - Primo prototipo di I/O bulb

L'URP può essere utilizzata per differenti tipi di analisi:

- Simulazione del vento,
- Analisi delle Ombre,

- Misura delle Distanze,
- Riflettanza,
- Punti di vista.

Nel capitolo 4 verranno approfondite maggiormente.

### 3.3.2. LUMINOUS PLANNING TABLE [2000]

Una *workbench*, anche detta tavolo di proiezione, consiste in uno o due schermi piatti posizionati in un'area limitati e disposti verticalmente, orizzontalmente o in una qualsiasi inclinazione tra le due. Questa configurazione permette a più utenti di utilizzarla nello stesso momento, ma i punti di vista e la possibilità di muoversi fisicamente nello spazio sono limitati.

Il *Luminous Planning Table (LPT)*<sup>26</sup> è stato costruito al Media Lab MIT ed è una piattaforma per rappresentazioni fisiche e digitali su più strati. È stato ipotizzato che sovrapponendo rappresentazioni in precedenza incompatibili nello stesso luogo e alla stessa scala, si potessero fornire in uno spazio ibrido, ma senza soluzione di continuità, diverse informazioni che



Figura 68 - Panoramica del LPT: sul tavolo sono disposte mappe e modelli, l'I/O bulb sospeso proietta sul tavolo e riprende la scena per analizzarla, un'altro proiettore proietta sulla parete la scena tridimensionale digitale del modello

---

<sup>26</sup> Ullmer, Brygg [1995]

Underkoffler John [1997]

Underkoffler John e Ishii, Hiroshi[1998]

Underkoffler John e Ishii, Hiroshi [1999]

Ratti, Carlo et al. [2004]

Ben-Joseph Eran. et al. [2001]

Kaltenbrunner, Martin et al. [2005]



Figura 69 - LPT: proiezione di un'ortofoto sul piano del tavolo per agevolare i lavori

avrebbero potuto arricchire il processo di progettazione urbana.

Il LPT è stato progettato per permettere quindi la sovrapposizione di diversi elaborati a due dimensioni, quali disegni, schizzi, mappe e foto satellitari, a tre dimensioni, come il modello fisico, e digitali. Il prototipo nasce come sviluppo di un progetto di Underkoffler e Ishii, *l'input/output bulb workbench*.

L'I/O *bulb* è un oggetto simile a una lampadina, ma che funziona come un proiettore e al cui interno è assemblata una telecamera in grado di leggere le posizioni degli oggetti nell'area in cui proietta. Il LPT è composto di una superficie e da due I/O *bulb*, i proiettori simulano sul tavolo rappresentazioni dinamiche e le telecamere catturano l'attività che si svolge su tavolo e regolano la dinamica della rappresentazione a seconda della posizione dei disegni e dei modelli dotati. Il software completa lo strumento apportando le stesse opzioni già sviluppate per l'URP, con alcuni accorgimenti per renderlo più adatto a esercizi di design urbano.

### 3.3.3. INFRACTABLES [2006]

Nel 2006 Christoph Ganser, Adrian Steinemann e Andreas Kunz dello Swiss Federal Institute of Technology di Zurigo presentano alla conferenza IEEE *Virtual Reality* il loro nuovo prodotto: “*Infractables*”<sup>27</sup>, una periferica wireless per sostenere l’interazione tra l’uomo e il computer.

Partendo dall’idea che oggi gli obiettivi del progresso stiano divenendo sempre più complessi e che il lavoro di gruppo interdisciplinare sia divenuto necessario, hanno creato uno strumento che permette a più utenti di interagire simultaneamente su una superficie retroproiettata, utilizzando anche diversi stili grafici e diversi tipi di input. Il software riconosce la posizione, l’orientamento e l’identità di ogni dispositivo che è posizionato sulla superficie e permette agli strumenti (penna, tavolozza dei colori, taccuino, righello ...) di comunicare il loro stato all’applicazione con cui interagiscono gli utenti.



Figura 70 - Immagini tratte dal video dimostrativo di Infractables che ne illustra le diverse funzioni: Penna per disegnare direttamente sulla superficie dell’interfaccia

---

<sup>27</sup> Ganser, Christoph, Steinemann, Adrian e Kunz, Andreas [2006]

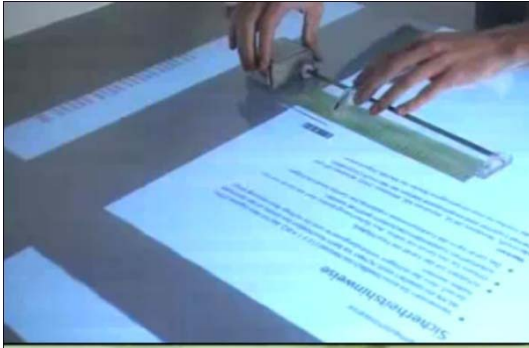


Figura 71 - Righello che permette di misurare gli oggetti digitali con una scala reale e di ingrandire e rimpicciolire l'immagine proiettata

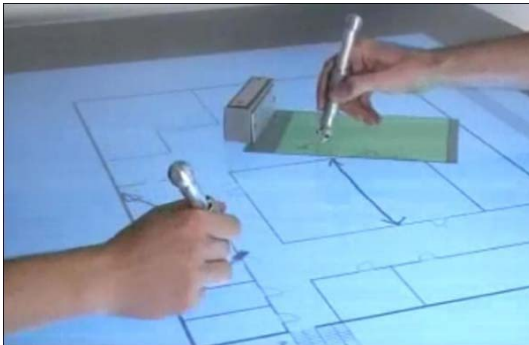


Figura 72 - Block notes utile per prendere appunti mentre si sta lavorando

In pratica è reso possibile grazie alle introduzioni in ogni dispositivo di un diodo che trasmette impulsi a infrarossi letti da una telecamera e trasmessi quindi al software. In questo modo è possibile creare una periferica di interazione complessa direttamente manipolabile attraverso pulsanti, cursori e altri tipi di input.

Il dispositivo è stato predisposto per elaborare anche disegni tridimensionali e la superficie è stata pensata per sostenere qualsiasi tipo di oggetto, come gomiti, telefoni cellulari, tazzine da caffè e computer portatili.



### 3.3.4. COLORTABLE [2006]

Il “*ColorTable*”<sup>28</sup> è una TUI progettata per supportare il lavoro collaborativo in situazioni che prevedono il coinvolgimento di un gruppo di lavoro multidisciplinare. È un sistema basato sull’interazione attorno e sopra a un tavolo. Un ampio numero di oggetti di diversi colori, dimensioni e forme viene predisposto per essere disposto e manipolato sul tavolo. Gli utenti possono stare in piedi attorno al tavolo e interagire simultaneamente dalla loro posizione, come avviene in un qualsiasi altro caso di discussione formale.

L’interfaccia tangibile utilizza il computer per tracciare con una camera posizionata sopra la stanza i movimenti che avvengono. Il sistema è, infatti, in grado di



Figura 73 - ColorTable: dettaglio di una mappa su cui sono stati disposti i diversi oggetti raffiguranti volumi e flussi

---

<sup>28</sup> Maquil, Valérie [2007]

Maquil, Valérie et al. [2007]

Maquil, Valérie, Psik T. And Wagner I. [2008]

Maquil, Valérie et al. [2009]

**Wagner, Ina** et al-[2009]

Sareika, Markus e Schmalstieg, Dieter [2007]

determinare le posizioni, le forme, i colori e le dimensioni degli oggetti sul tavolo e di associarli a oggetti e comandi virtuali. Gli utenti muovendo e girando questi oggetti modificano quindi l'ambiente virtuale proiettato sul tavolo e possono osservare in tempo reale i cambiamenti che compiono e discuterne con il gruppo di lavoro.

Inoltre un catalogo di oggetti digitali (*Hypermedia Database*) in cui sono inclusi immagini, 3D e suoni, è stato predisposto per permettere agli utenti di associare qualsiasi oggetto preconfezionato virtuale a uno degli oggetti reali disposti sul tavolo, utilizzando inizialmente un semplice sistema di codice a barre, poi evoluto in un *touch screen* in cui si può visionare il catalogo e scegliere ciò che si ritiene più appropriato, accorciando i tempi di produzione ed elaborazione grafica degli elaborati.



Figura 74 - ColorTable: dettaglio di una mappa su cui sono stati disposti i diversi oggetti raffiguranti volumi e flussi

Alcuni degli oggetti reali permettono anche di “navigare” all’interno dello spazio virtuale per poter meglio analizzare il contesto in questione e gli oggetti inseriti, altri permettono di modificare alcune caratteristiche degli oggetti virtuali compresi nel catalogo (es. colori, dimensioni, intensità del traffico) e inoltre si possono inserire anche schizzi e disegni, scannerizzandoli e aggiungendoli all’*Hypermedia Database*.

## 4. IL TAVOLO TANGIBILE

*"Tell me and I forget,  
show me and I remember,  
let me do it and I understand".  
(Confucius, 551 - 479 BC)*



#### 4.1. DEFINIRE IL NUOVO STRUMENTO

Le TUI promettono di sostenere una modalità più collaborativa e comprensibile di interazione, rendendo dati digitali tangibili utilizzando materiali e oggetti fisici come controlli delle informazioni digitali stesse.

Nel 1998 in USA, il gruppo di ricerca del Media Lab del Massachusetts Institute of Technology, guidato da un ingegnere informatico, Hiroshi Ishii, e da un dottore in Media Arts and Science, John Steven Underkoffler, lavorando sull'unione tra atomi e bit e sulle TUI, crea l'URP: uno strumento in grado di unire gli strumenti più tradizionali della progettazione e i software più complessi di oggi. Da allora sono stati sviluppati diversi strumenti basati sull'interazione uomo-computer attraverso oggetti tangibili.

I sistemi dell'URP, dal LPT e del ColorTable sono utilizzati come sistemi di riferimento per illustrare i diversi approcci e le diverse soluzioni in tutta la tesi. Si tratta di interfacce utente tangibili sviluppate per sostenere diverse situazioni di lavoro collaborative e che, grazie alla loro configurazione flessibile, permettono la progettazione sperimentale di tecniche interattive.

Analizzando questi strumenti è interessante concentrarsi sulle modalità di impiego per cui si possono utilizzare, riassumibili in quattro macro categorie:

- Formare studenti e cittadini;

- Analizzare gli impatti del progetto;
- Promuovere il progetto stesso;
- Sostenere la comunicazione sul progetto tra i diversi attori coinvolti nel processo decisionale.

Inoltre, rispetto agli strumenti utilizzati tradizionalmente, questi hanno quattro caratteristiche che assieme li rendono unici, esse sono:

- Portabilità,
- Duttibilità,
- Interattività,
- *User friendly*.

Verranno di seguito analizzati i tre strumenti considerati più rilevanti e vicini a ciò che si è voluto realizzare all'interno del Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano e quindi verranno illustrati i tre passaggi che sono stati definiti per creare il nostro strumento.

## 4.2. ANALISI DELLE FUNZIONALITÀ DEGLI STRUMENTI SIMILI ESISTENTI

### 4.2.1. URBAN PLANNING WORKBENCH [1998]

La prima TUI nata con scopi legati alla pianificazione è stata progettata alla fine degli anni novanta all'interno del MediaLab del MIT: *l'Urban Planning Workbench*. L'URP è un tavolo luminoso che permette di far interagire in tempo reale oggetti 3D fisici con analisi 2D digitali. Collocando un modello architettonico sul piano è possibile analizzarne in tempo reale compiendo diversi tipi di azioni:

#### 4.2.1.1. INTERAGIRE CON LE OMBRE

La struttura per l'analisi delle ombre è stata la prima a essere costruita e, di fatto, ha fatto da catalizzatore nella progettazione dell'URP: la domanda che si erano posti i progettisti è stata: "che cosa accadrebbe se i modellini degli edifici potessero gettare delle ombre regolabili?". Così è stato creato un orologio digitale, che determina il giorno e l'ora, attraverso cui il pianificatore può regolare la posizione digitale del sole.

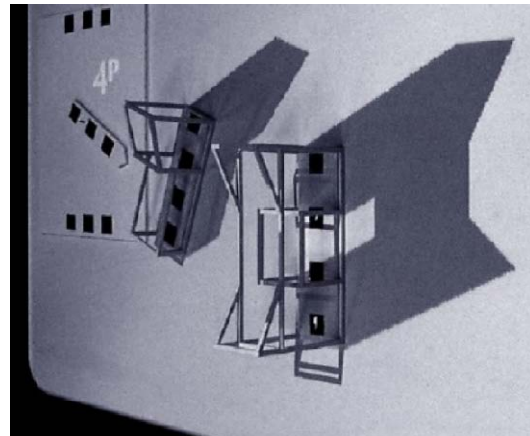


Figura 75 - Simulazione effettuata con l'URP di analisi delle ombre. Da notare sulla destra lo strumento per interagire con l'orario solare

#### 4.2.1.2. SPERIMENTARE LA RIFLETTANZA

Delle strisce sottili dotate di riconoscimento *voodoo* sono state utilizzate per rappresentare le strade e avviare delle simulazioni di traffico, i cui elementi automobilistici sono proiettati direttamente sulle strisce di plastica. L'incrocio di due strisce, con qualsiasi tipo di angolazione, genera automaticamente un incrocio semaforico, in modo che le auto regolino automaticamente l'attraversamento dell'incrocio stesso. Attraverso un'altra striscia, in questo caso trasparente, utilizzata come bacchetta si possono modificare i materiali associati agli edifici. Questo strumento mostra una B (*brick*) a un'estremità e un G (*glass*) dall'altra. Toccando con la G qualsiasi edificio si associa alle sue facciate il materiale vetro, in modo che i riflessi solari generati vengano riflessi sul terreno. È evidente che le riflessioni sono molto meno intuitive per la maggior parte delle persone rispetto alle ombre. Con questo sistema si permette agli utenti di osservare direttamente e in tempo reale l'incidenza della luce solare

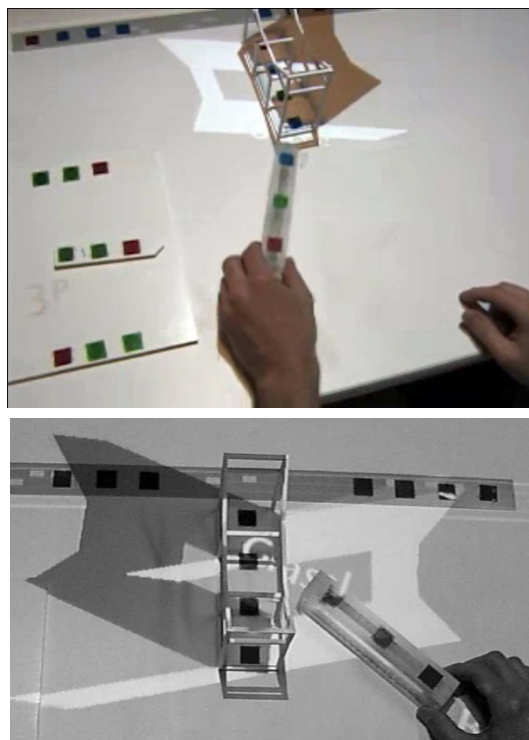


Figura 76 - Simulazione effettuata con l'URP per analizzare l'impatto della riflettanza alle 3p.m. nel caso in cui l'edificio fosse fatto in vetro. La bacchetta al centro dell'immagine è lo strumento che permette di interagire con il materiale



riflessa sulle strade, rendendola immediatamente evidente, ed è facile fare esperimenti con dei piccoli aggiustamenti angolari dando luogo a grandi cambiamenti nei riflessi sul modello. Infine, toccando con l'estremità B della bacchetta un palazzo, il vetro si trasforma nuovamente in mattoni e i riflessi scompaiono.

#### 4.2.1.3. MISURARE LE DISTANZE

Inizialmente si era impostato l'URP in modo tale che visualizzasse costantemente le distanze tra gli edifici e le dimensioni delle strade; questo sistema però era fonte di distrazione per gli utenti. È quindi stato introdotto un nuovo strumento chiamato “*distance-tool*”:

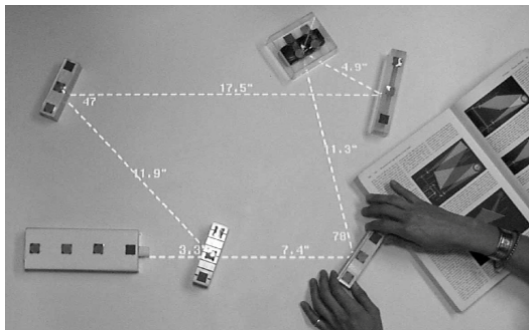
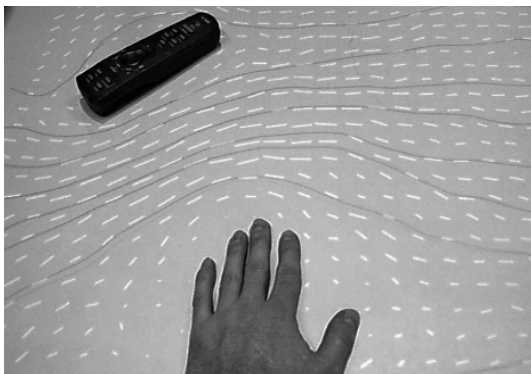


Figura 77 - Strumento per misurare le distanze tra gli oggetti posti sul piano dell'URP. Una volta attivata la misurazione rimane proiettata sul piano fino a comando contrario e viene aggiornata automaticamente se gli oggetti vengono spostati

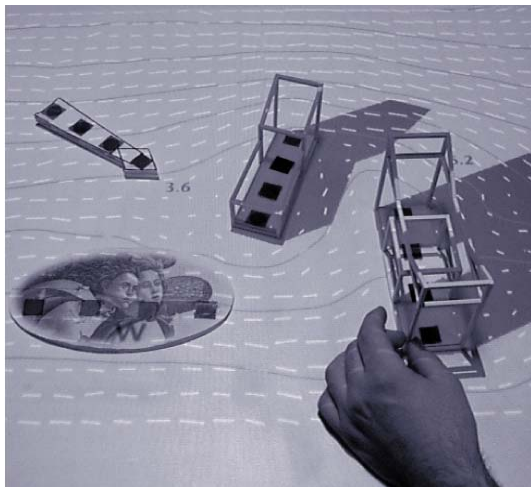
a forma di matita, ma con l'immagine di un righello che si estende tra la punta della matita e la gomma, può essere usato per collegare insieme le strutture selezionate e far rappresentare dall'URP solo le distanze indicate. Se gli oggetti vengono spostati, la linea che li collega rimane e la distanza viene aggiornata automaticamente dal software.

## L'ANDAMENTO DEL VENTO

Per simulare sul piano di lavoro dell'URP il flusso del vento a livello stradale è stato utilizzato un così detto “gas reticolare”. La simulazione prevede una griglia di celle



esagonali, in questo caso la griglia è composta di 100x100 celle, ognuna delle quali può supportare fino a sei “particelle” di gas - una per ogni faccia. Lo stato di ogni cella esagonale è rappresentato in ogni istante ricorrendo a sei semplici bit. Ad ogni passo temporale, ogni cellula “*reagisce*” secondo un piccolo insieme di regole che determinano se e in che modo avvengono le collisioni delle particelle all'interno di una cella.



Dopo la reazione, le particelle reindirizzano l'informazione ricevuta verso le sei cellule circostanti, e il ciclo si ripete. Gli ostacoli - cioè le basi degli edifici - sono rappresentati come celle “*riempite*”, che quindi non consentono alle particelle di passare, ma le fanno “*rimbalzare*” indietro.

Figura 78 - Simulazione effettuata con l'URP di analisi del vento

Non è ovviamente possibile rappresentare le direzioni del flusso in modo accurato in tempo reale poiché, oltre alla difficoltà di reperimento dei dati, il processo di elaborazione richiede diverse ore di lavoro.

#### 4.2.2. LUMINOUS PLANNING TABLE [2000]

Il LPT, nato da un progetto del Media Lab, è stato introdotto in un progetto di design urbano in una classe presso la Scuola di Architettura e Pianificazione durante la primavera del 2000. Il punto di forza del LPT emerso è la sua capacità di unire il tempo delle rappresentazioni digitali e le simulazioni dinamiche con i metodi più convenzionali, come il disegno e la modellazione fisica. Durante il progetto il LPT ha evidenziato gli aspetti del progetto che sono normalmente difficili da analizzare ed è stato molto utile per portare il sito in vita e mostrarlo come un luogo dinamico, che cambia attraverso il corso della giornata.

##### 4.2.2.1. COMPUTAZIONE DELLE OMBRE

Mentre l'URP permetteva di simulare le ombre secondo orari e latitudine fissi, il software di cui è stato dotato il LPT consente una maggiore flessibilità, dando agli utenti la possibilità di cambiare la latitudine e in modo interattivo impostare la data e l'ora. Aumentare la granularità temporale della simulazione si è rivelata una modifica preziosa: gli studenti che hanno condotto studi su sole-ombra, a volte anche osservando la differenza delle ombre in una sola giornata,



Figura 79 - Immagine di una lezione tenuta presso il MIT nel 2001 utilizzando il LPT

hanno notato grandi differenze anche al variare di pochi minuti.

#### 4.2.2.2.SIMULAZIONE DEL TRAFFICO

La simulazione che permetteva di svolgere sul traffico era limitata a tracciati fissi di massimo due percorsi con un flusso costante di traffico. Il nuovo software per il LPT è stato ampliato per consentire una dimensione interattiva della sezione stradale, della lunghezza dei tracciati, della densità veicolare e dei cicli di traffico nel tempo. I modelli possono essere microscopici, macroscopici o mesoscopici. Dipende dal numero di dati a disposizione e dalla complessità dei circuiti in analisi.

#### 4.2.2.3.GEOMETRIE ARCHITETTONICHE

L'URP era stata pensata come una tecnologia semplice e dimostrativa. Infatti,

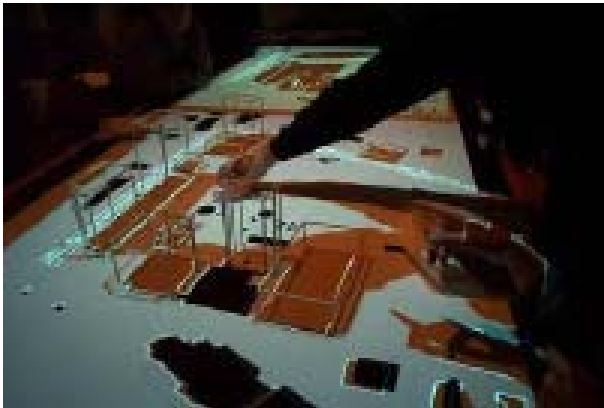


Figura 80 - Modello *wire-frame* utilizzato con i primi modelli del LPT

utilizzava una ridotta collezione di edifici, rappresentati sotto forma di strutture *wire-frame* di poligoni semplici. Il software originale è stato modificato per sostenere l'utilizzo di geometrie complesse, utilizzando i modelli già presenti nel data base GIS di ESRI Inc, in cui sono disponibili numerose strutture urbane americane oltre a corsi

d'acqua, elementi topografici, infrastrutture ferroviarie.

#### 4.2.2.4.PUNTI DI VISTA

La funzionalità più recente fornisce un meccanismo di “*anteprima*” della configurazione degli edifici da vari punti di vista. Giacché le forme tridimensionali degli edifici del modello sono già presenti nel sistema (sono necessarie per il calcolo delle ombre), si tratta semplicemente di renderli in prospettiva e con semplici parametri di sfumature. Un oggetto simile a una fotocamera viene fornito a tale scopo: muovendo la camera nello spazio di lavoro si può ottenere un render in tempo reale della disposizione attuale dei modelli degli edifici del sito sul tavolo, visto da un punto di vista pedonale e a volo d'uccello.



Figura 81 - Telecamera utilizzata con il LPT per riprendere punti di vista in soggettiva del modello tridimensionale

#### 4.2.2.5.SALVARE E CARICARE

All'URP mancava la capacità di salvare o ripristinare il lavoro, possibilità che è stata introdotta nel LPT. In questo modo è possibile mantenere traccia dei diversi passaggi del processo di pianificazione, per poterli confrontare e ricostruire l'iter decisionale.

### 4.2.3. MR-TENT [2006]

La “*Mixed Reality Tent*” (o MR-Tent) racchiude delle tecnologie della MR (*Urban Sketcher*, *ColorTable* e *AR scouting*) per supportare i processi di pianificazione e di design urbani. La tenda fornisce un luogo riparato per accogliere i partecipanti del workshop, professionisti e cittadini, invitati a partecipare al processo. In questo modo si crea uno spazio creativo per esperimenti in diversi campi, ricorrendo all'utilizzo di realtà miste, all'interno del cantiere stesso. Ricorrendo a software CAD e a modelli fisici è possibile creare modelli architettonici trasportabili e comunicativi introducendo la possibilità di interagire in modo collaborativo con l'ambiente rappresentato. Per fare ciò la tenda è composta dalle tre parti spiegate di seguito: *Urban Sketcher*, *Color Table* e *AR Scouting*



Figura 82 - Vista dall'esterno della MR-Tent



Figura 83 - Fotografia scattata all'interno della MR-Tent in cui è possibile distinguere il ColorTable al centro, UrbanSketcher, la proiezione sulla destra e la visuale ripresa con l'AR-scouting all'esterno, nella proiezione a sinistra

#### 4.2.3.1.URBAN SKETCHER

*Urban Sketcher* è un'applicazione nata per permettere agli utenti di interagire in tempo reale con la MR. Tra le sue caratteristiche vi è, oltre alla possibilità di unire diverse componenti urbane, sia statiche sia dinamiche, grazie all'utilizzo della MR, la possibilità di interfacciarsi con altre applicazioni e con dispositivi fisici che permettono di inserire contenuti nell'ambiente rappresentato. *Urban Sketcher* supporta il disegno a mano libera e offre diversi strumenti che consentono agli utenti di esprimere la loro visione anche in modo creativo, attraverso pennelli e immagini preconfezionate. La scena creata viene rappresentata in video digitali proiettati in tempo reale su una parete della MR-Tent, potendo anche visualizzare più punti di vista nello stesso momento, e gli oggetti virtuali possono essere inseriti, spostati o modificati, sempre in tempo reale, utilizzando dei modelli fisici in miniatura posti sul *ColorTable*.

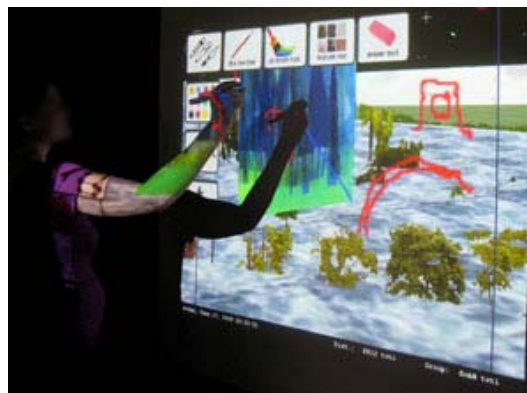


Figura 84 - Dettaglio dello strumento Urban Sketcher



#### 4.2.3.2. COLORTABLE

Il *ColorTable* è una TUI ideata per fare da supporto alle situazioni di lavoro collaborativo cui partecipano squadre di progettazione multidisciplinari. Il *ColorTable* è un tavolo simile al LPT su cui è possibile disporre un elevato numero di oggetti fisici predefiniti di diverse dimensioni e colori. Gli utenti possono stare attorno al tavolo e interagire con questi oggetti simultaneamente da diverse posizioni, come accade



Figura 85 - Dettaglio del ColorTable: è possibile distinguere la mappa del sito proiettata sul tavolo e i *tokens* utilizzati per interagire con il modello digitale tridimensionale

normalmente in qualsiasi discussione convenzionale. L'interfaccia permette al computer di tracciare gli oggetti posti sul tavolo, letti grazie ad una telecamera posta sopra al tavolo. In particolare la telecamera è in grado di rilevare le posizioni, le forme, i colori e le dimensioni degli oggetti. Gli utenti possono spostare e ruotare gli oggetti esistenti, mentre una videoproiezione visualizzata sul tavolo fornisce un feedback dell'ambiente analizzato.

#### 4.2.3.3. AR SCOUTING

*Augmented Reality Scouting* è un settore di ricerca recente, che tenta di sovrapporre immagini generate dal computer sulla percezione dell'utente con l'ambiente reale



Figura 86 - Dettaglio dell'AR-Scouting

utilizzando dispositivi mobili. Lavori precedenti in questo settore hanno dato il via a varie applicazioni. L'AR-scouting è una nuova idea che permette di analizzare gli ambienti esterni combinandoli con la realtà aumentata, sovrapponendo informazioni digitali all'ambiente reale. Dato che *l'AR-scout* è collegato in rete (con HSDPA o GPRS), i dati vengono forniti a distanza in tempo reale e possono quindi essere trattati in modo interattivo, permettendo anche a un pubblico esterno di aggiornarli in tempo reale.

### 4.3. LE TRE FASI DI LAVORO

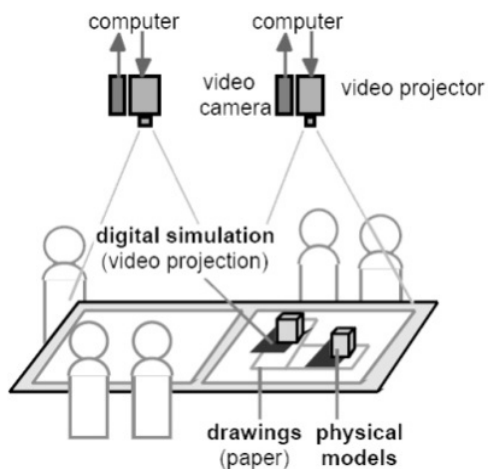
Da Marzo 2010 ha avuto inizio la ricerca sulle teorie legate alle interfacce tangibili e sugli strumenti tangibili esistenti. Da Aprile 2010 all'interno del Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano si è iniziato a delineare le linee guida del processo che avrebbe portato alla creazione di un tavolo tangibile.

Il progetto è stato portato avanti dalla tesista che scrive e da un laureato in urbanistica, Francesco Secchi. Uno degli obiettivi della ricerca è creare uno strumento semplice ed economico, riproducibile senza bisogno di conoscenze e capacità tecniche particolarmente specifiche. Per semplicità di gestione e necessità organizzative, si è deciso di dividere la costruzione del tavolo in tre passaggi principali:

- 1) Indagare la disponibilità di software già presenti sul mercato, preferibilmente con interfacce utenti semplici da utilizzare e con licenze *freeware*;
- 2) Costruire un'interfaccia *low budget*, che permetta di interagire in tempo reale attraverso degli oggetti reali con degli oggetti virtuali;
- 3) Creare un touch screen delle dimensioni di un normale tavolo di lavoro, che permetta di utilizzare il tavolo bypassando l'utilizzo diretto del PC da parte degli utenti.

### 4.3.1. I SOFTWARE

Il primo problema che si è posto durante la realizzazione del tavolo è stato come associare degli oggetti reali a degli oggetti virtuali. Nei suoi prodotti il Media Lab ha utilizzato *I/O bulb*, che però non è disponibile sul mercato e la cui realizzazione richiede risorse conoscitive e finanziarie non indifferenti.



Si è quindi deciso di ricorrere a un sistema più diffuso e semplice: l'utilizzo di codici a barre. Applicando un codice a barre o un simbolo identificabile dal computer a ogni volume è possibile permettere al software di leggere quali oggetti sono posizionati sul tavolo e associare a ognuno di essi un'identità. Il nuovo problema è trovare un software che esegua quest'operazione.

Negli ultimi mesi si sta diffondendo in molti settori la pratica di mettere dei simboli su oggetti di consumo, come riviste o prodotti alimentari, leggibili da qualsiasi cellulare dotato di una foto camera. In molti settori invece sta aumentando l'interesse verso i *touch-screen*, trainato dalla diffusione dell'i-phone. Molte persone hanno iniziato per curiosità e per passione a creare software semplici e gratuiti, sperimentando queste nuove tecnologie a tempo perso e diffondendo in blog e siti internet le loro "scoperte" fatte in casa.

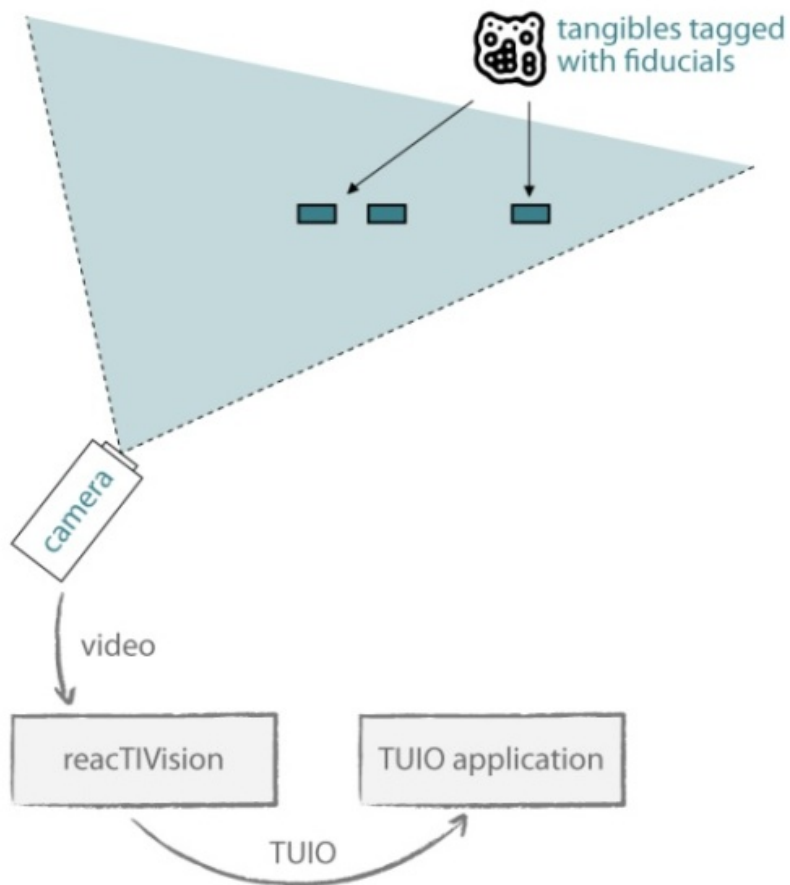


Figura 87 - Schema illustrativo del primo passaggio per creare un tavolo tangibile: i "Software"

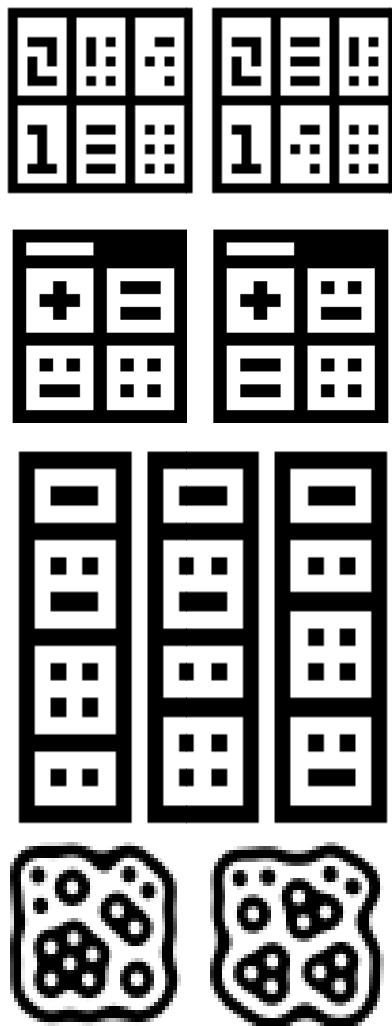


Figura 88 - Esempi di Fiducial Marker

Alcune imprese, notato questo trend e la diffusione gratuita di conoscenza che ha generato, hanno proposto sul mercato semplici software di grafica a prezzi molto bassi, in alcuni casi anche con versioni di prova gratuita o versioni limitate gratuite, che permettono di realizzare questo tipo di applicazioni in maniera semplice e immediata. Oggi chiunque scaricando la versione gratuita di Unity3D, che ha alcune limitazioni legate alla computazione delle ombre e del vento, ma che permette di creare in modo semplice e veloce ambienti 3D e animazioni grafiche, seguendo dei semplici video tutorial sul sito della stessa casa produttrice del software, può creare un'applicazione per i-phone. Grazie a questi tempi prolifici per creare il tavolo non è stato difficile trovare dei software gratuiti che permettessero di realizzare alcune delle funzioni desiderate. Il sistema di codici a barre è stato utilizzato dal software Reactivision, che permette di interfacciare dei simboli posti davanti alla webcam con delle identità virtuali. Sta poi all'utente decidere cosa associare a questa identità.

#### 4.3.1.1. REACTIVISION E I FIDUCIAL

ReacTIVision è stato per la prima volta utilizzato nel 2003 con il *Reactable*, uno strumento musicale composto di un tavolo e da un computer che associa i simboli che vengono posti sopra al tavolo a dei suoni. Lo strumento è stato sviluppato dal 2003 da un gruppo di ricerca del Pompeu Fabra University, Barcellona, composto da Sergi Jordà, Martin Kaltenbrunner, Günter Geiger e Marcos Alonso. Nel 2005 è stato presentato al pubblico all'International Computer *Music* Conference, sempre a Barcellona. I simboli nelle immagini sono alcuni tipi di *fiducial marker*, cioè alcuni dei codici a barre realizzati e utilizzati da ReacTIVision.

Qualsiasi programma di grafica 3D, oltre all'interfaccia grafica pensata per l'utente e semplice da utilizzare, prevede la possibilità di interagire con l'elaborato grafico compilando direttamente con un codice di programmazione, per svolgere azioni più accurate o normalmente non disponibili.

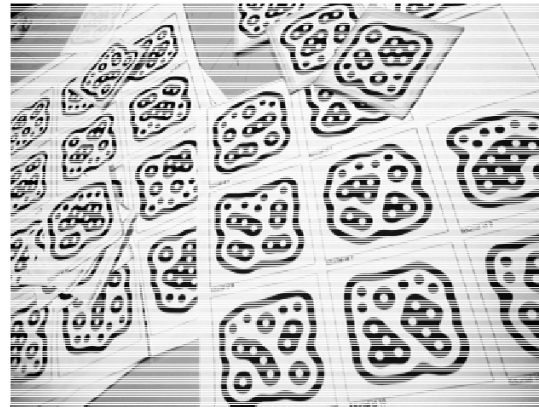


Figura 89 - Fotografia dei fiducial marker utilizzati al Laboratorio di Simulazione Urbana per utilizzare il Software ReacTIVision

Utilizzando quest'opzione è possibile associare gli oggetti virtuali a un simbolo e dire al *software* di grafica di far apparire sul monitor quell'oggetto virtuale solo quando la

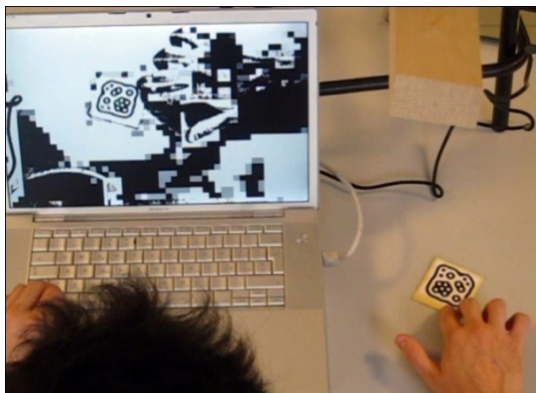


Figura 90 - Esempio di utilizzo di un *fiducial marker* con ReactIVision: il simbolo viene ripreso, mostrato nel monitor ed associato ad un ID automaticamente

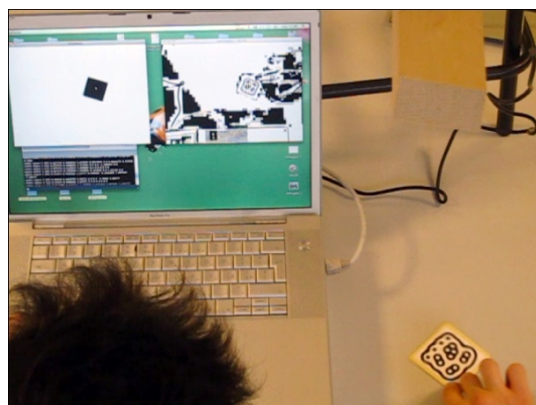


Figura 91 - Esempio di utilizzo di un *fiducial marker* con il software processing: muovendo il *fiducial marker* sul tavolo si muove il quadrato associato ad esso, mostrato sul monitor nella finestra a sinistra

webcam vede nel suo campo visivo il simbolo a esso associato. Oppure si possono associare i movimenti del simbolo al volume virtuale, in modo tale che muovendo il primo nella realtà, sempre nel campo visivo della webcam, si muova anche il secondo all'interno del mondo virtuale.

ReactIVision non ha particolari limiti tecnici: è possibile associarlo a qualsiasi software preveda un minimo di parte di programmazione, anche semplice, e il linguaggio utilizzato può essere scelto tra Java, C++, C# o si possono utilizzare software più semplici che permettono di programmare, senza bisogno di saperlo fare, ma utilizzando delle semplici interfacce grafiche, come Processing, Pure Data, Max/Mso e Quartz Composer. Questo è reso possibile da un'altra



invenzione dello stesso gruppo di ricerca che ha inventato il ReacTable, il TUIO protocol. ReacTIVision, infatti, associa semplicemente un ID a ogni *fiducial marker*, tutti predeterminati dal programmatore che ha creato ReacTIVision. L'associazione virtuale tra l'ID e l'oggetto virtuale avviene attraverso il linguaggio di programmazione TUIO, pensato per semplificare le nuove tendenze legate ai *touch-screen* e ai lettori di codici a barre. Il sistema funziona così: letti i simboli, l'applicazione utilizzata manda l'immagine rielaborata al monitor del computer. Il passo successivo è stato creare l'interfaccia fisica, cioè il tavolo tangibile per permettere all'applicazione di riproiettare l'immagine su una superficie di lavoro.

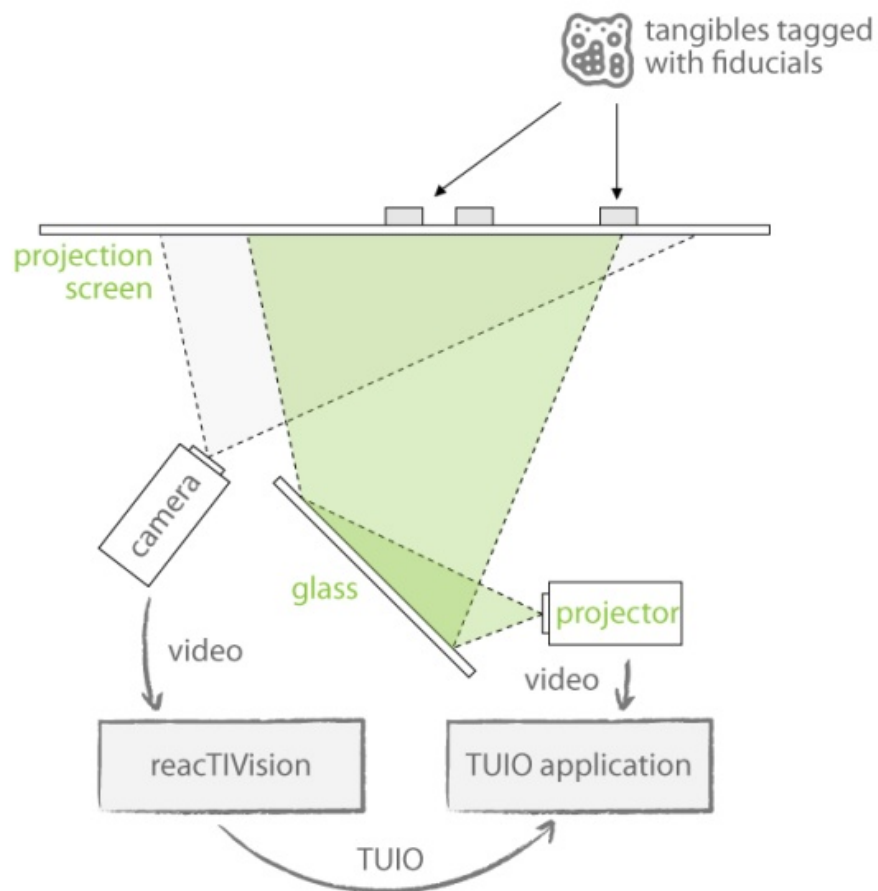


Figura 92 - Schema illustrativo del secondo passaggio per creare un tavolo tangibile: il “Tavolo Tangibile”

#### 4.3.2. IL TAVOLO TANGIBILE

Utilizzare i *fiducial marker* muovendoli liberamente davanti alla webcam permette a ogni utente di utilizzare solo due di essi per volta, uno per mano, e non permette di spostare gli oggetti virtuali associati a essi in modo preciso. Oppure si può posizionare la webcam in modo tale che riprenda la superficie di un tavolo comune, ma in questo modo si rimane comunque legati all'utilizzo diretto del computer. È necessario un piano di lavoro su cui sia possibile appoggiare un maggior numero di simboli, per permettere un maggior numero di azioni, e che aiuti e semplifichi lo spostamento e le interazioni con gli oggetti da parte dell'utente oltre a permettere una retroproiezione di ciò che normalmente viene visualizzato sul monitor.



Figura 93 - Foto scattate durante la costruzione del primo prototipo: dalla preparazione della scatola ai test al computer con il software reacTIVision e i *fiducial marker*

Il primo prototipo del Tavolo Tangibile realizzato all'interno del laboratorio di Simulazione Urbana è stato creato con materiale di scarto e di uso comune:

- una scatola di cartone,
- dello scotch,
- una webcam usb e
- un pezzo di foglio da lucido

In questo modo è possibile collegare il dispositivo al computer e utilizzare i *fiducial marker* in modo più semplice. Comunque si è vincolati al computer, mentre l'obiettivo della ricerca è di creare uno strumento indipendente, quindi la superficie, oltre a funzionare come piano di lavoro deve funzionare anche come superficie di proiezioni, su cui poter visualizzare ciò che viene mostrato sul monitor del computer.

L'obiettivo quindi è ricreare un monitor, come quello del computer, ma orizzontale, in modo tale da poterci appoggiare *fiducial marker* e oggetti dotati di *fiducial marker*.

In commercio esistono diversi tipi di teli retroproiettabili, vernici, materiali acrilici pensati per questo proposito. Perseguendo l'obiettivo di creare un oggetto economico, si è preferito ricorrere a materiali di uso più comune: plexiglass e, di nuovo, carta da lucido.

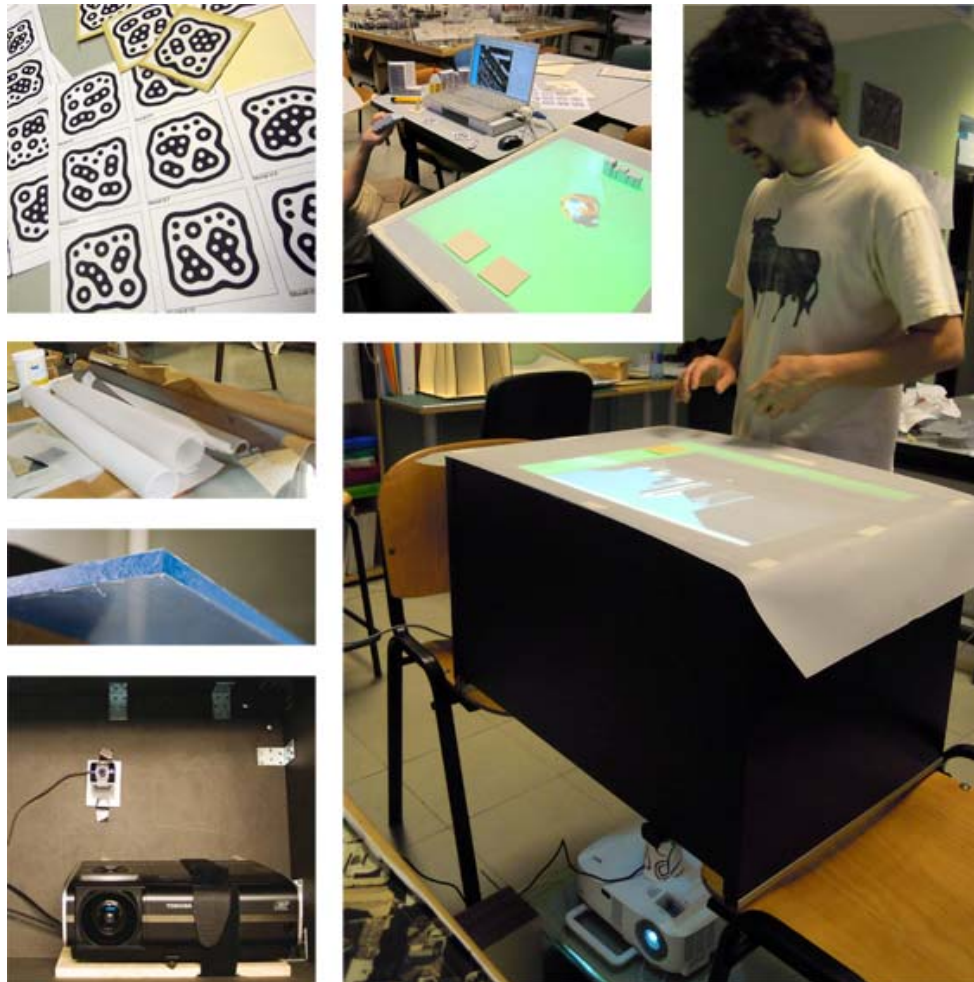


Figura 94 - Foto scattate durante la costruzione del secondo prototipo: utilizzando i *fiducial marker* sopra citati, è stata creata la superficie sovrapponendo al proiettore una lastra di plexiglass e un foglio di carta da lucido. Nell'immagine centrale si può vedere un collaboratore del Laboratorio di Simulazione Urbana che ne testa la sensibilità e le funzionalità

#### 4.3.2.1. PROIETTORE E SCHERMO DI PROIEZIONE

Il plexiglass serve per dare rigidità al piano. Il materiale trasparente permette alla proiezione di attraversare questo piano e la carta da lucido, posta sopra il plexiglass, blocca il fascio di luce del proiettore.

Ponendo il video proiettore sotto la superficie di questo nuovo tavolo, si ottiene un nuovo monitor. Ponendo infine la webcam sotto il piano, in modo tale da inquadrarlo, si permette al computer di visualizzare cosa accade sopra di esso e quindi di interagire con i *fiducial marker* che si possono appoggiare sulla stessa.

Come esemplificato nello schema, i *fiducial marker* possono essere applicati su degli oggetti fisici, per renderli più facilmente maneggevoli. Inoltre, rispetto a quanto detto in precedenza, per non limitare l'utilizzo del proiettore all'unico utilizzo del tavolo, e quindi per non doverlo assemblare a esso ponendolo in posizione verticale, si è deciso di creare un supporto esterno per il proiettore, rendendolo mobile e quindi utilizzabile per qualsiasi altra necessità, e di aggiungere uno specchio sotto la superficie per ridirezionare il fascio di proiezione. Il problema di questa soluzione progettuale è la distanza che bisogna mantenere tra il tavolo e il proiettore: per potersi muovere liberamente attorno al tavolo il proiettore deve essere molto vicino ad esso, o gli utenti, spostandosi, potrebbero interromperne il fascio luminoso; le dimensioni del tavolo vengono fortemente influenzate da questa distanza, poiché più il proiettore è vicino alla superficie di proiezione, minore sarà la dimensione della proiezione.

Disponendo di un proiettore con obiettivo a grand'angolo si potrebbero aumentare le dimensioni del tavolo tangibile, ma si rischierebbe di ottenere un'immagine distorta e si aggiungerebbe il problema della risoluzione della web cam: se la proiezione è molto estesa, la webcam potrebbe avere dei problemi di lettura dei *fiducial marker* legati alla sua risoluzione; bisognerebbe quindi creare un sistema che prevede due o anche più webcam.

Si è quindi preferito utilizzare una superficie di dimensioni ridotte, per sperimentare le funzionalità di questo nuovo prototipo senza momentanei eccessivi investimenti in attrezzature tecniche. Il software per far interagire i *fiducial marker* con il computer ovviamente rimane lo stesso illustrato nel passaggio precedente.

Nell'esempio soprastante si è fatto interagire ReacTIVision con un software di grafica 3D, Unity3D. Alcuni fiducial sono stati associati ai movimenti della camera e alla rotazione solare e si è testata la funzionalità del tavolo. Per accedere ai diversi file di esempio però e per altre funzioni (come spostarsi all'interno del 3D virtuale) rimane la necessità di ricorrere alle normali periferiche collegate al computer, il mouse e la tastiera. L'ultimo passaggio della costruzione del tavolo tangibile è quindi quello di renderlo *touch-screen*, cioè permettere alla camera di leggere, oltre ai *fiducia marker*, anche la presenza e il movimento delle dita sopra la superficie del tavolo. In questo modo e ricorrendo a un altro *software*, specifico per il riconoscimento delle dita, sarà possibile evitare di dover ricorrere all'utilizzo di queste interfacce, interagendo interamente in tempo reale con il tavolo.



### 4.3.3. IL TOUCH SCREEN

Il terzo e ultimo passaggio della ricerca è l'implementazione dello strumento costruito, da tavolo tangibile a tavolo tangibile *touch-screen*. L'obiettivo, come in precedenza sottolineato, è quello di creare uno strumento tangibile indipendente dall'utilizzo diretto del computer.

Sul mercato esistono alcuni software elaborati per riconoscere il movimento di specifici oggetti nello spazio. Con una semplice webcam è oggi possibile tracciare visivamente, cioè senza l'utilizzo di sensori o chip, e in tempo reale corpi, visi o semplici oggetti. Gli utilizzi possono essere molteplici: dal calcolare i flussi di persone che attraversano una stazione al creare applicazioni per interagire in tempo reale con i video giochi.

Nel primo prototipo del tavolo tangibile del Laboratorio di Simulazione Urbana si è provato a ricorrere a questo tipo di tecnologia.



Figura 95 - Tavolo da Pool digitale: il software analizza la posizione della stecca e l'intensità del tiro, interagendo sulle palle proiettate



Figura 96 - Immagine dal video promozionale di un nuovo videogioco che permette agli utenti di interagire con un pupazzo virtuale

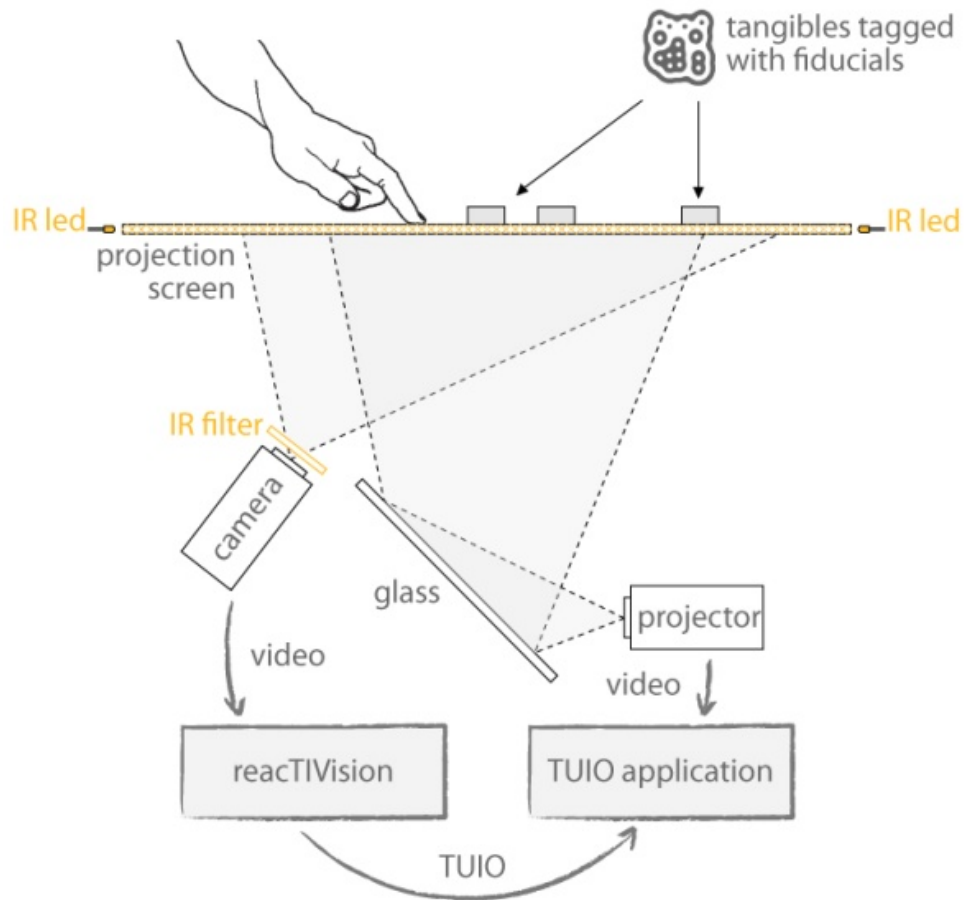


Figura 97 - Schema illustrativo del terzo passaggio per creare un tavolo tangibile: il "Touch Screen"

Per rilevare la posizione e il movimento delle dita sopra il piano del tavolo è stato utilizzato il software CCV, un software freeware. Grazie ad esso è possibile associare la superficie spaziale del tavolo, ripresa dalla webcam, al monitor del computer e associare il puntatore del mouse alle dita della mano. Diventa così possibile interagire con gli elementi digitali presenti nel tavolo, spostandoli nello spazio virtuale o ingrandendoli. Disponendo di *fiducial marker* sullo stesso piano è possibile richiamare nuovi oggetti o compiere le azioni legate a essi.

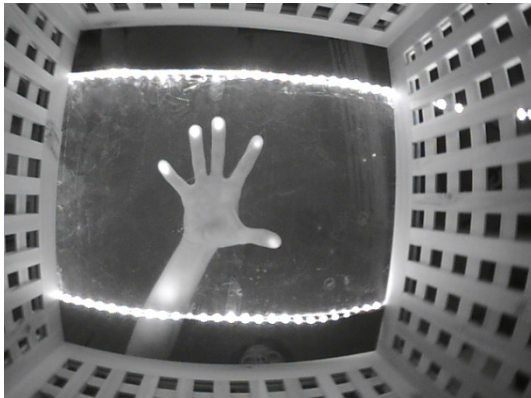


Figura 98 - Test con led a infrarossi su una lastra di plexiglass: i polpastrelli appoggiati sulla superficie interrompono il fascio luminoso dei led e lo riflettono

Quando si è tentato di utilizzare un'ortofoto o una mappa come sfondo però si sono riscontrati dei problemi tecnici: i differenti colori e tonalità disturbano l'immagine catturata dalla webcam e non permettono più a ReacTIVision di riconoscere i *fiducial marker* posti sul piano. Si è quindi deciso di provare a creare un sistema di lettura delle impronte delle dita che viaggi su un altro spettro: gli infrarossi. Per fare ciò è necessario creare un circuito elettronico di led a infrarossi, che proiettino un fascio di luce all'interno della lastra di plexiglass.

## Il Tavolo Tangibile



Figura 99 - Foto scattate durante l'implementazione del secondo prototipo per renderlo touch screen: ponendo dei led ad infrarossi lungo i bordi del plexiglass è stato possibile permettere alla webcam posta sotto al plexiglass di leggere le impronte delle dita poste sopra al tavolo; il software in automatico ne individua la posizione e rende possibile interagire con le immagini proiettate senza bisogno di ricorrere ad altre periferiche

#### 4.3.3.1.LED E CAMERA A INFRAROSSI

Per completare il tavolo si è deciso di introdurre l'utilizzo di led a infrarossi e di modificare la webcam per rimuovere il filtro infrarossi. La lastra di plexiglass utilizzata per irrigidire il piano di lavoro del tavolo tangibile è fondamentale per questo passaggio. L'acrilico permette al fascio luminoso di passare al suo interno, ma le superfici della lastra non permettono a questo fascio di uscirne, facendolo rimbalzare al proprio interno. La webcam, ora in grado di vedere gli infrarossi, analizza lo stato del fascio di luce. Posizionando le dita sulla superficie della lastra il fascio di infrarossi s'interrompe e quindi la telecamera è in grado di leggerne la posizione e il movimento.

Con un circuito di led a infrarossi collocato lungo i bordi della lastra di plexiglass e una webcam in grado di leggere questa frequenza è quindi possibile creare una superficie *touch-screen* delle dimensioni che si necessitano. La frequenza e il raggio di

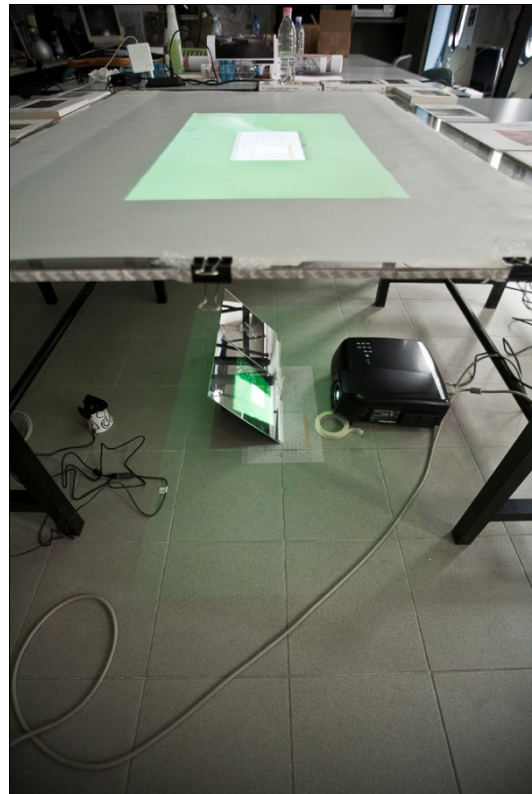


Figura 100 - Terzo prototipo del Tavolo Luminoso del Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano: il tavolo *touch-screen*

emissione dei led utilizzati sono fondamentali per ottenere un buon risultato. Nel nostro caso si è deciso di utilizzare IR led da 850nm.

Oltre a questo si è deciso di utilizzare dei led a infrarossi anche per illuminare l'interno del tavolo e permettere alla nuova webcam di leggere in modo chiaro e preciso la posizione dei *fiducial marker* posti sul piano. Ora è possibile evitare l'utilizzo del computer e, utilizzando appositi software, servirsi delle proprie mani come strumenti di lavoro per selezionare i programmi e gli oggetti, muoversi all'interno della visuale proiettata sul tavolo e ingrandire o muovere gli oggetti e le immagini.

#### **4.4. APPLICAZIONI DEL TAVOLO TANGIBILE**

Le prime applicazioni sviluppate per il Tavolo Tangibile del Laboratorio di Simulazione Urbana sono state pensate per interagire solo con il 3D virtuale. I primi obiettivi definiti sono stati: permettere di muoversi liberamente all'interno di uno spazio virtuale urbano utilizzando il punto di vista di un pedone; permettere l'inserimento di elementi di progetto; permettere di analizzare l'ambiente virtuale non solo dal punto visivo (es. analisi delle ombre).

#### 4.4.1. MUOVERSI IN UNO SPAZIO VIRTUALE

La prima applicazione che è stata sviluppata per il Tavolo Tangibile è stata realizzata utilizzando Unity3D. Unity è un software che permette di ricreare ambienti tridimensionali e di muoversi al loro interno utilizzando i pulsanti della tastiera. Nel nostro caso si è deciso di riutilizzare il modello di Garibaldi-Repubblica già realizzato dal Laboratorio di Simulazione Urbana e di provare a muoversi al suo interno utilizzando il punto di vista pedonale.

Inizialmente si è deciso di associare a quattro *fiducial marker* i quattro movimenti che è possibile compiere con la tastiera: andare avanti, indietro, a destra e a sinistra. Appoggiando il relativo *fiducial marker* sulla superficie del tavolo era quindi possibile compiere il movimento associato, ma l'operazione era meccanica e lenta. Si è quindi provato a rappresentare le quattro frecce che si riferiscono al movimento direttamente sul tavolo rendendole funzionanti grazie al *touch-screen*. In questo modo è più semplice e immediato muoversi, tenendo una mano appoggiata sul piano e potendosi concentrare sull'immagine della città visualizzata sul tavolo, invece che sui movimenti da compiere per potersi spostare scegliendo di volta in volta il *fiducial marker* giusto.



Figura 101 - Fotografia scattata al Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano

Simulazione Urbana della maquette 1:500 di Garibaldi-Repubblica: attraverso l'utilizzo di una *micro-car* su cui è stata montata una microcamera è possibile muoversi all'interno del plastico e avere una visione in soggettiva del contesto e dei progetti oggi in costruzione. Con il tavolo si vorrebbe collegare la vista all'interno della maquette con la stessa vista all'interno del 3D virtuale dell'area, per arricchire la visualizzazione di informazioni ed elementi non rappresentabili altrimenti a questa scala o con questa tecnica, come macchine e pedoni in movimento, ombre reali, vento...

Si è inoltre provato a far seguire al *software* il movimento del *fiducial marker* sul piano per capirne la sensibilità e la velocità. L'obiettivo è realizzare un secondo monitor su cui proiettare una mappa e utilizzare il *fiducial marker* come se fosse una pedina da muovere su di essa, visualizzando sul primo monitor la visuale in soggettiva della pedina. Questa idea nasce dal progetto realizzato dal Laboratorio di



#### 4.4.2. INSERIRE OGGETTI IN UNO SPAZIO VIRTUALE

Come secondo passaggio si è deciso di associare ai *fiducial marker* degli oggetti virtuali. Si è deciso di associare le diverse parti del modello digitale ai *fiducial marker*: i volumi del contesto sono stati associati al *fiducial marker 1*, il contesto completato con le foto delle facciate realizzate dal Laboratorio di Simulazione Urbana al *fiducial marker 2* e l'area di progetto di Garibaldi-Repubblica al *fiducial marker 3*. A questo punto è stato possibile scegliere cosa visualizzare sul tavolo e, attraverso il sistema spiegato nel paragrafo precedente, muoversi liberamente al suo interno scegliendo cosa visualizzare. L'obiettivo per il futuro è realizzare alternative progettuali e permettere agli utenti di visualizzarle e confrontarle da un punto di vista pedonale, più riconducibili alle loro esperienze quotidiane e quindi più facilmente comprensibili e analizzabili.

In seguito si sono collegati a dei *fiducial marker* dei semplici oggetti di arredo urbano per permettere così di collocarli all'interno dell'area di progetto per analizzarne l'impatto visivo.

In questa direzione sono stati fatti numerosi studi per capire come rendere questa possibilità uno strumento intuitivo e creativo. I creatori del ColorTable ad esempio hanno fatto alcune sperimentazioni in processi decisionali partecipati cercando di associare gli oggetti virtuali ai relativi oggetti tangibili. Ad esempio gli elementi virtuali sono stati divisi in tre macro categorie: edifici, percorsi e flussi. I primi sono stati associati a delle piramidi, i secondi a dei parallelepipedi, da porre all'inizio e alla fine del tracciato prescelto, i terzi a dei

cilindri da porre nell'area in cui si desidera visualizzare il flusso. In questo modo per gli utenti è stato più semplice e intuitivo servirsi di essi e i progettisti hanno potuto semplificare la lettura degli oggetti posti sopra al tavolo, programmando la camera per leggere i volumi e i colori degli oggetti. Gli inventori del ColorTable hanno inoltre deciso di permettere agli utenti di salvare la posizione dell'oggetto virtuale nell'ambiente virtuale e di conseguenza di rimuovere l'oggetto tangibile dal piano del tavolo, per permettere agli utenti di concentrarsi sugli elementi in discussione. In questo modo però non si ha più un collegamento visivo reale con lo stato di fatto del 3D fisico poiché viene totalmente a mancare il supporto della maquette fisica.

#### 4.4.3. INTERAGIRE CON IL SOLE

La terza applicazione che è stata creata per utilizzare il Tavolo Tangibile è stata realizzata utilizzando ancora Unity 3D e ha come scopo quello di muovere attraverso un oggetto tangibile il sole virtuale interagendo in tempo reale con le ombre del contesto e di progetto.

L'oggetto virtuale "sole", già posizionato secondo l'altitudine e latitudine reali rispetto al 3D, è stato associato a un altro *fiducial marker* e il software è stato programmato per modificare l'ora della giornata in base alla rotazione del *fiducial marker*. Sopra al *fiducial marker* è stato creato un orologio fittizio per permettere all'utente di sapere a che ora ha posizionato il *fiducial marker* stesso. Mantenendo i *fiducial marker* sopra citati, associati al contesto e al progetto, è possibile comparare lo stato di fatto con quello di progetto.

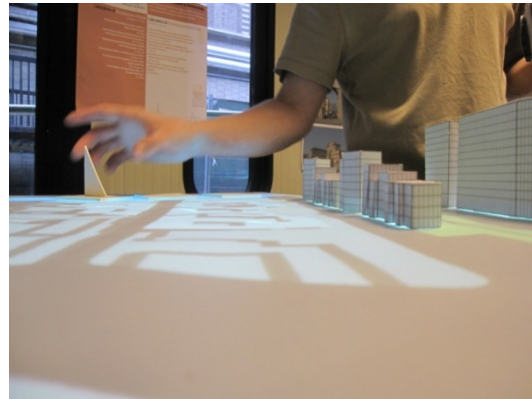


Figura 102 - Il Tavolo Luminoso: test simulazione delle ombre del progetto delle Varesine a Garibaldi-Repubblica

In seguito il *fiducial marker* del contesto è stato posto sotto un isolato del modello fisico del contesto e quello del progetto sotto un isolato del modello fisico del progetto. Collocando quindi le due parti di modello sul tavolo il software legge i *fiducial marker* e li

localizzi sul piano. Ruotando successivamente il *fiducial marker* del sole è possibile veder proiettate sulla base in tempo reale le ombre degli edifici posizionati sul piano del tavolo. Ovviamente in questo modo è impossibile vedere la proiezione delle ombre sulle facciate degli edifici.

## 5. IL TAVOLO TANGIBILE: SUPPORTARE LA PARTECIPAZIONE PUBBLICA

*“The predominant activity in designing complex systems  
is that participants teach and instruct each other.”*

*[Greenbaum & Kyng, 1991].*



Nei decenni passati, l'obiettivo primario della maggior parte dei sistemi di collaborazione è stato quello di ottenere una migliore produttività in vari settori, sostenendo processi e azioni ben definiti. La società di oggi è caratterizzata da una maggiore specializzazione professionale, continui cambiamenti nel mercato e tecnologie emergenti per l'informazione e la comunicazione. Le conoscenze richieste per formulare e risolvere problemi complessi non sono semplicemente la somma delle conoscenze di ciascun partecipante, ma il risultato di un processo di scambio di conoscenze e la relativa costruzione di interazioni sociali, che possiamo definire creatività sociale.

La questione principale è: come possiamo creare e sostenere efficacemente quelle comunità coinvolte nella progettazione di uno sviluppo all'avanguardia orientato alla comunità?

Questa domanda principale porta poi a delle preoccupazioni più specifiche:

- Come possono le comunità di *stakeholders* coinvolte dalle attività (non solo per esperti) collaborare per creare soluzioni progettuali a problemi reali?
- Come possono le diverse prospettive legate al processo (comprese le competenze di un'ampia varietà di domini, le esigenze del governo locale e le esigenze della comunità) essere articolate, presentate e rese effettivamente utilizzabili?
- Come possono la presentazione e l'accesso ai dati e alle informazioni essere migliorate per tutti i partecipanti?

Come si può calcolare e capire la comprensione tacita e implicita dei partecipanti?

Essendo gratuito e *open source* il software che lo fa funzionare, è accessibile a chiunque abbia tempo e un minimo di capacità informatiche e utilizzabile in modo flessibile. La collaborazione di più parti (in genere libera e spontanea) permette al prodotto finale di raggiungere una complessità maggiore di quanto potrebbe ottenere un singolo gruppo di lavoro. L'*open source* ha tratto grande beneficio da Internet, perché esso permette a programmatori geograficamente distanti di coordinarsi e lavorare allo stesso progetto.



## 5.1. DISEGNARE UN PROCESSO PUBBLICO DEMOCRATICO

Iniziamo col prendere in considerazione gli aspetti sociali. Smontiamo il verbo partecipare in altre quattro categorie di azione: comunicare, animare, consultare e potenziare i poteri di rappresentanza e la capacità di fare dei cittadini (ovvero lavorare sul loro *empowerment*) (Mela, 2006). Non solo il tutto è più della somma delle parti ma soprattutto le azioni si potenziano a vicenda, creano sinergie. che qualcuno arriva a definire “alchemiche” (Lironi, Tridenti, 2001) e qualcun altro descrive come “inaspettate sorprese” di avventure urbane (Scalvi, 2002).

Attraverso questi quattro fattori si coordina e si monitora il processo partecipato. Per perseguire queste azioni la gamma delle strategie possibili è ricca, ma i dati di contesto, inteso nel senso di ambiente che potrebbe stimolare alcune forme di attività sociali piuttosto che altre, la ridimensionano molto, insieme ovviamente a considerazioni di fattibilità a livello economico e umano. Per disegnare un processo di partecipazione pubblica di successo e fornire uno strumento per introdurre la visualizzazione digitale si è deciso quindi di tener presenti cinque principi<sup>29</sup> guida:

- Inclusività,
- Trasparenza,

---

<sup>29</sup> Dahl, Robert A. [1989]

- Comprensività,
- Praticabilità e
- Creatività.

Questi principi vanno seguiti almeno in due passaggi del processo:

*“durante la costruzione dell’agenda e durante la scelta degli esiti.”*<sup>30</sup>

L’obiettivo è creare processi inclusivi che producano decisioni migliori sotto cinque aspetti<sup>31</sup>:

- più efficienti, in quanto permettono di raggiungere una soluzione con tempi e costi contenuti;
- più eque, in quanto permettono che tutti gli interessi coinvolti siano egualmente considerati;
- più sagge, in quanto favoriscono l’invenzione di soluzioni innovative che tengono conto di tutti i possibili punti di vista;
- più stabili, in quanto chi ha partecipato al processo non avrà ragione di premere per un loro cambiamento;
- più facili da attuare, in quanto incontreranno minori opposizioni.

---

<sup>30</sup> Dahl, Robert A. [1989]

<sup>31</sup> Susskind, Leonard e Cruikshank, John [1987]

Il LPT rispetta tutti questi principi e potrebbe essere un ottimo strumento a sostegno della trasparenza degli elaborati che sono prodotti da progettisti e promotori durante un processo decisionale. Come afferma però David Crockett, del City Council di Chattanooga:

*“We make dozens of decisions each week on projects and issues where the information presented to us is incomplete. We need ‘executive decision making’ tools that help us quantify and visualize, in real time, the true impacts of decisions.”<sup>32</sup>*

(Prendiamo dozzine di decisioni ogni settimana su progetti e temi le cui informazioni ci vengono presentate incomplete. Abbiamo bisogno di uno strumento “che rendere le decisioni esecutive” per aiutarci a quantificare e visualizzare, in tempo reale, il reale impatto delle decisioni.)

Quindi è fondamentale che il tavolo permetta:

- partecipazione effettiva;
- eguaglianza nelle votazioni;
- comprensione illuminata (ognuno ha le stesse opportunità di accedere alle informazioni e di giungere alle proprie conclusioni).

In questo modo è possibile avviare un processo collaborativo trasparente e democratico, che permetta ai partecipanti di esprimere le proprie idee e vederle

---

<sup>32</sup> Kwartler, Michael e Longo, Gianni [2008]

rappresentate in modo chiaro e di apprendere concetti e strumenti legati alla progettazione urbanistica grazie alla partecipazione e al confronto con gli altri.

Tra le questioni da risolvere vi è da definire quali tipologie di elaborati sarebbe utile mostrare per sostenere la partecipazione pubblica, considerando la vastità delle tipologie oggi esistenti sia per quanto riguarda i temi trattati che le modalità di rappresentazione. Fondamentale a questo scopo è individuare le tipologie di utenti da raggiungere, il linguaggio più adatto da utilizzare (visivo o verbale, formale o informale) e il livello di semplificazione da adottare per rendere i contenuti leggibili senza perdere la complessità dei temi trattati e del territorio in analisi. Le questioni aperte sono molte e a esse vanno aggiunti i problemi legati ai tempi di elaborazione per particolari analisi e rappresentazioni. Sarebbe, infatti, fondamentale che gli utenti potessero veder rappresentate le proprie idee e le proprie scelte progettuali in tempi brevi, se non reali, in modo da favorire e sostenere la partecipazione attiva, venendo allo stesso tempo formati. Si è quindi cercato di analizzare queste tematiche identificando quali caratteristiche debba avere uno strumento per essere a sostegno della partecipazione pubblica in campo urbanistico, i seguenti principi:

- è meglio utilizzare diversi software per diversi obiettivi, per ottimizzare tempo e spazio digitale;
- bisogna predisporre criteri valutativi per indirizzare il progetto e aiutare i partecipanti a capire come il progetto risponde alle domande poste durante il processo partecipato (aiuta a garantire maggior trasparenza e a creare fiducia);

- le rappresentazioni devono essere reali e verificabili.

Lo scopo è creare uno strumento che possa essere facilmente impiegato da attori quali consigli di zona e consigli di quartiere, dotati di poche risorse e appartenenti a situazioni poveri, cercando di evitare il rischio di dare troppa libertà agli utenti, la quale potrebbe creare problemi. Normalmente gli open source sono poco adattabili alle necessità, ai valori e al senso d'identità degli *stakeholders*, ma in questo caso no: nella migliore delle ipotesi si possono disegnare 3D in tempo reale, se no comunque si può costruire un catalogo di oggetti (es. edifici, sezioni stradali tipo) cui gli utenti possono ricorrere, senza bisogno di eccessive risorse.

Inoltre va considerato che il virtuale permette di arricchire la rappresentazione:

- dando dinamicità alle rappresentazioni e ai modelli (scorrere del tempo);
- mostrando l'impatto cumulativo di diversi progetti;
- condividendo i file senza particolari problemi;
- permettendo il back up automatico di qualsiasi fase del lavoro.

Essendo digitale, permette in modo rapido e semplice, di salvare copia di tutti gli elaborati prodotti durante il suo utilizzo. In un'ottica di digitalizzazione dell'intero apparato burocratico pubblico, potrebbe essere molto utile.

## 5.2. CARATTERISTICHE DEGLI STRUMENTI

Costruendo un processo di partecipazione pubblica bisogna sempre ricordare che una norma non è sufficiente per gestirli tutti. Nessuna tecnica è buona per tutti gli usi. A seconda delle circostanze, può essere meglio sceglierne una piuttosto che un'altra o combinarle tra di loro: una strategia appropriata nasce di solito dalla combinazione di tecniche diverse, che ne costituiscono pertanto gli ingredienti di base<sup>33</sup>.

Uno dei primi compiti di chi li progetta è quello di definirne gli obiettivi, e quindi le conseguenze desiderate, e poi lavorare con chi li condurrà per analizzare quali strumenti e quali tecniche saranno necessarie per giungere agli obiettivi preposti. Per fare ciò può essere utile analizzare alcuni degli strumenti che maggiormente si possono ritrovare nei processi di partecipazione pubblica; per semplicità di comprensione gli strumenti sono stati suddivisi in tre categorie<sup>34</sup>:

- Tecniche Generative
  - Raccogliere Idee
  - Indagine Visiva
- Tecniche Analitiche
  - Disegnare Politiche

---

<sup>33</sup> Balducci, Alessandro [1999]

<sup>34</sup> Kwartler, Michael e Longo, Gianni [2008]

- Comprendere la Crescita
- La “Casa Aperta”
- Tecniche Deliberative
  - Educare e Ratificare
  - Scelta del Futuro Preferibile

### 5.2.1. TECNICHE GENERATIVE

Potrebbero anche essere definite “tecniche per l’ascolto<sup>35</sup>” in quanto aiutano a capire come i problemi sono percepiti dagli *stakeholders* e dai comuni cittadini. Possono essere impiegati soprattutto nella fase preliminare quando si tratta di avviare un processo inclusivo, individuare i possibili interlocutori e capire quali sono i temi su cui lavorare.

#### 5.2.1.1. RACCOGLIERE IDEE

La raccolta d’idee o *brainstorming* è il primo e più importante passo di qualsiasi processo pubblico. La domanda da porsi è: cosa vogliamo? Sono organizzati incontri cui sono invitati a partecipare diversi gruppi della comunità e cui è chiesto di immaginare il potenziale della comunità stessa. Le idee che emergono durante gli incontri, grazie al tavolo e alla tecnologia che lo sostiene, possono essere registrate con attenzione, in modo tale che non ne sia persa nessuna. Formare dei facilitatori assicura che il processo avvenga in un ambiente creativo e produttivo<sup>36</sup>.

I partecipanti, disposti attorno allo spazio di lavoro, imparano a interagire tra loro e con i *tokens* per identificare le cose cui tengono, quelle che vogliono preservare e quelle che vorrebbero ricreare, attingendo i materiali dal database fornito con il tavolo. In questa fase i partecipanti immaginano il futuro che desiderano per la loro comunità. Le persone

---

<sup>35</sup> Bobbio, Luigi [2004]

<sup>36</sup> Kwartler, Michael e Longo, Gianni [2008]



partecipano a un *brainstorming* e a un processo creativo durante il quale disegnano le loro idee direttamente sulla mappa o sulle immagini rappresentate sul tavolo. Alla fine di questo tipo d'incontri i partecipanti possono presentare le loro idee e i loro disegni agli altri. Le presentazioni mostrano le aree emergenti e quelle in cui è richiesto un maggior impiego di risorse. Il risultato diventa la traccia del possibile sviluppo o la ridefinizione del piano.

#### 5.2.1.2.INDAGINE VISIVA

La visualizzazione intesa come indagine visiva può essere utilizzata durante un incontro incentrato sulla raccolta d'idee. La tecnica dell'indagine visiva enfatizza il livello di preferenza dei partecipanti. L'indagine ricorre all'utilizzo di foto, immagini generate dal computer e modelli 3D generati in tempo reale come strumenti per comprendere la risposta dei partecipanti<sup>37</sup>. Questi strumenti sono molto utili per comprendere le preferenze del pubblico e sviluppare linee guida di design o per identificare gli scenari preferiti di sviluppo. Con il supporto del tavolo luminoso i partecipanti al processo possono anche modificare in tempo reale queste immagini e gestirle in maniera più libera per scegliere e definire le loro preferenze. Alcune tipologie di visualizzazioni verranno analizzate nella seguente sezione di questo capitolo.

---

<sup>37</sup> Kwartler, Michael e Longo, Gianni [2008]

### 5.2.2. TECNICHE ANALITICHE

La deduzione è una forma di ragionamento le cui conclusioni derivano direttamente da conoscenze pregresse. Quando il processo analitico è applicato alla costruzione di una visione futura o a un processo partecipato, potrebbe portare a rivedere totalmente le idee raccolte durante il brainstorming della fase di raccolta d'idee o le *query* poste al data base del GIS durante la creazione delle mappe di lavoro. Una domanda o la conseguenza di una domanda possono aiutare a organizzare le informazioni raccolte per dare un senso migliore alle possibili implicazioni dei dati, aiutando a combinare tra loro diverse tematiche e diversi livelli d'informazioni. Durante gli incontri partecipati che ricorrono a tecniche analitiche, i partecipanti sono invitati ad analizzare le informazioni e a disegnare delle conclusioni. Infatti, potrebbero anche essere definite “tecniche per l’interazione costruttiva<sup>38</sup>”, ossia metodi che aiutano i partecipanti a interloquire tra di loro e a produrre conclusioni interessanti. Possono essere impiegati per organizzare e gestire il processo decisionale inclusivo.

Mentre gli incontri generativi chiedono una risposta più intuitiva, gli incontri analitici prevedono un’interazione più intensa tra i partecipanti e i dati. Questo tipo di interazione può venire rafforzata dal tavolo luminoso, inducendo le persone a disporsi attorno ad esso e quindi ad avere un contatto visivo diretto e invitandole a collaborare attraverso l’interazione degli oggetti sul tavolo. In particolare, se le dimensioni del tavolo sono tanto

---

<sup>38</sup> Bobbio, Luigi [2004]

elevate da non permettere a una persona sola di muovere gli oggetti disposti su di esso da una stessa posizione, l'interazione con gli altri partecipanti sarà ulteriormente forzata. Durante questi incontri possono essere molto utili strumenti che permettono di visualizzare e modificare in tempo reale le informazioni, come fa il tavolo.

A queste possono essere affiancate le “tecniche per la risoluzione dei conflitti”<sup>39</sup>, ossia metodi che aiutano ad affrontare questioni controverse. Possono essere impiegati quando sorge un conflitto.

#### 5.2.2.1.DISEGNARE POLITICHE

Dopo la raccolta delle idee, disegnare politiche è il secondo passaggio più critico durante la creazione di una visione futura. Tutte le idee raccolte sono inserite in un database in cui sono riorganizzate per categorie o per fornire una prima panoramica della profondità e della comprensione della visione pubblica e creare la base dei materiali per le simulazioni future. Le idee vanno però ancora analizzate, interpretate e rese delle politiche o delle strategie concrete. Le conseguenze di una politica possono riflettere un'idea o le aspettative della comunità così come possono fornire le indicazioni per costruire i passi necessari per implementarla<sup>40</sup>. Durante un processo partecipato il disegno delle politiche è sostituito dall'identificazione dei passaggi progettuali e delle alternative di disegno urbano e di scenari. Il *team* multidisciplinare che gestisce il processo normalmente elabora queste

---

<sup>39</sup> Bobbio, Luigi [2004]

<sup>40</sup> Kwartler, Michael e Longo, Gianni [2008]

alternative e questi scenari e li mette assieme per permettere al pubblico di avere una visione completa della situazione cui si è giunti e di rivalutarla. Attraverso l'utilizzo del tavolo luminoso le operazioni di creare alternative e scenari possono avvenire per mano diretta dei partecipanti al processo, evitando così il rischio di limitare gli elaborati e lasciando libero spazio alle scelte creative.

#### 5.2.2.2.COMPRENDERE LA CRESCITA

La tecnica conosciuta come “Comprendere la Crescita” è ampiamente utilizzata per creare *vision* a livello regionale e per capire in maniera approfondita la crescita fisica e gli sviluppi di una regione e le conseguenze che ne derivano. Per supportare questa tecnica si ricorre spesso a mappe che indicano le zone di espansione, le aree protette e le maggiori infrastrutture. Ai partecipanti è inizialmente chiesto di indicare quali aree vorrebbero salvaguardare dalla crescita futura, per sempre o per un determinato periodo. Per fare ciò si chiede ai partecipanti di fissare dei criteri condivisi di giudizio. Quindi si chiede di indicare le aree di sviluppo, indicando la domanda calcolata in base ai trend di crescita attuali. Per svolgere questo tipo di esercizio è molto utile ricorrere ai GIS, ma i tempi di elaborazione possono essere a volte molto lunghi. Ricorrendo all'utilizzo del tavolo luminoso invece il risultato può così essere visualizzato in tempo reale e discusso al momento, per aggiustare, migliorare e analizzare meglio i criteri precedentemente stabiliti.

### 5.2.2.3.LA “CASA APERTA”

La tecnica così chiamata della “casa aperta” è un’attività chiave durante i processi partecipati. Di solito ha luogo a metà del processo e permette al pubblico di interagire con il gruppo multidisciplinare mentre sta sviluppando e rifinando il piano. Quando sono utilizzati strumenti di visualizzazione, la Casa Aperta dà la possibilità di presentare direttamente le soluzioni cui si è giunti e permette al pubblico di valutare queste soluzioni utilizzando strumenti ricchi d’informazioni. Il clima tranquillo e di studio della Casa Aperta serve per condurre a un dialogo tra il gruppo gestionale e il pubblico e per testare in modo creativo le idee. Come afferma Patrizia Gabellini, infatti: “Comunicare non significa solo far passare l’informazione, trasmettere un messaggio tendenzialmente chiaro e univoco in virtù di un codice noto, bensì anche attivare nella società eventuali risorse disponibili per ridiscutere la realtà «agire sugli altri [...] modificando il loro spazio cognitivo”. (Gabellini, 1996)

Questo ruolo può essere ricoperto dal tavolo luminoso, permettendo ai cittadini di interagire con esso anche al di fuori delle sessioni dei lavori, aumentando la loro familiarità con esso, e di interagire con gli elaborati per riflettere e imparare anche singolarmente sui temi trattati, solitamente non a loro familiari.

### 5.2.3. TECNICHE DELIBERATIVE

Le tecniche deliberative hanno lo scopo di riportare i risultati delle diverse fasi di lavoro ai partecipanti per permettere di condividere il risultato e scegliere le priorità.

#### 5.2.3.1. EDUCARE E RATIFICARE

Durante la creazione di una *vision* le politiche e le strategie devono essere ratificate alla comunità per ottenere credibilità dei risultati del processo. Per fare ciò tutte le politiche e le strategie della *vision*, che fino a questo punto del processo sono state sviluppate solo da piccoli gruppi, devono essere rappresentate nella loro totalità all'intera comunità. Questo richiede una pubblicizzazione dei risultati, lavorando con le imprese locali di stampa e i media. I giornali ad esempio hanno spesso aiutato a distribuire con attenzione inserti informativi sulle conseguenze della *vision* e possono anche essere utilizzati come mezzi d'indagine. Il pubblico può anche essere richiamato per un ultimo confronto aperto a tutti per discutere i risultati e ordinare le proposte per priorità. Per essere credibili questi tipi d'incontri devono riuscire ad attrarre un ampio numero di partecipanti e quindi richiedono una capacità organizzativa e gestionale non indifferente o l'utilizzo di tecnologie *wireless* per quantificare in modo analitico e veloce la risposta del pubblico.

#### 5.2.3.2. SCELTA DEL FUTURO PREFERIBILE

In una visione a scala ampia è spesso necessario condurre workshop molto estesi o addirittura ripetere il processo. Dopo il primo processo partecipato in cui sono stati

identificati gli scenari di sviluppo preferiti, questi scenari devono essere tramutati in specifici percorsi di sviluppo. Lo scopo dell'estensione del workshop o del secondo processo è di testare le potenzialità del percorso di sviluppo e di come realizzarle nel contesto territoriale. Per queste occasioni possono essere realizzati dei modelli digitali o fisici che illustrino, ad esempio, l'impatto visivo delle scelte architettoniche. I partecipanti sono invitati a giudicarli durante un processo molto interattivo, ma solitamente non è permesso interagire con il modello. Utilizzando il tavolo tangibile, questa fase del processo consisterebbe nel completare e sistemare il modello virtuale realizzato durante la fase precedente e realizzarne uno fisico. Inoltre sarebbe possibile creare visualizzazioni di specifiche analisi, come quella delle ombre o quella del traffico, per comunicare gli effetti degli impatti del progetto delineato in precedenza. Per aiutare il pubblico in questo processo andrebbero forniti degli indicatori che incontrano i valori e le caratteristiche emersi durante il processo partecipato.

### **5.3. CASI STUDIO E PRATICHE VIRTUOSE**

In questa sezione verranno presentati alcuni casi studio e pratiche virtuose legate alla partecipazione pubblica e al crescente ruolo che la rappresentazione e l'interazione con i modelli stanno assumendo. Sia enti pubblici sia privati per rendere i processi trasparenti e promuovere la partecipazione pubblica stanno iniziando a ricorrere a strumenti informatici, dai programmi per il fotoritocco ai sistemi GIS, per rappresentare in modo quantitativo e qualitativo le aree di interesse. Lo scopo di questa sezione è analizzare le funzioni e le applicazioni di questi strumenti per implementare il tavolo e capire come questi metodi possano essere implementati dal tavolo stesso.

Infine verranno analizzati gli esiti dell'utilizzo di due TUI, il LPT e il ColorTable: il primo applicato in ambito formativo e il secondo durante alcuni processi di progettazione pubblica partecipata.



### 5.3.1. IL FOTORITOCÇO E IL COMPUTER IMAGING...

Nel corso degli ultimi vent'anni le tematiche e le applicazioni che vedono coinvolti i settori della rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente, la comunicazione visiva, il linguaggio grafico, infografico e multimediale, hanno registrato un radicale cambiamento dovuto allo sviluppo delle tecnologie di digitalizzazione delle immagini e dell'evoluzione dei computer. La visualizzazione delle fotografie arricchisce le discussioni e comunica energia creativa rendendo il processo di progettazione più interattivo e divertente. Il montaggio delle fotografie è sempre più facile grazie ai nuovi software, al database di immagini, alle macchine fotografiche digitali e a Internet.

Sono emersi nuovi temi di discussione legati alle forme di rappresentazione: dalle implicazioni legate al punto di vista utilizzato alla veridicità delle immagini create digitalmente.

Di seguito verranno presentate alcune aziende e associazioni che ricorrono al fotoritocco e al computer *imaging* per aumentare il coinvolgimento della popolazione, accrescere il senso di appartenenza e creare consenso.

### 5.3.1.1....PER VALUTARE

*Nelessen Associates* (ANA) è un'azienda di visualizzazione, pianificazione e design che crede nello sviluppo di luoghi con un alto livello comunitario. Ha sede a Princeton, New Jersey ed ha sviluppato un proprio strumento di programmazione denominato *Visual Preference Survey™* (VPS). Con questo strumento sono mostrate ai cittadini delle coppie d'immagini di diversi luoghi urbani e quindi viene loro chiesto di indicare quale preferiscono, mettendo in ordine di preferenza le diverse immagini. Il VPS è solitamente utilizzato per gruppi tra le 100 e le 300 persone. Dopo che gli intervistati hanno compiuto la loro scelta, i risultati dell'indagine vengono analizzati e tabulati velocemente, per permettere al gruppo di visionarli entro la fine della sessione del workshop. Il forte consenso che si sviluppa in questo genere di laboratori serve come sostegno alla fase successiva, quella in cui sono i tecnici a dover pianificare, e contribuisce a stimolare il senso



Figura 103 - Princeton, New Jersey

di "appartenenza" della comunità.

Un esempio in cui è stato utilizzato questo strumento è il caso del piano di sviluppo economico del centro di Atlanta, iniziato nel 1995 e in cui uno dei maggiori componenti è stato il programma Blueprint Midtown, un processo di pianificazione basato sulla comunità disegnato per stimolare nuovi sviluppi, indirizzare gli apporti pubblici e migliorare l'ambiente urbano pedonale.

In questo caso la *VPS* è consistita nella visualizzazione da parte dei partecipanti di una serie di 240 diapositive di Atlanta e di altre aree del mondo. Per identificare i paesaggi urbani, gli edifici e le sezioni stradali, i partecipanti dovevano votare ogni immagine su una scala tra -10 e +10. Hanno partecipato a questo processo oltre 1200 membri tra comunità residenziali, commerciali, artistiche, ecumeniche e accademiche. L'intero processo ha avuto luogo tra aprile e maggio 1997 e l'esito è stato la stesura del master plan della Midtown del futuro.

### 5.3.1.2...PER SOSTENERE LA PARTECIPAZIONE PUBBLICA

**Dover, Kohl & Parteners** è un'impresa di *urban design e architecture* con sede a Miami Sud, in Florida. Tra i suoi obiettivi principali vi è quello di massimizzare il coinvolgimento del pubblico nei processi di pianificazione urbana. La maggior parte dei loro piani è stata progettata attraverso progetti di partecipazione intensiva; questi eventi in loco cercano di tenere assieme i moderni studi di progettazione con le assemblee interattive con i cittadini.

Dover, Kohl & Parteners per migliorare la partecipazione dei cittadini utilizza immagini digitali e foto ritoccate; durante la settimana di lavoro dei workshop l'impresa impiega camere digitali, scanner e diversi tipi di software per creare una versione elettronica dei lavori della sessione e permettere ai cittadini di vedere e discutere lo schema disegnato emergente con il team di tecnici e i promotori in tempo reale.



Figura 104 – Elaborazione fotografica di Dover, Kohl & Parteners: Boulder, Colorado: riqualifica di un luogo “morto”



Figura 105 - Elaborazione Fotografica creata dallo studio di Ron Morgan: Centro di Durham, North Carolina

Anche Ron Morgan, architetto e developer di progetti di recupero urbano, utilizza immagini digitali per sviluppare proposte di rigenerazione urbana in collaborazione con comitati di quartiere, organizzazioni locali, istituzioni locali e amministrazione locale.

**Urban Ventures** è un'impresa che spesso ricorre a rappresentazioni aeree dell'area di progetto per mostrare la rivitalizzazione a scala di quartiere e unire dettagli stradali, prima o dopo il progetto, con le visuali macro, con lo scopo di aiutare i cittadini a “affrontare” la paura per la densità e la mixité urbana.

**Avventura Urbana s.r.l.** invece è gruppo di esperti di diverse discipline con sede a Torino. L'approccio che usa si fonda sul lavoro di equipe, che si rivela appropriato nella progettazione di contesti complessi e problematici. Ad esempio durante il processo partecipato per trasformare il conflitto tra abitanti di San Salvario e frequentatori dei locali

del quartiere in convivenza con usi diversi dello spazio urbano sono state percorse sei tappe, di cui tre:

- L'indagine di ascolto
- Il brainstorming
- I focus group

Ricorrenti nella maggior parte dei processi partecipati, e tre di particolare interesse:

- Il “Laboratorio progettuale di Comunicazione Creativa”, che ha elaborato l'identità visiva del processo e la sua applicazione agli oggetti progettati
- Il “Laboratorio progettuale di Acustica Partecipata”, nato per definire la soglia condivisa di rumore tollerabile
- Il “Laboratorio progettuale per Cambiare le Attitudini”, che ha lavorato sul “decalogo della notte”, un insieme di buone pratiche e buone maniere per gestori e frequentatori di locali notturni.

### 5.3.1.3...PER INFLUENZARE LA PERCEZIONE DELL'AMBIENTE



Richard Heapes e la sua ditta **Street-Works** hanno maturato negli anni una grande esperienza nella progettazione dell'arredo urbano delle arterie di traffico urbano principali. Per presentare i loro progetti ricorrono al ritocco fotografico inserendo in paesaggi esistenti la nuova segnaletica prevista, l'illuminazione e l'arredo urbano, ricostruendo così una scena familiare facilmente valutabile da chiunque. Nell'immagine si può vedere la borsa di Pittsburgh, tra la Quinta e la Forbes, all'interno del triangolo d'oro della città. Il quartiere era interessato da numerose trasformazioni urbane e la possibilità di visualizzare l'impatto cumulativo di questi progetti ha aiutato i progettisti e i cittadini a immaginare assieme il futuro degli spazi pubblici coinvolti.

Figura 106 - Pittsburgh, tra la quinta e la Forbes: stato di fatto. fotomontaggio di giorno, fotomontaggio di notte

Questo tipo di piccoli cambiamenti, legati all'arredo urbano e all'illuminazione, possono aiutare a dare un valore al luogo modificando in modo profondo la percezione di chi vi transita o sosta, influenzandone quindi anche il grado di deterioramento e il livello di sicurezza. Inoltre in molte città americane è sentita l'esigenza di dimostrare l'importanza della preservazione dei vecchi edifici storici situati in località centrali, ma in quartieri poco sfruttati dai cittadini, incentivando il riutilizzo dei contenitori.

**Urban Advantage** invece è un'impresa che si occupa di marketing strategico con sede a Oakland, California, e a Washington. Fornisce servizi a clienti sia pubblici sia privati. Una delle sue idee guida è che lo spazio urbano offre vantaggi migliori delle aree suburbane. Sfortunatamente questi vantaggi vengono raramente notati. Urban Advantage ricorre a tecniche di montaggio fotografico per realizzare ritratti realistici del luogo interessato dalla trasformazione. Steve Price, fautore di questi ritratti, inserisce nuovi edifici, alberature, veicoli e persone nelle foto reali. Lo scopo è aiutare la discussione sulle possibilità di sviluppo andando oltre ciò che le persone potrebbero immaginare da sole e creando una visione più a lungo raggio delle potenzialità del luogo.

Utilizzando questa tecnica durante le discussioni pubbliche sulle alternative di sviluppo è possibile andare oltre a quello che



Figura 107 - Immagine dal database di Urban Advantage





Figura 108 - Serie di fotomontaggi elaborati da Urban Advantage

la gente può immaginare creando visioni di più ampio respiro sulle potenzialità del luogo.

Il *Fox Theatre*, situato nel centro di Oakland, California, è il più grande teatro a ovest del fiume Mississippi. Il teatro prosperò fino al 1950 grazie alla sua posizione, in prossimità di un importante snodo tramviario. Quando però il traffico passeggeri venne chiuso, il teatro entrò in crisi e venne chiuso. Durante le elezioni comunali, Steve Price produsse per il candidato Edoardo Blakely alcuni fotomontaggi del quartiere, la cui rivitalizzazione era uno dei punti chiave del programma elettorale. Il progetto prevedeva di rendere il *Fox theater* il centro di un nuovo quartiere delle arti. Il fotomontaggio aiutò a creare nella comunità lo slancio per salvare il teatro.

Urban Advantage utilizza un'immagine "database" come fonte per il montaggio dei fotomontaggi. Utilizza il database anche durante le riunioni per mostrare i siti oggetto di discussione e gli elementi di arredo urbano, quali edifici, alberi e lampioni.



Figura 109 - Fox Theater stato di fatto, fotomontaggio arredo urbano, fotomontaggio flussi

### 5.3.2.3D, GIS E MODELLI...

*“Knowledge bases to support design should include not only knowledge about the design process but also knowledge about the artifacts of that process - parts used in designing artifacts, subassemblies previously created by other design efforts, and rationale for previous design decisions”. (Fischer et al., 1992)*

(Le basi conoscitive per sostenere la progettazione dovrebbero comprendere non solo la conoscenza del processo progettuale, ma anche dei manufatti utilizzati nel processo – elementi utilizzati nella progettazione dei manufatti, sottoinsiemi in precedenza creati da altri processi progettuali e le motivazioni che hanno portato alle decisioni progettuali precedenti).

Cattive decisioni sull'uso del suolo possono essere prese quando i cittadini non si rendono conto del forte legame e interesse che provano gli altri verso la comunità. Quando si sentono coinvolti nel processo di pianificazione invece, non vivono più la crescita come qualcosa di inevitabile e spiacevole che deve accadere e diventano più disposti ad accettarla assieme ai conseguenti cambiamenti che avvengono all'interno della comunità.

Inizialmente questa metodologia era nata per risolvere conflitti interni alla comunità, ma col tempo è stato sempre più utilizzato per promuovere piani dotati di visioni future della comunità stessa. I sistemi devono essere progettati per essere utilizzati da una grande varietà di soggetti: pianificatori, organizzazioni di cittadini, aziende, politici e organi

decisionali. La loro chiarezza di presentazione visiva deve permettere ai cittadini e ai professionisti di visualizzare e comprendere facilmente le informazioni.

### 5.3.2.1...PER VISUALIZZARE E SPERIMENTARE

**L'Environmental Simulation Center,** un laboratorio non-profit incubato nella New York City's New School per la Ricerca Sociale, unisce immagini digitali, simulazioni di politiche e analisi degli impatti; è diretto da Michael Kwartler, un designer con ampie esperienze nel risolvere conflitti che si riferiscono alla pianificazione partecipata. Il centro dispone di software, simili al famoso gioco SimCity, che permettono ai cittadini di modellare scenari urbani di luoghi esistenti. Gli utenti possono unire rappresentazioni visive bi e tridimensionali dei luoghi prescelti, ricorrendo a un database precostituito. I cambiamenti dell'ambiente vengono in tempo reale analizzati per produrre i dati sui nuovi impatti del progetto sul contesto.



Figura 110 - Quartiere di centro città nel South Bronx: vista panoramica del modello digitale

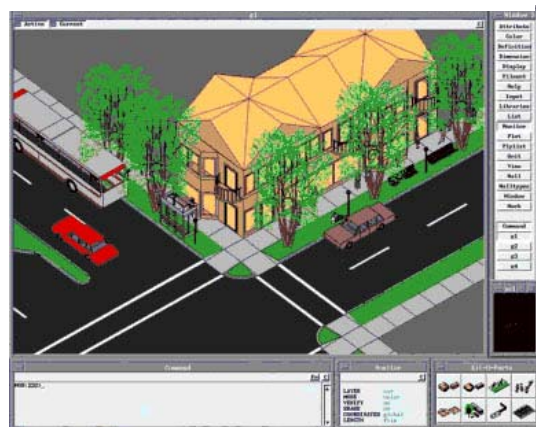


Figura 111 - Quartiere di centro città nel South Bronx: dettaglio di un edificio

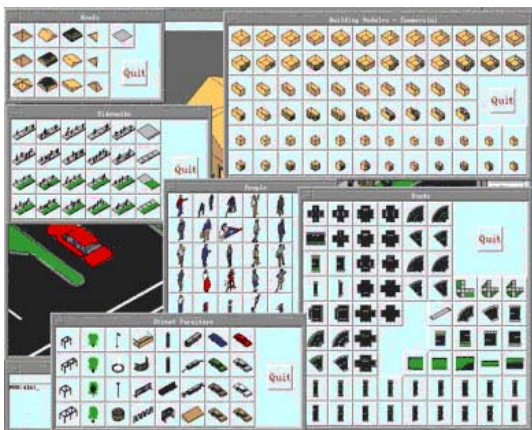


Figura 112 - Immagine del database creato dall'Environmental Simulation Center

Per facilitare il processo di progettazione urbana sono stati creati un database di oggetti utilizzabili trascinandoli all'interno del 3D e dei fogli di lavoro legati agli impatti degli oggetti nel contesto. In questo modo, ricorrendo alle mappe 2D GIS esistenti, è stato possibile creare visuali 3D interattive, dotate di informazioni sulle politiche e sugli impatti fisici e morfologici dell'area.

Nel 1983 **Ginny Graves**, con l'aiuto di architetti, educatori e ambientalisti, ha fondato il Centro per la Comprensione dell'Ambiente Costruito. Nasce così il progetto "Cube" che da allora ha insegnato a migliaia di insegnanti scolastici, che a loro volta hanno insegnato a centinaia di migliaia di studenti, ad apprezzare il buon design, la conservazione e la pianificazione attraverso un programma complesso di corsi, workshop, newsletter e guide didattiche. Il Centro per la Comprensione dell'Ambiente Costruito riunisce educatori e soggetti della comunità locale per avviare processi che aiutino a migliorare la qualità dell'ambiente costruito e di quello naturale. Questo significa modificare la città in modo tale che sia possibile rispondere alle esigenze di ogni gruppo sociale, dagli adulti ai bambini, creando edifici e spazi sani ed esteticamente gradevoli, paesaggi urbani e paesaggi naturali che conducano verso il futuro celebrando il passato.

Questa tecnica, denominata **Box City**, offre un approccio esperienziale e fisico per la pianificazione partecipata, in contrapposizione con quello prettamente digitale utilizzato dall'Environment *Simulation* Center di New York. I suoi scopi sono insegnare a comprendere i motivi dello sviluppo delle comunità e forze e debolezze attuali.



Figura 113 - Plymouth East Middle School Builds Green City

Il programma dei lavori prevede la costruzione da parte degli studenti di propri edifici con scatole di cartone e poi la creazione delle proprie comunità, ponendo le scatole su un piano di base, al tempo stesso s'imparano nozioni di geografia, economia, ecologia, storia e cultura che hanno influenzato lo sviluppo della comunità stessa.

Quando il modello della comunità è costruito, inizia la fase di valutazione e analisi delle caratteristiche, positive e negative, rivelate. Ogni partecipante assume un ruolo fittizio, quale developer, funzionario pubblico, attivista di quartiere, ambientalista e altri, e viene avviato il processo decisionale partecipato. Uno degli obiettivi principali dell'esercizio è sensibilizzare le persone e dare a loro degli strumenti per partecipare attivamente a ciò che accade nella loro comunità, mostrando loro come possono essere parte del processo. Molti studi hanno infatti rivelato che spesso i cittadini si sentono impotenti su quello che succede intorno a loro.

Box City permette ai partecipanti di immaginare la propria città, di sognare ciò che potrebbe essere, e insegna loro ad assumersi la responsabilità delle proprie azioni e decisioni.



### 5.3.2.2...PER MISURARE, VALUTARE E SCEGLIERE

**Carl Steinitz**, formatosi come architetto e urbanista, è uno dei primi pionieri nell'uso del Sistema Informativo Computerizzato (GIS) per l'analisi e la modellazione. Lavora presso **l'Università di Harvard** e combina l'insegnamento e la consultazione con il suo lavoro di ricerca.

Steinitz e alcuni suoi colleghi hanno creato delle mappe di visualizzazione con i GIS per la visualizzazione di vari strati di informazioni quali i terreni, la pendenza del terreno, la diversità delle specie, l'idrologia, i rischi di incendio, le giurisdizioni politiche, lo sviluppo proposto, e il "valore visivo". L'area nell'immagine è la regione di Camp Pendleton, la più grande area non edificata lungo la costa sud della California, e uno dei luoghi più biologicamente diversi negli Stati Uniti continentali.

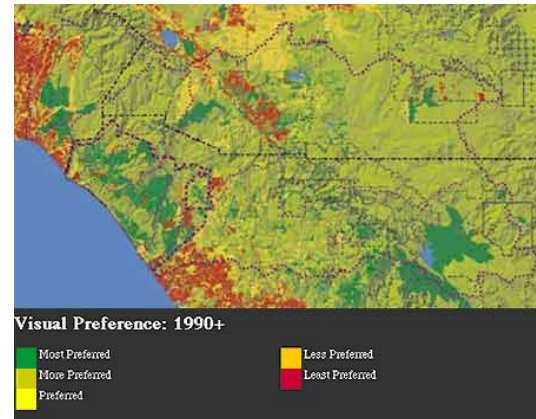


Figura 114 - Camp Pendleton: preferenze visive del 1990

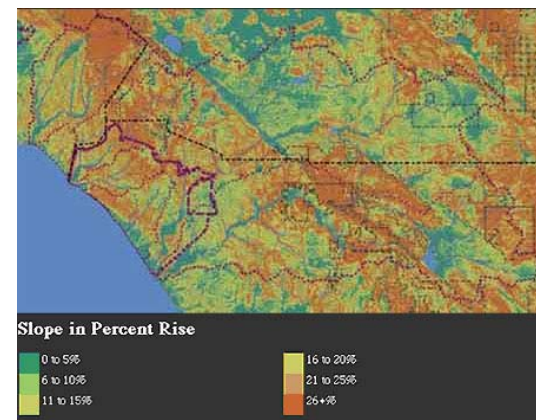


Figura 115 - Camp Pendleton: dislivelli in percentuali

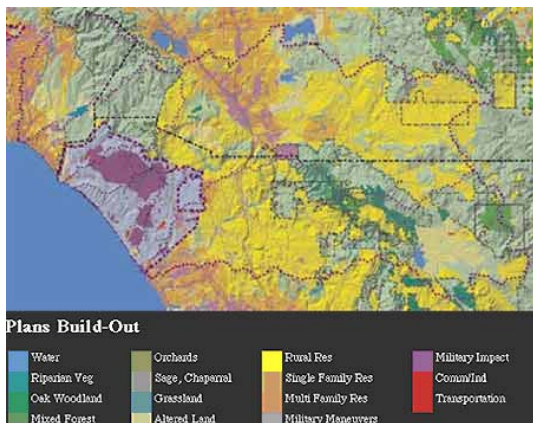


Figura 116 - Camp Pendleton: edifici extraurbani

Dato che si trova in una delle regioni più ambite del paese, l'area è sotto pressione per essere enormemente sviluppata.

Steinitz e i suoi colleghi ricercatori hanno prodotto queste mappe per esaminare scelte future che cercano di mantenere la biodiversità della zona. Le mappe GIS contribuiscono a fornire le linee guida per una crescita intelligente.

### *Criterion Planners/Engineers Inc.*

invece è un'azienda che si occupa di pianificazione urbana specializzata in software per la progettazione comunitaria e il processo decisionale con sede a Portland, Oregon.

Uno degli strumenti principali della ditta è INDEX, un modello GIS personalizzato per le singole comunità e le agenzie per comprendere meglio i problemi e definire le priorità locali. Il software utilizza la cartografia GIS per monitorare una vasta gamma di indicatori di

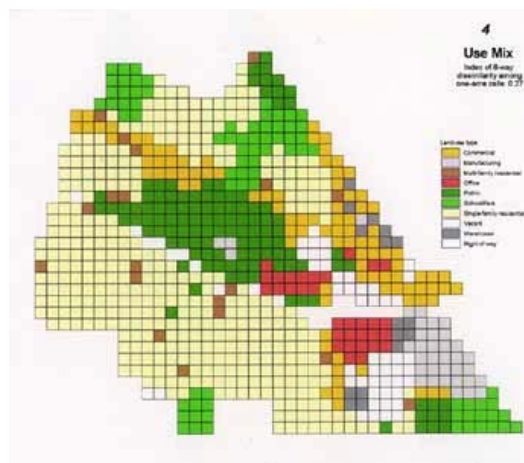


Figura 117 - INDEX: mappa mix destinazioni d'uso del territorio

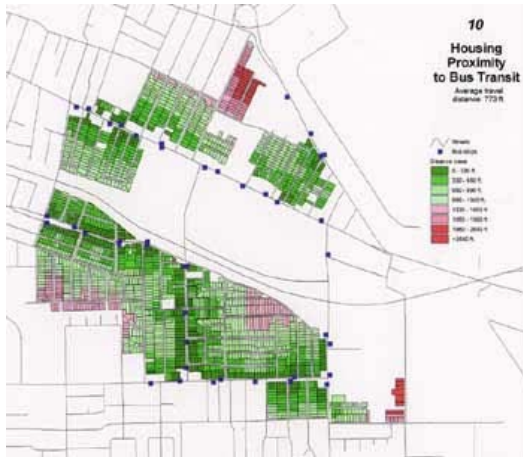


Figura 118 - INDEX: mappa prossimità delle residenze alle fermate dei mezzi pubblici su ruota



Figura 119 - INDEX: mapppercorsi pedonali più sicuri

vivibilità a scala di quartiere regionale. Gli indicatori riguardanti l'ambiente costruito includono uso del suolo, densità abitativa, densità di lavoro, vie di comunicazione, localizzazione di infrastrutture e livelli di servizio. Altri indicatori contribuiscono a misurare con precisione le risorse naturali del luogo. INDEX è in grado di monitorare più di 85 indicatori specifici tra cui la sicurezza dei pedoni, l'accesso ai negozi di generi alimentari, l'accesso alle fermate degli autobus, gli alberi di copertura stradale, analizzare la diversità del suolo e il livello di connessione della rete delle piste ciclabili. Tali informazioni aiutano i cittadini a valutare l'attuale capacità della comunità e a guidare le scelte future.

Inoltre il software INDEX può aiutare a risolvere dibattiti su problemi di progettazione urbana per specifici quartieri quantificando le prestazioni di differenti piani urbanistici. Ad

esempio due scenari di sviluppo di un quartiere possono essere paragonati attraverso dei grafici che indicano le performance relative degli indicatori selezionati.

Il **Dott. Thomas Horan**, capo di un *team* multi - universitario della **Claremont Graduate University in California meridionale**, utilizza i GIS per esplorare direttamente l'atteggiamento dei cittadini riguardo i loro quartieri. Gli studi di Horan si concentrano su luoghi specifici che provocano forti percezioni positive e negative. I cittadini vengono invitati dai ricercatori a rispondere a domande come: "Quali sono le cose che non ti piacciono del tuo quartiere? Cosa pensi che faccia abbassare il valore al tuo quartiere?" "Quali sono le attività che preferite vengano svolte nel vostro quartiere? Quali vi rendono più fieri di esso?" L'utilizzo dei GIS permette di mappare le risposte, i luoghi e i problemi rilevati dai cittadini, producendo una mappa dei "nodi critici". Questo processo di valutazione del quartiere, secondo il dottor Horan, "crea una sintesi visiva dei sentimenti della comunità dando l'impressione di avere una comprensione immediata di ciò che i residenti amano, di ciò che vorrebbero preservare del quartiere e di ciò che vorrebbero migliorare".



Figura 120 - Foto scattata durante un processo partecipativo guidato da Thomas Horan

### 5.3.3. TUI

#### 5.3.3.1. L'UTILIZZO DEL LPT COME STRUMENTO FORMATIVO

Il LPT è stato introdotto per la prima volta durante un corso di design urbano presso il MIT *School of Architecture and Planning* durante l'estate del 2000. L'obiettivo era valutare il LPT e i suoi possibili sviluppi raccogliendo le impressioni degli utenti.

La classe era composta di 11 studenti, di età compresa tra 21 e 26 anni. La maggior parte degli studenti aveva una limitata esperienza professionale in ambito progettuale. Il livello di alfabetizzazione informatica era ampiamente vario, con alcuni studenti che professano di essere esperti e altri che si autodefinivano novizi. La classe è stata divisa in tre gruppi e a ogni gruppo è stato chiesto di eseguire lo stesso esercizio di disegno urbano.

L'esercizio di design aveva come area di studio Kendall Square, Cambridge, nei pressi del MIT. La piazza era stata identificata come fuoco della vita pedonale nei pressi del MIT e come centro del transito legato alla fermata della metropolitana. I piani di sviluppo prodotti durante il processo dovevano alla fine essere presentati a un pubblico di esperti, pianificatori e ospiti.

Durante la fase di sviluppo il LPT si è dimostrato un ottimo sostegno migliore delle tradizionali piattaforme CAD permettendo agli studenti di modellare fisicamente il loro lavoro, aiutandoli a comprendere il senso degli spazi implicati nelle loro proposte

progettuali. Inoltre l'ergonomia del tavolo ha permesso al gruppo di lavoro di lavorare contemporaneamente su di esso, aiutando il dialogo e la creazione di idee condivise.

Purtroppo la modalità utilizzata per permettere alle proiezioni digitali di passare attraverso i modelli fisici disposti sul tavolo ha implicato alcuni vincoli sulla fabbricazione del modello. I volumi inizialmente sono stati concepiti come *wire-frame* per ridurre al minimo l'ombra reale creata dal proiettore e rendere più leggibile quella simulata, limitando i vantaggi naturali offerti dai modelli fisici. Uno studente ha però affermato che le pareti vuote mettono in discussione le capacità del modello di trasmettere il senso della massa e del volume. Si è quindi provato a risolvere la questione in due modi:

- applicando delle facce in plexiglass trasparente ai volumi, passaggio che richiede maggiori tempi di produzione dei modelli e quindi in seguito abbandonato;

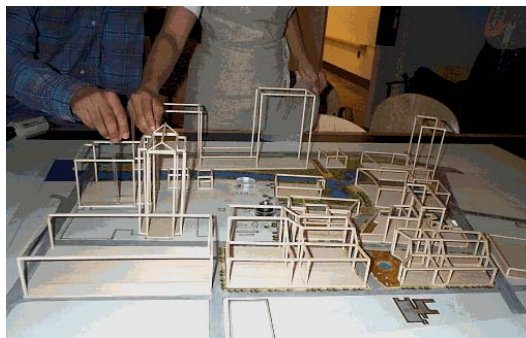


Figura 122 - Modello wireframe utilizzato inizialmente con il LPT

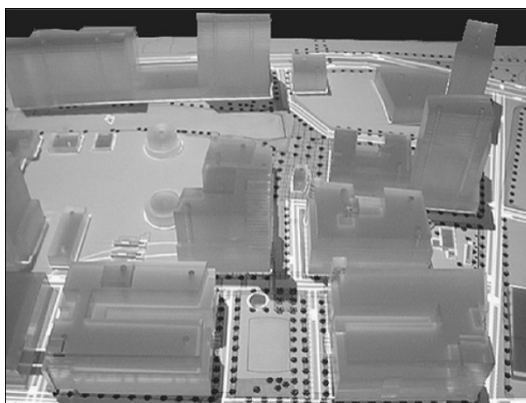


Figura 121 - Immagine del secondo tipo di modelli fisici utilizzati con il LPT

- creando i volumi assemblando differenti strati di laminato di plexiglass, processo semplice che permette di dare più sostanza ai volumi e che aiuta a leggere meglio la scala del modello.

Un altro punto di forza del LPT sottolineato dagli studenti è la capacità di unire rappresentazioni digitali dinamiche a rappresentazioni convenzionali, dando vita al

sito. Durante la fase progettuale e la presentazione dei risultati del corso sono state utilizzate simulazioni sul traffico, il vento, il sole e le ombre tutte visualizzate e gestite con il LPT. Il vero potenziale di questo strumento è la possibilità di visualizzare i risultati di queste analisi, solitamente mostrati a due dimensioni, su un modello tridimensionale.

Dopo aver lavorato con il LPT nel corso di un semestre, gli studenti sono stati invitati a esprimere apertamente le loro reazioni rispetto allo strumento. Mentre alcune osservazioni informali sono state raccolte in aula, la maggior parte dell'analisi sullo strumento da parte dei ricercatori del Media Lab è stata condotta durante le revisioni delle dieci ore di riprese video registrate con telecamere non invasive durante i lavori. Poiché l'attenzione era sulla qualità dell'influenza del tavolo sul processo di progettazione, non



Figura 123 - Immagine del secondo tipo di modelli fisici utilizzati con il LPT durante una simulazione delle ombre. I modelli sono creati sovrapponendo diversi strati per dare il senso dell'altezza degli edifici marcando il numero di piani



Figura 124 - Modello wireframe con mappa proiettata. Da notare la rappresentazione del traffico.

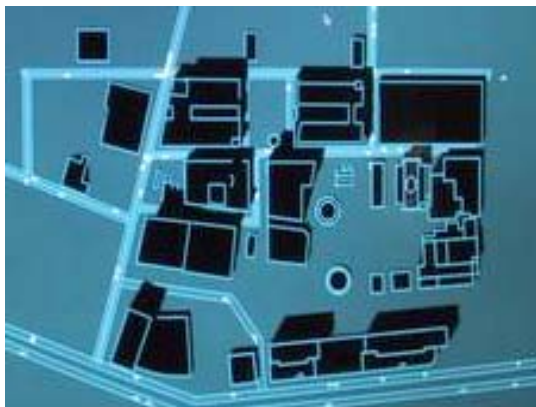


Figura 125 - Simulazione delle ombre su un'immagine bidimensionale proiettata sul LPT

sono stati utilizzati criteri di analisi quantitativi. Inoltre gli studenti sono stati invitati a compilare un questionario sulla loro esperienza con il LPT.

Nonostante uno studente abbia posto l'accento sui pericoli legati a questo strumento, che mette molto in risalto certi aspetti di un progetto, ma ne trascura altri, tutti sono stati concordi nell'affermare che il LPT ha delle ottime potenzialità per coinvolgere nel processo decisionale persone che non hanno esperienze in questo campo.

L'esperienza nell'uso del LPT in questo corso ha dimostrato che esso combina con successo l'immediatezza dei modelli fisici convenzionali con la potenza delle simulazioni digitali. Ha dimostrato come il sistema fornisca agli utenti un mezzo per

comprendere le relazioni tra la forma statica dei modelli fisici e il comportamento dinamico dei fattori precedentemente intangibili quali la velocità del vento, i movimenti delle ombre e



il flusso veicolare. Sono anche stati fatti notare alcuni inconvenienti di incompatibilità e di sincronizzazione che sorgono nel tentativo di fondere rappresentazioni fisiche e digitali.

L'ergonomia del LPT ha incoraggiato i progettisti a comunicare direttamente attraverso la loro voce, l'espressione del volto e il linguaggio del corpo in riferimento alle rappresentazioni dei loro piani. Le grandi dimensioni fisiche del LPT hanno permesso ai partecipanti di impegnarsi assieme nel processo di progettazione. Questa modalità contrasta con la normale interazione con i computer che tende a scoraggiare la collaborazione intorno ad uno schermo, ideato per essere utilizzato da un solo utente per volta.

Gli elementi posti sul tavolo possono essere manipolati con facilità permettendo ai non specialisti di partecipare al processo. In questo modo il LPT ha la potenzialità di trasformare le presentazioni al pubblico in un mezzo di progettazione partecipativa.

Come un critico ha sottolineato: “Uno strumento progettuale di successo deve stimolare la creatività oltre che risolvere i problemi”. Combinando i vantaggi del *multi-layer*, la possibilità di interagire fisicamente e fornendo una piattaforma efficace per l'interazione collaborativa, il LPT tenta in qualche modo di soddisfare questo obiettivo.

### 5.3.3.2.L'UTILIZZO DEL COLORTABLE IN ALCUNI PROCESSI DI RIQUALIFICAZIONE IN FRANCIA

La MR-Tent è stata sviluppata nell'ambito di diversi processi di progettazione partecipata, ciascuno collegato a un laboratorio partecipativo di un progetto di pianificazione urbana. Il progetto e i processi sono stati seguiti da un team multidisciplinare composto di tecnici, artisti e sociologi in collaborazione con urbanisti esperti.

Per sperimentare l'impiego della nuova tecnologia gli urbanisti del gruppo di lavoro hanno suggerito di iniziare a lavorare su alcune categorie di temi urbani considerati particolarmente rilevanti, illustrandoli e fornendo alcuni esempi visivi cui ispirarsi: scala, temporalità, confini e strati, ambienti e mobilità. Questi temi hanno guidato le implementazioni della tecnologia nonché gli scenari e i contenuti elaborati dagli utenti nel corso dei workshop.



Figura 126 - Vista esterna della MR-Tent

Il workshop del 2007 in cui è stata utilizzata la MR-Tent ha avuto come area di studio l'ospedale psichiatrico di Sainte-Anne, a Parigi. L'area è stata oggetto di processi di riqualificazione urbana per oltre dieci anni. Durante il workshop sono stati invitati due diversi gruppi di utenti. Il primo includeva il capo architetto di Sainte-Anne, il direttore e il

manager dell'ospedale e alcune istituzioni legate alla tutela del patrimonio urbano della città di Parigi.

Il secondo gruppo invece era composto di due partecipanti di Sainte-Anne, diversi architetti coinvolti in un istituto di pianificazione urbana (*“Ville en mouvement”*), un giornalista specializzato su temi urbani, un sociologo urbano e uno specialista del suono. Il workshop è stato organizzato in due sessioni, ognuna di circa tre ore, di cui sono stati registrati dei video e trascritti gli episodi salienti.

Durante la prima sessione il capo architetto con i suoi colleghi dell'istituto per la tutela del patrimonio culturale ha lavorato con idee precise di intervento diretto. Il loro obiettivo era di riorganizzare gli spazi e i volumi, concentrandosi sulla dimensione del muro di cinta dell'ospedale e sulla localizzazione delle torri di guardia. Gli oggetti tangibili



Figura 127 - ColorTable: Proiezione della mappa del sito oggetto di studio, su cui sono stati posizionati alcuni *tokens*



Figura 128 - Fotografia del kit di *tokens* in dotazione con il ColorTable da cui i partecipanti al processo possono attingere, scegliendo forme e colori per meglio ricordare gli oggetti tangibili e il relativo oggetto digitale associato

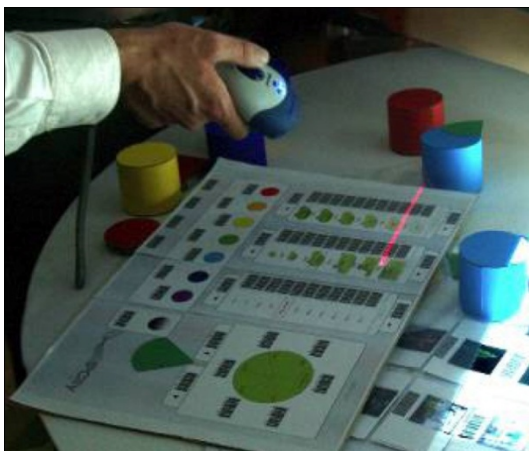


Figura 129 - Dettaglio del database fornito con il ColorTable da cui i partecipanti al processo possono selezionare gli oggetti virtuali da associare ai *tokens*

forniti sono stati principalmente utilizzati per inserire nel modello virtuale oggetti di arredo urbano e sculture architettoniche.

Il secondo gruppo invece si è concentrato maggiormente sulle storie del luogo e sulle idee legate alle attività che si sarebbero potute svolgere in quello spazio. Hanno utilizzato la tecnologia proposta come strumento di apprendimento collettivo, in cui era possibile condividere, esplorare e

confrontare le diverse idee, procedendo per tentativi.

Il workshop del 2008 ha avuto come area di studio la Caserma Boussut di Cergy-Pontoise, sempre a Parigi. Tra i temi individuati sono stati identificati:

- la connessione con il contesto;
- la regolamentazione della mobilità nell'area;
- l'organizzazione dello spazio pubblico;
- la tipologia abitativa da introdurre;
- le attività da evitare.

Sono stati invitati pianificatori urbani, membri del comune, il responsabile dell'ufficio pianificazione e rappresentanti delle comunità locali. Dopo i primi incontri sono stati estratti due scenari e alcuni contenuti visivi e sonori. Il team organizzativo ha inoltre elaborato alcuni panorami fotografici da diversi punti di vista e due mappe a diversa scala per il tavolo. Tutte le sessioni del workshop sono state registrate e fotografate.

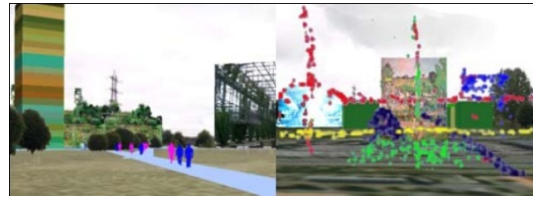


Figura 130 - Vista in soggettiva del modello digitale tridimensionale realizzato interagendo con il ColorTable

Tutti i partecipanti hanno apprezzato l'aspetto collaborativo della MR-Tent. In particolare ha aiutato la comunicazione il fatto che non si debba discutere in modo conflittuale faccia a faccia, ma si possa fare per mezzo di gesti, impostando degli interventi, commentando e modificando gli oggetti sul tavolo. In questo modo chiunque è coinvolto in modo paritario e non si favorisce l'esperto. La MR-Tent fornisce uno spazio di MR che può essere osservata e valutata insieme. I diversi punti di vista e la presenza fisica dei partecipanti sul sito di progetto permettono di ampliare questo spazio di interazione, e quindi anche i mezzi per esprimersi. I partecipanti hanno dimostrato una chiara preferenza per le viste panoramiche, si ammassano di fronte al monitor e cercano di interagire con il contenuto, ingrandendo il video creato con l'AR, ma anche uscendo dalla tenda e osservando direttamente l'area di studio.

#### 5.3.4. CONCLUSIONI

Molte decisioni legate alla pianificazione urbana avvengono all'interno di sale conferenze o Sale del Consiglio della città. In questi contesti è difficile per i cittadini ricordare le reali fattezze del contesto urbano e spesso nei loro ricordi rimangono gli elementi urbani peggiori. I loro ricordi del luogo dimenticano dei dettagli e ne esagerano altri, come la larghezza di un marciapiede o l'altezza di una vetrina. Quando però si ricorre a tutte le discussioni dettagliate circa la forma urbana, i ricordi migliorano notevolmente quando si utilizzano fotografie dei posti in esame o modelli fisici.

Una raccolta metodologica di immagini permette di creare un database di luoghi esistenti utile per sostenere la comunicazione e suscitare emozioni utili alla fase di progettazione creativa dei processi. Una delle critiche che possono essere mosse contro questo strumento è legata alle differenze che ci possono essere tra le foto proposte, le quali potrebbero sviare il processo di selezione. Ad esempio potrebbe influire il momento della giornata rappresentato, l'intensità della luce, il tempo e la presenza di persone e automobili. Per superare questa critica alcuni hanno deciso di ricorrere all'utilizzo di tecniche di *Computer-Imaging*, per eliminare le variabili indesiderate e mostrare solo lo specifico cambiamento che deve essere valutato. In questo modo è più semplice anche capire qual è il fattore chiave che influenza le scelte fatte dai cittadini.

Ogni rappresentazione grafica però, per quanto fedele alla realtà, è sempre un'interpretazione e quindi un tentativo di spiegazione della realtà stessa. Per analizzare e

valutare questa tecnica ha quindi un limite. Anche la fotografia di un paesaggio non è importante solo perché restituisce l'immagine di un paesaggio dandoci così modo di riflettere sulle sue componenti visive, ma perché all'interno del significato di quel determinato paesaggio, è compreso anche chi lo ha fotografato. Il modo in cui si rappresenta un paesaggio attraverso la fotografia, infatti, è figlio dello stesso principio che oggi ci fa dire che il paesaggio non è solo una veduta, ma è anche e soprattutto espressione di una storia, di una popolazione, di una cultura cosciente di tutti quei fattori di tipo evocativo che spingono un uomo a volerlo fotografare. E' forma artistica e documentaria di una realtà filtrata dalla cultura. Rischia quindi di influenzare il dibattito che può nascere attorno alla rappresentazione durante un processo di progettazione partecipata.

La forma migliore di rappresentazione nei processi partecipati sarebbero i diversi prodotti risultanti dalle tipologie sopra analizzate; solo così di possono rendere ambienti complessi come quelli urbani, ricorrendo ad immagini bidimensionali e tridimensionali, statiche e dinamiche.

#### 5.4. UTILIZZARE IL TAVOLO TANGIBILE IN UN PROCESSO PARTECIPATO

Una collaborazione tra pianificatori, specialisti e *stakeholders* potrebbe rendere il processo di pianificazione più efficace e sostenibile, soprattutto nei casi di pianificazione partecipata. Gli etnografi sono molto efficienti a osservare e descrivere come funziona un sito, ma hanno difficoltà a rappresentare visivamente queste problematiche nello spazio. Progettisti e architetti, che hanno padronanza delle tecniche di rappresentazione grafica, e che spesso producono immagini seducenti, spesso però mirano a convincere i finanziatori, piuttosto che ad aiutare gli *stakeholders* a capire il progetto e a invitarli al dialogo. Esperienze in diversi paesi hanno dimostrato che le decisioni costruite attraverso un processo partecipato possono risultare più efficace delle regole perentorie emanate dal potere centrale o attraverso processi non trasparenti. Però i processi partecipati pongono numerose sfide.

I processi decisionali territoriali possono essere migliorati utilizzando il supporto informatico di strumenti come i GIS e la visualizzazione. I GIS aiutano a collezionare, elaborare e analizzare le informazioni spaziali dell'area di interesse. La rappresentazione e la realtà virtuale sono ottimi mezzi per presentare e comunicare queste informazioni, soprattutto quando si ha a che fare con progetti urbani in cui i vincoli architettonici e le caratteristiche della città possono essere meglio valutate con l'aiuto di modelli tridimensionali. Molti autori suggeriscono che la visualizzazione sia la chiave della partecipazione pubblica, ma resta aperta la questione di come arricchire il repertorio a



disposizione delle rappresentazioni - dallo schizzo astratto al *rendering* 3D realistico - con effetti grafici che consentano di comprendere meglio le parti interessanti di un ambiente urbano. Gli strumenti disponibili comunque non supportano e non posso supportare la possibilità di affrontare tutti i temi e gli aspetti di una situazione urbana complessa.

Per rendere questi strumenti informatici utilizzabili al fine di sostenere il lavoro collaborativo, si necessita di creare spazi di lavoro condiviso. Piani orizzontali come le scrivanie sono preferibili poiché sono più simili ai tradizionali spazi di lavoro dei pianificatori, come ad esempio i modellini in scala e il tecnigrafo. Il tavolo tangibile realizzato all'interno del laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano è stato realizzato per rispondere a queste sfide.

Lavorare attorno ad un tavolo statico però non dà il senso della realtà: mancano i suoni, il movimento, la velocità, tracce storiche. Si potrebbe aggiungere una visualizzazione aggiuntiva delle impressioni e delle idee dei partecipanti al progetto, per aiutare il processo creativo. Durante la discussione per molti potrebbe essere utile poter annotare o fare schizzi su ciò di cui si sta parlando o direttamente sul tavolo. Per alcuni *stakeholders* però gli schizzi potrebbero essere non così ben comprensibili, in quanto linguaggio astratto. Come afferma Snow:

*“Communication breakdowns are often experienced because stakeholders belonging to different cultures use different norms, symbols, and representations”.*

(Snow, 1993) (I problemi di comunicazione spesso avvengono poiché i soggetti interessati appartengono a culture diverse e si avvalgono di norme, simboli e forma di rappresentazione diverse).

Inoltre creare visioni preconfezionate rischia di condizionare i partecipanti al processo e sono molto più complesse da realizzare; forse la cosa migliore sarebbe fornire agli utenti stessi una vasta scelta di “ingredienti” e di contenuti per permettere loro di creare visioni condivise. La negoziazione e i compromessi permettono di creare percorsi che portano alla nascita di specifiche conoscenze condivise. L’idea di ricorrere a oggetti intermediari permette di produrre una cornice concettuale che formalizza e rappresenta questa conoscenza condivisa attraverso gli oggetti stessi e le diverse rappresentazioni prodotte.

Le questioni ancora aperte che verranno approfondite nel seguente capitolo, rimangono:

1. Come supportare gli utenti nella creazione collaborativa di configurazione a realtà mista;
2. Come utilizzare i materiali e le proprietà spaziali nella progettazione sia delle interfacce fisiche sia delle interazioni tra utenti;
3. Come gestire la complessità dei progetti urbani cercando di mantenere interfacce e interazioni semplici e trasparenti.

**6. WHAT'S NEXT: ANALISI CRITICA E  
PROPOSTE PER IL FUTURO**



Il Tavolo Tangibile è un'interfaccia utente tangibile aperta ad un alto numero di implementazioni sia per quanto riguarda le funzioni che per quanto riguarda le tecniche di interazione progettuali implementabili. Il sistema di *traccaggio* riconosce i differenti oggetti senza limiti di contenuto e l'interfaccia è composta di semplici ed economici elementi che possono essere facilmente reperiti e realizzati. Queste caratteristiche lo rendono un sistema molto flessibile, aperto a idee ed approcci differenti per poter provare, utilizzandolo, tecniche differenti e capire quali siano realmente interessanti e quali abbiano senso.

Il nostro sistema di *traccaggio* non è stabile, ha dei problemi a riconoscere con precisione i simboli, e i software e gli hardware oggi in commercio hanno alcuni limiti quando si ha a che fare con analisi particolarmente elevate. Il Tavolo Tangibile però si presta ad essere uno strumento non solo adatto alla partecipazione pubblica, ma anche alla formazione ed alla ricerca in cooperazione con gli utenti. Quando saranno chiare le esigenze degli utenti il tavolo potrà essere migliorato e il software sviluppato, utilizzando sistemi di *traccaggio* più elaborati e potenti.

Tra le applicazioni e le funzioni da implementare per rendere questo nuovo strumento ancora più efficace, bisognerebbe concentrarsi su:

- Come utilizzare i materiali e le proprietà spaziali nella progettazione sia delle interfacce fisiche sia delle interazioni tra utenti;
- Come gestire la complessità dei progetti urbani cercando di mantenere interfacce e interazioni semplici e trasparenti.

## COME SUPPORTARE GLI UTENTI NELLA CREAZIONE COLLABORATIVA DI CONFIGURAZIONI A REALTÀ MISTA

Come precedentemente affermato, predisporre un database di immagini e di modelli aiuta a semplificare il lavoro e ad abbreviare i tempi di elaborazione dei modelli, però rischia di limitare la creatività dei partecipanti al processo partecipato. Bisognerebbe prevedere non solo la possibilità di disegnare su una scena, come previsto in *InfrActables*, ma anche di creare "oggetti schizzo" al momento e di aggiungerli a una scena, come nella *MR-Tent* grazie ad *Urban Sketcher*, o per permettere agli utenti di rappresentare in modo semplici e creativo la propria idea e di vederla rappresentata nel contesto. La nostra scelta di utilizzare modelli che riproducano realmente le fattezze degli edifici del contesto, per questa funzione dovrebbe venir meno. In *InfrActables* e nella *MR-Tent* il problema non si pone poiché gli oggetti virtuali rimangono bidimensionali, il modello fisico non esiste e gli unici oggetti fisici tangibili sono periferiche per utilizzare l'hardware o semplici oggetti fisici che nella realtà indicano solo la posizione degli edifici di progetto e solo nel virtuale ne rappresentano le reali fattezze. Nel LPT invece si ricorre all'utilizzo di modelli fisici dei volumi reali, ma non dotati di tutte le caratteristiche degli edifici a cui fanno riferimento. La maggior parte dei lavori portati avanti dal Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano invece rendono evidente come l'applicazione delle facciate del contesto, rilevate fotograficamente, sui volumi del modello aiuti a sostenere la lettura delle dimensioni e la comprensione degli spazi urbani.

## LA RAPPRESENTAZIONE DEI RITMI URBANI, DEI FLUSSI E DEL MOVIMENTO

Un'immagine bidimensionale, come una foto o un render, e un modello tridimensionale fisico mancano totalmente di movimento e quindi di tempo. I paesaggi risultano congelati in un momento indefinito e viene a mancare la possibilità di rappresentare flussi e abitudini, perdendo gran parte della complessità di un contesto. Integrando tra loro diverse tecniche di rappresentazione invece, con il supporto di sostegni digitali, darebbe al paesaggio e probabilmente aumenterebbe il livello astratto/l'aspetto sfocato degli oggetti, sostenendo la componente creativa e decisionale del processo. Quindi sarebbe ottimale poter affiancare un modello fisico del contesto con cui interagire in tempo reale ad una rappresentazione digitale dello stesso *aumentata* con flussi, luci, ombre e anche suoni.

## IL PAESAGGIO SONORO

Oltre al movimento, anche aggiungere la componente sonora contribuirebbe a percepire la profondità e le distanze dei luoghi, i livelli spaziali del paesaggio, i cambiamenti dei ritmi temporali, come il giorno e la notte, la circolazione delle persone, dei veicoli, ecc... I software che permettono questo genere di rappresentazione oggi in commercio sono pochi e molto tecnici, complessi da utilizzare; inoltre l'analisi del paesaggio sonoro è una disciplina molto complessa che richiede competenze particolari; forse per questi motivi viene raramente considerata in ambito urbano, ma ne è parte fondamentale. Questo genere di informazioni darebbero un valore aggiunto rilevante per la comprensione, l'analisi e la

progettazione di uno spazio urbano. Si potrebbe creare quindi un database di suoni generici rilevati sul campo, riutilizzabili poi in diversi casi studio e simulazioni; associando in seguito i suoni reali campionati ai volumi del modello fisico o a dei *tokens* da disporre sul tavolo, si potrebbero attivare ricreando l'idea del paesaggio sonoro, anche se solo in modo fittizio.

#### ARCHIVIARE E RICREARE SCENARI

Un'altra funzione da implementare è legata ai meccanismi per archiviare e ricreare scenari, così come panorami multistrato che possono essere percorsi, aprendo orizzonti o esplorando la storia degli interventi. Questa applicazione riguarda principalmente i modelli fisici: mentre per un'immagine, per uno schizzo o per un modello digitale è più semplice tenere copie di backup dei diversi passaggi che hanno portato alla nascita del modello finale, quando si ha a che fare con modelli fisici è più difficile tenere la storia dei diversi passaggi e movimenti avvenuti. Si potrebbero scattare delle fotografie o fare dei video durante le sessioni dei lavori, ma sarebbe difficile poi ricostruire i diversi passaggi progettuali. Con la *MR-Tent* si è trovata una soluzione a questo problema: il software è stato creato per tenere traccia degli oggetti fisici che vengono appoggiati sul piano del *ColorTable* anche quando questi vengono rimossi. In questo modo è possibile tenere traccia nella riproduzione virtuale di tutti i passaggi del lavoro del modello reale. Se invece, come avviene nell'URP o nel LPT, così come si vuole fare con il Tavolo Tangibile del Laboratorio di Simulazione Urbana, si vuole mantenere il modello fisico in scala degli edifici come modello fisico tangibile, ogni qual volta si volesse proporre una nuova



soluzione progettuale, per tenerne traccia, andrebbe riprodotta oltre che fisicamente anche digitalmente, complicando il procedimento di archiviazione.

Negli ultimi anni, però, quasi ogni studio di architettura crea virtualmente i progetti degli edifici; gli enti pubblici potrebbero attivare un circuito di scambio di materiali virtuali, richiedendo questi file per sostenere l'attività di analisi e simulazione dei progetti e semplificando questo processo. Per i *developer* inoltre sarebbe interessante questo tipo di collaborazione poiché aiuterebbe a capire le domande (di case) dei cittadini, dato che solitamente le analisi di mercato si basano sul venduto dell'anno precedente.



## **7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**



## 7.1. TEORIE LEGATE AI TANGIBLE USER INTERFACE

- **Arias, Ernesto, Hal, Eden e Gerhard, Fisher** [1997] “Enhancing Communication, Facilitating Shared Understanding, and Creating Better Artifacts by Integrating Physical and Computational Media for Design” In *Proceedings of the 2nd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*, Amsterdam, The Netherlands, ACM Press, pp.1-12
- **Arias, Ernesto et al.** [2000] “Transcending the Individual Human Mind Creating Shared Understanding Through Collaborative Design” in *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 7-1, pp. 84–113
- **Azuma, Ronald T.** [1997] “A Survey of Augmented Reality” in *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol 6-4, pp. 355 – 385
- **Brave, Scott, Ishii, Hiroshi e Dahley, Andrew** [1998] “Tangible Interfaces for Remote Collaboration and Communication” in *Computer Supported Cooperative Work 1998*, Seattle, WA, ACM Press, pp. 169-178
- **Brereton, Margot e McGarry, Ben** [2000] “An Observational Study of How Objects Support Engineering Design Thinking and Communication: Implications for the Design of Tangible Media” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'00):The Future Is Here*, The Hague, The Netherlands, ACM Press, pp. 217-224
- **Bush, Vannevar** [1945] “As We May Think” in *The Atlantic Monthly*
- **Engelbart, Douglas C. e English, William K.** [1968] “A Research Center for Augmenting Human Intellect, Stanford Research Institute” in *AFIPS Conference*

*Proceedings of the 1968 Fall Joint Computer Conference*, Menlo Park, CA, Vol. 33, pp. 395-410

- **Engelbart, Douglas C.** [1968] *Augmenting Human Intellect A Conceptual Framework*, Stanford Research Institute, Menlo Park, CA  
ristampa [1963] in *Vistas in Information Handling*, Howerton e Weeks (editori), Spartan Books, Washington D.C., pp.1-29, titolo “A Conceptual Framework for the Augmentation of Man’s Intellect”
- **Feiner, Steven, Macintyre, Blair e Seligmann, Dorée** [1993] “Knowledge-Based Augmented Reality” in *Communications of the ACM*, ACM Press, vol. 36, pp. 53-63
- **Fjeld, Morten et al.** [2000] “Navigation Methods for an Augmented Reality System” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI’00)*, The Hague, The Netherlands, ACM Press, pp. 8-9
- **Fishkin, Kenneth P., Moran, Thomas P. e Harrison, Beverly L.** [1998] “Embodied User Interfaces: Towards Invisible User Interfaces” in *IFIP Conference Proceedings; Vol. 150*, Kluwer, B. V. Deventer, The Netherlands, pp. 1-18
- **Fitzmaurice, George W. e Buxton, William** [1997] “An Empirical Evaluation of Graspable User Interfaces: Towards Specialized, Space- Multiplexed Input” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI’97): Looking To The Future*, Atlanta, Georgia, ACM Press, pp. 43-50
- **Germes, Ricks et al.** [1999] “A Multi-View vr Interface for 3D GIS” in *Computers & Graphics*, vol. 23-4, pp. 497–506
- **Ghadirian, Payam e Bishop, Ian D.** [2002] *Composition of Augmented Reality and Gis to Visualize Environmental Changes*, Aurisa, Adelaide, South Australia, Citeseer

- **Goel, Vinod** [1999] *Cognitive Role of Ill, Structures Representations in Preliminary Design*, Toronto, Ont, Canada
- **Hawley, Michael, Poor, R. Dunbar e Tuteja, Manish** [1997] “Things That Think” in *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 1-1, pp. 13-20
- **Ishii, Hiroshi, Kobayashi, Minoru e Arita Kazuho** [1994] “Iterative Design of Seamless Collaboration Media” in *Communications of the ACM*, vol. 37-8, pp. 83-97
- **Ishii, Hiroshi e Ullmer Bryggs** [1997] “Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces Between People, Bits and Atoms” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'97): Looking To The Future*, Atlanta, Georgia, ACM Press, pp. 234-241
- **Ishii, Hiroshi** [2008] “Tangible Bits: Beyond Pixels” in *Tangible and embedded interaction 2008*, Bonn, Germany, ACM Press, pp. 15-25
- **Ishii, Hiroshi** [2008] “The Tangible User Interface and Its Evolution” in *Communications of the ACM*, vol. 51-6, pp. 32-36
- **Jacob, Robert J. et al.** [2008] “Reality-Based Interaction: a Framework for Post-Wimp Interfaces” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'08): Art.Science.Balance*, Firenze, Italy, ACM Press, pp. 201-210
- **Krueger, Myron K.** [1991] *Artificial Reality II*, Ieice, Addison-Wesley (2 ed.)
- **Mackay, Wendy E.** [1996] “Réalité Augmentée : le meilleur des deux mondes” in *La Recherche*, Numéro Spécial 284: *L'ordinateur au doigt et à l'oeil* traduzione [1996] “Augmenting Reality: A New Paradigm For Interacting with Computers” in *La Recherche*, vol. 284, pp. 1-9

- **Milgram, Paul e Kishino, Fumio** [1994] “Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays” in *IEICE Transactions on Information and Systems*, pp. 1321-1329
- **Patten, James e Ishii, Hiroshi** [2001] “A Comparison of Spatial Organization Strategies in Graphical and Tangible User Interfaces” in *Designing Augmented Reality Environments (DARE’00)*, Elsinore, Denmark, pp. 41-50
- **Schon, Donald A.** [1992] “Designing as Reflective Conversation with the Materials of a Design Situation” in *Research in Engineering Design*, vol. 3-3, pp. 131-147
- **Shneiderman, Ben A.** [1983] “Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages” in *Computer*, San Francisco, CA, vol. 16-8, pp. 57-69
- **Ullmer ,Brygg e Ishii, Hiroshi** [1999] “Formal Representations for TUI Primitives: Towards a Theory of Tangible Interfaces” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI’99)*, ACM Press
- **Ullmer ,Brygg e Ishii, Hiroshi** [2000] “Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces” in *Ibm Systems Journal*, IBM Corporation, vol. 39-3-4, pp. 915-931
- **Von Hippel, Eric** [2005] *Democratizing Innovation*, Cambridge, MA The MIT Press
- **Wisneski, Craig et al.** [1998] “Ambient Displays: Turning Architectural Space Into An Interface Between People And Digital Information” in *Cooperative Buildings: Integrating Information, Organization, and Architecture*, vol. 1370, Springer, pp. 22-32
- **Weiser, Mark** [1991] "The Computer for the Twenty-First Century," in *Scientific American*, pp. 94-100



- **Weiser, Mark** [1993] "Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing," *Communications of the ACM*  
reprinted as "Ubiquitous Computing" in *Nikkei Electronics*; pp. 137-143
- **Weiser, Mark** [1993] "Hot Topics: Ubiquitous Computing" in *IEEE Computer*
- **Weiser, Mark** [1994] "The world is not a desktop" in *Interactions*, pp. 7-8
- **Zigelbaum, Jamie B.** [2008] *Mending Fractured Spaces: External Legibility and Seamlessness in Interface Design*, Master Thesis, Massachusetts Institute Of Technology

#### 7.1.1. SITOGRAFIA

- [http://sophia.javeriana.edu.co/~ochavarr/computer\\_graphics\\_history/historia/](http://sophia.javeriana.edu.co/~ochavarr/computer_graphics_history/historia/)
- <http://www.ubiq.com/>

## 7.2. ORIGINI E SVILUPPI DEGLI STRUMENTI

- **Agrawala, Maneesh** et al. [1994] “The Two-User Responsive Workbench Support For Collaboration Through Individual Views Of A Shared Space” in *Proceeding of International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH '97)*, ACM Press, pp. 327-332
- **Azarbayejani, Ali, Wren Christopher e Pentland Alex** [1996] “Real- Time 3-D Tracking of The Human Body” in *Proceedings of IMAGE'COM '96*, Bordeaux, France
- **Anabuki, Mahoro e Ishii, Hiroshi** [2007] “Ar-Jig: A Handheld Tangible User Interface for Modification of 3D Digital Form via 2DPhysical Curve” in *ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (6<sup>th</sup> IEEE'07)*, Nara, Japan, ISMAR, pp. 1-10
- **Belcher, Daniel e Johnson, Brian** [2008] “MxR a Physical Model-Based Mixed Reality Interface for Design Collaboration, Simulation, Visualization and Form Generation” in *Proceeding of Acadia '08: Silicon + Skin, Biological Process and Computation*, pp. 446-471
- **Ben-Joseph Eran.** et al. [2001] “Urban Simulation and the Luminous Planning Table Bridging the Gap Between the Digital and the Tangible” in *Journal Of Planning Education And Research*, vol. 21, pp. 195-202
- **Bencina, Ross, Kaltenbrunner, Martin e Jorda, Sergi** [2005]” Improved Topological Fiducial Tracking in the Reactivision System” in *CVPR, Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05) – Workshops*, vol. 3, Ieee Computer Society Washington, Washington DC, pp. 1-8

- **Bencina, Ross e Kaltenbrunner, Martin** [2005] “The Design and Evolution of Fiducials for the Reactivation System” in *Proceedings of the 3rd International Conference on Generative Systems in the Electronic (GSEA 2005)*, Melbourne, Australia
- **Bolt, Richard H.** [1980] “Put-That-There: Voice And Gesture At The Graphic Interface” in *Proceeding of International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH '08)*, Seattle, Washington, ACM Press, pp. 262-270
- **Buechley, Leah** et al. [2008] “Diy For CHI: Methods, Communities, and Values of Reuse and Customization” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09): Digital Life \_ New World*, Boston, Massachusetts, ACM Press, pp.4823-4826
- **Dahley, Andrew, Wisneski, Craig e Ishii, Hiroshi** [1998] “Water Lamp and Pinwheels: Ambient Projection of Digital Information Into Architectural Space” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '98): Making the Impossible Possible*, Los Angeles, California, ACM Press, pp. 269-670
- **Engelbart, Douglas** [1968] *Demonstration: A Research Center For Augmenting Human Intellect*, Stanford Research Institute, Menlo Park, California
- **Engelbart, Douglas** [1968] *Augmenting Human Intellect A Conceptual Framework*, Stanford Research Institute Technical Report Afosr-3223, Menlo Park, California
- **Engelbart, Douglas** [1968] *The Bootstrapping Approach*, 01:30
- **Fitzmaurice, George W.** [1995] “Bricks: Laying the Foundations for Graspable User Interfaces” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '95): Mosaic Of Creativity*, Denver, Colorado, ACM Press, pp. 442-449

- **Ganser, Christoph, Steinemann, Adrian e Kunz, Andreas** [2006] “Infractables: Multi-User Tracking System for Interactive Surfaces” in *Proceeding of IEEE Virtuality Reality Conference (VR’06)*, Washington, Washington DC, IEEE Computer Society, pp. 253-256
- **Gorbet, Matthew G., Orth, Maggie e Ishii, Hiroshi** [1998] “Triangles: Tangible Interface for Manipulation and Exploration of Digital Information Topography” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ’98): Making the Impossible Possible*, Los Angeles, California, ACM Press, pp. 49-56
- **Greenberg, Saul e Fitchett, Chester** [2001] “Phidgets: Easy Development of Physical Interfaces Through Physical Widgets” in *Proceeding of the ACM UIST 2001 Symposium on User Interface Software and Technology*, Orland, Florida, ACM Press
- **Holmquist, Lars E., Redstram, Johan e Ljungstranda Peter** [1999] “Token-Based Access to Digital Information” in *Computer Science*, vol. 1707, pp. 234-245
- **Ishii, Hiroshi** [1990] “Teamworkstation: Towards a Seamless Shared Workspace” in *Proceeding of Computer Supported Cooperative Work (Cscw ’90)*, Los Angeles, California, ACM Press, pp. 13–26
- **Ishii, Hiroshi** et al. [1992] “Clearboard: A Seamless Medium for Shared Drawing and Conversation with Eye Contact” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ’92): Striking A Balance*, Monterey, California, ACM Press, pp. 13-26
- **Ishii, Hiroshi, Kobayashi, Minoru e Grudin, Jonathan** [1992] “Integration of Inter-Personal Space and Shared Workspace: Clearboard Design and Experiments” in *ACM Transactions on Information Systems*, vol. 11-4, ACM Press, pp. 349-375

- **Ishii, Hiroshi** et al. [1998] “Ambientroom: Integrating Ambient Media with Architectural Space” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '98): Making The Impossible Possible*, Los Angeles, California, ACM Press, pp. 173-174
- **Ishii, Hiroshi** et al. [2002] “Augmented Urban Planning Workbench: Overlaying Drawings, Physical Models and Digital Simulation” in *Symposium on Mixed and Augmented Reality (IEEE '02)*, ACM press, pp. 203-211
- **Ishii, Hiroshi** et al. [2004] “Bringing Clay and Sand Into Digital Design - Continuous Tangible User Interfaces” in *BT Technology Journal*, vol. 22-4, pp. 287-299
- **Jacob, Robert J.** et al. [2002] “A Tangible Interface for Organizing Information Using a Grid” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '02): Changing The World, Changing Ourselves*, Minneapolis, Minnesota, ACM Press, pp-339-346
- **Jorda, Sergi** et al. [2005] *The Reactable*, Music Technology Group/Iua, Universidad Pompeu Fabra, Barcelona, Spain
- **Jorda, Sergi** et al. [2007] “The Reactable: Exploring the Synergy Between Live Music Performance and Tabletop Tangible Interfaces” in *Proceeding of Tangible and embedded interaction (CSCW '07)*, Baton Rouge, Louisiana, ACM Press, pp. 139-146
- **Kaltenbrunner, Martin** et al. [2005] “TUIO: A Protocol for Table Top Based Tangible User Interfaces” in *Proceeding of the The 6th International Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation (GW 2005)*, Vannes, France
- **Kaltenbrunner, Martin** et al. [2006] “The Reactable: A Collaborative Musical Instrument” in *Proceeding of 15th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE'06)*, Manchester, UK, pp. 406-411

- **Kaltenbrunner, Martin e Bencina, Ross** [2007] “Reactivation: A Computer-Vision Framework for Table-Based Tangible Interaction” in *Proceeding of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction (TEI'07)*, Baton Rouge, Louisiana, pp. 69-74.
- **Kay, Alan** [1987] *Doing With Images Makes Symbols*, University Video Communications, 46:29:00
- **Kheir, Al-Kodmany** [2002] “Visualization Tools and Methods in Community Planning: From Freehand Sketches to Virtual Reality” in *Journal of Planning Literature*, vol.12-2, pp.189-211
- **Kitamura, Yoshifumi, Itoh, Yuichi e Kishin, Fumio** [2001] ”Real-Time 3D Interaction With Activecube” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '01): Anyone. Anywhere*, Seattle, Washington, ACM Press, pp. 355-356
- **Kobayashi, Minoru e Ishii, Hiroshi** [1993] “Clearboard: A Novel Shared Drawing Medium That Supports Gaze Awareness in Remote Collaboration” in *IEICE Transactions On Communications*, vol. 76, The Institute Of Electronics Information and Communication Engineers, pp. 609-617
- **Kobayashi, Kazue et al.** [2003] “A Tangible Interface For IP Network Simulation” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '03): New Horizons*, Fort Lauderdale, Florida, ACM Press, pp. 800-801
- **Kobayashi, Kazue et al.** [2008] “DIGtable: A Tabletop Simulation System For Disaster Education” in *BT Technology Journal*, pp. 57-60
- **Krueger, Myron, Gionfriddo, Thomas e Hinrichsen, Katrin** [1985] “Video Place - An Artificial Reality” in *ACM SIGCHI Bulletin*, vol. 16-4, ACM Press, pp. 35-40

- **Kruger, Wolfgang e Frohlich, Bernd** [1994] “The Responsive Workbench” in *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 14-3, pp. 12-15
- **Kumpf Adam** [2005] *Trackmate: Large-Scale Accessibility Of Tangible User Interfaces*, S.M. Thesis, Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture. Program in Media Arts and Sciences
- **Mantle, Emmajane, Jenkins, David H e Jiang, Liang** [2007] “The Use of Visualization to Enhance Public Participation Within the Planning Process”
- **Maquil, Valérie** [2007] *Tangible Interaction In Mixed Reality Applications*, S.M. Thesis, Institute Of Design & Assessment Of Technology, Vienna, Austria
- **Maquil, Valérie** et al. [2007] “Expressive Interactions – Supporting Collaboration In Urban Design” in *Proceedings of the 2007 international ACM conference on Supporting group work (GROUP '07)*, Sanibel Island, Florida, ACM Press, pp. 69-79
- **Maquil, Valérie , Psik T. And Wagner I.** [2008] “The Colortable – A Design Story” in *Proceeding of Tangible and embedded interaction (TEI '08)*, Bonn, Germany, ACM Press, pp. 97-104
- **Maquil, Valérie** et al. [2009] “Mr Tent: A Place for Co-Constructing Mixed Realities in Urban Planning” in *Proceedings of Graphics interface 2009, ACM International Conference Proceeding Series*, vol. 324, Canadian Information Processing Society, Toronto, Ont., Canada, pp. 211-214
- **Mazalek, Ali, Davenport, Glorianna e Ishii, Hiroshi** [2003] “Tangible Viewpoints: A Physical Interface for Exploring Character-Driven Narratives” in *Proceeding of the International Multimedia Conference (SIGGRAPH '02)*, Juan-les-Pins, France, ACM Press, pp. 153-160

- **Mazalek, Ali e Van Den Hoven, Elise** [2009] “Framing Tangible Interaction Framework” in *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, vol. 23, Cambridge University Press, pp. 225-235
- **Merrill, David** [2007] “Siftables: Towards Sensor Network User Interfaces” in *Proceedings of the 1st international Conference on Tangible and Embedded interaction (TEI '07)*, ACM Press, pp. 75-78
- **Niyogi, Sourabh e Freeman, William T.** [1996] “Example-Based Head Tracking” in *Proceedings of the 2nd International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG '96)*, Killington, Vermont, pp. 374-378
- **Pangaro, Gian, Aminzade, Dan M. e Ishii, Hiroshi** [2002] “The Actuated Workbench: Computer-Controlled Actuation in Tabletop Tangible Interfaces” in *UIST '02: Proceedings of the 15th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM Press, pp. 181-190
- **Patten, James, Recht, Ben e Ishii, Hiroshi** [2001] “Audiopad: A Tag-Based Interface For Musical Performance” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing (CHI '01): Anyone. Anywhere*, Seattle, Washington, ACM Press, pp. 11-16
- **Patten, James** et al. [2001] “Sensetable: A Wireless Object Tracking Platform For Tangible User Interfaces” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '01): Anyone. Anywhere*, Seattle, Washington, ACM Press, pp. 253-260
- **Piper, Ben** [1999] *The Illuminated Design Environment: A 3-D Tangible Interface for Landscape Analysis*, M.S. Thesis, Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture. Program in Media Arts and Sciences, Boston, Massachusetts
- **Piper Ben, Ratti, Carlo e Ishii, Hiroshi** [2002] “Illuminating clay: a 3-D tangible interface for landscape analysis” in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors*



*in computing systems: Changing our world, changing ourselves*, Minneapolis, Minnesota, ACM Press, pp. 355-362

- **Ratti, Carlo** et al. [2004] “Tangible User Interfaces (TUIs): A Novel Paradigm For Gis” in *Transactions in GIS*, vol. 8, pp. 407-421
- **Ratti, Carlo e Wang, Yao** [2004] “Phoxel-Space: an Interface for Exploring Volumetric Data with Physical Voxels” in *Proceeding of Designing Interactive Systems (DIS 2004)*, Cambridge, Massachusetts, ACM Press, pp. 289-296
- **Raffle, Hayes Solos, Parkes, Amanda J. e Ishii, Hiroshi** [2004] “Topobo: A Constructive Assembly System With Kinetic Memory” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '04)*, Vienna, Austria, ACM Press, pp. 24-29
- **Rekimoto, Jun e Saitoh, Masanori** [1999] “Augmented Surfaces: A Spatially Continuous Work Space For Hybrid Computing Environments” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '99): The CHI Limit*, Pittsburgh, Pennsylvania, ACM Press, pp. 378-385
- **Ryokai, Kimiko, Marti, Stefan e Ishii, Hiroshi** [2004] “I/O Brush: Drawing With Everyday Objects as Ink” ” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '04): Connect*, Vienna, Austria, ACM Press, pp. 303-310
- **Sareika, Markus e Schmalstieg, Dieter** [2007] “Urban Sketcher: Mixed Reality on Site for Urban Planning and Architecture” in *Symposium on Mixed and Augmented Reality*, Nara, Japan, IEE Computer Society, pp. 1-4
- **Schmandt, Christopher e Hulteen, Eric A.** [1982] “The Intelligent Voice-Interactive Interface” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '82)*, Gaithersburg, Maryland, ACM Press, pp. 363–366

- **Sutherland, Ivan E.** [1959] *Sketchpad: a Man-Machine Graphical Communication System*, M.S. Thesis, Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture. Program in Media Arts and Sciences, Boston, Massachusetts
- **Ullmer, Brygg** [1995] *Models and Mechanisms for Tangible User Interfaces*, M.S. Thesis, Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture. Program in Media Arts and Sciences, Boston, Massachusetts
- **Ullmer, Brygg e Ishii, Hiroshi** [1997] “The Metadesk: Models And Prototypes For Tangible User Interfaces” in *Symposium on User Interface Software and Technology* (Uist 1997), Banff, Alberta, Canada, ACM Press, pp. 223-232
- **Ullmer, Brygg, Ishii, Hiroshi e Glas, Dylan** [1998] “Mediablocks: Physical Containers, Transports, and Controls for Online Media” in *Proceeding of International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* (Siggraph '98), Pittsburgh, Pennsylvania, ACM Press, pp. 379-386
- **Ullmer, Brygg, Ishii, Hiroshi e Jacob, Robert J. K.**[2005] “Token + Constraint Systems for Tangible Interaction with Digital Information” in *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, ACM Press, pp. 81-118
- **Underkoffler John** [1997] “A View From the Luminous room” in *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 1-2, pp. 49-59
- **Underkoffler John** [1988] *The I / O Bulb and the Luminous Room*, Ph. D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture. Program in Media Arts and Sciences, Boston, Massachusetts
- **Underkoffler John e Ishii, Hiroshi**[1998] “Illuminating Light: An Optical Design Tool With a Luminous-Tangible Interface” in *Proceeding of Conference on Human Factors*

*in Computing Systems (CHI '98): Making The Impossible Possible*, Los Angeles, California, ACM Press, pp. 542-549

- **Underkoffler, John, Ullmer, Brygg e Ishii, Hiroshi** [1999] “Emancipated Pixels: Real-World Graphics in the Luminous Room” in *Proceeding of International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (Siggraph '99)*, Los Angeles, California, ACM Press, pp. 385-392
- **Underkoffler John e Ishii, Hiroshi** [1999] “Illuminating Light: A Casual Optics Workbench” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '99): The CHI Limit*, Pittsburgh, Pennsylvania, ACM Press, pp. 5-6
- **Underkoffler John e Ishii, Hiroshi** [1999] “Urp: A Luminous-Tangible Workbench for Urban Planning and Design” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '99): The CHI Is The Limit*, Pittsburgh, Pennsylvania, ACM Press, pp. 386-393
- **Uray, Peter, Kienzl, Thomas e Marsche, Ulf** [2006] “MRI: A Mixed Reality Interface for the Masses” in *Proceeding of International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (Siggraph '06)*, Boston, Massachusetts, ACM Press
- **Wagner, Ina** et al-[2009] “Supporting Community Engagement In The City: Urban Planning In The MR-Tent” in *Communities And Technologies*, University Park, Pennsylvania, pp. 185-194
- **Wellner, Pierre** [1991] “The Digitaldesk Calculator: Tactile Manipulation on a Desk Top Display” in *Journal Of Health & Social Policy*, vol. 22, pp. 27-33
- **Wellner, Pierre** [1993] “Interacting with Paper on the Digitaldesk” in *Communications Of the ACM*, vol. 36, pp. 86-96

- **Yoon, Jennifer** et al. [2002] “Egaku: Enhancing the Sketching Process” in *Proceeding of International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (Siggraph '02)*, San Antonio, Texas, ACM Press, p. 42
- **Zigelbaum, Jamie** et al. [2008] “Slurp: Tangibility, Spatiality, and an Eyedropper” in *Proceeding of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '08): Art.Science.Balance*, Firenze, Italy, ACM Press

### 7.3. PARTECIPAZIONE E CASI STUDIO

- **Anderson, David** et al. [2000] “Tangible Interaction + Graphical Interpretation: A New Approach To 3d Modeling” in *Proceedings of SIGGRAPH 2000*, New Orleans, LA, USA, ACM Press, pp. 393-402
- **Arcidiacono, Andrea e Piga, Barbara** [2007] “Il caso di Garibaldi Repubblica: simulazioni spaziali e valutazione dell’impatto cumulato dei progetti urbani”, *Territorio*, No. 43
- **Arias, Ernesto** et al. [1999] “Transcending The Individual Human Mind Creating Shared Understanding Through Collaborative Design” in *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, ACM press, pp. 84-113
- **Balducci, Alessandro** [1999] *Strategie, Strumenti e Tecniche per lo Sviluppo di Processi Partecipativi*, Milano, Osservatorio Gestione Conflitti Ambientali
- **Ben-Joseph, Eran** et al. [2001] “Urban Simulation And The Luminous Planning Table Bridging The Gap Between The Digital And The Tangible” in *Journal Of Planning Education And Research*, vol. 21, pp. 195-202
- **Bobbio, Luigi** [2004] *A Più Voci. Amministrazioni Pubbliche, Imprese, Associazioni e Cittadini nei Processi Decisionali Inclusivi*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane
- **Borovoy, Rick D.** et al. [2002] *Folk Computing: Designing Technology To Support Face-To-Face Community Building*, Master Thesis
- **Bosselmann, Peter** [1998] *Representation of Place. Reality and Realism in City Design*, Berkeley, University of California Press

- **Breil R.K. e Klosterman R. E.** [2001] “Planning Support Systems: Integrating Geographic Information Systems” in *Models and Visualisation Tools*, Redlans, CA, ESRI Press
- **Buhmann, Erich** et al. [2005] *Trends In Real-Time Landscape Visualization And Participation*, Augsburg, Germany, Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg
- **Ciaffi, Daniela e Mela, Alfredo** [2006] *La Partecipazione*, Roma, Carocci
- **Coors, Volker** et al. [1999] “Using The Virtual Table As An Interaction Platform For Collaborative Urban Planning” in *Computers & Graphics*, vol. 23, pp. 487–496
- **Dahl, Robert A.** [1989] *Democracy and Its Critics*, Yale University Press
- **Fareri, Paolo** [2009] *Rallentare*, Milano, Franco Angeli
- **Gabellini, Patrizia** [1996] *Il Disegno Urbanistico*, Roma, La Nuova Società Scientifica
- **Jacobs, Jane** [1993] *Death And Life Of Great American Cities*, New York, NY, USA, Modern Library
- **Kwartler, Michael e Longo, Gianni** [2008] *Visioning And Visualization : People, Pixels, And Plans*, Cambridge, MA, Lincoln Institute Of Land Policy
- **Maquil, Valerie** et al. [2007] “Expressive Interactions – Supporting Collaboration In Urban Design” in *Group '07*, Sanibel Island, Florida, USA, ACM Press, pp. 69-79
- **Maquil, Valerie** et al. [2009] *MR Tent: A Place For Co-Constructing Mixed Realities In Urban Planning*, *Graphics Interface 2009*, Kelowna, British Columbia, Canada, Vol. 324, pp. 211-214

- **Piga, Barbara E.A.** [2010] *La Simulazione Visiva per l'Urbanistica, Tecniche dello Sguardo per la Condivisione del Cambiamento*, PhD Thesis, Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura e Pianificazione DIAP
- **Pittaluga, Paola** [2001] *Progettare con il Territorio. Immagini Spaziali delle Società Locali e Pianificazione Comunicativa*, Milano, Franco Angeli
- **Portugali, Juval** [1999] *Self-Organization and the City*, Berlin, Springer
- **Portugali, Juval** [2005] *The Construction of Cognitive Maps*, Berlin, Springer
- **Portugali, Juval** [2006] *Complex Artificial Environments: Simulation, Cognition and Virtual Reality in the Study and Planning of Cities*, Berlin, Springer
- **Sareika, Markus e Schmalstieg, Dieter** [2007] “Urban Sketcher: Mixed Reality On Site For Urban Planning And Architecture” in *IEEE'07*, Nara, Japan, ACM Press, pp. 27-30
- **Sclavi, Marianella** [2000] *Arte di Ascoltare e Mondi Possibili*, Milano, Le Vespe
- **Sclavi, Marianella** [2002] *Avventure Urbane*, Milano, Eleuthera
- **Steinitz, Carl** [2006] *Padova e il Paesaggio: Scenari Futuri per il Parco roncajette e la Zona Industriale*, Saonara (Pd), Italia, Arti Grafiche Padovane
- **Susskind, Leonard e Cruikshank, John** [1987] *Breaking the Impasse. Consensual Approaches to Resolving Public Disputes*, Basic Book
- **Underkoffler, John S.** et al. [1998] “Illuminating Light: An Optical Design Tool With A Luminous-Tangible Interface” in *CHI '98: Making The Impossible Possible*, Los Angeles, CA USA, ACM Press, pp. 542-549

- **Underkoffler, John S.** et al. [1999] “Illuminating Light: A Casual Optics Workbench” in *CHI '99: The CHI Limit*, Pittsburgh, PA, USA, ACM Press, pp. 5-6
- **Uray, Peter** et al. [2006] “MRI: A Mixed Reality Interface For The Masses” in *Computer Graphics Proceedings (Siggraph '06)*, Boston, Ma, USA, ACM Press
- **Volli, Ugo** [1994] *Il Libro della Comunicazione*, Milano, Il Saggiatore, p. 34
- **Wagnerm, Ina** et al. [2009] “Supporting Community Engagement In The City: Urban Planning In The MR-Tent” in *Communities And Technologies*, University Park, PA, USA
- **Zeisel, John** [1981] *Inquiry by Design: Tools for Environment-Behaviour Research*, Monerey, CA, Brooks/Cole

### 7.3.1. SITOGRAFIA

- <http://www.anelessen.com/>
- <http://www.doverkohl.com/>
- <http://www.urbanventures.org/>
- <http://www.avventuraurbana.it/>
- <http://www.street-works.com/newhome.asp>
- <http://www.urban-advantage.com/>
- <http://www.simcenter.org/>



- <http://www.cubekc.org/index.html>
- <http://www.gsd.harvard.edu/people/faculty/steinitz/index.html>
- <http://www.crit.com/>
- <http://www.smartcommunities.ncat.org/>



## **8. INDICE DELLE IMMAGINI**



Figura 1 - I-phone: prodotto della Apple con le funzioni di telefono, calcolatrice, calendario, agenda, traduttore, video gioco, strumento musicale, lettore musicale, ricettario, browser di internet.....	11
Figura 2 - Pavimento tangibile nato dalle ricerche di Cooperstock sull'Ambiente Reattivo.....	12
Figura 3 - Interfaccia tangibile a parete.....	12
Figura 4 - Fotomontaggio del ex-quartiere Fiera Milano realizzato da degli studenti del Politecnico per l'Associazione "Vivi e Progetta un'Altra Milano".....	15
Figura 5 - Vista satellitare del continente europeo dotata dei confini di Stato aggiunti digitalmente.....	15
Figura 6 - Due operatori al lavoro ad un modello tridimensionale digitale visualizzato con un display montato sulla testa.....	16
Figura 7 - Visuale da un aereo da guerra arricchita da informazioni digitali sovrainpresse in tempo reale grazie all'AR.....	16
Figura 8 - Monitor palmare per la visualizzazione della realtà aumentata: Castello di Leopoldskron.....	17
Figura 9 - Render dell'area di progetto dell'ex-Fiera di Milano realizzato da CityLife, con come sfondo il reale contesto urbano .....	18

Figura 10 - Simulazione digitale proiettata su parete in scala reale con presenza di un osservatore reale che aiuta a percepire le dimensioni della proiezione .....	18
Figura 11 - Immagine della schermata di Windows PowerShell 1.0, su Windows Vista .....	20
Figura 12 - Finestra di un compilatore per il linguaggio HTML ancora oggi utilizzato dai tecnici per creare siti web .....	20
Figura 13 - Schermata del primo computer dotato di GUI, Alto (c.1974) .....	22
Figura 14 - Schermata di una delle ultime forme grafiche di un sistema operativo GUI, windows vista (2010).....	23
Figura 15 - Estratto dal video della prima dimostrazione di Ivan Sutherland del suo <i>Sketchpad</i> : si possono distinguere la penna grafica e i pulsanti, sulla destra. per impostare le funzioni della penna.....	23
Figura 16 - La prima Workstation progettata allo Xerox PARC nel 1973: da notare le dimensioni del computer sottostante.....	24
Figura 17 - Xerox 8010 Information System, commercializzato nel 1981: come si può notare si vedono solo monitor e tastiera, poichè l'hardware era composto da diverse workstation in serie.....	25
Figura 18 - Schermata del sistema grafico dello Xeroxc 8010 (1981).....	25

Figura 19 - Apple Lisa, primo computer operante come una GUI commercializzato nel 1983 .....	26
Figura 20 - Macintosh, secondo prodotto creato dalla Macintosh, primo commercializzato .....	26
Figura 21 - Amiga1000 sempre con interfaccia a colori. Da notare le dimensioni del computer .....	27
Figura 22 - Atari520T con interfaccia a colori .....	27
Figura 23 - Tipico gioco per bambini utilizzato per insegnare a riconoscere le lettere ed imparare a scrivere.....	28
Figura 24 - Breille .....	28
Figura 25 - I/O brush: interfaccia per dipingere .....	29
Figura 26 - Bricks inventati al MediaLab .....	29
Figura 27 - Tipico gioco dell'infanzia utilizzato per imparare a riconoscere forme e colori.....	33
Figura 28 - Regoli: strumento utilizzato alle scuole primarie per insegnare agli studenti a quantificare i numeri.....	34
Figura 29 - Rappresentazione di alcune delle funzioni eseguibili con i tokens: inserire, translare, ruotare.....	35

Figura 30 - Oggetto simbolo utilizzato per rappresentare i <i>Tangibile Bits</i> .....	36
Figura 31 - Metadesk .....	37
Figura 32 - transBOARD.....	37
Figura 33 - ambientROOM .....	37
Figura 34 - Immagine del tavolo su cui è posto il modello oggetto di discussione, su cui vengono proiettate le analisi dell'EDC.....	38
Figura 35 - Modello più piccolo di EDC.....	39
Figura 36 - BUIL-IT: da notare la presenza del monitor per visualizzare il modello digitale in tre dimensioni.....	40
Figura 37 - Piano verticale tangibile su cui è possibile interagire con le immagini proiettate grazie a semplici gesti .....	41
Figura 38 - Immagine di ragazzi utilizzando un famoso video gioco in commercio che riproduce nei giochi i movimenti effettuati dai giocatori nella realtà .....	41
Figura 39 - I/O brush: interfaccia che permette di dipingere su un monitor .....	42
Figura 40 - Pannello di controllo per elettrodomestici in una casa domotica.....	44
Figura 41 - Ivan Sutherland durante la sua presentazione di Sketchpad. Da notare le dimensioni dell'hardware .....	50



Figura 42 - Esempio della possibilità di clonare oggetti con Sketchpad .....	51
Figura 43 - La prima tastiera, dotata di mouse e pulsantiera .....	53
Figura 44 - Il primo mouse .....	54
Figura 45 - Pulsantiera cinque tasti ideata da Engelbart per velocizzare l'attivazione di funzioni.....	54
Figura 46 - Chris Schmandt nel video della prima dimostrazione di "Put-That-There" .....	56
Figura 47 - Due studenti del MIT durante il secondo video dimostrativo dell'interfaccia.....	56
Figura 48 - Foto panoramica dello strumento .....	58
Figura 49 - Immagine dal primo video di presentazione di "DigitalDesk" .....	59
Figura 50 - Dimostrazione della sensibilità dei tokens posti sulla superficie del Senseable .....	60
Figura 51 - Utilizzo di Sensetable per interagire con una mappa urbana.....	61
Figura 52 - Foto panoramica dell'apparecchiatura .....	62
Figura 53 - Dimostrazione dell'utilizzo di Illuminating Caly: il ricercatore del MediaLab modella il terreno basandosi sulle informazioni proiettate su di esso .....	62

Figura 54 - SandScape: studente del Media Lab che interagisce con il terreno del modello.....	64
Figura 55 - Ricercatore del Media Lab che utilizza SandScape per studiare alcuni modelli .....	65
Figura 56 - Presentazione della MR Interface. Da notare il modello della camera per interagire con il punto di vista.....	66
Figura 57 - Modello di edificio visualizzato con la MR <i>Interface</i> .....	67
Figura 58 - Dettaglio del monitor dell'immagine precedente: al centro l'area di lavoro ripresa dalla webcam e a destra i due utenti .....	68
Figura 59 - Prime sperimentazioni con la TeamWorkstation. Nella foto Hiroshi Ishii simula una lezione di ideogrammi. Si possono distinguere: il monitor dove visualizza il piano della sua scrivania e l'utente con cui comunica e la camera che riprende la scrivania .....	69
Figura 60 - Primo prototipo della ClearBoard. I due collaboratori condividono lo stesso spazio di lavoro, ma uno vede l'operato dell'altro capovolto .....	70
Figura 61 - Secondo prototipo della ClearBoard: la lavagna trasparente è stata sostituita con un monitor in cui è possibile scrivere e ribaltare l'immagine.....	71

Figura 62 - Terzo prototipo: la parte hardware è stata migliorata, lo spazio di lavoro è maggiore e la risoluzione migliore .....	71
Figura 63 - Immagine dal video dimostrativo dell'Augmented Surface; i due operatori condividono lo spazio di lavoro del tavolo e dello schermo a parete, muovendo gli oggetti digitali dai loro portatili agli spazi condivisi .....	73
Figura 64 - Particolare di uno degli strumenti utilizzati per visualizzare le immagini digitali bidimensionali sul tavolo, nel formato tridimensionale proiettato sulla parete. Da notare il simbolo posto sul modello della camera per permettere alla camera posta sul soffitto di riconoscere l'oggetto. ....	74
Figura 65 - Panoramica dell'URP: si possono distinguere i volumi wireframe di alcuni edifici, le bacchette utilizzate per modificare i materiali, le ombre proiettate e le particelle utilizzate per visualizzare l'andamento del vento .....	75
Figura 66 - Schema illustrativo: raggio luminoso di una lampadina, che permette solo di proiettare, a confronto con l'I/O bulb che proietta le immagini e, grazie alla camera posta al suo interno, riprende cosa accade .....	76
Figura 67 - Primo prototipo di I/O bulb .....	77
Figura 68 - Panoramica del LPT: sul tavolo sono disposte mappe e modelli, l'I/O bulb sospeso proietta sul tavolo e riprende la scena per analizzarla, un'altro proiettore proietta sulla parete la scena tridimensionale digitale del modello .....	79

Figura 69 - LPT: proiezione di un'ortofoto sul piano del tavolo per agevolare i lavori .....	80
Figura 70 - Immagini tratte dal video dimostrativo di Infractables che ne illustra le diverse funzioni: Penna per disegnare direttamente sulla superficie dell'interfaccia.....	81
Figura 71 - Righello che permette di misurare gli oggetti digitali con una scala reale e di ingrandire e rimpicciolire l'immagine proiettata.....	82
Figura 72 - Block notes utile per prendere appunti mentre si sta lavorando .....	82
Figura 73 - ColorTable: dettaglio di una mappa su cui sono stati disposti i diversi oggetti raffiguranti volumi e flussi.....	83
Figura 74 - ColorTable: dettaglio di una mappa su cui sono stati disposti i diversi oggetti raffiguranti volumi e flussi.....	84
Figura 75 - Simulazione effettuata con l'URP di analisi delle ombre. Da notare sulla destra lo strumento per interagire con l'orario solare.....	89
Figura 76 - Simulazione effettuata con l'URP per analizzare l'impatto della riflettanza alle 3p.m. nel caso in cui l'edificio fosse fatto in vetro. La bacchetta al centro dell'immagine è lo strumento che permette di interagire con il materiale.....	90

Figura 77 - Strumento per misurare le distanze tra gli oggetti posti sul piano dell'URP. Una volta attivata la misurazione rimane proiettata sul piano fino a comando contrario e viene aggiornata automaticamente se gli oggetti vengono spostati.....	91
Figura 78 - Simulazione effettuata con l'URP di analisi del vento.....	92
Figura 79 - Immagine di una lezione tenuta presso il MIT nel 2001 utilizzando il LPT .....	94
Figura 80 - Modello <i>wire-frame</i> utilizzato con i primi modelli del LPT .....	95
Figura 81 - Telecamera utilizzata con il LPT per riprendere punti di vista in soggettiva del modello tridimensionale.....	96
Figura 82 - Vista dall'esterno della MR-Tent .....	97
Figura 83 - Fotografia scattata all'interno della MR-Tent in cui è possibile distinguere il ColorTable al centro, UrbanSketcher, la proiezione sulla destra e la visuale ripresa con l'AR-scouting all'esterno, nella proiezione a sinistra.....	97
Figura 84 - Dettaglio dello strumento Urban Sketcher .....	98
Figura 85 - Dettaglio del ColorTable: è possibile distinguere la mappa del sito proiettata sul tavolo e i <i>tokens</i> utilizzati per interagire con il modello digitale tridimensionale .....	99
Figura 86 - Dettaglio dell'AR-Scouting.....	100

Figura 87 - Schema illustrativo del primo passaggio per creare un tavolo tangibile: i “Software” .....	103
Figura 88 - Esempi di Fiducial Marker .....	104
Figura 89 - Fotografia dei fiducial markee utilizzati al Laboratorio di Simulazione Urbana per utilizzare il Software ReacTIVision .....	105
Figura 90 - Esempio di utilizzo di un <i>fiducial marker</i> con ReacTIVision: il simbolo viene ripreso, mostrato nel monitor ed associato ad un ID automaticamente .....	106
Figura 91 - Esempio di utilizzo di un <i>fiducial marker</i> con il software processing: muovendo il <i>fiducial marker</i> sul tavolo si muove il quadrato associato ad esso, mostrato sul monitor nella finestra a sinistra .....	106
Figura 92 - Schema illustrativo del secondo passaggio per creare un tavolo tangibile: il “Tavolo Tangibile” .....	108
Figura 93 - Foto scattate durante la costruzione del primo prototipo: dalla preparazione della scatola ai test al computer con il software reacTIVision e i <i>fiducial marker</i> .....	110
Figura 94 - Foto scattate durante la costruzione del secondo prototipo: utilizzando i <i>fiducial marker</i> sopra citati, è stata creata la superficie sovrapponendo al proiettore una lastra di plexiglass e un foglio di carta da lucido. Nell’immagine centrale si può vedere un	

collaboratore del Laboratorio di Simulazione Urbana che ne testa la sensibilità e le funzionalità.....	112
Figura 95 - Tavolo da Pool digitale: il software analizza la posizione della stecca e l'intensità del tiro, interagendo sulle palle proiettate.....	115
Figura 96 - Immagine dal video promozionale di un nuovo videogioco che permette agli utenti di interagire con un pupazzo virtuale .....	115
Figura 97 - Schema illustrativo del terzo passaggio per creare un tavolo tangibile: il "Touch Screen" .....	116
Figura 98 - Test con led a infrarossi su una lastra di plexiglass: i polpastrelli appoggiati sulla superficie interrompono il fascio luminoso dei led e lo riflettono .....	117
Figura 99 - Foto scattate durante l'implementazione del secondo prototipo per renderlo touch screen: ponendo dei led ad infrarossi lungo i bordi del plexiglass è stato possibile permettere alla webcam posta sotto al plexiglass di leggere le impronte delle dita poste sopra al tavolo; il software in automatico ne individua la posizione e rende possibile interagire con le immagini proiettate senza bisogno di ricorrere ad altre periferiche .....	118
Figura 100 - Terzo prototipo del Tavolo Luminoso del Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano: il tavolo <i>touch-screen</i> .....	119
Figura 101 - Fotografia scattata al Laboratorio di Simulazione Urbana del Politecnico di Milano .....	122

Figura 102 - Il Tavolo Luminoso: test simulazione delle ombre del progetto delle Varesine a Garibaldi-Repubblica .....	125
Figura 103 - Princeton, New Jersey.....	148
Figura 104 – Elaborazione fotografica di Dover, Kohl & Parteners: Boulder, Colorado: riqualifica di un luogo “morto” .....	150
Figura 105 - Elaborazione Fotografica creata dallo studio di Ron Morgan: Centro di Durham, North Carolina .....	151
Figura 106 - Pittsburgh, tra la quinta e la Forbes: stato di fatto. fotomontaggio di giorno, fotomontaggio di notte.....	153
Figura 107 - Immagine dal database di Urban Advantage .....	154
Figura 108 - Serie di fotomontaggi elaborati da Urban Advantage .....	155
Figura 109 - Fox Theater stato di fatto, fotomontaggio arredo urbano, fotomontaggio flussi.....	156
Figura 110 - Quartiere di centro città nel South Bronx: vista panoramica del modello digitale.....	159
Figura 111 - Quartiere di centro città nel South Bronx: dettaglio di un edificio .....	159
Figura 112 - Immagine del database creato dall’Environmental Simulation Center	160
Figura 113 - Plymouth East Middle School Builds Green City.....	161



Figura 114 - Camp Pendleton: preferenze visive del 1990.....	163
Figura 115 - Camp Pendleton: dislivelli in percentuali .....	163
Figura 116 - Camp Pendleton: edifici extraurbani.....	164
Figura 117 - INDEX: mappa mix destinazioni d'uso del territorio.....	164
Figura 118 - INDEX: mappa prossimità delle residenze alle fermate dei mezzi pubblici su ruota.....	165
Figura 119 - INDEX: mappapercorsi pedonali più sicuri.....	165
Figura 120 - Foto scattata durante un processo partecipato guidato da Thomas Horan.....	166
Figura 121 - Immagine del secondo tipo di modelli fisici utilizzati con il LPT .....	168
Figura 122 - Modello wireframe utilizzato inizialmente con il LPT .....	168
Figura 123 - Immagine del secondo tipo di modelli fisici utilizzati con il LPT durante una simulazione delle ombre. I modelli sono creati sovrapponendo diversi strati per dare il senso dell'altezza degli edifici marcando il numero di piani .....	169
Figura 124 - Modello wireframe con mappa proiettata. Da notare la rappresentazione del traffico.....	170
Figura 125 - Simulazione delle ombre su un'immagine bidimensionale proiettata sul LPT .....	170

Figura 126 - Vista esterna della MR-Tent.....	172
Figura 127 - ColorTable: Proiezione della mappa del sito oggetto di studio, su cui sono stati posizionati alcuni <i>tokens</i> .....	173
Figura 128 - Fotografia del kit di <i>tokens</i> in dotazione con il ColorTable da cui i partecipanti al processo possono attingere, scegliendo forme e colori per meglio ricordare gli oggetti tangibili e il relativo oggetto digitale associato .....	173
Figura 129 - Dettaglio del database fornito con il ColorTable da cui i partecipanti al processo possono selezionare gli oggetti virtuali da associare ai <i>tokens</i> .....	174
Figura 130 - Vista in soggettiva del modello digitale tridimensionale realizzato interagendo con il ColorTable.....	175

## 9. APPENDICE



<b>TAVOLO LUMINOSO Prototipo</b>	
<b>COSA PERMETTE DI FARE</b>	<p>Piano su cui vengono appoggiati dei simboli (fiducial), che vengono letti dalla webcam, elaborati dal pc (software da sviluppare) e sul monitor si vede in tempo reale il risultato dell'elaborazione de pc.</p> <p>Comunemente è utilizzato per creare interazioni tra suoni differenti, associando ad ogni simbolo un suono.</p> <p>Noi vorremmo utilizzarlo per sviluppare delle semplici dimostrazioni sfruttando la tecnologia della realtà aumentata, la quale lega il fiducial ad oggetti creati virtualmente. (ARmedia)</p>
<b>PROBLEMI TECNICI</b>	Sviluppo del software
<b>MATERIALI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiale per la struttura (cartone, legno, alluminio o pvc + viti, chiodi o colla)</li> <li>• Carta da lucido trasparente o acrilico</li> <li>• Webcam</li> </ul>
<b>SOFTWARE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Reactivation" (freeware)</li> <li>• "TUIO" (freeware)</li> <li>• "Processing" o "Pure Data" (freeware)</li> </ul>
<b>COSTI MATERIALE</b>	0 €
<b>TEMPI PREVISTI</b>	180 h
<b>DEAD LINE</b>	Fine Maggio

TAVOLO LUMINOSO	TOUCH SCREEN
<p>Tavolo luminoso 1 di dimensioni maggiori che permette di proiettare direttamente l'elaborazione del software sulla superficie su cui vengono posizionati i fiducial.                      Si possono inoltre proiettare carte digitali o, se il proiettore viene installato sopra al tavolo e non viene retroproiettato, si possono appoggiare sul tavolo cartografie cartacee su cui si possono proiettare elaborazioni digitali.</p>	<p>Tavolo luminoso 2 su cui è possibile interagire in tempo reale con gli oggetti proiettati, spostandoli, ingrandendo o rimpicciolendo l'immagine, con un software adeguato si può anche disegnare in tempo reale.</p>
<p>Sovrapposizione corretta della visuale della webcam e con la proiezione del proiettore</p>	<p>Capire quale materiale è meglio utilizzare come guarnizione per le dita, la confezione minima di ELASTOSIL® M 4641 è di 20kg (a noi basterebbe 1kg) e costa 20euro al chilo. Elaborazione avanzata del software</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiale per la struttura (legno, alluminio o pvc + viti, chiodi o colla)</li> <li>• Carta da lucido trasparente o acrilico</li> <li>• Webcam</li> <li>• Proiettore</li> <li>• Specchio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viti</li> <li>• Carta da lucido trasparente</li> <li>• Materiale per la cornice</li> <li>• Materiale per la struttura (legno, alluminio o pvc + viti, chiodi o colla)</li> <li>• Silicone liquido a base di gomma + ELASTOSIL® M 4641</li> <li>• Acrilico (plexiglas)</li> <li>• Cavo elettrico</li> <li>• IR-LED</li> <li>• 2 Alimentatori 16V</li> <li>• Webcam che vede gli infrarossi o da modificare (Negativi fotografici 3 strati)</li> <li>• Proiettore (si può usare anche un monitor)</li> <li>• Specchio</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Reactivision" (freeware)</li> <li>• "TUIO" (freeware)</li> <li>• "Processing" o "Pure Data" (freeware)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Reactivision" (freeware)</li> <li>• "TUIO" (freeware)</li> <li>• "Processing" o "Pure Data" (freeware)</li> </ul>
<p>30 €</p>	<p>120 € + <i>elastasil</i> + eventuali software da definire</p>
<p>20 h</p>	<p>100 h</p>
<p>Fine Maggio</p>	<p>?</p>