

## ***The Rey León project: sviluppo di un sistema di Realtà Aumentata per l'intrattenimento infantile tramite interfacce tangibili.***

**Maria Raffaella Canu**  
*raffaela.canu@gmail.com*

Obiettivo principale del progetto Rey León è quello di dimostrare, tramite un'interpretazione dei risultati ricavati da test sperimentali, come un'esperienza narrativa e di apprendimento possa risultare più efficace se condotta con l'ausilio di un sistema in cui si trovino combinate tecniche di Realtà Aumentata e modalità tattili di interazione.

Con questa finalità, è stato progettato un sistema complesso che permette la visualizzazione di una storia per bambini in un contesto "aumentato". L'esperienza non è vissuta passivamente: a tale proposito interfacce tattili sono state realizzate, in modo da mettere il bambino nelle condizioni di manipolare la storia a proprio piacimento effettuando delle scelte.

Una panoramica dello stato dell'arte ha consentito di definire in maniera chiara l'ambito di azione sia per quel che riguarda la Realtà Aumentata, sia per quanto concerne le speculazioni teoriche sulle modalità di interazione.

La Realtà Aumentata consiste in una sovrapposizione di elementi sintetici (grafica 3D, video, testo) in un contesto reale. Aggregati informativi vengono utilizzati a corredo di quanto avviene in tempo reale sullo spazio fisico.



Figura 1: *Esempio di Realtà Aumentata - La teiera sintetica viene sovrapposta a riprese della realtà*

Diverse applicazioni della Realtà Aumentata si basano sul riconoscimento automatico di immagini come input per il caricamento di informazioni sintetiche. In letteratura sono presenti librerie in diversi linguaggi di programmazione realizzate con questo obiettivo. La scelta progettuale è caduta sulle librerie OsgART, scritte in C++, che a partire da semplici *marker* cartacei come quello in Figura 2, supportano il caricamento di diversi tipi di contenuto informativo.



Figura 2: *Esempio di Fiducial Marker - Una volta riconosciuto un marker, è possibile caricare elementi informativi*

L'altro spazio di interesse, su cui si è lavorato durante la fase di ricerca, è occupato dalle varie teorie sull'interazione. La teoria sulle interfacce tangibili (*TUI – Tangible User Interface*), in contrapposizione alle interfacce grafiche (*GUI – Graphical User Interface*) caratteristiche delle applicazioni informatiche, costituisce un saldo punto di riferimento per l'ambito educativo in cui il presente lavoro si colloca. La realizzazione di uno strato di interazione basato su questo modello è stata frutto di ulteriori scelte progettuali che hanno portato alla definizione di un cubo apribile come strumento di utilizzo dell'applicazione.

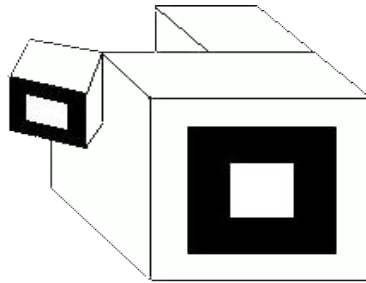


Figura 3: Prototipo di interfaccia tangibile – *Cubo apribile*

Il contenuto reso disponibile per la visualizzazione è il terzo oggetto considerato durante la stesura del progetto. Si è deciso di utilizzare un tradizionale modello di intrattenimento per l'infanzia: il cartone animato. Il fatto che il formato video fosse tra quelli supportati dalla tecnologia adottata è stato decisivo nella scelta di questo tipo di contenuto. C'è stata l'occasione dunque di confrontare l'abituale condizione di spettatore in cui si trova il bambino con un'esperienza radicalmente diversa, costituita dalla fruizione della storia in un contesto aumentato. Un'ulteriore comparazione è stata resa possibile da questa scelta progettuale: finora applicazioni considerate affini rispetto a quella qui presentata si sono occupate di contenuti diversi da quelli con cui un bambino ha a che fare comunemente. L'applicazione di riferimento del presente progetto, ad esempio, forniva un contenuto 3D integrato a un'interfaccia che si poneva come metafora dell'oggetto libro. Nel caso qui considerato, l'uso di materiale video ha permesso lo sviluppo di un'altra metafora che richiama gli oggetti libro-gioco e schermo. È stato dunque possibile confrontare l'efficacia dell'applicazione realizzata con quelle appartenenti allo stesso dominio e più in particolare con l'applicazione di riferimento.

Dai tre elementi considerati durante la prima fase di studio dello stato dell'arte si sono ricavati gli obiettivi generali del progetto. Si è dunque arrivati alla progettazione di un sistema integrato che coniugasse le esigenze poste in evidenza dagli strumenti tecnici, dalle modalità di interazione e dal contenuto richiesti.

Utilizzando il riconoscimento automatico di immagini, effettuato tramite una webcam e degli appositi *marker* cartacei, si è resa disponibile una sequenza di scene video la cui riproduzione viene attivata selezionando un certo *marker*. Quando l'applicazione rileva la presenza di un *marker* nell'intorno, lo sostituisce in tempo reale con il contenuto sintetico costituito dalle scene video.

La fruizione della narrazione è resa possibile dall'uso di un dispositivo di tipo Head Mounted, composto da un casco esterno, un display bi-oculare a cristalli liquidi e un sistema audio, e una webcam integrata per il riconoscimento dei *marker* e la contestuale registrazione dell'intorno reale.

La necessità di ottenere un prodotto complesso e fortemente integrato è alla base di un processo di sviluppo in cui i tre elementi caratterizzanti l'applicazione si influenzano vicendevolmente in ogni scelta progettuale.

La struttura della storia è del tipo "a bivi", consente cioè al bambino di costruire la propria storia preferita sulla base di scelte fra due opzioni. Questo è un forte elemento di coinvolgimento e ha un doppio impatto sul flusso progettuale: da una parte l'elaborazione del contenuto video è stata caratterizzata da un adattamento di un cartone animato esistente (*Il Re Leone* della Disney) in modo che esistesse la possibilità di procedere in un senso piuttosto che in un altro, e dall'altra si è dovuta elaborare un'interfaccia che consentisse di operare fisicamente la scelta della scena successiva.

Per quanto riguarda l'editing video è stato necessario un montaggio delle scene tale da permettere la sospensione della narrazione in determinati punti di bivio e la ripresa secondo due cammini diversi. Per cui, mentre alcune scene originali andavano semplicemente tagliate e ridoppiate, altre andavano create in modo che assumessero un senso opposto rispetto a quello che avevano nella realtà. Per ottenere questi effetti sono stati utilizzati strumenti di editing liberamente reperibili su repository open-source.

L'elaborazione dell'interfaccia ha tenuto in conto fattori ergonomici e cognitivi, oltre che vincoli tecnici posti dalla tecnologia software utilizzata e dalla struttura a bivi del contenuto.

In primo luogo, lo strato di interazione doveva essere manipolabile da un bambino, per cui peso e dimensioni dovevano essere calibrati accuratamente. La natura dell'applicazione e la struttura binaria della storia implicano l'utilizzo di un *marker* per la visualizzazione e di due per la selezione delle scene.

Inoltre, le tecniche di riconoscimento di *fiducial marker* utilizzate impongono l'assenza di ambiguità nei simboli da riconoscere: il *marker* usato per la visualizzazione deve essere l'unico presente sulla scena durante la riproduzione dei filmati. Si è resa necessaria dunque l'elaborazione di un'interfaccia in grado di nascondere i *marker* di selezione durante questo intervallo di tempo.

Lo sviluppo effettivo dell'applicazione software ha avuto come principio uno studio approfondito delle librerie OsgART e di tutti gli strumenti ad esse associati.

Queste librerie, scritte in C++, poggiano sulle capacità di calibrazione e riconoscimento di pattern reso possibile dalle librerie ARToolKit. La scelta di questi strumenti software è stata guidata dalla necessità di avere a disposizione uno strumento che garantisse un tracciamento in tempo reale dell'intorno e che supportasse la riproduzione di contenuti video.

Inizialmente è stata vagliata la possibilità di usare direttamente ARToolKit ma il fatto che non supportasse l'uso di texture video si è rivelato un fattore limitante per gli obiettivi del progetto. Si è perciò deciso di affidarsi a una struttura software più complessa.

OsgART si basa sulla cosiddetta programmazione Scene Graph. Uno *scene graph* consiste in una struttura ad albero che organizza i dati in modo da favorire un rendering efficiente.

La cima della gerarchia è occupata da un nodo radice che ha come figli dei nodi che singolarmente si occupano della modellazione e dell'arrangiamento spaziale. Le foglie dell'albero rappresentano gli oggetti effettivamente presenti sulla scena.

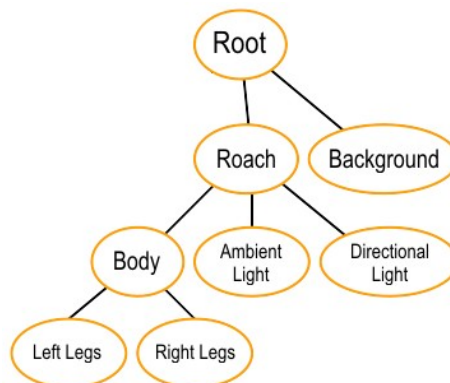


Figura 4: Scenegraph - Esempio

Open Scene Graph (OSG) interpreta il lato Open Source della programmazione Scene Graph, fornisce un affidabile supporto al rendering e si basa su OpenGL, primo strato di comunicazione software fra le applicazioni e la scheda grafica. L'uso delle librerie a basso livello OpenGL, garantisce la portabilità dell'applicazione finale su tutte le piattaforme software.

L'utilizzo di OSG nell'ambito applicativo della Realtà Aumentata, ha portato allo sviluppo delle librerie osgART. Nel caso del lavoro qui presentato, specifiche funzioni sono state riutilizzate e ne sono state scritte di nuove, in modo da ricordare quanto garantito dal supporto software prestato con gli obiettivi specifici dell'applicazione.

A seconda del tipo di scena che si intende riprodurre durante l'esperienza, il sistema si comporta diversamente. Se la scena è di semplice transizione, il flusso di esecuzione porta alla scena successiva. Se la scena è fra quelle cosiddette "di selezione", il sistema attende un input dell'utente e a seconda di questo "sceglie" la prossima scena da riprodurre. L'input richiesto è l'esibizione di un certo *marker*, fra quelli precedentemente catalogati in un apposito database xml.

Questo flusso ad albero è stato facilmente associato all'uso di uno *scene graph*, in cui i nodi foglia sono le scene video, via via rimosse e sostituite da quelle riprodotte in seguito.

L'integrazione degli elementi tecnico, informativo e interattivo ha avuto luogo al termine dello sviluppo software e ha avuto il suo momento finale nella realizzazione delle interfacce fisiche.

Con la finalità di ottenere punti di confronto durante la fase di testing, per misurare l'efficacia dell'applicazione nel suo insieme, diverse interfacce sono state assemblate.

Quella principale, oggetto della sperimentazione, è costituita da un cubo del peso di cinquanta grammi con uno spigolo di otto centimetri, dotata di una parte posteriore apribile costituita da due piccoli cubi ruotabili. Sulla faccia anteriore e sulle due facce dei cubi piccoli sono stati incollati dei *marker* diversi fra loro. In questo modo è possibile per il bambino visualizzare le singole scene sulla parte anteriore ed effettuare le selezioni aprendo uno a scelta fra i due selettori posteriori, nascosti alla vista durante la riproduzione dei singoli video.



Figura 5: Test - Utilizzo dell'interfaccia principale

Le interfacce usate come termini di confronto mantengono le caratteristiche ergonomiche (peso e dimensioni) e funzionali (*marker* di selezione nascosti durante la visualizzazione) della principale. La differenza significativa sta nel fatto che con queste interfacce è possibile effettuare le scelte, mentre la visualizzazione ha luogo su un altro oggetto posto nell'intorno ma comunque non integrato. Le due interfacce alternative inoltre differiscono fra loro per la modalità di apertura per il riconoscimento del *marker* (interna o esterna). Con questo è stato possibile verificare l'impatto dei fattori ergonomici sull'esperienza complessiva.



Figura 6: Test – Utilizzo delle interfacce di confronto

L'interfaccia infatti, è stato uno dei punti analizzati durante le sessioni di test. Queste hanno avuto luogo in un intervallo di tempo di circa un mese, e hanno avuto come protagonisti 44 bambini fra i sei e gli otto anni. Sono stati creati due gruppi, ognuno dei quali ha vissuto un'esperienza diversa declinata a sua volta in due modalità.

	Display Mode	HMD Mode
GROUP 1	Keyboard	Cube
GROUP 2	Selector 1	Selector 2

Figura 7: Test – Organizzazione delle Sessioni

Il primo gruppo ha sperimentato l'uso dell'applicazione facendo un confronto fra la visione "aumentata" della storia (usando dunque il casco HMD) associata all'uso del cubo principale e la visione canonica della storia (tramite lo schermo del computer) associata a una selezione delle scene tramite tastiera. Il secondo gruppo ha utilizzato il sistema prima con il casco e poi con il display del PC associando le esperienze alla selezione tramite le due interfacce tattili ad apertura differenziata. Al termine delle prove, ogni bambino ha risposto ad una serie di domande che prevedevano la selezione della risposta indicante il gradimento tramite scala di Likert. Il bambino doveva perciò indicare un grado di apprezzamento, o di concordanza con ciò che veniva affermato, scegliendo fra cinque opzioni.

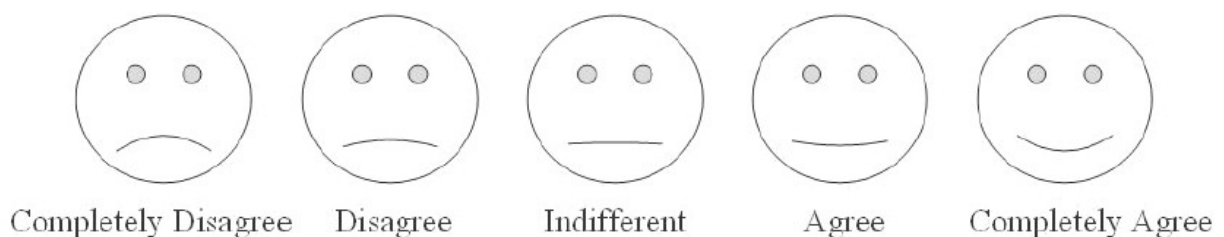


Figura 8: Test – Scala di Soddisfazione di Likert

Sono state fatte quattro ipotesi principali. Prima di tutto è stato ipotizzato che l'uso del cubo integrato (selettore più visualizzatore) avrebbe avuto un impatto maggiore di quanto potesse succedere utilizzando il semplice schermo del computer associato alla selezione tramite tastiera.

In secondo luogo, è stato considerato l'ordine di esposizione: il casco HMD associato al cubo avrebbe reso l'esperienza più coinvolgente se utilizzato prima che avesse luogo la visualizzazione alternativa.

La terza ipotesi riguarda invece più strettamente le interfacce. Si è ipotizzato che l'interfaccia integrata avrebbe avuto un impatto maggiore sull'esperienza rispetto all'uso dei selettori separati rispetto al luogo di riproduzione video.

La quarta ipotesi riguarda invece i selettori nello specifico: il selettore associato all'esperienza "aumentata" sarebbe stato preferito dai bambini. La peculiarità della Realtà Aumentata avrebbe guidato la scelta.

Un'analisi delle variabili utilizzate per avere le stime, portata avanti tramite il test di Student, ha portato ad alcune conclusioni sull'efficacia del sistema realizzato: in primo luogo, l'uso del casco e l'interazione tattile sono stati nettamente preferiti dai bambini, che hanno rilevato una netta differenza fra le due modalità di fruizione.

	<b>Global Mean</b>
<b>HMD</b>	4,69
<b>Display</b>	4,41
<b>Stat t</b>	2,45
<b>Critical t (two leaves)</b>	±1,97

Figura 9: Risultati - *Ipotesi 1: Modalità di esposizione*

L'ordine in cui le due esperienze sono state vissute ha avuto un suo impatto: i bambini hanno nettamente preferito l'uso del casco quando questo è stato proposto come prima attività, mentre l'ordine opposto ha fatto ottenere a entrambe le modalità di fruizione lo stesso indice di gradimento. Ciò a dimostrazione di un fatto importante: l'utente con cui si aveva a che fare è un utente speciale. I bambini non percepiscono le barriere che un'interfaccia pone rispetto all'utilizzo di un qualunque artefatto. Inoltre si tratta di utenti esigenti: perché la loro attenzione venga attratta in modo particolare deve essere offerta loro un'esperienza superiore rispetto alle loro abituali attività.

HMD-> Display	<b>Global Mean</b>
<b>HMD</b>	4,56
<b>Display</b>	4,08
<b>Stat t</b>	3,41
<b>Critical t (two leaves)</b>	±1,98

Display -> HMD	<b>Global Mean</b>
<b>HMD</b>	4,56
<b>Display</b>	4,56
<b>Stat t</b>	0
<b>Critical t (two leaves)</b>	±1,97

Figura 10: Risultati - *Ipotesi 2: Ordine di esposizione*

Un'altra conferma dell'indifferenza rispetto alle barriere poste dalle modalità di interazione viene dai test mirati a verificare la terza ipotesi. In generale i bambini hanno preferito l'interazione tramite il cubo, ma non hanno rilevato niente di strano nell'utilizzo della tastiera come strumento di selezione.

	<b>GI Mean</b>
<b>All-in-one Cube</b>	4,77
<b>Keyboard</b>	4,41
<b>Stat t</b>	1,4
<b>Critical t (two leaves)</b>	±2,04

Figura 11: Risultati - *Ipotesi 3: Tipo di Interfaccia*

La quarta ipotesi non è stata confermata: il selettore non è stato scelto sulla base della sua associazione con l'uso del casco. Si è potuto affermare dunque che l'uso di interfacce tangibili ha un significato indipendente dalla sua associazione a contesti "anomali" rispetto alle esperienze di vita quotidiana di un bambino.

	<b>Global Mean</b>
<b>Selector 1 - HMD</b>	3,72
<b>Selector 2 – Display</b>	4,00
<b>Stat t</b>	-0,62
<b>Critical t (two leaves)</b>	±2,02

Figura 12: Risultati – *Ipotesi 4: Istanza del tipo di Interfaccia*

L'osservazione del fatto che, sotto qualunque forma, il sistema sia stato gradito in maniera netta da parte dei bambini (sono state pochissime le risposte con indice di gradimento inferiore a quattro), porta a concludere che l'uso di interfacce tangibili ad integrazione di un contesto aumentato rende l'esperienza particolarmente ricca e coinvolgente. La sola Realtà Aumentata rappresenta di per sé un'occasione di arricchimento in determinati contesti. Quando integrata con modalità di interazione diretta raggiunge risultati ancora più rilevanti. Il punto di interesse maggiore, però, consiste nella considerazione della singola interfaccia tangibile: il suo utilizzo ha successo anche indipendentemente dall'associazione ad un contesto aumentato.