

## Uso del 2D e del 3D nei giochi simulati in Medicina delle Catastrofi

*Fabrizio La Mura*

*SCDU Anestesia I, Ospedale Maggiore della Carità – Novara*  
[info@flamura.com](mailto:info@flamura.com)

*Barbara Tosi*

*Consorzio Scuola Comunità Impresa (CSCI), Novara*

*Valentina Bergamaschi*

*Università del Piemonte Orientale “A. Avogadro”*

*Pier Luigi Ingrassia*

*Università del Piemonte Orientale “A. Avogadro”*

*Francesco Della Corte*

*Direttore SCDU Anestesia I, Università del Piemonte Orientale “A. Avogadro”*

*con la collaborazione di Flaviana Calignano*

*Dottorato di Ingegneria per la Produzione Industriale*  
*Politecnico di Torino*

### ABSTRACT

*Il Simulatore di Realtà Virtuale parte del Progetto Pilota “e-DISTRICT CiPro” nell’ambito del programma dell’UE “Leonardo da Vinci II” mette a disposizione un ambiente collaborativo fruibile via Internet per sperimentare nuovi protocolli di addestramento e la loro adeguatezza, laddove farlo in esercitazioni dal vivo sarebbe, oltre che costoso – laddove i costi della Realtà Virtuale sono forse sovrapponibili a quelli dei drill reali ma poi facilmente ammortizzabili - , anche difficilmente percorribile e riproducibile. In questo articolo vengono messi in risalto i seguenti argomenti: 1) Scopi del Progetto e-DISTRICT CiPro® ed HDPnetS®, 2) Breve panoramica su progetti già esistenti (BioSimMer e Matado) e tecnologia innovativa da noi utilizzata, 3) Cio’ che e’ utile e cio’ che e’ meno utile rappresentare nello scenario di Realtà Virtuale, 4) Lo scenario, e possibilita’ di “customizzazione” per lo sviluppo di altri scenari, 5) Conclusioni ed ipotesi di interconnessione fra software che utilizzano un approccio bidimensionale con software che utilizzano il 3D.*

### 1. Introduzione

La Medicina d’emergenza si occupa della stabilizzazione e del trattamento di pazienti affetti da patologie a rapida evolutività ed alto rischio di mortalità se non vengono intraprese misure efficaci in breve tempo. In tale situazione, c’è un rapporto ottimale fra risorse e necessità. La Medicina dei disastri si occupa dell’eventualità in cui le risorse spendibili siano molto inferiori alle necessità. Il Progetto Pilota “e-DISTRICT CiPro” ([www.edcipro.org](http://www.edcipro.org)) nell’ambito del programma dell’UE “Leonardo da Vinci II”, mette a disposizione un’infrastruttura di didattica a distanza che comprende moduli didattici in formato SCORM (formato internazionale standard per la creazione e la condivisione di moduli didattici da erogare a distanza) ed un ambiente multiutente di simulazione di realtà virtuale in 3D; quest’ultimo permette di effettuare il training di personale di soccorso (medici, paramedici, volontari della protezione civile, vigili del fuoco) allo scopo di garantire che i protocolli siano ben conosciuti ed applicati in modo coordinato da tutti gli attori in gioco.

Il progetto coinvolge 11 partner di 6 paesi europei (Italia, Belgio, Irlanda, Romania, Spagna, Ungheria). Si tratta di un progetto biennale nell'ambito del programma UE "Leonardo da Vinci II", è iniziato nel mese di ottobre 2004 e si concluderà a metà novembre 2006. Obiettivo del progetto è lo sviluppo di un prototipo di sistema integrato per l'apprendimento a distanza che comprenda un sistema di bilancio delle competenze (per definire programmi di studio personalizzati), alcuni moduli didattici rivolti a varie figure professionali coinvolte in azioni di protezione civile ed un simulatore per l'addestramento basato su ambienti di realtà virtuale collaborativi: nel seguito verrà descritto tale simulatore. Viene inoltre presentato il simulatore di sistemi complessi HDPnetS<sup>®</sup>, che offre la possibilità di ricreare ambienti metropolitani con livello di dettaglio potenzialmente infinito, e strutturazione fisica e logica dei layer che compongono ogni mondo simulato. Tramite un approccio a tipo "Information Visualization" <sup>(1)</sup> viene mostrato come il back-end di tale software possa essere rappresentato, ed interagito in ambito di multiutenza, sia in forma tabellare o bidimensionale, sia – tramite il parsing dell'infrastruttura intermedia di gestione dei dati (nel nostro caso l'XML) – in 3D [*cf.*, per maggiori informazioni, il file PowerPoint associato a questo paper].

## **2. Le innovazioni apportate dal simulatore di Realtà Virtuale di e-DISTRICT CiPro nel campo della Medicina delle Catastrofi**

Classicamente, le simulazioni tridimensionali che vedono coinvolti più utenti in uno stesso scenario hanno avuto ampio sviluppo soprattutto in ambito militare. Tali "Networked Virtual Environments" (NVE), sono in genere designati ad un uso in rete locale e con un numero non elevato di partecipanti. Reality Built For Two (RB2), BrickNet, DIVE, MASSIVE, e COVEN sono implementazioni ben conosciute di Networked Virtual Environments (NVE <sup>2</sup>) e Collaborative Virtual Environments (CVE). Negli ultimi dieci anni, tuttavia, si è assistito sia ad un graduale aumento della velocità delle connessioni Internet, sia ad una ricerca sempre più efficace riguardo alla ottimizzazione nella trasmissione di dati da rappresentare in tre dimensioni, in tempo reale. I software Alpha World, Active Worlds, Worlds Chat, Blaxxun <sup>(1)</sup>, sono esempi di programmi che permettono ad utenti collegati con il proprio PC via Internet, di navigare, condividere, interagire – fra di loro e con gli oggetti - in ambienti strutturalmente anche molto complessi. Questi prodotti, hanno suscitato un interesse sempre crescente negli ambienti universitari di tutto il mondo <sup>(3)</sup>, compresi enti come la NASA e le Nazioni Unite <sup>(4)</sup>, spaziando nei campi di interesse più disparati: ricerca astrofisica, informatica, medica, sociologica, didattica <sup>(5)</sup>. Non vi è, in letteratura, che un esiguo numero di articoli relativi all'utilizzo di CVE in Medicina dei Disastri. Un primo esempio, da considerarsi paradigmatico è il simulatore in Realtà Virtuale immersiva BioSimMer <sup>(6)</sup>, prodotto da Sandia Laboratories e Lockheed Martin per la US DARPA, in cui viene introdotto il concetto di teamwork nell'ambito di un attacco terroristico in un aeroporto. Altro esempio è il Medical Advanced Training in an Artificial Distributed Environment (MATADOR <sup>7</sup>) [*cf.*, per maggiori

---

<sup>1</sup> Blaxxun, prima ancora di essere sinonimo di software per Realtà Virtuale via Internet, è una invenzione letteraria dell'autore Neal Stephenson che ne inventa il nome e ne descrive minuziosamente le funzionalità nel romanzo "Snow Crash" pubblicato nel 1992. Dalle idee di Stephenson, e con il suo stesso contributo, nascerà poi il prodotto software come oggi lo conosciamo.

***informazioni su potenzialità e punti critici di tali sistemi, sulla loro usabilità, e dati statistici in termini di efficacia e performance, il file PowerPoint associato a questo paper]***

## **2.1 Cosa aspettarsi dal simulatore**

Alcuni fra i punti di forza del simulatore contenuto in e-DISTRICT CiPro sono i seguenti:

- 1) simulazione 3D erogata via Internet con possibilità' di:
  - a) formare squadre, anche numerose, di soccorritori
  - b) creare canali comunicativi fra squadre
  - c) reclutare un numero molto alto di giocatori grazie al fatto che è possibile utilizzare il simulatore dal proprio PC
- 2) Rappresentazione realistica degli elementi chiave:
  - a) dello scenario: infrastrutture, danni alle infrastrutture con difficoltà' di accedervi, elementi ambientali che rendono più' difficoltosa o più' facile la rapida comprensione di ciò' che sta avvenendo nello scenario: fumo, detriti, fuoco, crolli strutturali ad esempio, rendono la visione meno agevole
  - b) dei pazienti: laddove nei "patient simulator" commerciali i parametri vitali vengono segnalati sottoforma di numeri sullo schermo, qui, ad esempio, la valutazione della frequenza respiratoria – come nel triage tipo START - andrà letteralmente eseguita osservando i movimenti inspiratori ed espiratori, come nella realtà.

Si approfondirà l'argomento sulla raffigurazione realistica nella sezione "Ciò che è utile e ciò che è meno utile rappresentare nello scenario".

Grazie ai punti di cui sopra, il simulatore risulta particolarmente adatto ed agile per soddisfare i seguenti requisiti:

- 1) addestramento di personale coinvolto in azioni di soccorso sia in ambito nazionale che internazionale
- 2) possibilità di muoversi all'interno di un mondo virtuale rappresentato con grafica 3D dove ciascun giocatore può incontrare gli altri giocatori, rappresentati dai rispettivi *avatar*, o oggetti interattivi su cui intervenire, come infrastrutture, gestione degli incendi, predisposizione di un Posto Medico Avanzato (PMA)
- 3) valutazione della sicurezza ambientale
- 4) gestione dei pazienti
  - a) Triage
  - b) Estricazione dalle macerie
  - c) Procedure terapeutiche
  - d) Gestione del PMA e delle aree di raccolta (*collecting areas*)
  - e) Trasferimento presso gli Ospedali competenti
- 5) strumento di ricerca medico-logistica, che aiuti a capire le risposte degli operatori in condizioni in cui il normale training ed i canali comunicativi siano non percorribili anche in presenza di personale già correttamente addestrato ed esperto

- 6) Valutazione della performance, grazie ad un *report* dettagliato delle attività svolte da tutti i partecipanti attimo per attimo

## 2.2 Il simulatore come strumento per la formazione culturale e per l'addestramento (*training*) degli operatori

Mentre l'addestramento (*training*) identifica e isola con precisione elevata un problema specifico proponendone la soluzione operativa adatta, soprattutto in presenza di alberi decisionali anche molto complessi e ramificati, la formazione tratta di categorie di problemi continuamente variabili e non identificabili *ex ante* nella loro specificità operativa e offre al responsabile della decisione i metodi per identificare la soluzione migliore ogni volta. Nella Tabella 1, sono sintetizzate alcune caratteristiche proprie della formazione e dell'addestramento (<sup>8</sup>).

Addestramento ( <i>training</i> )	Formazione culturale
Apprendimento di procedure codificate	Analisi di fenomeni ad alta variabilità
Informazioni chiare o comunque reperibili	Non offre soluzioni, ma metodi di soluzione
Facile identificazione di curve di apprendimento per ogni singola procedura	Basi culturali su cui ogni individuo innesta le proprie capacità ed esperienze
Possibilità di percorrere alberi decisionali ed algoritmi anche molto complessi	Aiuta a costruire filosofie e schemi della realtà
Capacità di identificare interconnessioni (già codificate) fra algoritmi diversi	Operare su decisioni complesse, non prevedibili
Necessità di <i>refresh</i> a seconda della curva di apprendimento nota	Identifica e delinea tipi ideali di riferimento per ruoli e comportamenti di responsabilità decisionale
	Identifica strumenti e metodologie di gestione delle risorse a disposizione
	Tratta di metodi e strumenti di pianificazione degli obiettivi e delle azioni, e del controllo dei risultati
	Offre strumenti per la soluzione di problemi non ancora identificati o non immediatamente identificabili nel loro divenire

Tabella 1: differenze fra addestramento e formazione culturale

Nel caso di incidenti maggiori circoscrivibili in una stessa unità di spazio, di tempo e di luogo (come il crollo degli spalti in uno stadio), sicuramente il fattore *training* è molto importante per la gestione della situazione. Se però, come nello scenario base già implementato nel simulatore, il crollo degli spalti non è il *primum movens* della catena degli eventi, ma solo uno degli anelli, la capacità di integrare ed interpretare lo scenario nella sua globalità è vitale. Nell'esempio in questione, gli spalti crollati sono all'interno dello stadio, il quale è a sua volta vicino ad una industria chimica che a causa di una esplosione provoca il quasi totale impiego delle forze di soccorso (vigili del fuoco, medici e mezzi di soccorso, ecc) presenti sul territorio; lo stadio e l'industria chimica sono a loro volta contenuti in un'area metropolitana, nella quale si situano gli ospedali che andranno ad accogliere i feriti; ci sarà necessità di riferire notizie ai rappresentanti del

governo locale, gestire i rapporti con la stampa, avere canali di comunicazione funzionanti; gli Ospedali, dovranno rapidamente adibire spazi e cercare di garantire la massima capacità di accoglienza (<sup>9</sup>), pur non essendo immediatamente chiaro né il numero né la tipologia di vittime dovute al crollo degli spalti ed all'esplosione; il percorso stradale che connette gli scenari e gli Ospedali, non sarà probabilmente praticabile a causa del traffico, e le tempistiche di percorrenza non saranno facilmente prevedibili (vedi Tabella 2). Questa è una *situazione tipo* molto complessa, che tuttavia non si identifica necessariamente con la peggior situazione: infatti, nel caso si sia chiamati a dirigere o coadiuvare operazioni di soccorso al di fuori della propria nazione di appartenenza, lo scenario atteso spesso non coinciderà con quello reale, e la possibilità di reperire informazioni potrà essere seriamente compromessa da barriere linguistiche, di mezzi di comunicazione, di scarsa conoscenza del territorio (<sup>10</sup>).





1. Spalti crollati (1100 persone coinvolte)	2. Stadio (23.800 spettatori presenti)	3. Area urbana con industria chimica	4. Rete Ospedaliera
			

Tabella 2: vari livelli di dettaglio nella gestione di un evento maggiore (immagini 1, 2, 3: fonte “e-DISTRICT CiPro Documento Progress 7”; immagine 4, software HDPnetS ® di Virtual Engine S.r.l)

Inoltre, bisogna aver presente quelle che sono le differenze culturali, etiche e religiose che ogni comunità possiede: la gestione corretta delle vittime morte, ad esempio, può costituire la chiave per non esacerbare la conflittualità dei rapporti con la popolazione locale, cosa che può riverberare effetti negativi sulla comunità in questione anche a distanza di molto tempo dall’evento <sup>(11)</sup> .

### 2.3 La Realtà Virtuale per comprendere lo scenario e per integrare le informazioni su vasta scala

Da quanto letto nel paragrafo precedente, si evince che la rappresentazione tridimensionale non è necessariamente vincolata a quelle situazioni didattiche in cui si voglia ricreare un modello anatomico o fisiopatologico per l’addestramento a particolari procedure mediche in elezione o in emergenza (fibrobroncoscopia e gastroscopia in emergenza, tecniche chirurgiche, ecc) , ma trova applicazione nella Medicina delle Catastrofi per la formazione culturale degli operatori che andranno a dirigere i soccorsi. Analogamente, tali tecnologie possono essere utilizzate per la comprensione di fenomeni catastrofici reali. Una interessante applicazione per la visualizzazione funzionale in 3D ed in tempo reale della disponibilità di risorse e operatori in caso di catastrofe è il framework “Threedness” <sup>(12)</sup> .

### 2.4 Struttura del gioco

Lo scopo del simulatore è permettere ad un gruppo di studenti di svolgere un’attività collaborativa in rete per esercitarsi ad affrontare situazioni di emergenza. Ogni situazione è un esercizio che può includere numerose vittime da salvare e curare. Ciascun giocatore assume un particolare ruolo (medico, infermiere, vigile del fuoco, volontario della protezione civile) ed il ruolo determina il tipo di azioni permesse a quel giocatore. L’ambiente in cui si svolge la simulazione è una zona abbastanza limitata (nel progetto e-DISTRICT CiPro si è sviluppato un esercizio che si svolge all’interno di uno stadio ed all’esterno dello stesso stadio nelle immediate vicinanze). I pazienti presenti in una data esercitazione sono caratterizzati da uno stato che cambia nel corso del gioco. Lo stato di un dato paziente può evolvere in seguito ad un’azione intrapresa su di esso da un giocatore, o semplicemente come conseguenza di non essere stato curato per un lasso di tempo troppo lungo. I

partecipanti iniziano il gioco con una quantità limitata di strumenti e materiale che possono utilizzare per trattare i pazienti. Possono anche disporre di strumenti atti a proteggersi (per esempio maschere anti-gas) che devono indossare per non perdere energia (l'esaurimento dell'energia provoca la morte dell'*avatar* che rappresenta il giocatore).

In ciascuna sessione di gioco bisogna definire almeno un master: tale giocatore può dare inizio, mettere in pausa e concludere la simulazione. Nel caso di utilizzo didattico, il ruolo del master potrebbe essere assegnato ad un docente che agisce dall'interno del gioco per controllare il lavoro degli studenti, offrire suggerimenti, interrompere momentaneamente la simulazione per far rilevare situazioni particolari o errori gravi.

Per poter realizzare una situazione di gioco e prendere parte al gioco stesso sono necessarie due interfacce: una per la preparazione dell'esercitazione, utilizzata dai docenti, l'altra per lo svolgimento del gioco, utilizzata dal gruppo di studenti-giocatori che possono risiedere fisicamente in luoghi anche distanti, purchè abbiano accesso ad Internet. L'interfaccia del docente viene utilizzata per aggiornare una base dati che contiene tutte le informazioni su ciascuna esercitazione: attualmente le informazioni relative ad una data esercitazione possono essere immesse da un solo docente alla volta, ma potrebbe essere interessante strutturare anche la preparazione del gioco come un'attività cooperativa, e quindi fornire un'interfaccia adeguata allo scopo.

L'interfaccia a cui lo studente accede dopo essersi autenticato ed aver selezionato il proprio ruolo è mostrata nella figura seguente, essa viene anche utilizzata dal docente nel ruolo di master del gioco. Ciascun partecipante viene rappresentato da un avatar che riflette il suo ruolo e che lo rappresenta durante la simulazione. In ogni momento il giocatore può vedere la lista di tutti gli utenti collegati al gioco. Il giocatore master in più dispone di alcuni controlli per far partire, mettere in pausa, riprendere o terminare la simulazione. Quando la simulazione è in pausa o interrotta nessun giocatore può compiere azioni.



Figura 1: come si presenta il simulatore (per immagini più dettagliate far riferimento alle slide in PowerPoint allegate al presente scritto)

Il giocatore si può spostare all'interno dell'ambiente alla ricerca di pazienti da curare o incendi da domare, a seconda del ruolo: quando l'avatar del giocatore è sufficientemente vicino ad un dato oggetto interattivo (paziente oppure fuoco) può cliccare sull'oggetto per visualizzare il suo stato e la lista delle azioni che può compiere su di esso. Quindi il giocatore può decidere se intraprendere

qualcuna delle azioni possibili sull'oggetto selezionato o passare ad un altro oggetto. Attraverso la *chat* l'utente può chiedere l'intervento di altri utenti o segnalare situazioni critiche a tutti gli utenti collegati al mondo o a gruppi selezionati di utenti. Per evitare che due utenti possano compiere azioni contraddittorie sullo stesso paziente è stato implementato un meccanismo di coordinamento che impedisce ad un giocatore di operare su un paziente già preso in carico da un altro giocatore. Quando un paziente cambia stato, ciò può avere conseguenze anche sull'aspetto della scena 3D visualizzata: tali cambiamenti vengono immediatamente propagati e visti da tutti gli utenti.

L'interfaccia del docente permette di creare nuovi esercizi definendo i pazienti (o in generale gli oggetti interattivi), la loro rappresentazione grafica, l'automa a stati finiti che descrive tutti i possibili stati e le transizioni tra questi (causate da azioni dei giocatori o dal trascorrere del tempo). Il docente definisce anche l'insieme di ruoli che partecipano alla simulazione e il numero massimo di utenti in ciascun ruolo. Quindi dev'essere descritto l'ambiente 3D che include la scena, l'aspetto e la posizione degli oggetti interattivi. L'altra funzione disponibile è la visualizzazione delle informazioni di tracciamento delle azioni compiute dai giocatori durante il gioco: ciò può servire a valutare la capacità o meno di uno studente a svolgere un esercizio o a discutere e commentare insieme agli studenti eventuali errori.

### **3 Ciò che è utile e ciò che è meno utile rappresentare in uno scenario tridimensionale al computer**

Verranno di seguito descritte le nostre esperienze nella implementazione di elementi utili per la rapida comprensione degli avvenimenti in caso di incidente maggiore o di catastrofe.

#### **3.1 Cosa è una rappresentazione realistica?**

L'anestesista-rianimatore ed il medico d'urgenza sono portati a sviluppare degli schemi di rapida interpretazione visiva relativi a segni clinici (rapida valutazione neurologica, movimenti del torace, ecc), diagnostica per immagini (radiografie, ecografie, TC), monitor multiparametrici (più curve per ogni paziente nelle centraline in Terapia Intensiva), valutazione ambientale. Spesso il riconoscimento del *pattern* di rappresentazione di parametri vitali o l'esame obiettivo si giovano della capacità dell'operatore di discernere, nella marea di informazioni visive e sensoriali in genere (si pensi alla gestione di un paziente politraumatizzato, in ambiente rumoroso o ostile, con più persone nel team di soccorso, ecc), quelle che più sono utili alla comprensione dei fenomeni (<sup>13</sup>). In Figura 3 è possibile avere un esempio di visualizzazione non fotorealistica, e di come un singolo elemento grafico, banale da realizzare, possa permetterne o meno la corretta comprensione dell'immagine.



Figura 3: immagini non fotorealistiche con aggiunta di un elemento grafico che ci permette di capire se il soggetto viene verso di noi o si allontana (da “Is Photorealism Everything?”, Introduction to Computer Graphics, Northwestern University, IL, USA)

In un recente lavoro, abbiamo paragonato la capacita' di discernimento di alcuni segni clinici utilizzando due livelli di fotorealismo nell'ambito di simulazioni 3D al computer (<sup>14</sup>). Un livello di fotorealismo più dettagliato veniva offerto dal VirtualManikin sviluppato per e-DISTRICT CiPro, mentre un livello di fotorealismo inferiore era erogato dal simulatore 3D City Car Accident (<sup>15</sup>). Veniva chiesto ad anestesisti-rianimatori ed infermieri di Rianimazione di valutare la frequenza respiratoria e l'espansione toracica dei pazienti virtuali riprodotti nei due livelli di fotorealismo. In entrambi i sistemi, tuttavia, i parametri cinematici rispecchiavano correttamente la meccanica toracica. Uno dei casi mostrati consisteva in un paziente con FR > 30 ed un solo emitorace espansibile.



Figura 4: rappresentazione con il minore livello di dettaglio fotorealistico

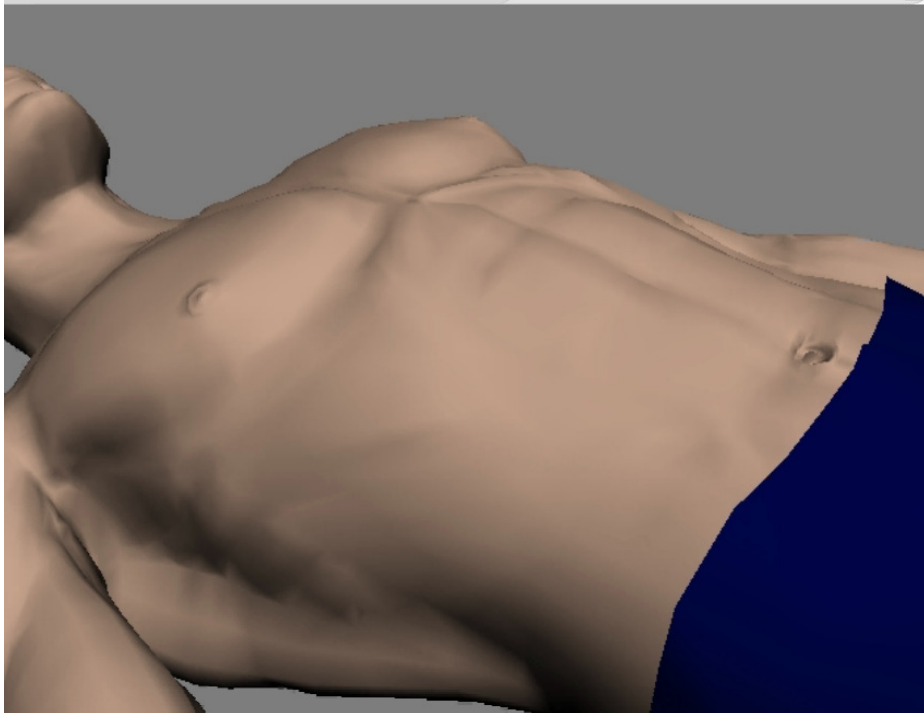


Figura 5: rappresentazione con maggiore livello di dettaglio fotorealistico

Per ogni utente venivano raccolti i tempi di risposta (FR e corretta espansione toracica), la qualifica professionale, gli anni di esperienza lavorativa, e dati anagrafici. Il campione consisteva di circa 20 medici e 25 IP, ai quali veniva erogato il test singolarmente, in ambiente confortevole, senza nessuna informazione preliminare relativamente al tipo di caso clinico o al livello di dettaglio visivo. La valutazione statistica dei dati raccolti e' in corso e sara' inclusa in un articolo di prossima pubblicazione, ma i primi risultati suggeriscono che la capacita' di discernimento risultava simile sia nel gruppo di persone cui veniva somministrata l'animazione con minore livello di dettaglio sia nel gruppo che vedeva un maggior dettaglio di rappresentazione. Se, quindi, i simulatori di "organi" del corpo (ad esempio il simulatore di fibrobroncoscopia) necessitano di un alto livello di fotorealismo, che si traduce in alti costi di realizzazione, guardare "dall'esterno" sia un singolo paziente che un ambiente affollato richiede uno studio attento della meccanica (articolazioni, torace, ecc) e del movimento in generale.

### 3.3 Cosa viene rappresentato nel simulatore di e-DISTRICT CiPro

#### *Ambiente*

Viene rappresentato uno stadio con 23.800 spettatori. Ad un certo punto tutti i giocatori possono vedere il crollo della tribuna nord-ovest, con fiamme e fumo che provengono dal basso (maggiori dettagli nella sezione "Scenario"). Vi è una raffigurazione di:

- danni strutturali alla tribuna nord-ovest
- fiamme
- estintori

- fumo che rende la visualizzazione più difficoltosa
- pazienti intrappolati nelle macerie
- “*walking woundeds*”
- Posto Medico Avanzato (PMA), che l’Incident Commander può stabilire dove meglio ritiene: questo è un elemento importante, perché, se si decide di costruire un PMA, fondamentale sarà il suo corretto posizionamento in termini logistici.
- i Vigili del Fuoco possono usare l’estintore, possono usare barriere protettive, possono estrarre i pazienti intrappolati, insieme al personale medico; inoltre, dovranno riferire (via chat, che simula una radio multicanale) al Comandante dei Vigili del Fuoco circa il numero di vittime riscontrato, ed infine dovranno – se possibile – dichiarare come sicura tutta o una parte di area in modo che il personale sanitario possa prestare i soccorsi
- il personale Medico, diviso in squadre, dovrà fare triage e prestare soccorso; inoltre, il medico che gestisce il PMA (se presente) dovrà completare la gestione dei pazienti per il trasporto verso l’Ospedale: la celerità di questa operazione garantirà il normale flusso *in-out* dei pazienti soccorsi sul campo, il cui codice di gravità rischia di peggiorare se l’accesso al PMA non è consentito

Nelle Figure 6, 7 e 8 vengono illustrati alcuni esempi di visualizzazione.

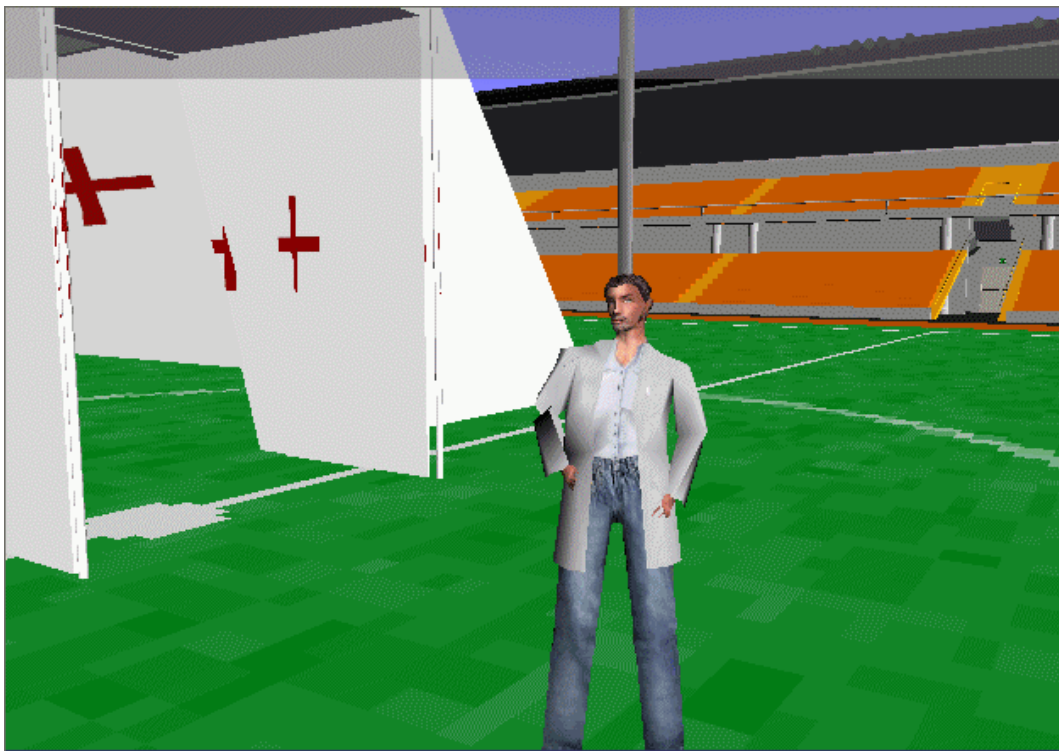


Figura 6: il PMA viene posizionato al centro del campo, scelta che si rivelerà errata dal punto di vista logistico

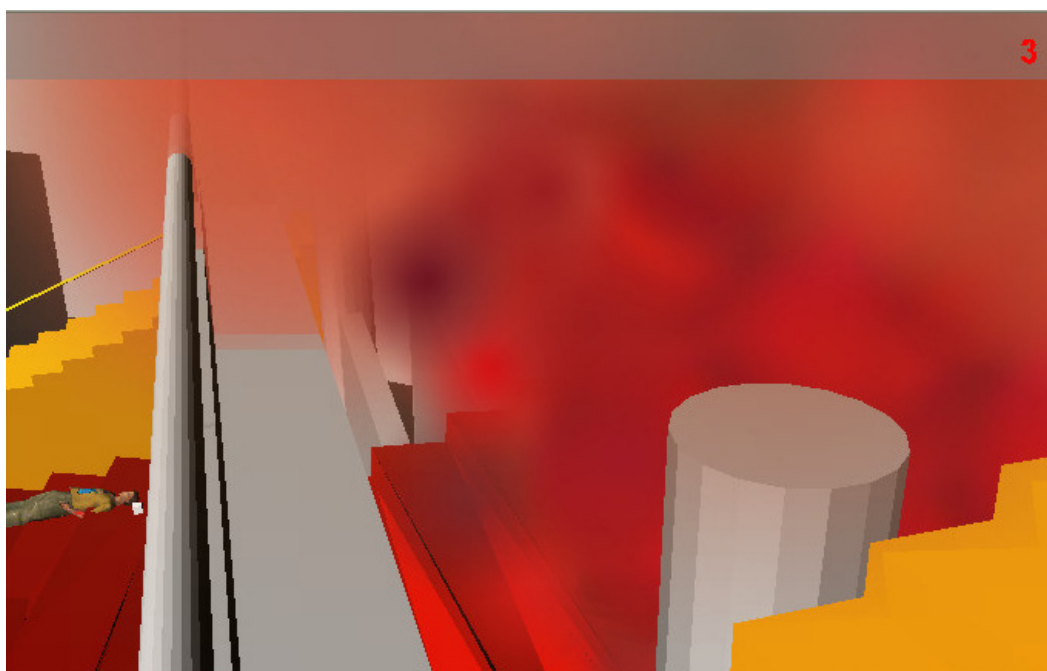


Figura 7: visione dagli spalti (Vigile del Fuoco)

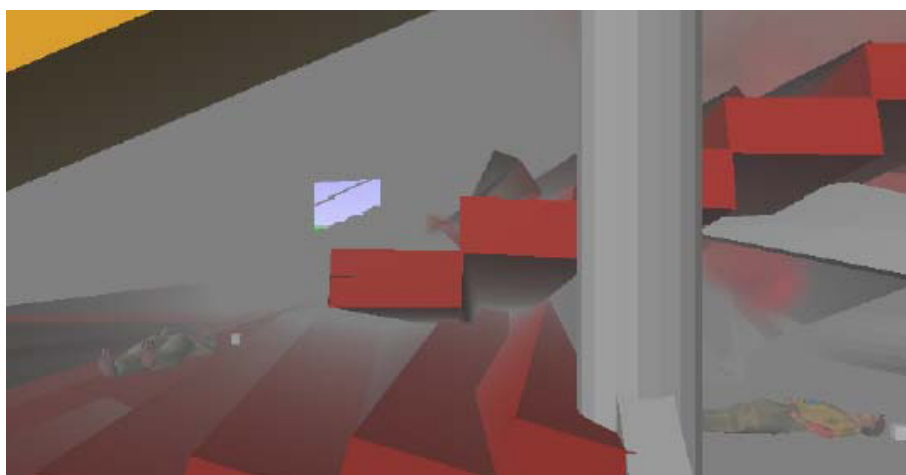


Figura 8: macerie dopo il crollo della tribuna nord-ovest, con fumo e detriti che rendono difficoltosa la valutazione della scena

### *I Pazienti*

Per ogni paziente, è possibile:

- valutare lo stato di coscienza tramite il Glasgow Coma Score (GCS), nelle sue componenti E, V ed M
- valutare la frequenza respiratoria
- valutare la simmetria dell'espansione toracica
- valutare il diametro e la reattività pupillare

- valutare la superficie di corpo ustionata (in fase di realizzazione)
- paziente immobile, paziente seduto, paziente che cammina

Queste informazioni visive (e, nel caso della componente V del GCS, anche uditive) permettono di:

- eseguire il Triage (ad esempio seguendo il protocollo START)
- rilevare la possibile evenienza di Pneumotorace
- ipotizzare un danno encefalico da trauma cranico
- ipotizzare una intossicazione acuta da inalazione di fumo
- valutare eventuali danni alla colonna vertebrale

Di seguito, alcune immagini che mostrano il VirtualManikin come prototipo di manichino da esercitazione virtuale.

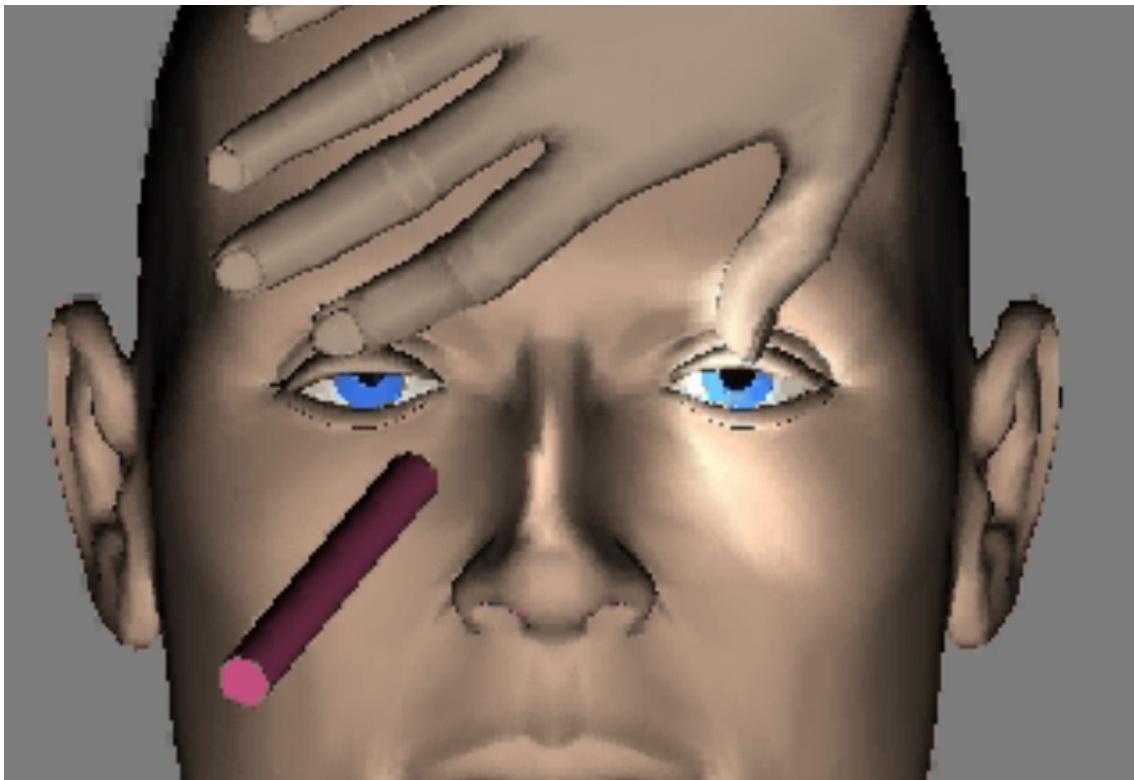


Figura 9: Anisocoria dx>sin in un paziente valutato presso il PMA (immagine tratta dall'animazione)



Figura 10: Paziente in decorticazione (immagine tratta dall'animazione)

### *Animare il manichino virtuale: problematiche*

Se la realizzazione degli elementi architettonici dello Stadio è stata un lavoro piuttosto arduo, non meno difficoltosa è stata la realizzazione dei “semplici” movimenti compiuti dal manichino. Il movimento è realizzato con tecniche di animazione scheletrica (una evoluzione dell'animazione gerarchica). Tale tecnica rende molto facile riprodurre movimenti come:

- camminata
- scivolata
- movimenti ordinari (come portare all'orecchio un telefono cellulare), anche complessi

Tuttavia, i software commerciali non permettono di realizzare, fra le altre cose:

- movimenti respiratori
- movimenti di prono-estensione
- addome gravido

Nel caso della respirazione, intesa come frequenza respiratoria e simmetria degli emitoraci, accadeva che l'ossatura della gabbia toracica “fuoriusciva” dalla pelle ad ogni inspirazione. Allo stesso modo, durante un movimento in decerebrazione degli arti superiori, tutta l'ossatura degli avambracci e dei polsi risultava compromessa. Questo ha richiesto un lungo lavoro di riposizionamento di ogni vertice dei poligoni che compongono i segmenti corporei in questione.

### *Considerazioni conclusive*

La possibilità di utilizzare diversi il simulatore permette di valutare la verosimiglianza di rappresentazioni 3D di patologie e scenari di maxi-emergenza o disastro, e può anche essere utile per suggerire quali elementi scenici e visivi potenziare nell'ambito di drill e simulazioni dal vivo.

## **4 Lo scenario**

Sabato 14 marzo, ore 10.17

Nelle vicinanze dell'impianto chimico A112 del polo chimico di Riceland City (fig. 18), a causa di una perdita della rampa che connette il reattore con un serbatoio di idrogeno liquido, si sviluppa un incendio di vaste dimensioni che coinvolge una delle quattro cisterne di bitume presenti nell'area (che si estende su 400 mq). A causa dell'alta temperatura il serbatoio collassa e una densa nube di fumo nero si alza in cielo. Nello stesso momento il fuoco si estende in direzione del vicino sito chimico come sono stoccate amminiac e dinitrile che sono utilizzati per ottenere composti chimici altamente tossici. Un'altra esplosione potrebbe innescare un “effetto domino” unito al rilascio in atmosfera di enormi quantitativi di gas tossici.

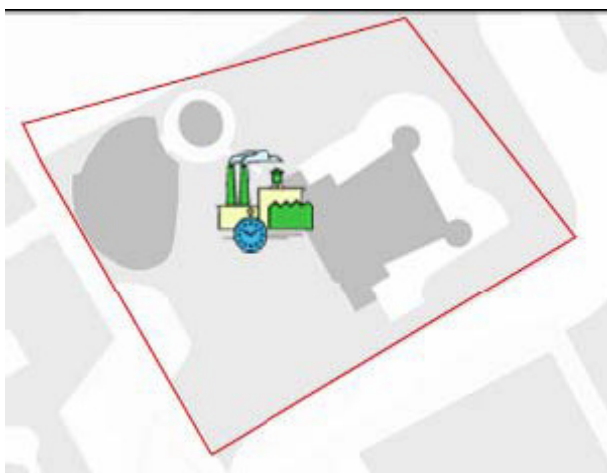


Figura 11: l'impianto chimico A112 di Riceland City

In azienda viene dato l'allarme.

Il RESPONSABILE dell'impianto:

1. informa immediatamente le Autorità competenti circa l'incidente
2. fornisce ai Responsabili degli altri impianti del polo le necessarie informazioni
3. dispone il blocco delle attività lavorative e l'evaquazione dei lavoratori fatta eccezione per il team di Primo Soccorso

Nello stesso momento, approssimativamente a 2.500 metri di distanza è situato uno stadio (fig. 19) dove si sta svolgendo un importante evento sportive.



Figura 12: l'ubicazione dello stadio

Sono presenti nello stadio circa 23.800 spettatori (Figura 13)



Figura 13: gli spalti (23.800 spettatori nello stadio)

L'esplosione viene avvertita dagli spettatori e il panico dilaga. Qualcuno scappa sul campo da gioco

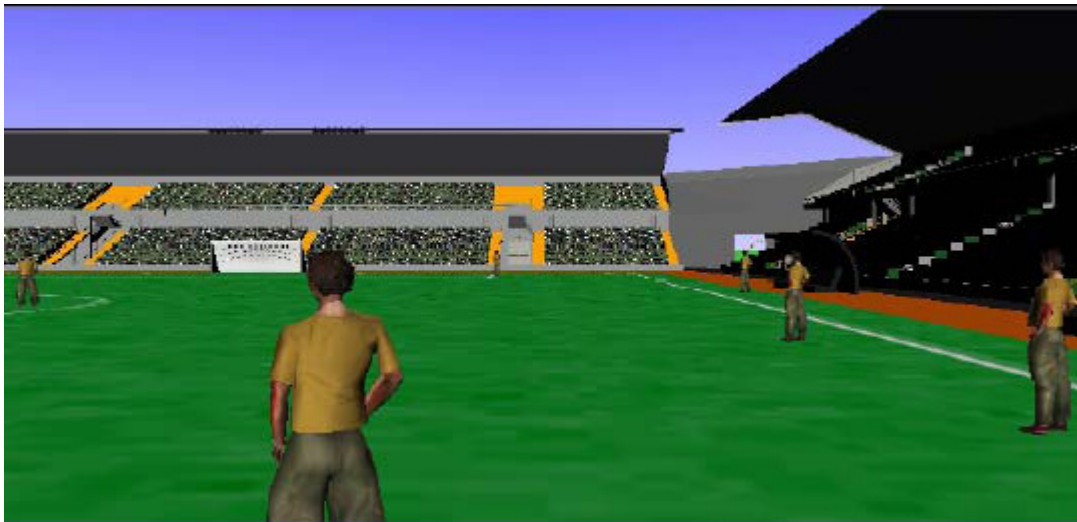


Figura 14: gli spettatori invadono il campo

Altri spettatori si accalcano in direzione delle uscite. Il vento porta il fumo sino allo stadio: i sensori mettono in funzione il sistema automatico di estinzione fuoco. Il sistema si blocca in pochi minuti ma l'acqua causa un corto circuito nella stanza A02 (sotto lo spalto di Nord-Ovest) nel quale sono stoccate sostanze altamente infiammabili. C'è un'esplosione che causa il crollo dello spalto Nord-Ovest (Figura 15)



Figura 15: Crollo dello spalto nord-ovest

Nel crollo rimangono coinvolte circa 1.100 persone. Ci sono parecchie vittime.

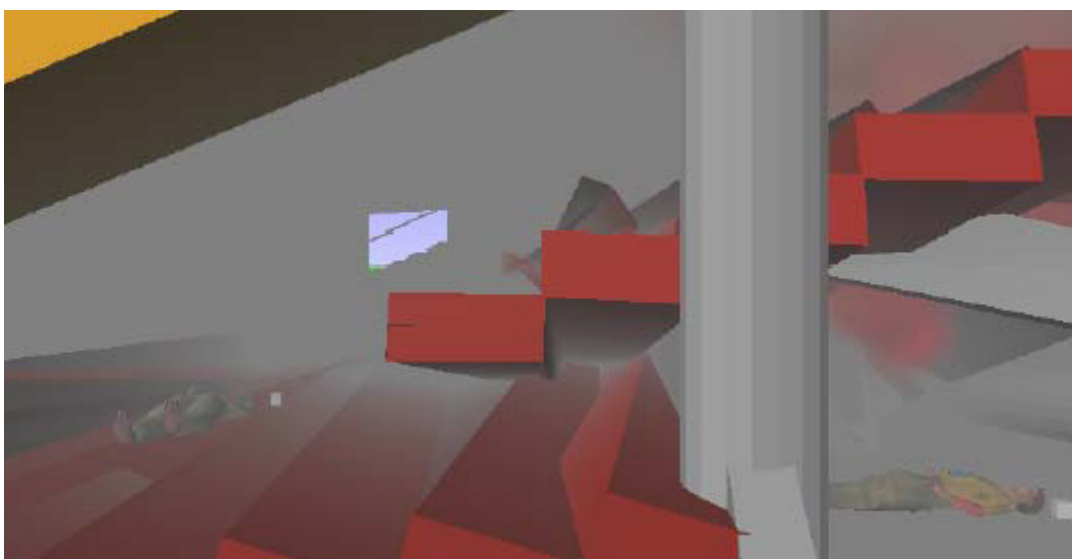


Figura 16: sotto le macerie

Molte persone rimangono intossicate dai fumi provenienti dall'azienda o semplicemente riportano dei traumi minori in seguito alle cadute

Le strade intorno allo stadio sono bloccate.

In un primo momento (prima dell'esplosione e del crollo dello spalto nello stadio), alcuni Vigili del Fuoco e gran parte della Squadra Medica si revano presso l'azienda per i Primi Soccorsi. Per i soccorritori è impossibile raggiungere sia l'azienda che lo stadio.

Quando crolla lo spalto, nello stadio ci sono:

n. di soccorritori	Funzione	Squadra
2	triage doctors	Squadra medica
2	rescue teams	Squadra medica
1	advanced medical post doctor	Squadra medica
2	Vigili del Fuoco	Vigili del Fuoco
1	Capo dei Vigili del Fuoco (=Master)	Commander
1	Incident Commander	Commander
1	Capo della Polizia	Commander

Essi devono lavorare assieme per salvare il maggior numero di persone.

Se la situazione lo richiede, è anche possibile erigere un Posto Medico Avanzato contenente circa 8 posti letto. Se lo ritengono, il Rescue Team e l'AMP doctor possono spedire i pazienti in quest'area. La Squadra Medica si compone di 6 dottori facenti parte del Triage team (composto da 2 medici), Rescue team (composto da 2 medici), Advanced Medical Post team (composto da 1 medico) ai quali si aggiunge l'Incident Commander.

## Creare i propri scenari

La filosofia alla base del Progetto e-DISTRICT CiPro è permettere la *customizzazione* dei contenuti didattici, su misura per gli enti ed i governi che vogliono utilizzare il framework come strumento

didattico o di ricerca. Ulteriori informazioni e contatti sono reperibili nel Documento Progress 7 a cura dell'ente capofila del Progetto, il Consorzio Scuola Comunità Impresa (CSCI) di Novara.

## 5 Note conclusive: dalla micro-simulazione alla macro-simulazione

La visualizzazione in prima persona nell'ambito di un ambiente collaborativo virtuale è utile per imparare a decifrare realtà ed ambienti ostili, oltre che per comprendere le problematiche di interfacciamento con le altre figure in gioco (banalmente: se i soccorritori medici ed infermieri sono vestiti – questo avviene nella realtà – allo stesso modo, come sarà possibile capire chi è il medico? Questa è una delle problematiche di decifrazione dello scenario, soprattutto nel caso di interventi di soccorso in paesi esteri). Tuttavia, i limiti di questo tipo di rappresentazione iniziano ad intravedersi quando si tratta di gestire aspetti prettamente logistici su una vasta area, come può essere l'area metropolitana di una grande città, con i suoi Ospedali e le sue infrastrutture. Nel corso dell'esercitazione in scala reale tenutasi nell'ambito della VI edizione dello European Master in Disaster Medicine ([www.dismedmaster.com](http://www.dismedmaster.com)), master universitario di II livello erogato dall'Università del Piemonte Orientale e dalla Vrije Universiteit Brussel ([www.vub.ac.be](http://www.vub.ac.be)) in collaborazione con illustri università mondiali, i pazienti erano impersonati da studenti di Medicina e Chirurgia, i quali “imparavano” come realmente appare un paziente con una specifica patologia. Tuttavia, sorgeva il problema di simulare anche la fase intra-ospedaliera. La soluzione trovata, è stata di utilizzare un software per micro e macro-simulazioni in caso di disastro (Hospital Disaster Preparedness Networked Simulator, HDPnetS®<sup>(16)</sup>) prodotto da Virtual Engine S.r.l., ditta italiana specializzata in simulazioni al computer, nata in compartecipazione con InfoLearning S.r.l.<sup>(17)</sup>, azienda spin-off dell'Università del Piemonte Orientale dedita alla creazione di corsi di didattica a distanza in per l'Università e l'Industria. In pratica, una volta stabilizzati, i pazienti-studenti venivano trasportati presso un capannone che fungeva da “tutti gli Ospedali”<sup>(18)</sup>, dove era installata una piccola rete locale su cui girava il software HDPnetS, grazie al quale era possibile ricoverare i pazienti, avere sotto controllo lo stato delle sale operatorie, delle terapie intensive, aumentando così di molto il livello globale della simulazione (vedi Tabella 3).



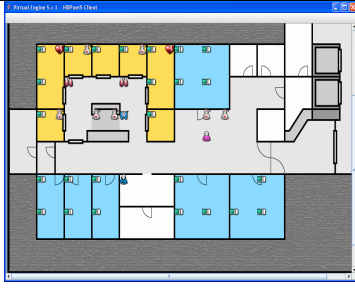
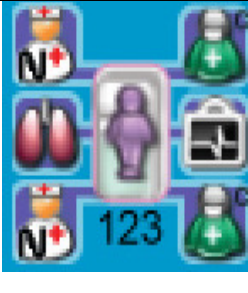
1. Pazienti-simulanti	2. Trasferimento presso Ospedale	3. Ammissione in HDPnetS	4. “virtualizzazione”
			

Tabella 3: I pazienti (1), una volta stabilizzati, vengono fatti “uscire” dal gioco (2); al loro posto, viene creato un paziente virtuale che andrà ad occupare, ad esempio, un posto in sala operatoria virtuale in un Ospedale simulato con HDPnetS (3), la quale non sarà disponibile per altri pazienti-simulanti provenienti dallo scenario fino ad intervento ultimato (4)

Se i pazienti di un *drill* sono volontari che cercano di mimare al meglio i segni di determinate patologie, nella loro evolutività, i pazienti di e-DISTRICT CiPro sono degli algoritmi computerizzati che cambiano di stato a seconda del trattamento praticato, oppure del tempo

trascorso, oppure in base all'appropriatezza di un trasferimento. Ogni stato di ogni paziente ha in sé tutti i parametri vitali relativi, e le "porte" per passare ad uno stato di maggiore o minore stabilità. Un esempio di raffigurazione grafica di un paziente (ovvero, di un automa a stati finiti) è mostrata in Figura 17. Una simulazione al computer che possa soddisfare sia gli aspetti di simulazione extra-ospedaliera che quelli di simulazione intra-ospedaliera, ed ancora gli aspetti di gestione di una intera area metropolitana da parte di più utenti (macro-simulazione)<sup>(19)</sup> con una impronta marcatamente logistica, nonché di tipo "comando-controllo", può essere realizzata permettendo ai pazienti inviati dal PMA virtuale del simulatore di e-DISTRICT CiPro, di essere smistati – tramite un EMS virtuale – agli ospedali simulati. Sia e-DISTRICT CiPro che ad esempio HDPnetS potrebbero ad esempio condividere la libreria di pazienti, che in entrambi i casi vengono trattati come automi a stati finiti. I parametri vitali, valutati essenzialmente tramite l'esame obiettivo svolto in prima persona tramite il manichino virtuale, saranno – nel caso di simulatori intra-ospedalieri – visualizzati anche sottoforma di numeri e curve di monitoraggio.

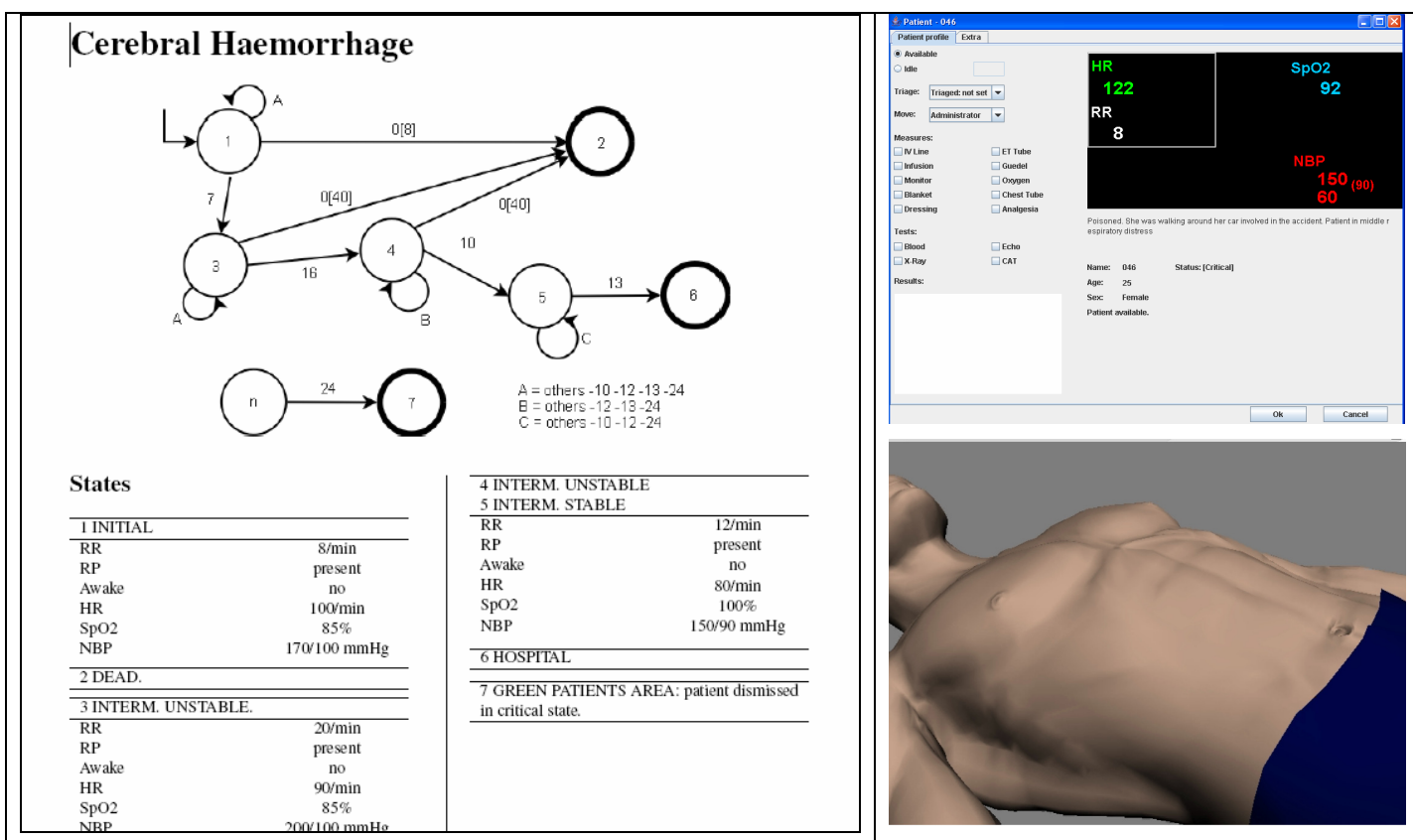


Figura 17: come appare l'algoritmo di un paziente, sottoforma di automa a stati finiti. In alto a destra, sono monitorizzati i parametri vitali del paziente giunto in Ospedale, mentre in basso i parametri di base, come la frequenza respiratoria (in questo caso una bradipnea 8 atti/min) devono essere direttamente valutati dal soccorritore.

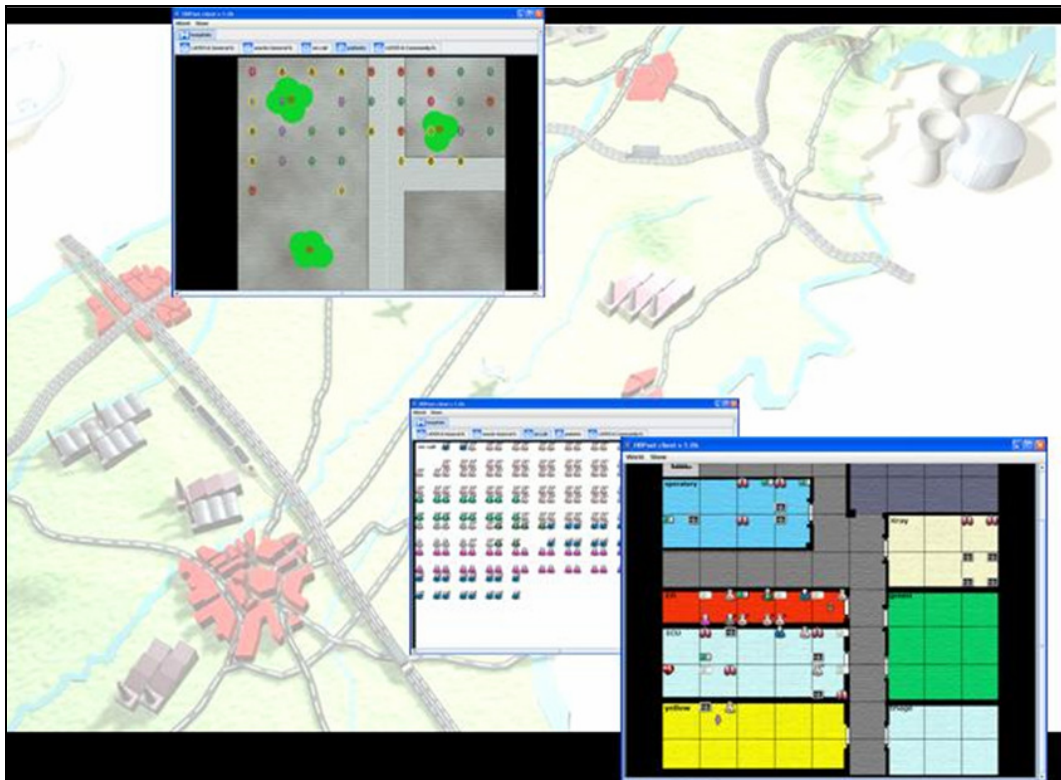


Figura 18: esempio di marco-simulazione, con la gestione di un'area metropolitana e delle sue infrastrutture, realizzata con HDPnetS

## Bibliografia

<sup>1</sup> Bryson S, Information Visualization in Virtual Environment, 2002, in Kenny (Ed.), The Handbook of Virtual Environments Technology, Erlbaum publisher, 1101-1118

<sup>2</sup> Singhal S, Networked virtual environments: design and implementation, 1999 Addison Wesley, New York

<sup>3</sup> Active World University, elenco comprendente più di 80 università in tutto il mondo, [http://www.activeworlds.com/edu/awedu\\_participants.asp](http://www.activeworlds.com/edu/awedu_participants.asp), acceduto il giorno 7 Novembre 2006

<sup>4</sup> Active World Education, elenco di enti governativi, <http://www.activeworlds.com/edu/eduaw.asp>, acceduto il giorno 7 Novembre 2006

<sup>5</sup> 3D Virtual Worlds and Learning: An Analysis of the Impact of Design Affordances and Limitations in Active Worlds, blaxxun interactive, and OnLive! Traveler; and A Study of the Implementation of Active Worlds for Formal and Informal Education. (1999)

<sup>6</sup> Stansfield et al., BioSimMER Project, PRESENCE, 1999, Vol. 9, N. 6

<sup>7</sup> Halvorsrud et al., MATADOR Project (Medical Advanced Training in an Artificial Distributed Environment), 2001, Future Media program

<sup>8</sup> La Mura F, Nuove esperienze didattiche: l'E-Learning. La nostra esperienza con il Master Europeo di Medicina della Catastrofi, Tesi di Specializzazione in Anestesiologia e Rianimazione, AA 2001-2002, Università del Piemonte Orientale "A. Avogadro"

<sup>9</sup> Costruzione di un piano di emergenza ospedaliera in caso di disastro, Corso Riceland ©, [www.riceland.it](http://www.riceland.it)

<sup>10</sup> Halpern P, Information Management in Multiple Casualty Incidents and Disasters, 2002, European Master in Disaster Medicine, [www.dismedmaster.com](http://www.dismedmaster.com)

<sup>11</sup> Legal, Ethical and Moral aspects of Disaster Medicine, 2000-2006, European Master in Disaster Medicine, [www.dismedmaster.com](http://www.dismedmaster.com)

<sup>12</sup> Nunnari F, ThreeDness: a framework for the creation of customizable 3D awareness interfaces: Application to Disaster Medicine, 2004, PhD Dissertation Thesis, pp. 119-132 disponibile in linea su:  
[http://www.di.unito.it/~nunnarif/threedness/publications/Nunnari-PhD\\_Thesis-Nov2004.pdf](http://www.di.unito.it/~nunnarif/threedness/publications/Nunnari-PhD_Thesis-Nov2004.pdf)

<sup>13</sup> Marchiraju R, Do I Really See a Bone ?, 2003, Proceedings of the 14<sup>th</sup> IEEE Visualization 2003 (Vis'03)

<sup>14</sup> La Mura F, Gribaudo M, Calignano F et al, Esercitazioni 3D al computer e scenari simulati di medicina d'emergenza e delle catastrofi: il ruolo del fotorealismo, 2006, Min Anesthesiol, Vol. 72 N. 10

<sup>15</sup> Gribaudo M, La Mura F, "CityCarAccident 0.3", Gioco 3D al computer per la rappresentazione e gestione di un paziente traumatizzato, presentato al 3rd Mediterranean Emergency Medicine Congress, Nizza (FR), Settembre 2005

<sup>16</sup> Hospital Disaster Preparedness Networked Simulator, HDPnetS @, <http://www.hdpnets.com>

<sup>17</sup> InfoLearning S.r.l. "Azienda spin-off dell'Università del Piemonte Orientale", [www.infolearning.net](http://www.infolearning.net)

<sup>18</sup> Colombo D, Ingrassia PL, Geddo A et al, POWER ECE (Exercise Creator and Evaluator). Uno strumento per progettare, realizzare e valutare una simulazione di maxi-emergenza tipo functional exercise, 2006, Min Anesthesiol, Vol. 72 N. 10

<sup>19</sup> La Mura F, Rubinelli E, Geddo A et al, Hospital Disaster Preparedness Networked Simulator (HDPnetS) for research and training in Disaster Medicine, 2006, Min Anesthesiol, Vol. 72 N. 10