



Webinar

Educazione e formazione con la realtà virtuale ed aumentata

Premio "Formazione Innovativa" Fondazione AiFOS-UniMi

30 novembre 2022
dalle 16.00 alle 17.00

Relatore:
Manuel Pezzera

Realtà Virtuale ed Aumentata: gli inizi

- Nonostante possano sembrare concetti molto recenti, **Realtà Virtuale** (VR) e **Realtà Aumentata** (AR) hanno cominciato a diffondersi a partire dagli anni '60 e la loro definizione è cambiata nel corso degli anni.
 - All'epoca erano dispositivi primordiali, molto diversi da quelli a cui siamo abituati oggi.
 - La capacità di calcolo di allora non era certo sufficiente per poter sviluppare dispositivi commercializzabili per il mondo consumer.
 - Gli elevati costi hanno fatto sì che VR e AR fossero escluse dall'ambito educativo e limitate ad ambiti più specifici come quello militare o di ricerca.
- Negli ultimi anni, grazie al continuo miglioramento della capacità di calcolo dei computer, sono stati creati nuovi tipi di dispositivi sempre più piccoli e portatili. Tra questi, i dispositivi di VR e AR sono sempre più conosciuti e popolari tra il grande pubblico.

Realtà Virtuale ed Aumentata: oggi

- Solo dal 2010 in poi si inizia a vedere la prima e reale diffusione di queste tecnologie.
- Tuttavia, ad oggi, sebbene diversi dispositivi di questo tipo siano disponibili sul mercato, rimangono ancora prodotti di nicchia, spesso a causa del loro costo e/o di un numero ridotto di applicazioni disponibili. La tendenza è comunque in netto miglioramento.
- VR e AR, in un certo senso, possono quasi essere viste come concetti opposti.
 - VR: immersione completa nel mondo virtuale perdendo ogni contatto con il mondo reale.
 - AR: l'utente continua ad interagire con il mondo reale, al quale vengono aggiunti elementi virtuali come modelli 3D, animazioni e video.
- Il concetto di AR si è evoluto nel tempo rispetto al suo significato originale, per questo ora spesso prende anche il nome di **Realtà Mista** (Mixed Reality - MR).

Realtà Virtuale ed Aumentata: i dispositivi



Meta Quest 2



Meta Quest Pro



HP Reverb g2



Valve Index



Microsoft HoloLens 2



Nreal Light



Lenovo ThinkReality A3



Magic Leap 2

VR & AR: Vantaggi

- Il processo formativo (sia in età scolare che adulta) può essere talvolta noioso, poco interessante, costoso o addirittura pericoloso in alcuni casi.
- Si pensi alle esercitazioni pratiche, dove può essere necessario raggiungere un buon livello di realismo al fine di ottenere un'esperienza il più possibile simile a quella reale.
 - Questo potrebbe includere anche la presenza di fattori pericolosi (si pensi ad un laboratorio di chimica).
 - Alcune esperienze potrebbero essere quindi troppo costose e/o pericolose per essere svolte.
- VR & AR possono aiutarci a risolvere questo problema.

VR & AR: Vantaggi

- Tecnologie VR e AR possono permettere, da un lato, di mostrare attraverso contenuti multimediali, come modelli 3D, immagini e video, contenuti complessi e facilitarne la comprensione rispetto al libro tradizionale.
- Dall'altro, possono simulare laboratori o esperienze pratiche in totale sicurezza, senza la necessità di aver a disposizione particolari risorse o tutor.
- Gli studenti possono quindi esplorare liberamente e fare esperimenti autonomamente senza il rischio di esporsi a situazioni pericolose.
 - Sono totalmente liberi di muoversi come preferiscono, avendo la possibilità di fare cose che non potrebbero fare nella realtà.
 - Vivono in prima persona esperimenti, luoghi, avvenimenti, senza limitarsi a vederli dall'esterno.
 - Toccano con mano ciò che potrebbero solo vedere.
- Svariati studi hanno dimostrato che queste tecnologie sono ottimi strumenti di supporto comparati ai metodi di studio tradizionali e possono migliorare l'apprendimento da parte degli studenti.

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

- VR e AR possono essere di fondamentale importanza anche nell'ambito di salute e sicurezza sul lavoro, fornendo ai lavoratori uno strumento economico e sicuro da utilizzare, come un visore, che permette loro di imparare le procedure e le operazioni necessarie per svolgere al meglio il loro lavoro in tutta sicurezza.
- In letteratura sono stati presentati svariati lavori sviluppati in diversi ambiti lavorativi che hanno dimostrato come queste tecnologie possano essere delle valide alternative agli strumenti «tradizionali».

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

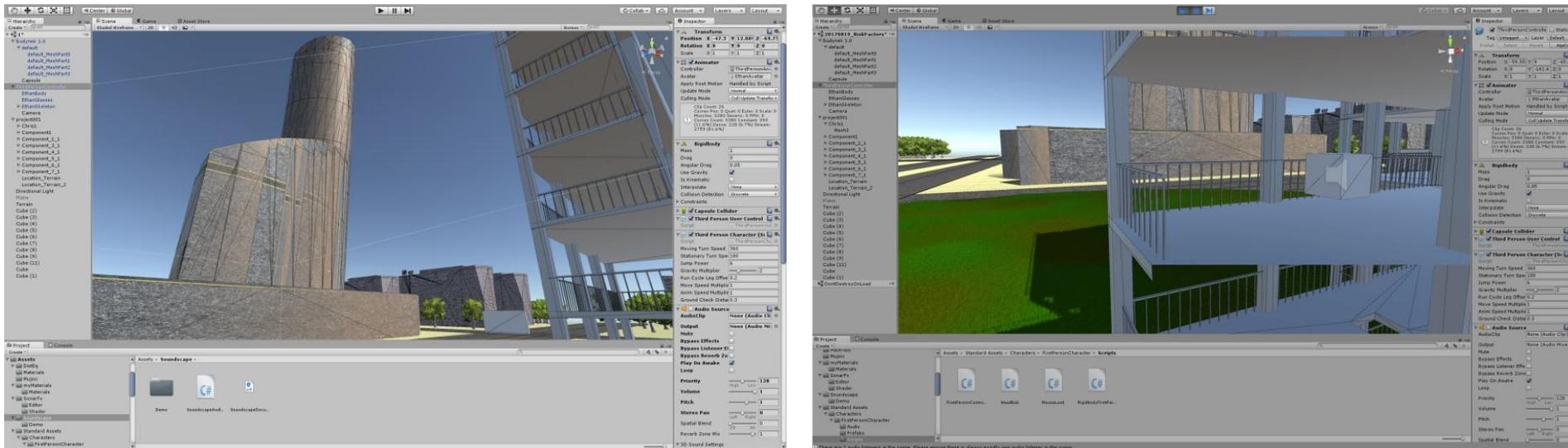
- [1] permette di simulare diverse situazioni reali in cui ci sono potenziali pericoli. Ai partecipanti viene chiesto di muoversi nell'ambiente e segnalare ogni possibile pericolo. A fine simulazione viene poi mostrato quanti pericoli sono stati correttamente identificati e quanti no.
- Tra gli scenari sviluppati, vi sono scenari generici, non applicati ad un particolare lavoro, come ad esempio un incidente stradale o una rapina, oppure scenari ristretti a determinati ambiti, come lavori in ambito energetico, ad esempio.
- Sono stati reclutati 200 volontari grazie ai quali è stato possibile rifinire l'applicazione e il suo funzionamento.



[1]: Luciana Nedel et al. Using immersive virtual reality to reduce work accidents in developing countries. In IEEE computer graphics and applications, 36(2):36–46, 2016.

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

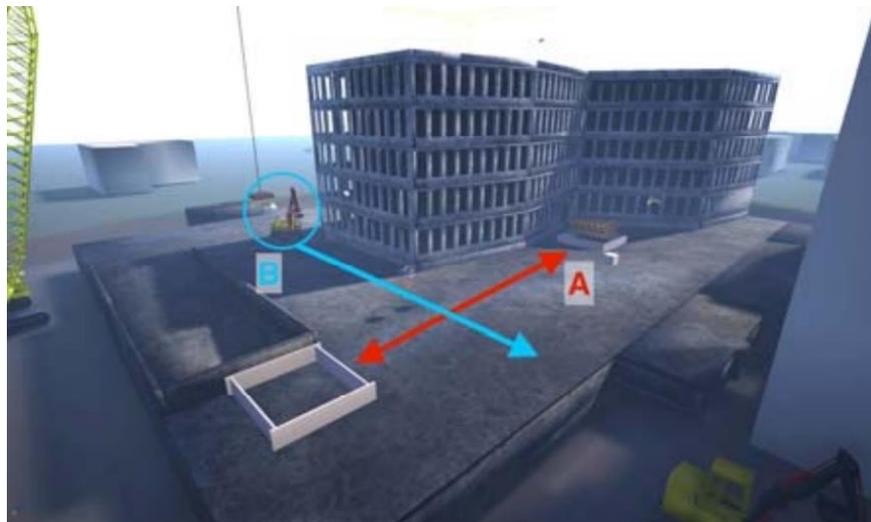
- Un altro settore critico per quanto riguarda la sicurezza è invece quello delle costruzioni.
- In [2] gli autori hanno sviluppato un simulatore 3D che utilizzato insieme ad Oculus Rift permette all'utilizzatore di muoversi all'interno di un ambiente virtuale rappresentante un possibile sito di costruzione.
- Gli autori si sono concentrati in maniera specifica per quanto riguarda i rischi inerenti ai rumori: il simulatore utilizza un modello matematico per il calcolo di propagazione, riflessione e assorbimento del suono da parte dell'ambiente e degli edifici, mostrando all'utente i rischi che corre in ogni zona.



[2]: Ryszard Klempous et al. Possibility analysis of danger factors visualization in the construction environment based on Virtual Reality Model. In 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, 2017.

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

- Anche in [3] un sito di costruzione è stato riprodotto in 3D, ma a differenza del lavoro precedente gli autori non si sono concentrati esclusivamente sull'audio, ma hanno focalizzato la loro attenzione sui pericoli che una persona può correre quando si trova nelle vicinanze di mezzi pesanti.
- In figura è illustrato lo scenario preso in considerazione: l'utente deve spostare due piccoli oggetti spostandosi sul percorso A. Sul percorso B, che interseca con il percorso che deve seguire l'utente, si sposta in momenti casuali un escavatore. L'utente, quindi, deve porre attenzione all'ambiente circostante, anche sfruttando suoni e rumori, senza farsi distrarre dal compito che deve portare a termine.



[3]: Thomas Hilfert et al. First person virtual reality for evaluation and learning of construction site safety. In Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 2016.

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

- Simulatore per sicurezza antincendio [4]
 - Pensato per studenti, ma adattabile anche a lavoratori.
 - Prevede alcune situazioni in cui l'utente deve, utilizzando gli strumenti classici antincendio (ad esempio l'estintore), spegnere dei piccoli incendi.



[4]: Kun Zhang et al. Design and implementation of fire safety education system on campus based on virtual reality technology. In Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS). IEEE, pages: 1297–1300, 2017.

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

- Ambito industriale
 - In [5] gli autori si sono concentrati su un paio di scenari tipici nell'ambito industriale, in particolare si sono focalizzati su una possibile caduta dalle scale e sulla simulazione di movimento in un magazzino con la presenza di carrelli elevatori.
 - In questo secondo caso sono presenti diverse varianti, l'utente può sia utilizzare un carrello elevatore per avere un'idea del raggio di visione da parte del guidatore, oppure può muoversi a piedi all'interno del magazzino e deve evitare il contatto con i mezzi.



OUCH!!!

You just **broke your thigh bone!** You're gonna have surgery tomorrow!

The treatment and rehab will take 6 months and you will lose 20% of your income!

Your colleagues will have to work for you next half a year! Your family and friends will have to help you for few weeks with things that, when you are healthy, easily control yourself.

+
... and all because of one wrong decision.
Hold the handrail when walking on stairs!

Use the **grip button** to hold objects. To close this window, press **trigger button**.

[5]: Jan Lacko. Health safety training for industry in virtual reality.
In 2020 Cybernetics & Informatics (K&I). IEEE, pages: 1–5, 2020.

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

- Sicurezza miniera
 - In [6] è stato sviluppato un simulatore al fine di istruire i minatori e ridurre i rischi e i pericoli. Secondo gli autori, i mezzi usati finora, come video ed immagini, non sono sufficienti per raggiungere un buon livello di apprendimento, hanno quindi sperimentato come la tecnologia VR possa aiutare a raggiungere risultati migliori.
 - Il simulatore da loro sviluppato ha due diverse modalità.
 - Nella prima modalità l'utente viene istruito, da un coach virtuale, su un determinato tipo di lavoro da eseguire in miniera e su tutti i passi necessari per portarlo a termine.
 - La seconda modalità, invece, si concentra esclusivamente sui possibili pericoli che minatori, ingegneri e chiunque entri in miniera, può incontrare durante la sua permanenza nella miniera.
 - Al fine di aumentare ulteriormente il realismo, gli autori si sono concentrati molto sulla fisica relativa al distacco e alla caduta delle rocce.



[6]: Zhipeng Liang et al. Development of virtual reality serious game for underground rock-related hazards safety training. In IEEE access, 7:118639–118649, 2019.

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

- Sicurezza navale
 - Anche in ambito navale la sicurezza è un requisito fondamentale. Quando si è in mare aperto il minimo errore potrebbe risultare drammatico, vista anche l'estrema difficoltà con cui i soccorsi potrebbero intervenire.
 - Per questo, avere a disposizione un personale ben formato e istruito riduce sensibilmente la probabilità di errori o ne limita la gravità. Il progetto ShipSEVR (Ship Engine Safety Education Virtual Reality) [7] si pone come obiettivo il miglioramento della sicurezza a bordo sfruttando un training basato su realtà virtuale.
 - È stato creato il modello 3D di una nave e studiati cinque sistemi fondamentali per il funzionamento della nave (ad esempio il sistema di alimentazione carburante, sistema di raffreddamento, ...).
 - L'utente può quindi muoversi liberamente nella nave virtuale e gestire i vari sistemi della nave, con svariati feedback sia in caso di successo che di fallimento.

[7]: Evangelos Markopoulos et al. Virtual Reality (VR) safety education for ship engine training on maintenance and safety. In International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Springer, pages: 60–72, 2020

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

- Sicurezza tunnel e gallerie
 - Un altro ambito relativo alla sicurezza è quello della sicurezza nei tunnel (stradali, ferroviari, ecc..).
 - In [8] gli autori hanno reclutato 40 persone per testare i loro comportamenti in caso di incidente con conseguente incendio di un mezzo pesante all'interno di una galleria.
 - I partecipanti sono stati divisi in due gruppi, in un caso il mezzo pesante incidentato trasporta del materiale pesante non infiammabile, nel secondo caso invece riguardava un trasporto infiammabile (quindi un pericolo più elevato).
 - Gli autori hanno progettato questi due scenari per cercare di misurare l'immersione e la capacità di analisi degli utenti al fine di valutare se erano in grado di analizzare la situazione correttamente; proprio per questo alla fine del test ad ogni utente è stato chiesto di valutare da 0 a 100 la pericolosità della situazione.
 - Durante l'esperimento sono stati monitorati i comportamenti e i movimenti tenuti da ogni partecipante, come la distanza e il percorso effettuati.



[8]: Max Kinateder et al. The effect of dangerous goods transporters on hazard perception and evacuation behavior—A virtual reality experiment on tunnel emergencies. In Fire Safety Journal, 78:24–30, 2015.

Salute & Sicurezza sul lavoro: applicazioni VR & AR

- Gestione catastrofi ed emergenze
 - Un progetto che ha l'obiettivo di simulare questo tipo di situazioni ed eventi è Holodisaster [9].
 - Si tratta di un progetto che sfruttando Hololens punta a simulare diversi scenari. L'utilizzo della realtà aumentata, a differenza di quello virtuale, permette agli utenti di muoversi nell'ambiente reale, raggiungendo quindi un livello di realismo superiore. Si pensi ad esempio allo scenario di un incendio, Hololens aggiungerà ologrammi di fiamme e gli utenti dovranno trovare il percorso migliore per poter uscire in sicurezza dell'edificio. Hololens stesso, grazie alle sue capacità di riconoscere l'ambiente, può suggerire la strada migliore.
 - Attraverso questa funzionalità, in [10] gli autori hanno utilizzato Hololens durante simulazioni di evacuazioni da un edificio. Invece delle classiche cartine 2D, tramite Hololens gli utenti avevano a disposizione mappe 3D.

[9]: Ali Asgary. Holodisaster: Leveraging microsoft hololens in disaster and emergency management. In IAEM Bulletin:20–21, 2017.

[10]: James Stigall et al. Building evacuation using microsoft HoloLens. In 27th International Conference on Software Engineering and Data Engineering, pages: 8–10, 2018.

VR & AR: risultati preliminari

- Ambito energetico [1]:
 - 15 partecipanti sono stati selezionati per la valutazione della piattaforma.
 - L'obiettivo era valutare se le reazioni degli utenti all'interno del simulatore fossero coerenti con le reazioni che i partecipanti avrebbero avuto nella realtà se si fossero ritrovati nella stessa situazione.
 - Grazie ad un'analisi da parte di psicologi, realizzata prima dell'esperimento, si è potuto vedere che il comportamento nel simulatore è piuttosto coerente con quello atteso, sebbene ci siano alcuni punti non coerenti che secondo gli autori sono stati causati dal mancato realismo del software.



[1]: Luciana Nedel et al. Using immersive virtual reality to reduce work accidents in developing countries. In IEEE computer graphics and applications, 36(2):36–46, 2016.

VR & AR: risultati preliminari

- Sicurezza antincendio[4]: 60 studenti divisi in tre gruppi. Tutti i gruppi hanno ricevuto una formazione di 60 minuti, il primo gruppo tramite la VR, il secondo tramite lo stesso simulatore fruito però utilizzando un normale PC, mentre il terzo gruppo ha utilizzato un libro. Alla fine della formazione tutti gli studenti si sono sottoposti ad un test, sia pratico che teorico. Nel test teorico i gruppi 1 e 2 hanno avuto mediamente lo stesso punteggio, punteggio inferiore invece per il gruppo 3. Per quanto riguarda invece il test pratico, gli studenti del gruppo 1 hanno avuto punteggi superiori a quelli degli altri due gruppi.
- Ambito industriale[5]: sono stati confrontati due gruppi di partecipanti, uno che ha ricevuto una formazione tradizionale con video e slides, mentre l'altro ha utilizzato il simulatore. Il test è stato eseguito due volte, la prima volta immediatamente dopo la lezione e la seconda volta dopo un mese. Dai risultati emerge che il gruppo che ha utilizzato la VR ha avuto risultati sensibilmente migliori in entrambi i casi, e soprattutto sul periodo più lungo la differenza è aumentata (87% di risposte corrette contro il 68% dopo un mese).



[4]: Kun Zhang et al. Design and implementation of fire safety education system on campus based on virtual reality technology. In Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS). IEEE, pages: 1297–1300, 2017.

[5]: Jan Lacko. Health safety training for industry in virtual reality. In 2020 Cybernetics & Informatics (K&I). IEEE, pages: 1–5, 2020.

VR & AR: risultati preliminari

- Sicurezza in miniera [6]:
 - 20 persone reclutate.
 - Dieci di queste hanno ricevuto un training di 12 minuti tramite il simulatore, le altre dieci invece hanno visto un video inerente alla sicurezza in miniera della medesima durata.
 - Alla fine del training, tutti i partecipanti sono stati sottoposti a dei test attraverso il simulatore per verificare quanto avevano appreso. Il gruppo che non aveva ancora utilizzato la tecnologia VR è stato adeguatamente istruito al fine di avere la giusta familiarità con il dispositivo. Il test è stato eseguito la prima volta immediatamente dopo il training e una seconda volta dopo una settimana.
 - Anche in questo caso, i punteggi del gruppo che aveva utilizzato il visore VR sono stati superiori sia nella prima che nella seconda esecuzione del test. Inoltre, anche stavolta, con il passare del tempo aumentano le differenze nei punteggi tra i due gruppi.



[6]: Zhipeng Liang et al. Development of virtual reality serious game for underground rock-related hazards safety training. In IEEE access, 7:118639–118649, 2019.

VR & AR: conclusioni

- Per concludere, per quanto riguarda VR & AR dal punto dei dispositivi hardware e della loro diffusione sul mercato siamo ancora in una fase iniziale.
 - Solo negli ultimi anni, soprattutto in ambito VR, hanno iniziato ad essere venduti in buon numero visori come Oculus Rift e Quest che lentamente stanno aumentando la loro fetta di mercato e che ci aspettiamo continuino la loro diffusione nei prossimi anni.
 - Per quanto invece riguarda l'AR la diffusione di questa tipologia di dispositivi è più ridotta, principalmente a causa dei costi ancora molto alti e nelle poche applicazioni attualmente disponibili in ambito consumer. Anche qui comunque, rispetto a pochi anni fa, il miglioramento è grande.
- In ambito salute e sicurezza sul lavoro in letteratura sono presenti svariate ricerche che hanno indagato su come VR e AR possano aiutare i lavoratori a migliorare la sicurezza sul luogo di lavoro. Spesso queste ricerche si sono concentrate su piccoli gruppi e gli ottimi risultati preliminari dovranno essere confermati da ricerche su gruppi più grandi che, si spera, potranno arrivare nei prossimi anni, grazie ad una maggiore diffusione di dispositivi VR/AR.

VR & AR: conclusioni

- Possiamo dire che l'era della Realtà Virtuale e Aumentata è iniziata da poco e si prospettano grandi miglioramenti nei prossimi anni.
- Questo tipo di dispositivi e applicazioni può essere utile non solo in ambito videoludico, come già stanno venendo utilizzati attualmente, ma, come abbiamo visto, anche in ambito educazione, formazione, turismo ed ingegneria, solo per citare alcuni dei campi più importanti.
- È tuttavia ancora necessario moltissimo lavoro per cercare di uniformare i risultati ottenuti finora e dimostrare in modo inequivocabile come VR/AR possono migliorare l'apprendimento e la sicurezza in svariati campi, bisogna quindi continuare ad investire in questo ambito.



Grazie per l'attenzione!