



**ITSOS Marie Curie**

Via Masaccio, 4 – 20063 Cernusco sul Naviglio (Milano)

Tel. +39 02.9240552/9232934 fax + 39 02.9244512

e-mail: [itsos@tes.mi.it](mailto:itsos@tes.mi.it) <http://www.tes.mi.it>

# Una Realtà Poligonale

## Viaggio Attraverso Realtà Virtuale e Grafica 3D

**Materie:**

Filosofia                      Professor Enrico La Sala

Informatica                  Professor Carlo Bocchetti

Gestione Progetti        Professor Carlo Bocchetti

**Andrea Silvestri**

A large, stylized 3D wireframe cube graphic in light blue and grey, spanning the bottom of the page. The year '2007' is printed in large black font on one of its faces.

2007

# Una Realtà Poligonale

Un viaggio attraverso Realtà Virtuale e Grafica 3D

## SOMMARIO

1. Realtà .....	4
1.1. Realismo del senso comune e scetticismo .....	4
1.2. L'argomento dell'illusione e critiche ad esso .....	4
1.3. Realismo rappresentativo: qualità primarie e secondarie .....	5
1.4. Il "cervello in una vasca" .....	5
2. Realtà Virtuale .....	6
2.1. La simulazione e la realtà artificiale .....	6
2.2. Sutherland e il display definitivo .....	6
2.3. Il cyberspazio .....	7
2.3.1. Internet, il primo cyberspazio .....	8
2.3.2. La telepresenza.....	8
2.4. L'interfaccia uomo-macchina .....	8
2.5. La realtà virtuale e il pubblico .....	9
2.6. La realtà aumentata .....	9
2.7. Ti racconto la realtà virtuale.....	9
3. Grafica 3D .....	11
3.1 Aspetti teorici .....	11
3.1.1. Cos'è? .....	11
3.1.2. Modelli 3D .....	11
3.1.3. Tecniche di modellazione .....	11
3.1.4. Creazione della scena .....	12
3.1.5 Il Rendering.....	13
3.1.6. Illuminazione e ombreggiatura .....	13
3.2. Il VRML.....	13
3.3. I campi d'uso del 3D .....	14
4. Progetto: Giovanna D'Arco, il Ritorno .....	15
4.1. Il progetto .....	15
4.1.1. Titolo.....	15
4.1.2. Descrizione sintetica del prodotto .....	15
4.1.3. Risorse hardware, software richieste .....	15

4.1.4. Tempistica (piano di lavoro) .....	16
4.2. Difficoltà incontrate e modifiche.....	16
4.3. Perché questo progetto.....	17
4.4. Strumenti e tecniche usate.....	17
4.5. Svolgimento .....	18
Bibliografia.....	34
Webgrafia .....	34
Dettagli webgrafici per "Computer grafica 3D" .....	34
Dettagli webgrafici per "Realtà virtuale" .....	34
Dettagli webgrafici per "VRML" .....	34

## 1. REALTÀ

Le nostre conoscenze fondamentali sulla realtà, ovvero sul mondo esterno a noi e che ci circonda, provengono dai cinque sensi: vista, udito, tatto, olfatto, gusto. Per la maggior parte di noi la vista svolge il ruolo più importante. So com'è il mondo esterno perché lo posso vedere. Nel caso io non sappia con certezza se ciò che vedo è davvero lì dove sembra essere, posso in genere allungare la mano e toccarlo per assicurarmene. Ma qual è esattamente la relazione tra ciò che penso di vedere e ciò che è realmente davanti a me? Posso mai raggiungere la certezza riguardo a ciò che è là fuori nel mondo esterno? Si potrebbe supporre che io stia sognando? Gli oggetti continuano ad esistere quando nessuno li osserva? Tutte queste domande riguardano al modo in cui acquisiamo conoscenza del mondo che ci circonda; appartengono dunque alla branca della filosofia nota come teoria della conoscenza o epistemologia.

### 1.1. REALISMO DEL SENSO COMUNE E SCETTICISMO

Il realismo del senso comune assume che ci sia un mondo fatto di oggetti fisici di cui possiamo avere conoscenza diretta attraverso l'uso dei nostri cinque sensi. Questi oggetti fisici continuano a esistere indipendentemente dal fatto che qualcuno li stia percependo. Inoltre questi oggetti sono più o meno come ci appaiono e ciò dipende dal fatto che i nostri organi di senso sono in genere affidabili.

Tuttavia sembra che questa concezione non sia soddisfacente. Il realismo del senso comune non è in grado di rispondere adeguatamente alle critiche scettiche sull'affidabilità dei sensi.

Lo scetticismo è la concezione secondo cui non possiamo conoscere nulla con certezza e c'è sempre qualche ragione per dubitare anche nelle nostre credenze sul mondo più fondamentali. In filosofia gli argomenti scettici tentano di mostrare che i nostri modi tradizionali di indagare il mondo non sono affidabili e che non ci garantiscono una conoscenza di ciò che esiste realmente.

Qui di seguito esporrò alcuni argomenti scettici interessanti.

### 1.2. L'ARGOMENTO DELL'ILLUSIONE E CRITICHE AD ESSO

L'argomento dell'illusione è un argomento che mette in dubbio l'affidabilità dei sensi. Esistono circostanze in cui i nostri sensi possono ingannarci. Per esempio un bastone dritto immerso parzialmente nell'acqua può apparire piegato; il gusto di una mela può sembrare amaro se si è appena finito di mangiare qualcosa di molto dolce; vista da una certa angolazione una moneta rotonda può sembrare ovale; i binari delle ferrovie sembrano convergere in lontananza; l'alta temperatura può far sembrare come se la strada si stesse muovendo; lo stesso abito può sembrare cremisi in una luce debole e scarlatto alla luce del sole; la Luna appare più grande quando è bassa sull'orizzonte. A causa di queste illusioni sensoriali sembra improbabile che il mondo esterno sia nella realtà esattamente così come ci appare.

Secondo l'argomento dell'illusione, poiché i sensi a volte ci ingannano, in nessun caso possiamo essere certi che non ci stiano ingannando in un qualsiasi momento della nostra vita.

Sebbene si possano commettere errori vedendo oggetti da lontano o in condizioni insolite, sicuramente ci sono osservazioni riguardo alle quali non si possono provare dubbi ragionevoli. Per esempio non posso dubitare di essere seduto alla mia scrivania a scrivere questa tesina. Allo stesso modo, non posso dubitare di essere in Italia e non, per esempio, in Giappone. Ci sono alcuni casi non controversi grazie ai quali possiamo apprendere il concetto stesso di conoscenza. Possiamo dubitare di altre credenze solo perché possediamo questo sfondo di conoscenze certe: senza questi casi non controversi non avremmo un concetto di conoscenza, e perciò non avremmo nulla con cui confrontare le credenze più dubbie.

### 1.3. REALISMO RAPPRESENTATIVO: QUALITÀ PRIMARIE E SECONDARIE

Il fatto che i sensi possano ingannarci così facilmente dovrebbe essere sufficiente per mettere in dubbio la nostra fiducia nella concezione secondo cui gli oggetti sono davvero come ci appaiono.

Il realismo rappresentativo è una versione modificata del realismo del senso comune. Si parla di realismo *rappresentativo* perché la percezione viene concepita come il risultato della consapevolezza delle rappresentazioni interne del mondo esterno. Quando vedo un gabbiano non lo vedo direttamente, come suggerisce il realismo del senso comune. Non ho un contatto sensoriale diretto con l'uccello. Ciò di cui sono conscio è piuttosto una rappresentazione mentale del gabbiano, una specie di immagine interiore. La mia esperienza visiva non ha come oggetto direttamente il gabbiano, benché sia da esso causata, ma è piuttosto l'esperienza della rappresentazione del gabbiano prodotta dai sensi.

Il realismo del senso comune fornisce una risposta alle obiezioni sollevate dall'argomento dell'illusione. Si prenda l'esempio dei colori. Lo stesso vestito può apparire nero molto diverso quando è visto sotto luci diverse: può andare per esempio dallo scarlatto al nero. Se esaminassimo più da vicino le fibre del vestito scopriremmo probabilmente una mescolanza di colori. Il colore percepito dipenderà anche da chi guarda il vestito: un daltonico potrebbe vederlo in modo diverso da chi abbia una vista normale. Tenendo conto di queste osservazioni non sembra sensato dire che *nella realtà* il vestito è rosso: il suo essere rosso non è indipendente da chi lo percepisce. Per spiegare questo fenomeno il realismo rappresentativo introduce la distinzione tra qualità primarie e secondarie.

Le qualità primarie sono caratteristiche che un oggetto possiede realmente, indipendentemente dalle condizioni in cui è percepito. Le qualità primarie comprendono le dimensioni, la forma e il movimento. La struttura di un oggetto, che è determinata dalle sue qualità primarie, dà origine alla nostra esperienza delle qualità secondarie.

Le qualità secondarie comprendono il colore, l'odore e il gusto. Può sembrare che esse siano realmente negli oggetti percepiti, così che la bianchezza sia in qualche modo parte di un vestito bianco, ma in realtà questa bianchezza è la capacità di produrre immagini bianche in un osservatore normale e in condizioni normali. Le impressioni delle qualità secondarie non assomigliano agli oggetti reali, ma sono in parte un prodotto dell'apparato sensoriale che accidentalmente possediamo.

### 1.4. IL "CERVELLO IN UNA VASCA"

Un altro tipo di scetticismo è quello delle *allucinazioni* e la sua versione estrema è quella del "cervello in una vasca". Questa consiste nell'immaginare di non avere un corpo. Tutto ciò di cui sono costituito è un cervello che fluttua in una vasca colma di sostanze chimiche. Uno scienziato pazzo ha collegato il mio cervello in modo tale da creare l'illusione dell'esperienza sensoriale; egli ha in qualche modo creato una macchina dell'esperienza. Tutta l'esperienza che penso mi provenga dai cinque sensi è in realtà il risultato della stimolazione del mio cervello privo di corpo da parte dello scienziato pazzo. Con questa macchina dell'esperienza lo scienziato può indurmi a provare ogni esperienza sensoriale che potrei avere nella vita reale. Grazie a una sofisticata stimolazione dei nervi nel mio cervello lo scienziato può darmi l'illusione di guardare la televisione, correre la maratona, scrivere un libro, mangiare la pasta, o qualunque altra cosa. Questa situazione non è implausibile come potrebbe sembrare: esistono già oramai tecnologie che permettono queste simulazioni di esperienze che sono note come **realtà virtuale**.

## 2. REALTÀ VIRTUALE

La realtà virtuale è quella tecnologia che viene usata per creare una più intima “interfaccia” fra l’essere umano e le immagini prodotte dai computer. Suo scopo è simulare l’intero complesso dei dati sensoriali che costituiscono l’esperienza “reale”. Idealmente, il suo utente indossa un’apparecchiatura che sostituisce i dati sensoriali provenienti dal mondo naturale con quelli prodotti da un computer. Davanti agli occhi vengono posti degli schermi di un computer, e il suo corpo è ricoperto da “effettori”: ciò fornisce da un lato una visione di questo mondo artificiale, e dall’altro le sensazioni che si provano al suo contatto. Inoltre un dispositivo di monitoraggio collegato al corpo registra i suoi movimenti, in modo che, come l’utente si muove, anche ciò che egli vede o sente viene alterato corrispondentemente.

In pratica però, per problemi dovuti alle tecnologie ancora poco sviluppate e per altri inconvenienti come la limitata capacità di calcolo degli attuali sistemi informatici, non si è ancora raggiunto il realismo necessario a non accorgersi della differenza tra i due ambienti. Attualmente, la quasi totalità di questi ambienti virtuali rimangono prevalentemente esperienze visive e sonore.

Gli ambienti virtuali vengono al momento programmati per alcune categorie di utenti, come ad esempio i piloti di aerei che utilizzano questa tecnologia per prepararsi al volo.

### 2.1. LA SIMULAZIONE E LA REALTÀ ARTIFICIALE

Due questioni sono sempre state trascurate dall’industria dei calcolatori anche essendo essenziali per poter comprendere le vicende che hanno condotto la brusca intrusione metafisica della realtà virtuale nella nostra vita di tutti i giorni.

La prima questione è la simulazione. I computer hanno la straordinaria caratteristica di essere tutti, in un certo senso, simulazioni di quel computer ideale che si usa chiamare “macchina universale”. Tutto ciò che il computer fa può essere considerato una simulazione, sennonché molte delle cose che esso simula non esistono al di là della simulazione stessa.

La seconda questione ha a che fare con la realtà artificiale. È difficile da dire a prima vista se si tratti di un concetto che possiede qualche significato. Potrebbe essere un’idea di grande originalità e importanza, ma anche totalmente vuota e pretenziosa. Potrebbe essere anche una contraddizione. Le sue attrattive sono evidenti: si tratta di un termine originale ed enigmatico al tempo stesso, coniato a bella posta sia per suggerire un senso di avventura tecnologica che per aumentare il senso di insicurezza che sta al fondo dell’essere.

L’origine del termine viene generalmente fatta risalire all’americano Myron Krueger che lo usa in un suo libro quando dice che l’uomo, grazie alla sua genialità, è riuscito a creare un nuovo mondo in seguito all’obiettivo di domare il terribile potere della Natura.

### 2.2. SUTHERLAND E IL DISPLAY DEFINITIVO

Il candidato preferito all’invenzione della realtà virtuale è un lavoro accademico di Ivan Sutherland, pubblicato nel 1968 e intitolato *A head-mounted three-dimensional display* (Un display tridimensionale a cuffia).

Per capire a cosa mirava Sutherland bisogna tornare indietro e rifarsi a un suo lavoro precedente dal titolo *The ultimate display* (Il display definitivo).

Sutherland è una figura importante nel campo della grafica computerizzata e nella simulazione al computer, essendo il fondatore della Evans & Sutherland, un’azienda di primo piano nella progettazione dei simulatori di aeroplani e di altri veicoli per le forze armate. Sutherland sosteneva che il suo display

definitivo dovesse essere una stanza entro il quale il computer possa controllare l'esistenza della materia. Bisogna tener conto che queste idee le aveva quando ancora i calcolatori erano macchine enormi, che scaldavano tantissimo, erano pesanti e costosissime, e capaci di produrre soltanto immagini estremamente rozze.

Nelle idee di Sutherland questo display non sarebbe dovuto essere visivo, e neppure acustico, bensì «cinestesico»: «La forza richiesta per muovere una cloche – scriveva Sutherland – potrebbe essere controllata dal computer, così come la forza necessaria per azionare i comandi di un simulatore di volo Link viene modificata per dare la sensazione di trovarsi su un vero aeroplano.» Ecco che si scopre che l'idea che poteva sembrare la sorgente originaria della realtà virtuale è alimentata da un filo di idee diverso dalla realtà artificiale di Krueger: quello della simulazione del volo.

Il grande salto d'immaginazione compiuto da Sutherland col suo articolo del 1965 consisteva nell'aver generalizzato l'idea di simulazione.

Il lavoro del 1968 suona più di basso livello perché vi si riflette un interesse esclusivamente pratico. L'articolo riferisce i risultati del lavoro intrapreso alla Harvard il cui scopo era «Presentare all'utente un'immagine in prospettiva che si modifica come egli si muove». Questo display comprendeva un casco e un sensore di controllo. Le immagini che si vedevano attraverso questo apparato erano generate dalla pura matematica. Con un sistema di coordinate rilevate grazie al sensore di controllo è possibile descrivere matematicamente uno spazio a tre dimensioni.

L'uso del computer per definire matematicamente forme tridimensionali è una questione di semplice routine, e inoltre fornisce anche un mezzo per la loro manipolazione. È possibile anche muovere le forme a piacere, sottraendo o aggiungendo numeri alle sue ordinate compiendo operazioni di traslazione o rotazione.

Naturalmente nella memoria di un computer una forma è soltanto un gruppo di numeri, ma con un display appropriato è possibile trasformare questi numeri in un'immagine della forma in questione. L'idea di Sutherland fu di usare gli schermi montati sulla cuffia per simulare qualcosa di simile all'osservazione reale di modelli di oggetti tridimensionali. Col mutare della posizione e dell'orientamento del casco il computer calcola, sulla base delle informazioni che riceve dal sensore, in che modo dovrebbero apparire gli oggetti se fossero visti dalle posizioni equivalenti nello spazio matematico. Il display definitivo, però, era finalizzato anche all'interazione dell'utente con questi oggetti, in modo che questo potesse afferrarli, lasciarli cadere e lanciaarli. Questo può essere possibile essendo che anche la fisica, come la geometria, è di origine matematica e quindi riproducibile da un calcolatore.

In tutto questo sorgono delle domande: qual è la natura di questi oggetti simulati? Sono forse un prodotto della finzione o dell'immaginazione? Sono essi naturali, fisici, reali? Certamente non nel senso normale di questi termini. Questi oggetti esistono e partecipano di un nuovo modo di esistenza, un modo che non è reale ma non è neppure immaginario: è il modo che ha preso il nome di **virtuale**.

### 2.3. IL CYBERSPAZIO

Cos'è il cyberspazio? Questo termine può essere spiegato grazie anche ai suoi sinonimi: cyberia, spazio virtuale, mondi virtuali, dataspace, regno digitale, mondo elettronico, sfera dell'informazione. Una possibile interpretazione del termine è quella che concerne l'avvenuto annullamento dello spazio. «Oggi – scriveva Marshall McLuhan nel 1964 – dopo oltre un secolo d'impiego tecnologico dell'elettricità, abbiamo esteso in nostro stesso sistema nervoso centrale in un abbraccio globale che, almeno per quanto concerne il nostro pianeta, abolisce tanto il tempo quanto lo spazio.»

---

### 2.3.1. INTERNET, IL PRIMO CYBERSPAZIO

Negli anni ottanta si diffonde la “moda” del «villaggio globale» ovvero del principio che l’informazione possa essere disponibile all’istante in tutto il globo e che possa essere memorizzata e recuperata a volontà poiché tempo e spazio non sono più una restrizione.

La tecnologia che ha reso possibile tutto ciò è la tecnologia delle reti elettroniche.

Il primo esempio di impiego di una rete nel mondo dei calcolatori fu l’ARPAnet (American Advanced Research Projects Agency Network) e in un certo senso questa fu la prima comunità virtuale del mondo.

La rete crebbe sempre di più verso l’esterno fino a coprire l’intero globo, e alla fine cambiò nome prendendo quello di Internet. Per molti l’Internet è il modello perfetto di comunità virtuale. Il fattore geografico e la gerarchia sono diventati irrilevanti poiché ognuno ha uguale accesso alla rete ed è libero di comunicare, da qualsiasi posto.

---

### 2.3.2. LA TELEPRESENZA

Verso la metà degli anni ottanta, un dipartimento della NASA iniziò a lavorare su un progetto cui diede lo stimolante appellativo di **telepresenza**. In origine questa veniva studiata come mezzo per controllare i robot. Giacché è meglio spedire macchine piuttosto che uomini in ambienti minacciosi come per esempio lo spazio, l’équipe di ricercatori della NASA mirava a sviluppare una tecnologia “avvolgente”, capace di dare all’operatore la *sensazione* di trovarsi lui stesso nella macchina che veniva comandata da terra. La NASA sperava che una comunicazione sufficientemente completa fra operatore e robot potesse far sì che il robot divenisse quasi il corpo dell’operatore: il quale in tal caso sarebbe stato **telepresente**, trasportato istantaneamente ovunque il robot stesse lavorando.

Ma poiché la comunicazione fra robot e operatore si realizza attraverso uno scambio di informazioni, forse allora la telepresenza è possibile ovunque. Basterà inserire i contatti fra le varie periferiche e so potrà partire alla scoperta del vero significato di quell’illimitato sistema sensorio di cui parlava McLuhan.

---

## 2.4. L’INTERFACCIA UOMO-MACCHINA

Nel 1976 Nicholas Negroponte, un ricercatore dell’Architectural Machine Group, cominciò a lavorare col suo collaboratore su un’idea che chiamò **gestione spaziale dei dati**. L’idea di Negroponte consisteva nel trasformare il calcolatore in un ufficio della memoria. Lo schermo del calcolatore doveva diventare una scrivania metaforica, ricoperta di oggetti ciascuno dei quali rappresentava una certa funzione o un certo strumento: diario, telefono, cestino della posta in arrivo e così via. Questa idea, che venne poi chiamata **interfaccia uomo-macchina**, era però molto complicata da realizzare visti i sistemi del tempo. Questo fu possibile solo negli anni settanta quando entrarono in scena i minicomputer: sistemi **in tempo reale** e **interattivi**, che eseguivano operazioni al ritmo desiderato dall’utente. Il tutto possibile grazie non solo all’accresciuta potenza dell’hardware, ma soprattutto alla creazione di sofisticati programmi detti **sistemi operativi** che rendevano automatica una gran parte dei compiti connessi con la gestione dei computer, compiti finora svolti dai tecnici. La prima interfaccia utente fu quella chiamata **Command Line Interpreter (CLI)** e consisteva nel scrivere sullo schermo, con una tastiera, i comandi che il sistema avrebbe dovuto eseguire.

Con il tempo e con l’arrivo del *mouse*, progettato dallo psicologo J.C.R. Licklider, l’interfaccia utente CLI venne sostituita dall’immagine di un ufficio metaforico organizzato ad icone che rappresentavano elementi quali schedari, archivi e strumenti. Questo nuovo sistema di “scrivania” venne chiamato Desktop Environment (che significa appunto “Ambiente Scrivania”).



A questo punto possiamo dire che il realista virtuale intende per cyberspazio è una tecnologia che offre la possibilità di un'unione fra l'utente e il suo virtuale alter ego, tale da essere un'autentica condizione di simbiosi uomo-macchina. Ciò significa che gli ambienti del tipo qui descritto potranno **realmente** essere accessibili, il che decreterà la fine dell'interfaccia utente e ci immergerà nell'universo dell'informazione. I realisti virtuali promettono che sarà un mondo di gran lunga più vasto e più ricco di quello fisico, un mondo che fino ad oggi abbiamo solo vagamente percepito con l'immaginazione.

## 2.5. LA REALTÀ VIRTUALE E IL PUBBLICO

I primi esempi di realtà virtuale per il pubblico sono usciti fra il '90 e il '91 in America, Giappone e Inghilterra. Si tratta di luoghi molto simili a teatri in cyberspazio. A Chicago fu installato nel 1990 il "BattleTech Center" che i suoi promotori descrivono così: «Il primo simulatore interattivo del mondo, a partecipazione collettiva e in tempo reale, che consente allo spettatore-attore di esistere e interagire in un **universo virtuale**». Gli spettatori-attori siedono al posto di guida di un simulatore di carro armato, che manovrano, usando un imponente insieme di comandi, entro uno spazio virtuale, visto attraverso uno schermo di 25 pollici (la feritoia del carro armato). Tutti i "carri armati" sono collegati fra loro in un'unica rete, di modo che ciascun partecipante vede tutti gli altri muoversi nei loro carri sullo stesso campo di battaglia. Quanto all'Inghilterra, nel 1991 le W Industries installarono nel West End di Londra, in una galleria di sale giochi, un sistema chiamato **Virtuality**: il gioco consente ai partecipanti, tutti con un casco sulla testa e tutti seduti dentro modulo che hanno un joystick sul bracciolo del sedile, di "pilotare" un reattore a decollo verticale del tipo Harrier.

Ultimamente si è fatto un ulteriore passo importante. È diventato possibile avere un videogioco molto vicino alla realtà virtuale nella propria casa. Sto parlando della Nintendo Wii. Wii (pronunciato come il pronome lingua inglese we, /wi : / ) è una console per videogiochi prodotta da Nintendo e succeduta al Nintendo GameCube. La sua caratteristica più distintiva è il controller senza fili, il Wii Remote, simile ad un telecomando, che reagisce alla posizione e all'orientamento rispetto alla barra sensore.

Oltre al campo dei videogiochi c'è l'intenzione di creare un successore del cinema, detto "Teatro in cyberspazio" dove la gente si reca per assumere ruoli simulati.

## 2.6. LA REALTÀ AUMENTATA

La realtà aumentata (dall'inglese augmented reality) è una particolare estensione della realtà virtuale. Consiste nel sovrapporre alla realtà percepita dal soggetto una realtà virtuale generata dal computer. La percezione del mondo dell'utilizzatore viene "aumentata" da oggetti virtuali che forniscono informazioni supplementari sull'ambiente reale.

Un esempio abbastanza noto di questo tipo di applicazioni è in campo militare, dove ad esempio al pilota che osserva il terreno vengono fornite informazioni digitali quali la classificazione dei mezzi militari presenti in amici/nemici attraverso dispositivi integrati nel casco o nell'abitacolo dell'aereo.

Un altro campo di applicazione è la chirurgia minimamente invasiva. In questo caso le immagini viste direttamente dal chirurgo attraverso una telecamera vengono integrate con immagini TAC o MRI ottenute dal paziente in precedenza.

## 2.7. TI RACCONTO LA REALTÀ VIRTUALE

Numerosissime sono le opere letterarie (poi riprese da quelle cinematografiche o dalle serie televisive) di fantascienza che hanno descritto situazioni in cui i personaggi vengono in qualche modo intrappolati nella realtà virtuale, in particolare quelli del filone cyberpunk, a partire dai romanzi di William Gibson, nei quali è presente un ambiente totalmente virtuale chiamato cyberspazio o metaverso (Neal Stephenson, *Snow Crash*, 1992), teatro delle lotte dei protagonisti (in genere hacker o cracker). Tra i primi ad utilizzare

quest'idea (che è diventato poi uno dei temi più sfruttati) è stato Daniel F. Galouye nel suo *Simulacron-3* che è stato trasposto sul piccolo schermo in Germania in *Welt am Draht* del regista Rainer Werner Fassbinder. Il film *Tron*, di Steven Lisberger è stato in effetti il primo film di Hollywood a proporre al pubblico mondiale questo tipo di situazioni. Più recentemente film come *Il tagliaerba* (1992) e *Matrix* (1999) hanno reso ancora più popolari questi temi. Meno noto, ma assai stimolante dal punto di vista artistico e filosofico, il film *eXistenZ* (1999) del regista canadese David Cronenberg.

In molti romanzi cyberpunk, in particolare quelli di William Gibson, ma anche in altre pubblicazioni come la collana per ragazzi *The Web* (pubblicata in Italia nel 1997), viene espresso il concetto che è possibile raggiungere l'immortalità trasferendosi dal mondo reale a quello virtuale. In altri, che la realtà virtuale può influenzare in qualche modo la vita reale o anche che la stessa vita non è altro che un programma di simulazione (idea del resto già rintracciabile nella filosofia platonica).

Tra i pionieri del tema nell'ambito della fantascienza statunitense va ricordato soprattutto Philip K. Dick: particolarmente significativi alcuni suoi racconti, come *Spero di arrivare presto*, *Ricordiamo per voi* e soprattutto il romanzo *Divina invasione*.

## 3. GRAFICA 3D

### 3.1 ASPETTI TEORICI

#### 3.1.1. COS'È?

La Computer grafica 3D è un ramo della Computer grafica che si basa sull'elaborazione di modelli virtuali in 3D da parte di un computer.

La Computer grafica 3D è sostanzialmente la scienza, lo studio e il metodo di proiezione, della rappresentazione matematica di oggetti tridimensionali. Questo tramite un'immagine bidimensionale creata attraverso l'uso di tecniche come la prospettiva e l'ombreggiatura (shading) per simulare la percezione di questi oggetti da parte dell'occhio umano. Ogni sistema 3D deve fornire due elementi: un metodo di descrizione del sistema 3D stesso ("scena"), composto di rappresentazioni matematiche di oggetti tridimensionali, detti "modelli", e un meccanismo di produzione di un'immagine 2D dalla scena, detto "renderer".

#### 3.1.2. MODELLI 3D

Oggetti tridimensionali semplici possono essere rappresentati con equazioni operanti su un sistema di riferimento cartesiano tridimensionale: per esempio, l'equazione  $x^2+y^2+z^2=r^2$  è perfetta per una sfera di raggio  $r$ . L'insieme degli oggetti realizzabili viene ampliato con una tecnica chiamata geometria solida costruttiva (CSG, constructive solid geometry), la quale combina oggetti solidi (come cubi, sfere, cilindri, ecc.) per formare oggetti più complessi attraverso le operazioni booleane (unione, differenza e intersezione): un tubo può ad esempio essere rappresentato come la differenza tra due cilindri di diametro differente.

L'impiego di equazioni matematiche pure come queste richiede l'utilizzo di una gran quantità di potenza di calcolo, e non sono quindi pratiche per le applicazioni in tempo reale come videogiochi e simulazioni. Una tecnica più efficiente, ma che permette un minore livello di dettaglio, per modellare oggetti consiste nel rilevare solo alcuni punti dell'oggetto, senza informazioni sulla curva compresa tra di essi. Il risultato è chiamato modello poligonale. Questo presenta "faccette" piuttosto che curve, ma sono state sviluppate tecniche di rendering per ovviare a questa perdita di dati.

#### 3.1.3. TECNICHE DI MODELLAZIONE

Per modellare un oggetto in 3D esistono essenzialmente due tecniche: la modellazione per estrusione (*low poly modelling*) e quella grazie all'utilizzo delle curve NURBS.

La tecnica dell'estrusione consiste nel partire da un poligono di base (come un parallelepipedo, una sfera, un cono, un cilindro, ecc) e dalle facce di questo estrarre altri poligoni.

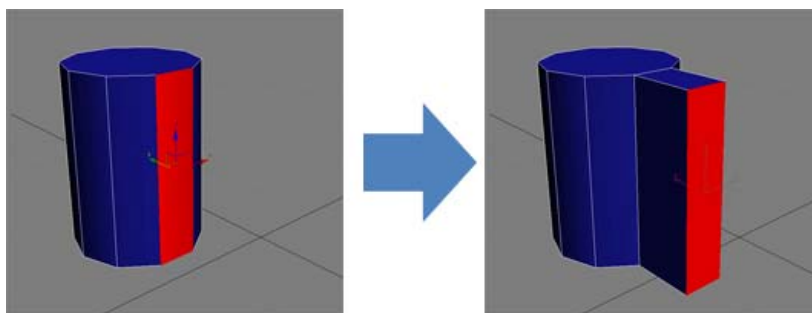


Figura 1 - Estrusione di un parallelepipedo da un cilindro

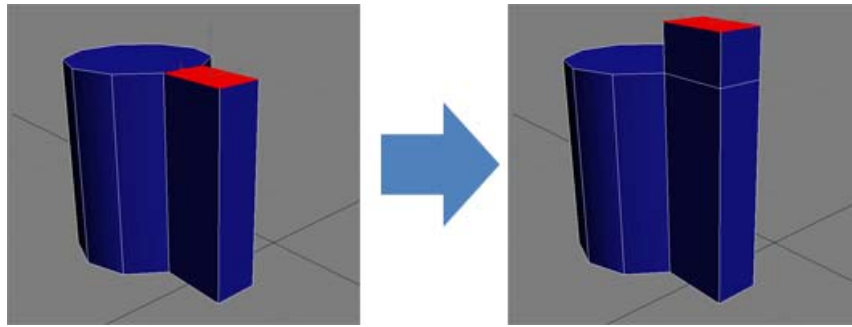


Figura 2 - Estrusione di un'altro parallelepipedo da quello precedentemente estruso

La tecnica di modellazione attraverso l'uso di curve NURBS consiste nel tracciare, attraverso delle *spline* (linee in un ambiente tridimensionale) speciali (ovvero le NURBS) il perimetro delle sezioni che compongono il modello in ogni sua parte.

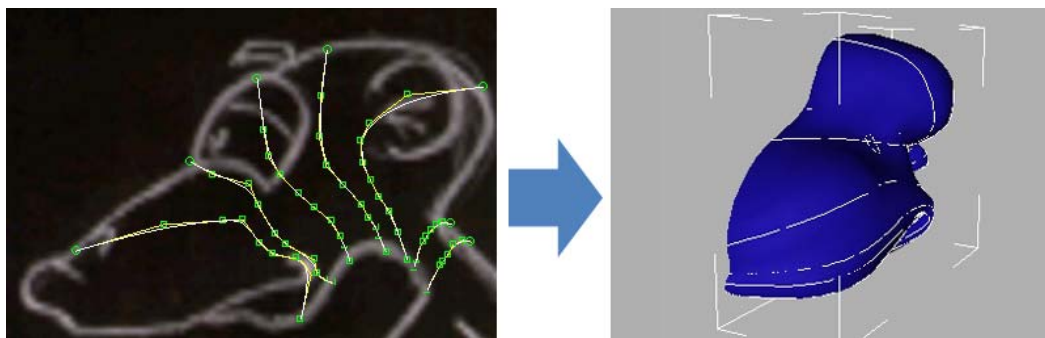


Figura 3 - Esempio di uso dei NURBS

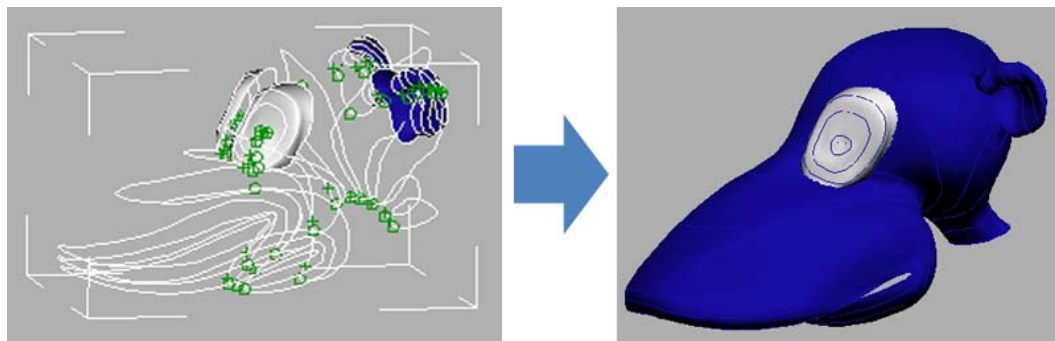


Figura 4 - Esempio di uso delle NURBS con più precisione

#### 3.1.4. CREAZIONE DELLA SCENA

Una scena si compone di "primitive" (modelli tridimensionali che non possono essere ulteriormente scomposti).

Le primitive sono generalmente descritte all'interno del proprio sistema di riferimento locale, e vengono posizionate sulla scena attraverso opportune trasformazioni. Le trasformazioni più utilizzate sono la rotazione e la traslazione.

---

### 3.1.5 IL RENDERING

Il rendering è il processo di produzione dell'immagine finale a partire dal modello matematico del soggetto (scena). Esistono molti algoritmi di rendering, ma tutti implicano la proiezione dei modelli 3D su una superficie 2D.

Gli algoritmi di rendering si dividono in due categorie: *scanline renderers* e *ray tracers*. I primi operano oggetto per oggetto, disegnando direttamente su schermo ogni poligono o micropoligono; essi richiedono quindi che tutti gli oggetti (anche quelli modellati con curve continue) siano stati sfaccettati in poligoni. I secondi operano pixel per pixel, tracciando un raggio visuale immaginario dal punto di vista all'interno della scena, e determinando il colore del pixel dalle intersezioni con gli oggetti.

Un'immagine perfettamente nitida, con profondità di campo infinita non è affatto fotorealistica. L'occhio umano è abituato alle imperfezioni come il *lens flare* (il riflesso sulla lente), la limitatezza della profondità di campo e il *motion blur* ("effetto movimento") presenti nelle fotografie e nei film.

---

### 3.1.6. ILLUMINAZIONE E OMBREGGIATURA

Lo *shading* (lett. "ombreggiatura") è il processo di determinazione del colore di un determinato pixel dell'immagine. Esso comprende in genere il processo di *lighting* (illuminazione), che ricostruisce l'interazione tra gli oggetti e le sorgenti di luce: a questo scopo sono necessari per un modello di illuminazione le proprietà della luce, le proprietà di riflessione e la normale alla superficie nel punto in cui l'equazione di illuminazione viene calcolata.

Per produrre una rappresentazione visuale dell'immagine efficace, bisogna simulare la fisica della luce. L'equazione di rendering della luce è basata sulla legge di conservazione dell'energia. Essa è un'equazione integrale, che calcola la luce in una certa posizione come la luce emessa in quella posizione sommata all'integrale della luce riflessa da tutti gli oggetti della scena che colpisce quel punto. Questa equazione infinita non può essere risolta con algoritmi finiti, quindi necessita di approssimazione.

I modelli di illuminazione più semplici considerano solo la luce che viaggia direttamente da una sorgente luminosa ad un oggetto: questa è chiamata "illuminazione diretta". Il modo in cui la luce viene riflessa dall'oggetto può essere descritto da una funzione matematica, chiamata "funzione di distribuzione della riflessione bidirezionale" (*bidirectional reflectance distribution function*, BRDF), che tiene conto del materiale illuminato. La maggior parte dei sistemi di rendering semplifica ulteriormente e calcola l'illuminazione diretta come la somma di due componenti: diffusa e speculare.

Gli oggetti sono in realtà bombardati da moltissime sorgenti luminose indirette: la luce "rimbalza" da un oggetto all'altro finché non perde energia. L'"illuminazione globale" indaga questo comportamento della radiazione luminosa.

Queste equazioni si applicano a oggetti che possiedono colorazione propria, ma modellare ogni dettaglio presente sulla superficie di un oggetto sarebbe enormemente dispendioso. Col texture mapping si può descrivere la superficie di un oggetto senza aggiungere complessità alla scena: un'immagine (texture) viene "spalmata" sulla superficie di un oggetto, come un planisfero su una sfera per creare un mappamondo; durante lo shading, il colore del modello viene identificato in quello della texture, nel suo pixel ("texel") corrispondente.

---

## 3.2. IL VRML

VRML (Virtual Reality Modeling Language, a volte letto come vermal) è un formato di file progettato per un impiego sul World Wide Web per rappresentare grafica vettoriale 3D interattiva. L'estensione relativa a tale formato è .wrl.

Tale formato di file sfrutta un semplice file testuale per specificare le caratteristiche del poligono desiderato; è infatti possibile definire vertici, spigoli, colore della superficie, texture, brillantezza, trasparenza ecc.

Agli elementi grafici è anche possibile associare URL in modo da permettere l'apertura di una pagina web o un nuovo file VRML da Internet attraverso un web browser. Animazioni, suoni, illuminazione ed altri aspetti del mondo virtuale possono interagire con l'utente o possono essere attivati da eventi esterni come i timer. Uno speciale elemento, detto Script Node, permette l'aggiunta di procedure (ad es., scritte in Java o JavaScript). Ad oggi, però, i browser non supportano nativamente VRML e per fruirne è necessario fare ricorso a particolari plug-in.

I file VRML sono comunemente chiamati *worlds* (mondi) e spesso, al fine di migliorarne le performance di trasmissione, vengono compressi utilizzando gzip.

### 3.3. I CAMPI D'USO DEL 3D

La computer grafica 3D è utilizzata insieme alla *computer animation* nella realizzazione di immagini visuali per cinema o televisione, videogiochi, ingegneria, usi commerciali o scientifici.

Nel cinema sono molto diffusi per creare gli effetti speciali quali cose inesistenti in natura o impossibili da creare per l'uomo e per sostituire attori e stuntman nelle azioni molto pericolose o in azioni addirittura impensabili da fare per un essere umano.

Diffusissima nel campo dei videogiochi essendo questi per la maggior parte sviluppati grazie ad essa. In questi videogiochi la qualità della grafica 3D è un elemento importantissimo e di alta competitività visto che determina il grado di somiglianza alla realtà.

Nell'ingegneria e nelle scienze è solitamente usata per simulare dei fenomeni, poiché in una scena è possibile impostare anche le forze che agiscono (esempi sono la gravità, il vento, la pressione, ecc).

Nel commercio può essere usata a scopi pubblicitari o dimostrativi (per esempio i manifesti con il risultato della casa in costruzione).

## 4. PROGETTO: GIOVANNA D'ARCO, IL RITORNO

### 4.1. IL PROGETTO

#### 4.1.1. TITOLO

Giovanna d'Arco, il Ritorno

#### 4.1.2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PRODOTTO

Animazione di Giovanna d'Arco realizzata, a partire da una immagine, elaborata con 3D Studio Max.

Formato: avi;

durata: 1 minuto o meno;

*Cosa comprenderà il video:*

Giovanna eseguirà, su sfondo neutro, una serie di movimenti basilari come camminare, salutare e altre cose.

Il video potrebbe comprendere anche delle immagini del modello in varie pose.

#### 4.1.3. RISORSE HARDWARE, SOFTWARE RICHIESTE

##### Hardware

*Per sviluppare*

- Processore Intel® Pentium® III o AMD® 500 MHz o superiore (si consigliano sistemi Dual Intel Xeon™ oppure Dual AMD Athlon® o Opteron® a 32 bit)
- 512 MB di RAM (si consiglia 1 GB)
- 500 MB di spazio disponibile su disco per file di scambio (si consigliano 2 GB)
- Scheda grafica con 64 MB di RAM e supporto per risoluzione 1024 x 768 e colori a 16 bit
- (accelerazione hardware OpenGL® e Direct3D® supportata; si consiglia un'accelerazione grafica 3D con risoluzione 1280 x 1024, colori a 32 bit e 256 MB di RAM)
- Dispositivo di puntamento compatibile con sistemi Microsoft® Windows® (ottimizzazione per Microsoft IntelliMouse®)
- Unità CD-ROM
- Facoltativo: scheda audio e altoparlanti, compatibilità con reti conformi al protocollo TCP/IP, accelerazione grafica hardware 3D, dispositivi di input/output video, joystick, strumenti MIDI e mouse con 3 pulsanti
- Macintosh OS X

*Per visualizzare*

- Macchina dotata di schermo e interfaccia grafica.

## Software

### *Per sviluppare*

- Autodesk 3D Studio Max 8
- Microsoft Windows XP Professional e Home Edition (Service Pack 1) o Windows 2000 (Service Pack 4)
- Final Cut Pro HD
- Browser Internet
- DirectX® 9.0c (obbligatorio) e OpenGL (facoltativo)

### *Per visualizzare*

- Programma di visualizzazione video.

---

#### 4.1.4. TEMPISTICA (PIANO DI LAVORO)

**Ottobre:** inizio stesura progetto;

**Novembre:** continuo stesura progetto, modellazione corpo e testa e unione dei due e inizio modellazione accessori;

**Dicembre:** continuo modellazione accessori e ideazione video con stesura piccola bozza;

**Gennaio:** fine modellazione accessori e inizio Mapping;

**Febbraio:** continuazione Mapping;

**Marzo:** fine Mapping e inizio Texturizzazione;

**Aprile:** fine Texturizzazione;

**Maggio:** inserimento dell'oggetto Biped per i movimenti e piccola animazione;

#### 4.2. DIFFICOLTÀ INCONTRATE E MODIFICHE

I principali cambiamenti apportati al progetto durante questi mesi sono stati la rimozione della parte "interazione con l'utente" del modello 3D e la modifica delle tempistiche.

La rimozione della parte "Interazione con l'utente" è dovuta a fattori quali la troppa difficoltà dello sviluppo, il troppo tempo necessario e dalla necessità di un motore grafico molto potente per l'elaborazione.

A Novembre grazie alla sostenuta velocità con cui ho lavorato sono riuscito ad anticipare vari elementi della tempistica mentre a Dicembre/Gennaio ho dovuto fare l'operazione contraria a causa del pochissimo tempo che mi è stato possibile dedicare al progetto durante le vacanze.

La più grande difficoltà riscontrata è stata la comprensione delle istruzioni del tutorial a volte molto vaghe e approssimative.



Un grande problema era anche che il tutorial si riferiva ad una versione molto vecchia del programma che ho usato e quindi molte cose (come Mapping e Texturizzazione) me le sono dovute studiare da solo e senza guida.

Purtroppo durante Febbraio e Marzo ho perso molto tempo a imparare le tecniche di Mapping e Texturizzazione e il progetto si è conseguentemente trascinato in lungo e modificato per poter essere finito in un tempo decente.

#### 4.3. PERCHÉ QUESTO PROGETTO

La principale motivazione per cui ho voluto ideare e portare avanti questo progetto è che la mia aspirazione lavorativa è diventare un grafico e/o animatore 3D. Questa aspirazione deriva dal fatto che sono una persona molto fantasiosa e attraverso questa tecnologia posso “portare in vita” cose della mia fantasia che in realtà non potrebbero esistere.

#### 4.4. STRUMENTI E TECNICHE USATE

Per sviluppare il mio progetto, essendo il primo del genere, mi sono servito di un tutorial trovato su internet su un sito di sviluppatori 3D ([www.3dtotal.com](http://www.3dtotal.com)).

Questo tutorial ti guidava nella modellazione, nel mapping e nella texturizzazione di ogni parte del modello.

Il software utilizzato, come già specificato nel progetto, è 3D Studio Max della casa Autodesk con il quale sono stati anche sviluppati film (quali Star Wars Episodio III, Matrix Reloaded e L'Ultimo Samurai) e videogiochi (quali Warcraft III, Halo e Grand Theft Auto III) importanti.

La tecnica di modellazione usata è quella per estrusione di poligoni: sono partito da un parallelepipedo che formava le dita (unite) di un piede a cui ho modificato la posizione dei vari vertici e vi ho estruso le parti necessarie per continuare fino a collo.

Per modellare la faccia ho utilizzato, invece dell'estrusione di poligoni, l'estrusione di facce (ovvero figure piane) da altre facce fino a formare come un involucro vuoto.

Ho “costruito” tutto il modello solo per metà per poi copiarlo, specchiarlo e unirlo in modo da ottenere il corpo completo.

Ho usato tecniche analoghe anche per modellare i vari accessori.

Dopo aver modellato usando la tecnica dell'estrusione o anche del *Low Poly* (pochi poligoni) esce però un risultato abbastanza grezzo, di poca qualità. Per ovviare a questo è necessario aumentare il numero di poligoni, in modo da dare una forma più tondeggiante ai vari elementi. Per fare quest'operazione si usa una tecnica chiama *smooth* ovvero “smussamento” dove sembra che gli angoli dei poligoni vengano smussati per ottenere forme più rotonde ma in realtà vengono aumentati i poligoni per approssimare di più la curva.

#### 4.5. SVOLGIMENTO

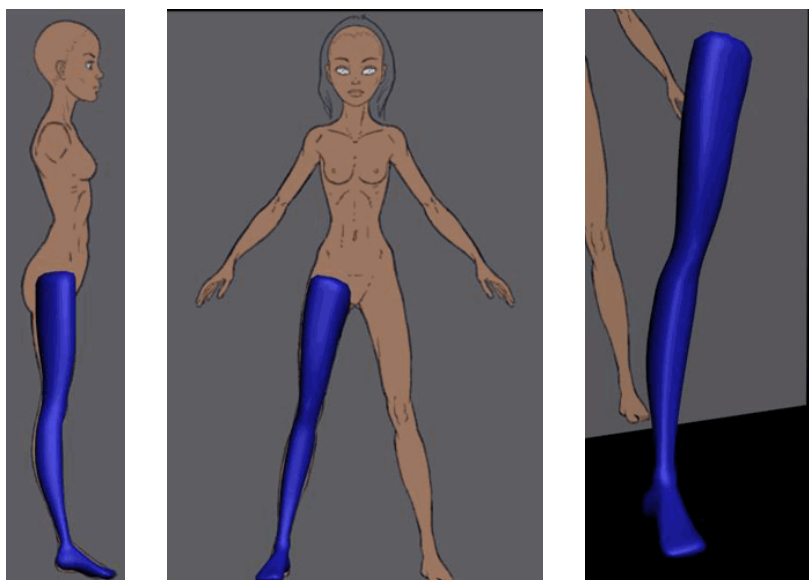
Qui sotto riporterò la documentazione relativa allo svolgimento del progetto, inviata al professore durante l'anno.

##### L'obiettivo

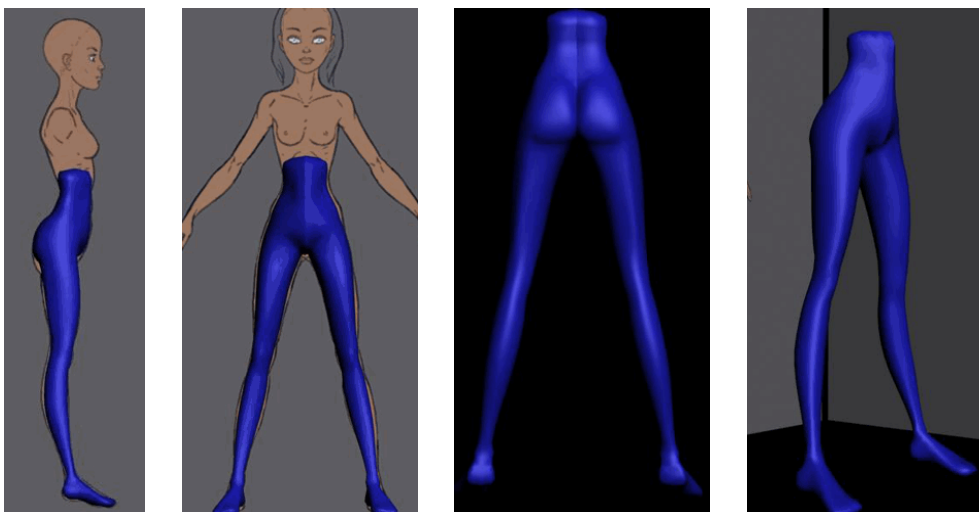


##### Modellazione Corpo

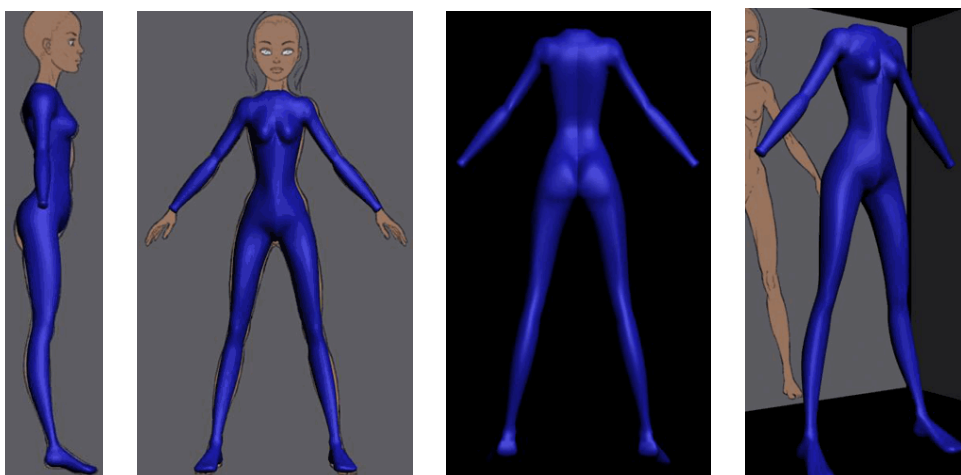
8/11/2006



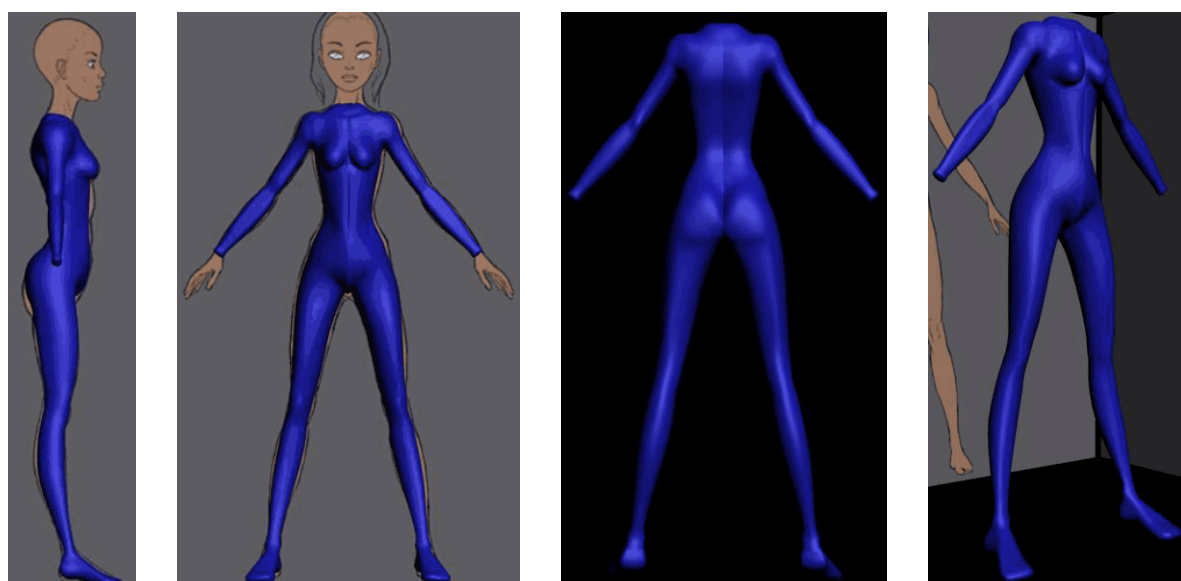
9/11/2006



10/11/2006

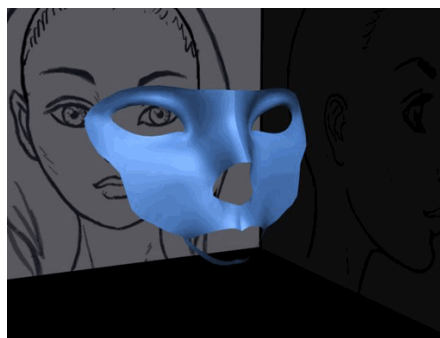
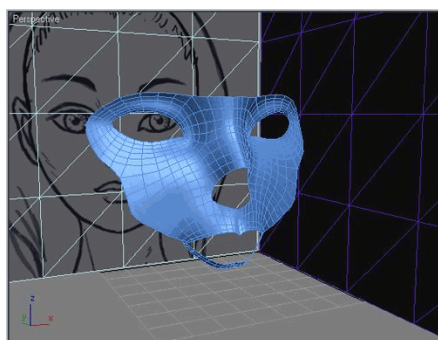
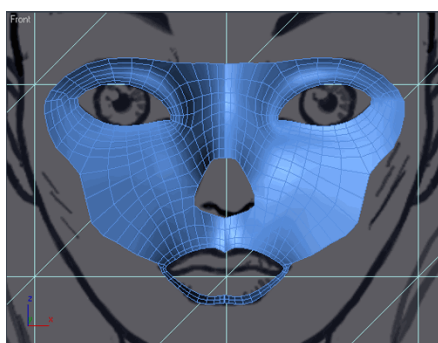
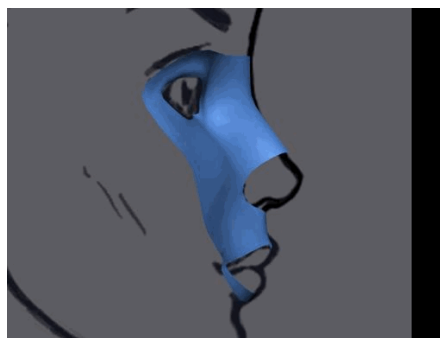
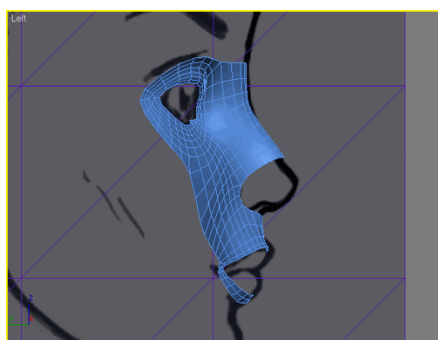


11/11/2006

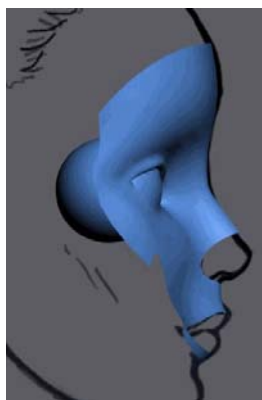


## Modellazione Testa

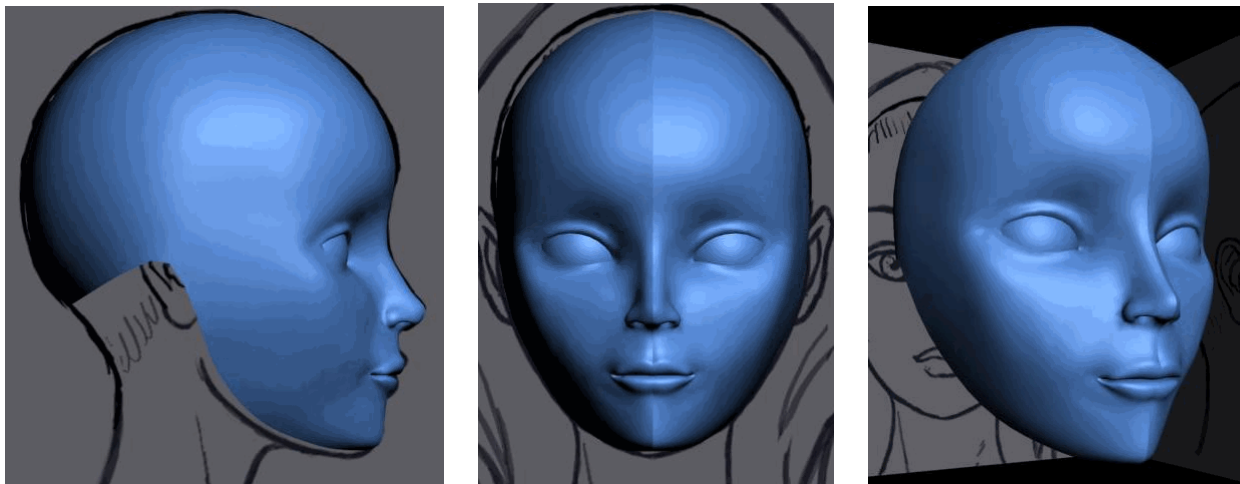
18/11/2006



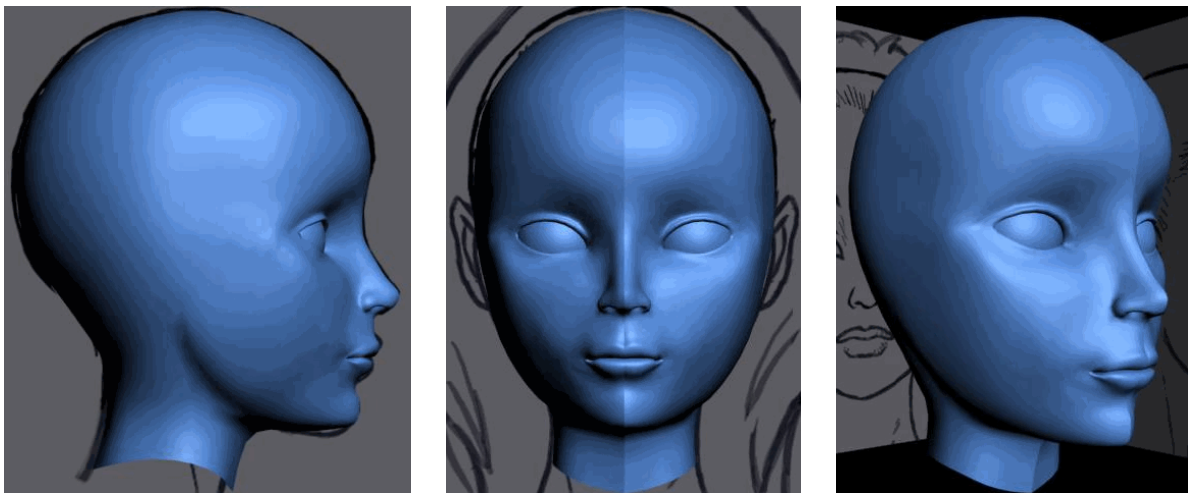
22/11/2006



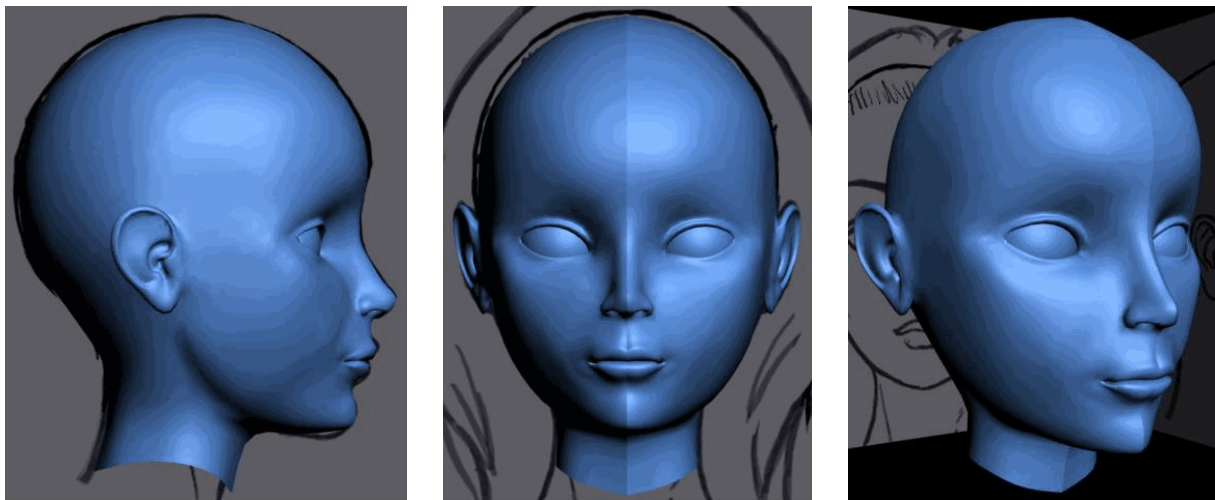
23/11/2006



24/11/2006

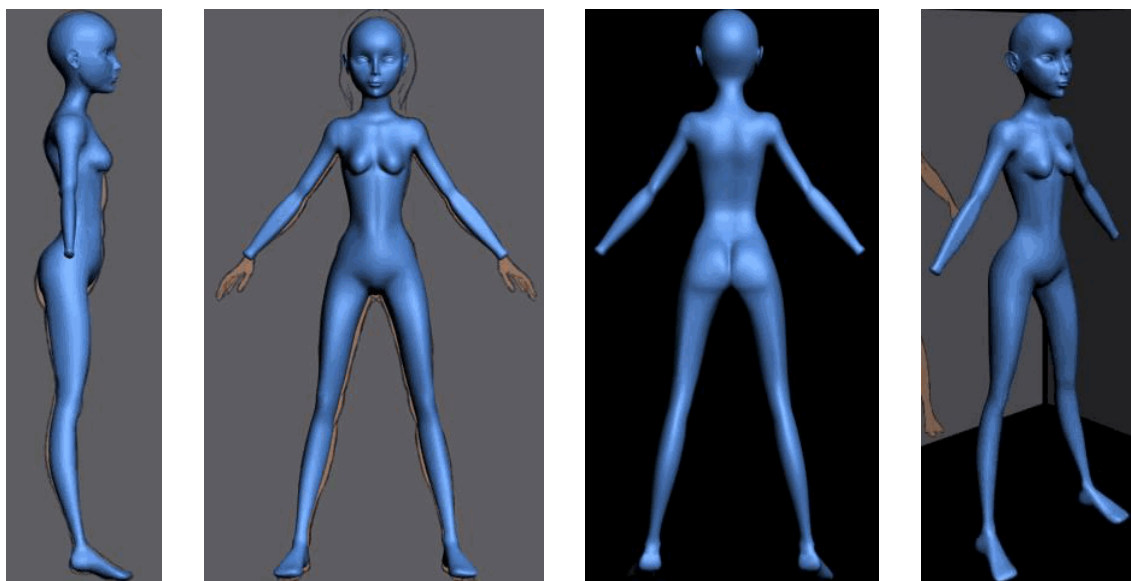


26/11/2006

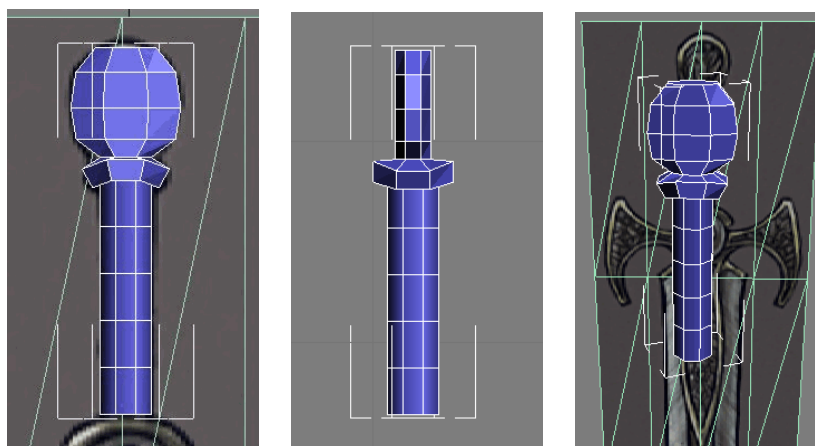




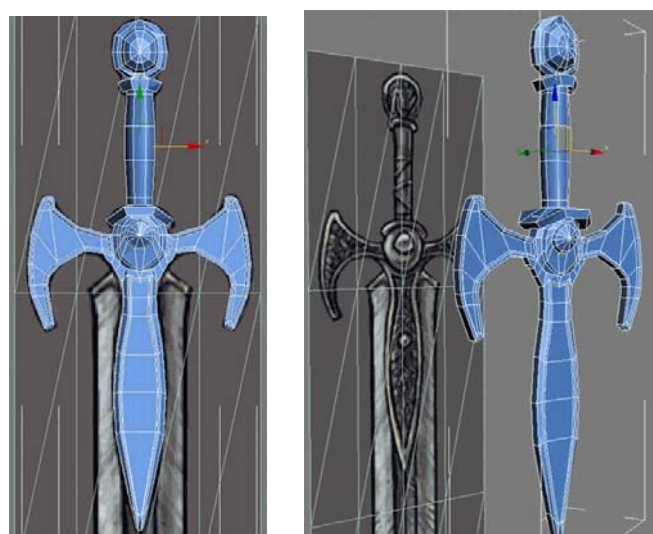
**Corpo Completo**  
26/11/2006



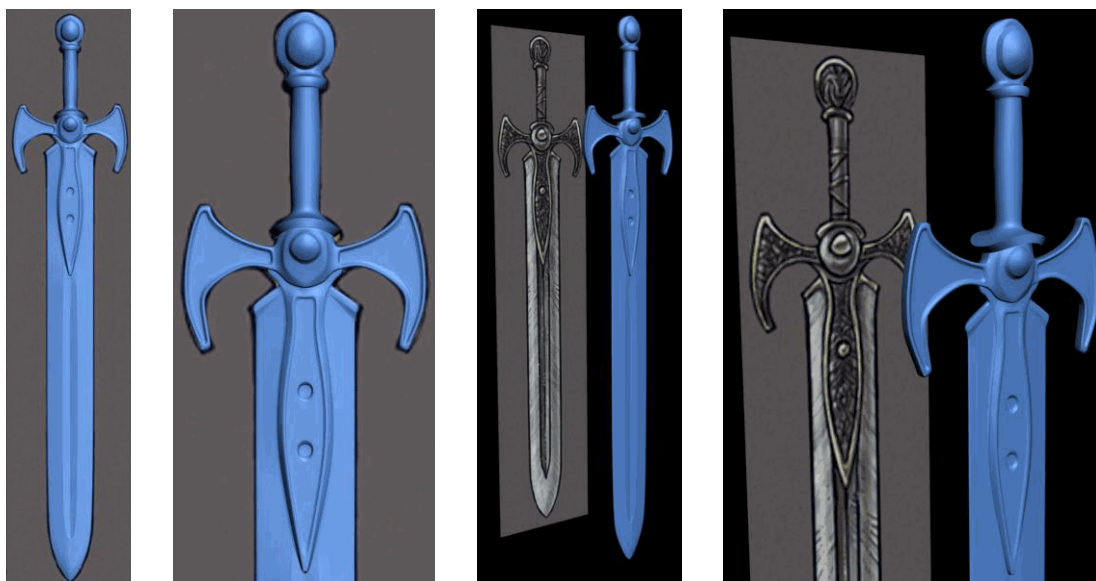
**Spada**  
30/11/2006



1/12/2006

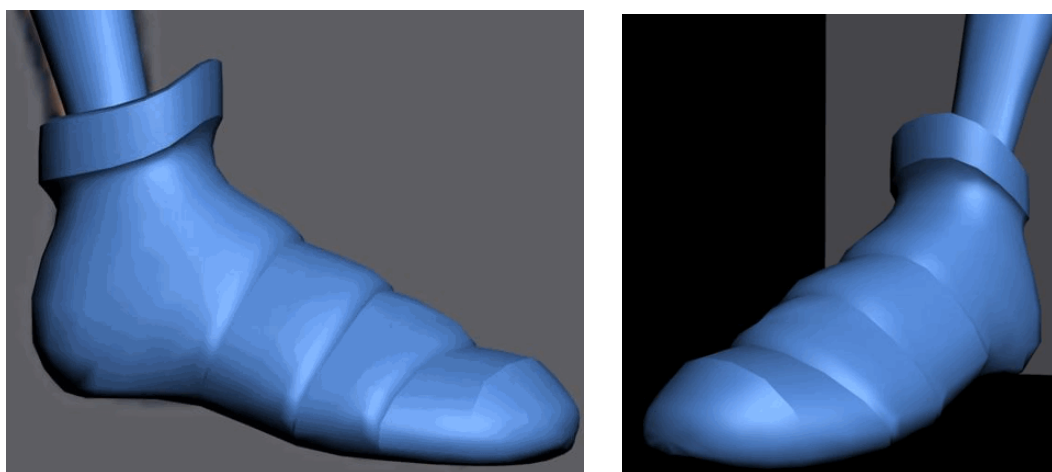


4/12/2006

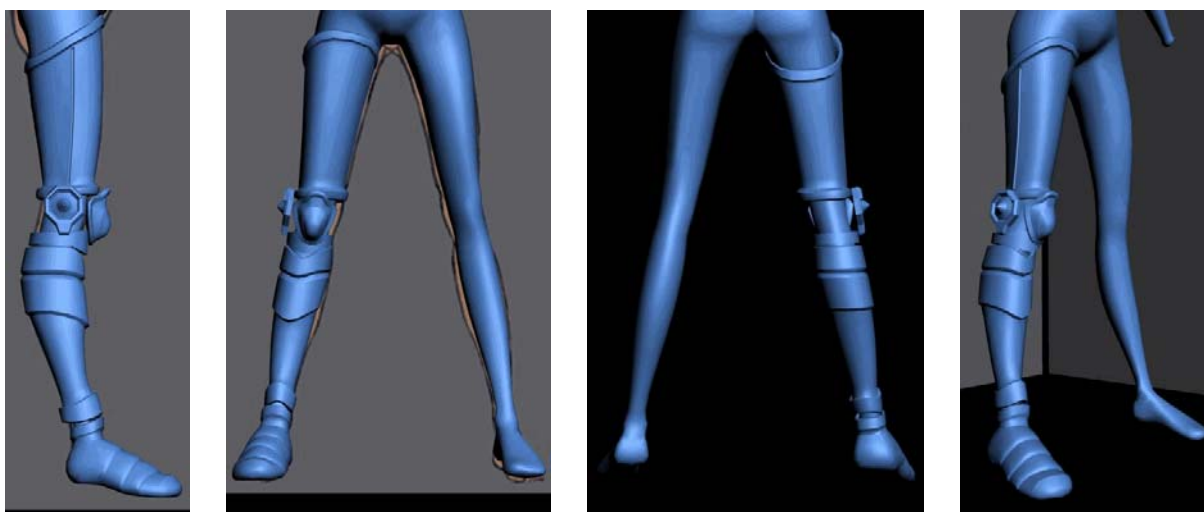


**Accessori: Arti Inferiori**

4/12/2006

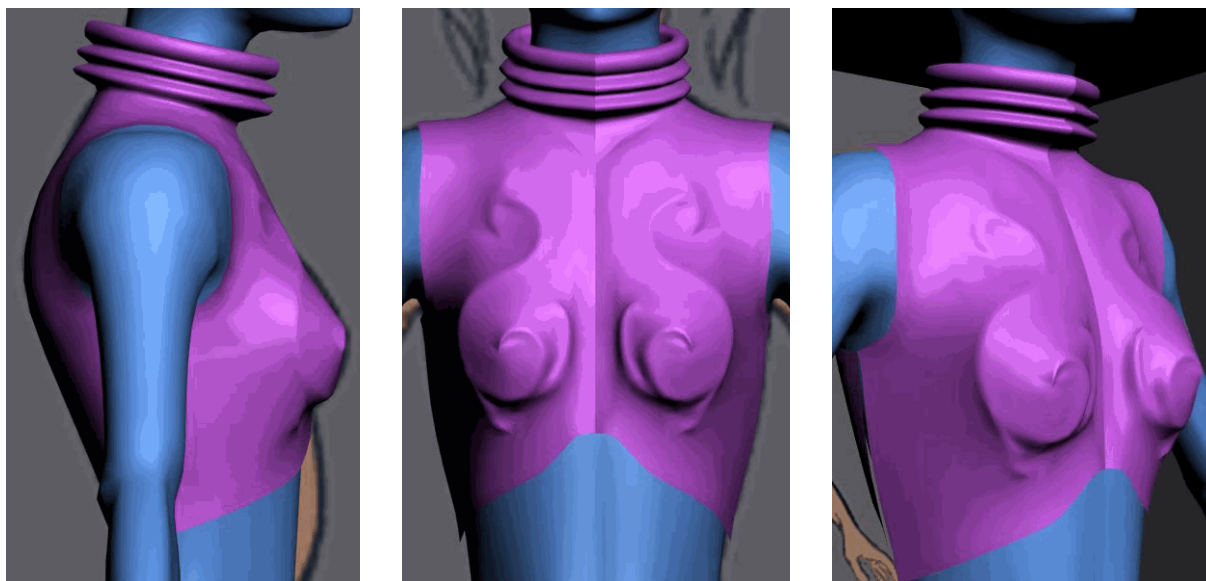


8/12/2006



### Accessori: Busto

11/12/2006

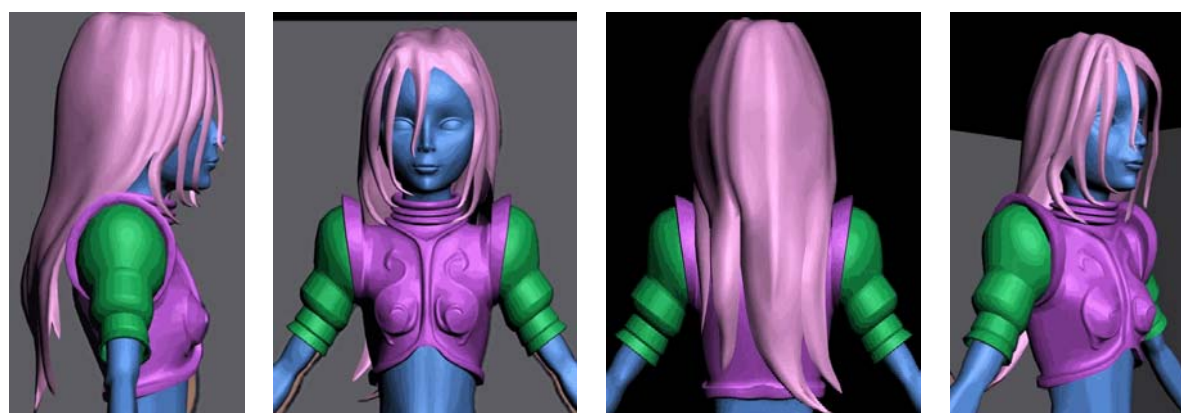


12/12/2006



### Modellazione Accessori: Capelli

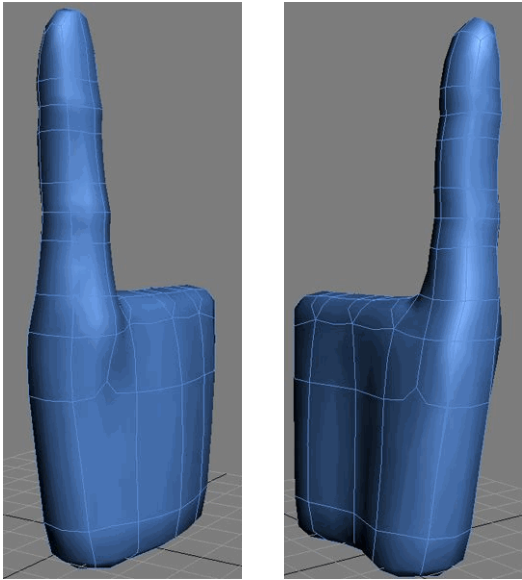
13/12/2006



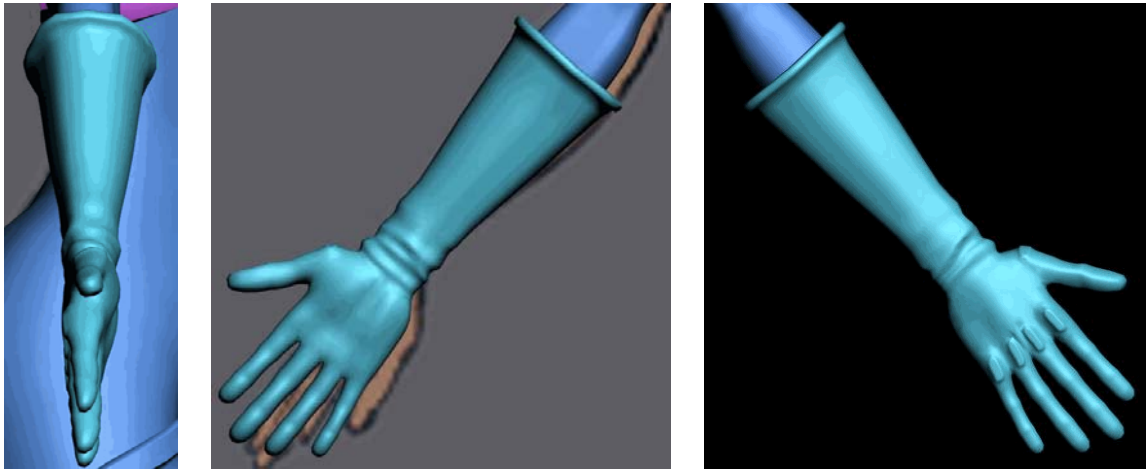


**Modellazione Accessori: Guanti**

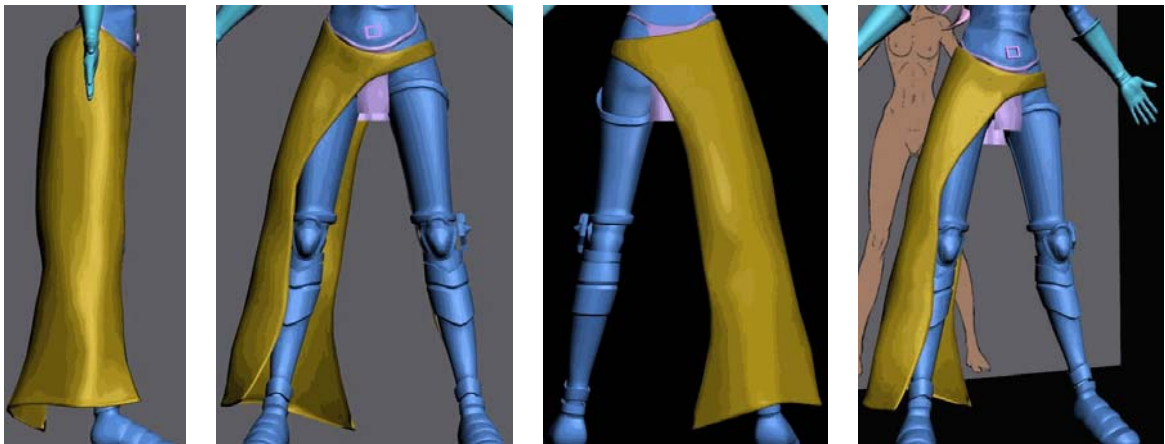
14/01/2007



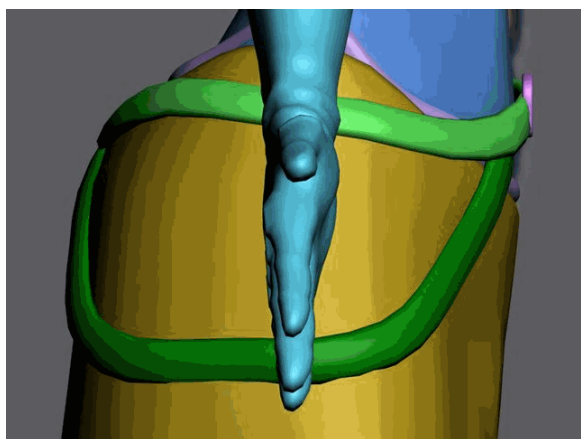
14/01/2007



20/01/2007

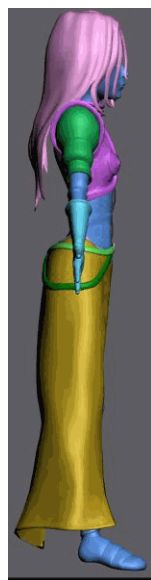


23/01/2007

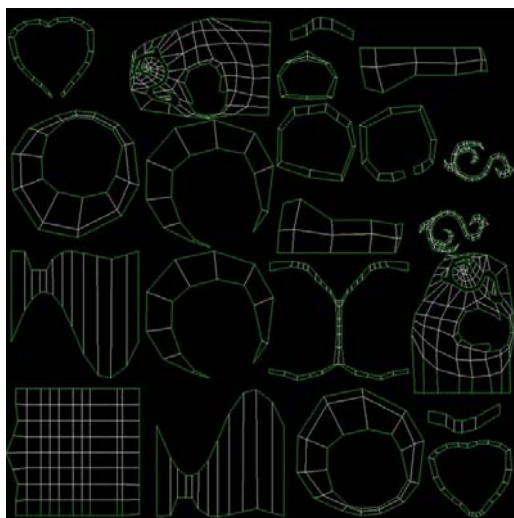


**Modellazione Completata**

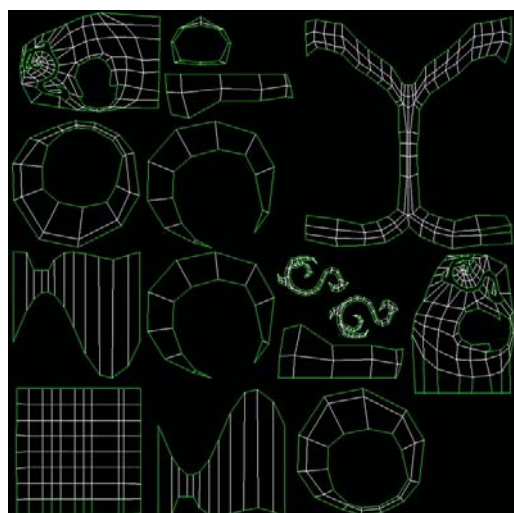
23/01/2007



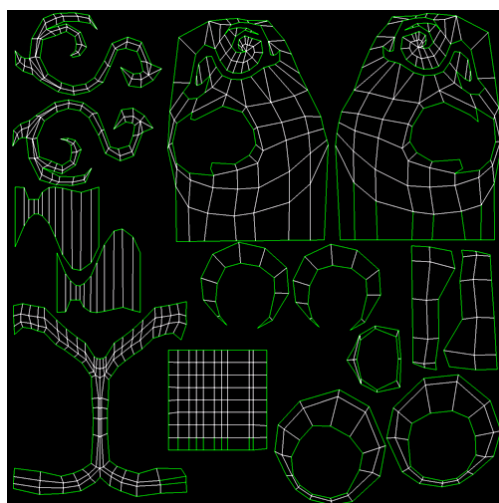
**Mapping: Armatura**  
8/03/2007



9/03/2007



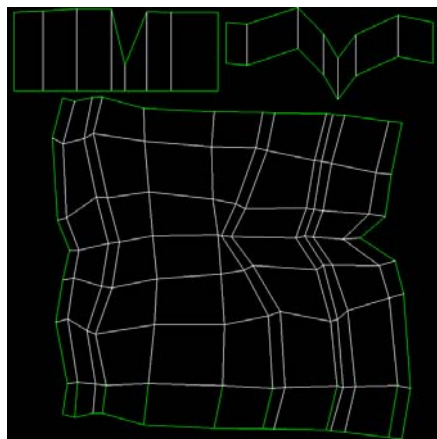
12/03/2007



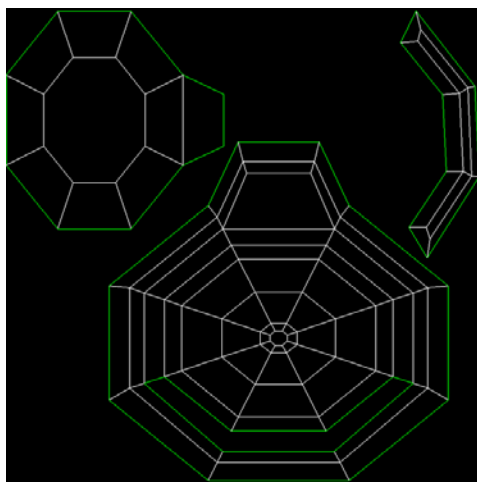
**Mapping: Armatura Inferiore**

9/03/2007

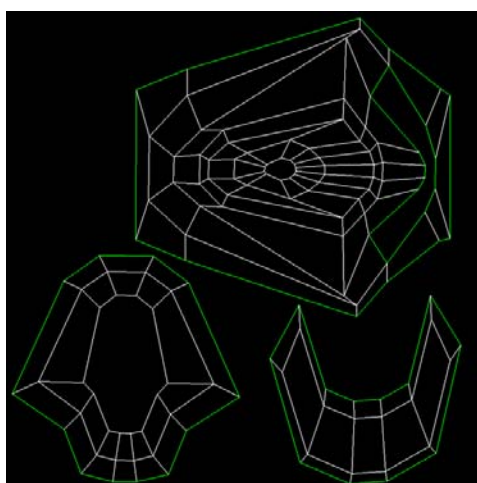
*Armatura gamba:*



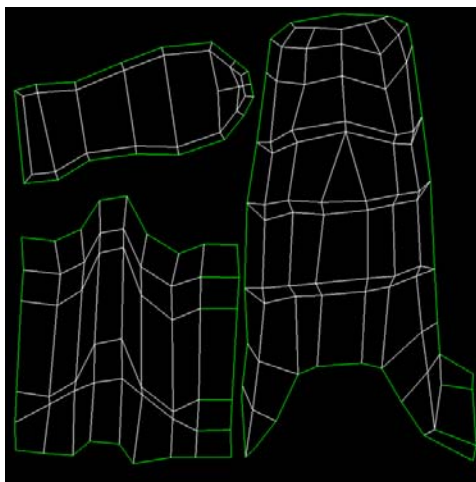
*Protezione:*



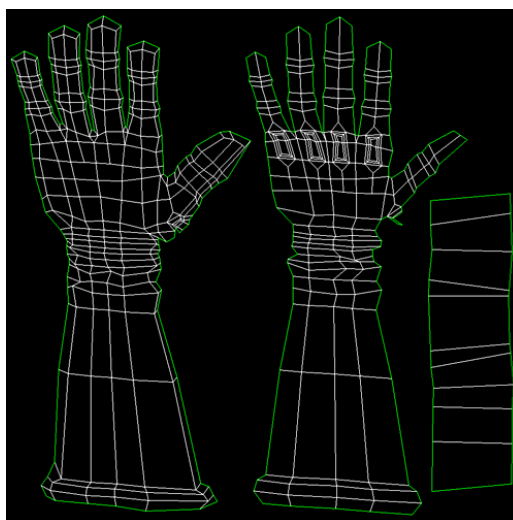
*Ginocchiera:*



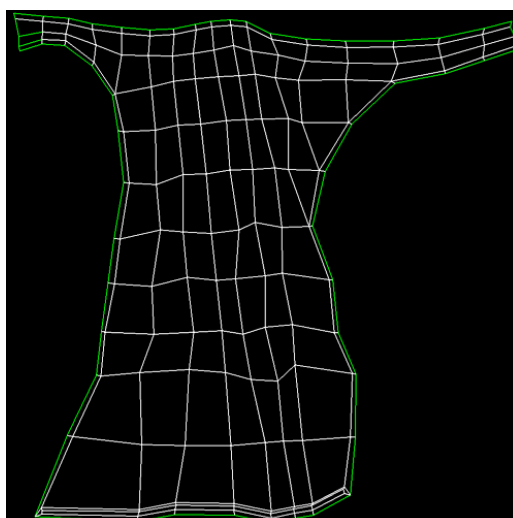
*Scarpa:*



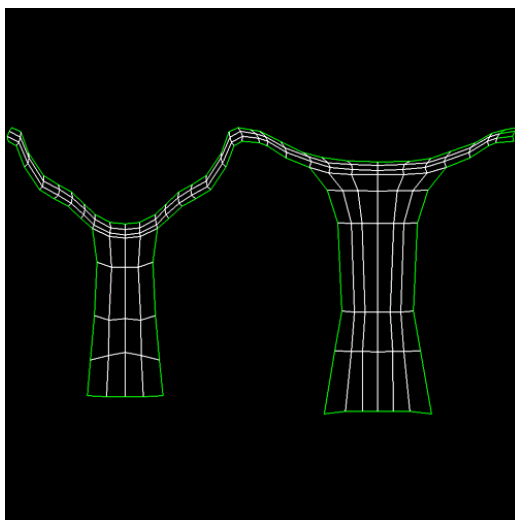
*Guanto:*



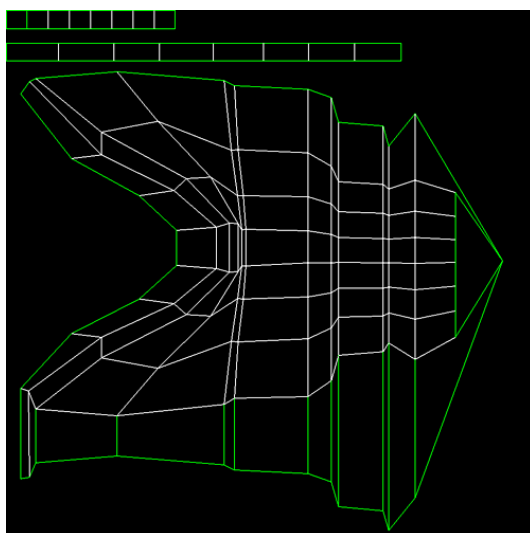
*Gonnella:*



*Perizoma:*

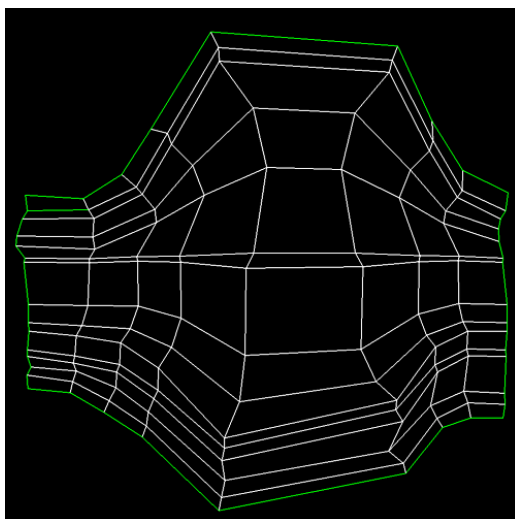


*Paraspalla:*



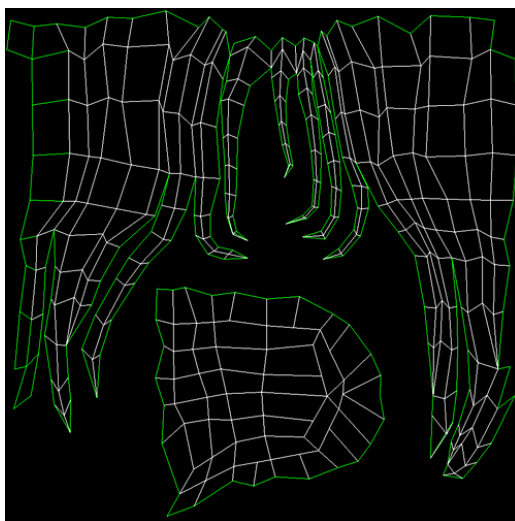
12/03/2007

*Paraspalla:*





Capelli:



**Texturizzazione Completa**

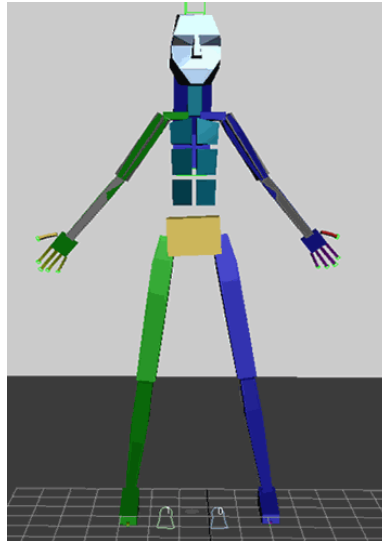
11/04/2007



17/04/2007



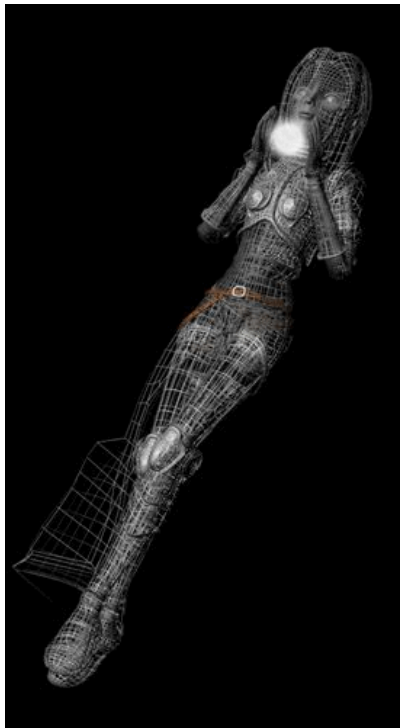
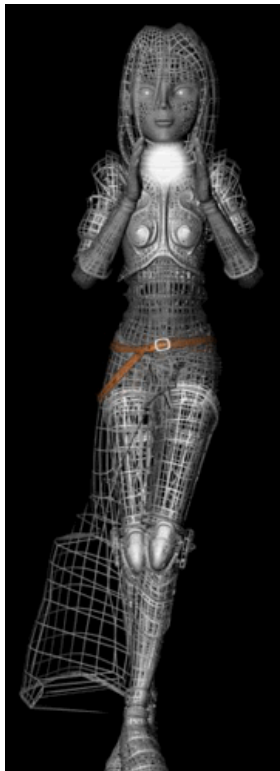
10/05/2007



15/05/2007







## BIBLIOGRAFIA

Nigel Warburton, Il primo libro di filosofia, Torino, Piccola Biblioteca Einaudi, 1999

Benjamin Woolley, Mondi virtuali, Torino, Bollati Boringhieri, 1993

## WEBGRAFIA

### DETTAGLI WEBGRAFICI PER "COMPUTER GRAFICA 3D"

**Nome della pagina:** Computer grafica 3D

**Autore:** contributori di Wikipedia

**Editore:** Wikipedia, L'enciclopedia libera.

**Data dell'ultima revisione:** 1 febbraio 2007 17:41 UTC

**Link permanente:** [http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer\\_grafica\\_3D&oldid=6710614](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer_grafica_3D&oldid=6710614)

**ID della versione:** 6710614

### DETTAGLI WEBGRAFICI PER "REALTÀ VIRTUALE"

**Nome della pagina:** Realtà virtuale

**Autore:** contributori di Wikipedia

**Editore:** Wikipedia, L'enciclopedia libera.

**Data dell'ultima revisione:** 28 aprile 2007 07:10 UTC

**Link permanente:** [http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Realt%C3%A0\\_virtuale&oldid=8414216](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Realt%C3%A0_virtuale&oldid=8414216)

**ID della versione:** 8414216

### DETTAGLI WEBGRAFICI PER "VRML"

**Nome della pagina:** VRML

**Autore:** contributori di Wikipedia

**Editore:** Wikipedia, L'enciclopedia libera.

**Data dell'ultima revisione:** 20 aprile 2007 18:37 UTC

**Link permanente:** <http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=VRML&oldid=8276030>

**ID della versione:** 8276030