

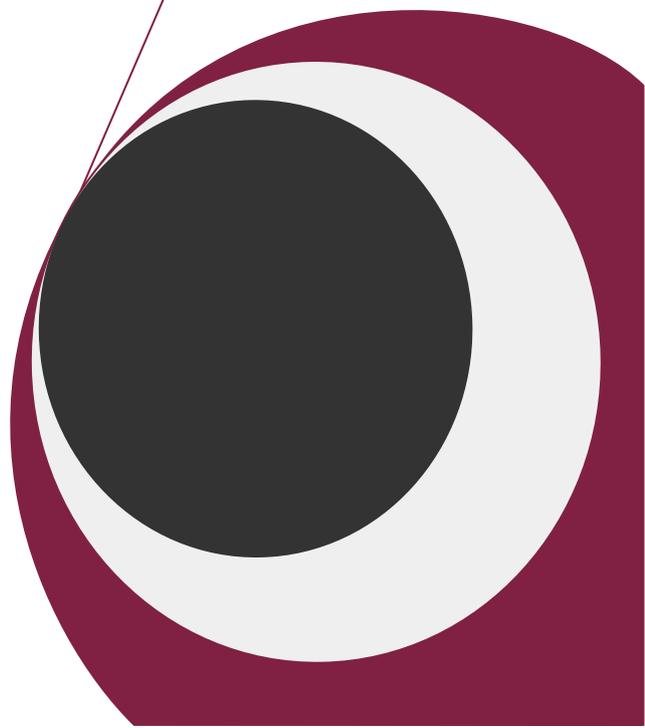
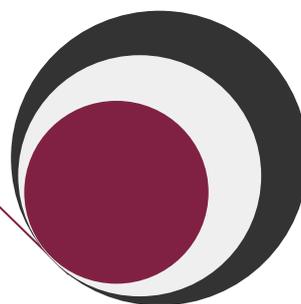
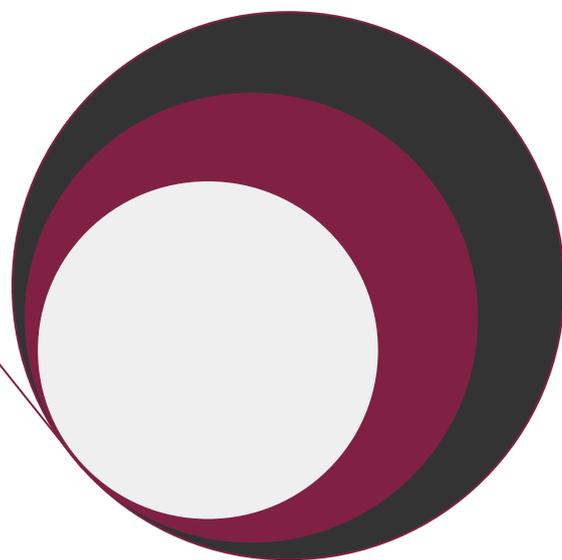


PEGASO

Università Telematica

**“LA PROGETTAZIONE INDUSTRIALE
NELL’ERA DIGITALE”**

PROF.SSA GERMANA PASQUINO



Indice

1	REALTA' VIRTUALE-ALCUNE DEFINIZIONI -----	3
2	LA PROGETTAZIONE DIGITALE -----	7
3	INDUSTRIA 4.0 -----	12
4	REVERSE MODELLING -----	16
	BIBLIOGRAFIA -----	19

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

1 Realta' virtuale-alcune definizioni

La comunità scientifica è concorde nel definire la Realtà Virtuale come l'insieme di tecniche in grado di realizzare una percezione realistica di un mondo creato interamente in maniera digitale su di un computer. La VR nasce infatti come naturale evoluzione della Computer Graphics and Animation (CG), che ha trasformato in pochi anni il calcolatore elettronico da un terminale alfanumerico in uno strumento di visualizzazione in grado di generare colori, forme e animazioni.

L'uomo è abituato a vedere e interagire con mondi tridimensionali e a riconoscere forme 3D quasi istantaneamente. Toccare e manipolare oggetti, interagire con essi è un'abilità che si acquisisce da piccoli e che si esercita continuamente per tutto il resto di una vita. La Realtà Virtuale cerca di ricreare la visione e l'interazione umana con un mondo generato dal computer. In questo modo egli può utilizzare la sua esperienza e le sue abilità del mondo quotidiano senza dover imparare a percepire e interagire in modo diverso e innaturale.

Esistono in letteratura diverse definizioni di Realta' Virtuale. Tra queste una delle più interessanti definisce la Realtà Virtuale come "l'insieme di quelle tecnologie che consentono di ricreare tramite un computer, mondi e oggetti che sono la trasposizione digitale di ambienti reali o di fantasia". Questa definizione è particolarmente rigorosa; ne esistono comunque altre altrettanto importanti: "Un ambiente generato dal computer che simula la realtà in modo che i sensi lo possano percepire". Un'interfaccia uomo-computer in cui un computer crea un ambiente immersivo, che risponde interattivamente, ed è controllato dal comportamento dell'utente". "Una simulazione informatica tridimensionale che risponde così realisticamente agli input, da far sembrare di vivere in un altro mondo". "Una tecnologia interattiva che controlla totalmente gli input sensoriali e crea la convincente illusione di essere completamente immersi in un mondo generato dal computer". In base alle definizioni date, un'applicazione di realtà virtuale si può dire tale se:

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

- implica l'utilizzo di immagini 3D;
- risulta interattiva con l'utente;
- è strutturata in modo che possa prevedere più partecipanti.

Da un punto di vista pratico, per realtà virtuale, si intende l'uso di un computer per la creazione di un mondo artificiale, tipicamente in 3 dimensioni, nel quale l'utente possa muoversi e nel quale possa manipolare oggetti. In essa sono presenti i concetti fondamentali di CG dello scenario, del punto di vista per l'osservatore e dello spazio visibile. Ma le caratteristiche innovative che caratterizzano in particolare la VR sono l'Immersività e l' Interattività.

L'Immersività è la capacità di astrarre l'utente dal mondo reale, mediante l'impiego di schermi o caschi a proiezione, mentre l'Interattività è la capacità di realizzare un flusso continuo di immagini nel momento stesso in cui esse sono richieste. Questo rappresenta un considerevole divario sia concettuale sia tecnico rispetto alle più raffinate animazioni, come quelle prodotte per gli effetti speciali dei film di Hollywood. In VR, indipendentemente dal fatto che si seguano o no le leggi della fisica del mondo reale, come ad esempio il peso o l'inerzia, l'utente è in grado di navigare e partecipare attivamente a questo mondo simulato, seguendo un insieme di regole che costituiscono il metodo di interazione. Dal punto di vista concettuale, la Realtà Virtuale usa delle periferiche in grado di rilevare la posizione della testa dell'osservatore e la sincronizza con il punto di vista virtuale nell'ambiente sintetico. In questo modo l'utilizzatore ha l'impressione di trovarsi realmente nel mondo virtuale e ogni suo movimento determinerà in tempo reale un opportuno aggiornamento del punto di vista.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

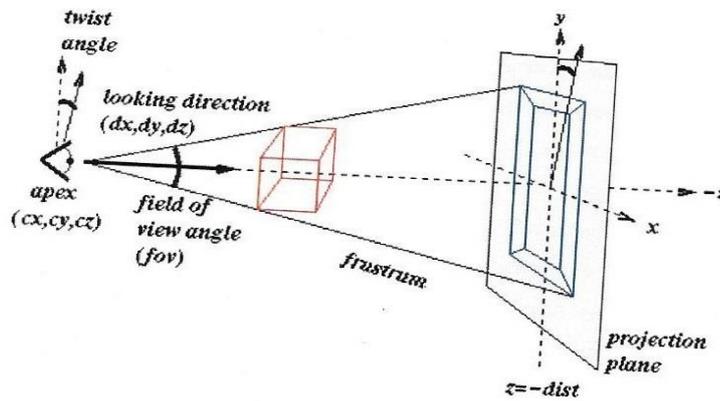


Figura 1: Scenario Virtuale proiettato secondo la visuale dell'osservatore

Sul piano tecnico la Realtà Virtuale deve attualmente rinunciare ai più raffinati metodi di rappresentazione fotorealistica, come il ray-tracing, che sono in grado di dare alla scena il massimo livello di realismo, per poter garantire la velocità sufficiente al calcolo istantaneo dello scenario. Per “calcolo istantaneo” intendiamo un flusso di immagini così rapido che l’occhio umano non possa distinguere il cambiamento, che è di circa 20 frames per secondo (fps). E’ chiaro, quindi, che la potenza del calcolatore è uno dei punti critici per il funzionamento di un qualsiasi ambiente di Realtà Virtuale, non solo per quanto riguarda la parte grafica (scheda grafica), ma anche l’unità centrale di elaborazione (CPU). Ma non tutte le applicazioni di VR hanno le medesime esigenze in termini di potenza di calcolo e di visualizzazione. Nel tentativo di ricostruire fedelmente la realtà, è fondamentale che sia ricreata anche la presenza dell’utente stesso all’interno dell’ambiente virtuale (chiamata tecnicamente la proprio-percezione). Per questo si fa uso di una rappresentazione dell’utente nel mondo virtuale chiamata avatar, che può essere più o meno fedele; si passa dalla ricostruzione fotorealistica adottando scanner laser, a modelli semplificati come le mani o semplicemente un dito. Per questo motivo sono spesso utilizzati complessi dispositivi di rilevamento della posizione dell’utente nello spazio tridimensionale, o sistemi in grado di rilevare la gestualità delle mani e/o delle singole dita. Grazie a questi dispositivi, infatti, l’interazione tra uomo e macchina

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d’autore (L. 22.04.1941/n. 633)

crece notevolmente rispetto alle interfacce tradizionali, basate sul mouse e tastiera. Ma il numero maggiore di informazioni messe a disposizione, pone nuovi interessanti problemi ancora irrisolti sulla gestione di queste informazioni e nella realizzazione di un'interfaccia che sia efficiente e intelligente.

2 La progettazione digitale

Il Boeing 777 è stato, a metà degli anni Novanta del Novecento, il primo aeroplano completamente progettato e 'preassemblato' in forma digitale senza far ricorso ad alcun prototipo fisico; una straordinaria esperienza che ha consentito di confermare sperimentalmente due aspetti caratteristici di tutta la progettazione odierna: i processi digitali possono ridurre i tempi e migliorarne al tempo stesso la qualità; inoltre possono determinare un nuovo, rilevante balzo in avanti nei suoi processi di automazione. L'utilizzo di CATIA (Computer Aided Three dimensional Interactive Application), un software digitale 3D, ha consentito ai progettisti della Boeing di visualizzare sullo schermo i componenti come immagini digitali e di simularne quindi l'assemblaggio sullo schermo stesso, correggendo facilmente possibili disallineamenti o eventuali problemi di interferenza. Il 'programma 777' è così riuscito nell'intento di ridurre tempi, errori, variazioni e rielaborazioni a meno della metà rispetto allo standard precedente della Boeing.

A metà degli anni Novanta la General motors impiegava quarantotto mesi per produrre il primo veicolo dal momento in cui ne veniva definito lo 'stile'. Dal 1999 lo sforzo di digitalizzazione ha abbreviato questo periodo a diciotto mesi. E in soli diciotto mesi la Fiat auto, tra il 2005 e il 2007, ha progettato e realizzato la nuova Bravo, compresa la fase di concept dello stile, che da sola richiedeva in precedenza quasi un anno. Nel settore dell'auto, la prima fase del processo progettuale è ormai completamente digitale. Singoli componenti o interi prodotti sono modellati con soluzioni 3D CAD (Computer Aided Design), così come sono realizzati digitalmente gli assemblaggi delle singole parti, per verificarne l'interdipendenza e scoprirne i possibili conflitti. In questo contesto non è poi solo cruciale la progettazione della forma geometrica, ma anche la possibilità di revisione prima dell'assemblaggio del prototipo fisico.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

In riferimento a un vasto campo di applicazione – che comprende il design, l'architettura, l'urbanistica, l'ingegneria civile e, non meno importante, l'intero settore dell'ingegneria industriale – per progettazione digitale s'intende un processo progettuale che, dall'ideazione alla realizzazione, è interamente condotto con mezzi digitali, e nel quale si riscontra la compresenza di tre condizioni basilari che, a partire dai prodromi dell'ultimo decennio del secolo scorso, hanno avuto più ampia diffusione in questo esordio del nuovo secolo:

a) progettazione basata su modelli tridimensionali realizzati non come semplice rappresentazione di un oggetto o di un manufatto, bensì come sistema conoscitivo, di simulazione e prototipazione;

b) introduzione di un hardware grafico di terza generazione atto a supportare tecniche di visual computing 3D, tecniche grazie alle quali la tradizionale figurazione per piani di proiezione e schema al contorno dell'oggetto viene affiancata da quella per modelli visualizzati in forma ombreggiata, modificabili interattivamente in tempo reale;

c) specificazione delle diverse fasi di utilizzo del modello e introduzione di appropriati strumenti per la sua creazione, analisi e restituzione nelle fasi di design review e design presentation.

Le implicazioni sottese all'introduzione delle metodiche di computazione visiva sono profonde e sostanziali: si rende possibile, infatti, il superamento non soltanto dei problemi connessi al sistema analogico, ma anche di quelli legati all'epoca della prima informatizzazione, le cui tecniche basate sull'indicizzazione e la descrizione testuale si sono rivelate strumenti completamente insufficienti a richiamare contenuti multimediali e spaziali. Non si tratta più di avere soltanto strumenti di ausilio (il contributo offerto dalle maquette tradizionali, ossia il modello), quanto piuttosto di poter trasferire l'intero ragionamento in forma digitale, operando progettualmente su un modello visualizzabile con accessibilità continua nello spazio e nel tempo, allo scopo di realizzare sistemi dinamici e restituzioni di dati che risultino essere facilmente analizzabili anche da parte di

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

operatori non esperti. Quanto accaduto negli ultimi anni rappresenta dunque una rivoluzione non tanto nella formulazione del metodo di base (la progettazione basata su modelli digitali ha ormai circa trent'anni) quanto nel fatto che l'incremento delle potenze computazionali ha reso gestori del processo progettuale non più i dati numerici in sé – che rimangono un attributo o una base nascosta – ma i meccanismi conoscitivi legati alla loro visualizzazione.

Il processo di progettazione ha assunto così una base visuale dominante. Lo schema mediatico operativo del digitale ha inoltre portato a una sostanziale separazione tra 'fare' e 'vedere': costantemente unificati nell'interfaccia del foglio da disegno, i meccanismi conoscitivi sono stati separati dai sistemi numerici digitali, giacché l'interfaccia di visualizzazione (il monitor) raramente è anche l'interfaccia di creazione del progetto – di solito affidata a un altro dispositivo (mouse, tastiera ecc.).

I modelli digitali consentono al progettista non solo di essere ideatore, ma anche di tornare 'costruttore' della propria opera, giacché essi non solo rappresentano l'oggetto ideato, ma anche il codice che ne permetterà la realizzazione su macchine a controllo numerico e/o con processi automatizzati. In questa direzione, con la progettazione digitale viene meno la separazione tra la fase concettuale/creativa, predisposta secondo peculiari canoni estetici, la fase dell'ingegnerizzazione, la verifica della realizzabilità e la fase propriamente esecutiva.

La messa in serie dei modelli consente la costruzione di strutture capaci di illustrare con una rappresentazione tridimensionale un sistema intrinsecamente spaziale come l'architettura o il design di prodotto. E, come ha chiaramente spiegato Abraham A. Moles (Teoria informazionale dello schema, «Versus», 1972, 2, pp. 29-37) ancor prima della nascita dell'informatica di seconda generazione, la quantità di informazioni relativa a oggetti tridimensionali aumenta a dismisura se si fa ricorso a forme descrittive di un livello d'iconicità più basso. La rappresentazione tridimensionale aiuta pertanto a migliorare non solo la visualizzazione o la conservazione delle informazioni, ma

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

soprattutto la loro definizione, semplificandone l'organizzazione e integrandone la restituzione con un sistema di dati conoscitivi. Oltre alla generazione di spazialità alternative, l'attributo che maggiormente qualifica i modelli digitali è quello di prestarsi a essere potenti sistemi conoscitivi del manufatto stesso, descrivibile come una collezione di oggetti strutturati, ognuno dei quali identificato attraverso un preciso vocabolario sintattico. Qualora sia costruito come 'sistema conoscitivo', ogni modello non rappresenta semplicemente un calco, ma un sistema informativo capace di restituire in modo associativo proprietà dell'oggetto e analicità spaziale. Appare dunque chiaro come risulti fondamentale non soltanto e non tanto la conoscenza di una tecnica rappresentativa o di una modalità esecutiva, quanto piuttosto la capacità di inserirla all'interno dell'intero processo produttivo e realizzativo, come parte integrante e non separabile. Un modello 3D è poi, per propria natura, un'interfaccia altamente intuitiva di un sistema informativo che lo descrive con altri mezzi (testi, immagini, disegni 2D, suoni, filmati). Ciò costituisce un grande progresso rispetto ai più tradizionali sistemi di indicizzazione testuali: un'ampia gamma di strumenti permette una navigazione attraverso cui realizzare un facile accesso a strutture-dati estremamente complesse e una costante guida dell'utente attraverso informazioni tipologicamente eterogenee, dalla scala del singolo edificio fino a quella geografica. Il metodo di indicizzazione può variare da semplici mappe con hyperlink fino a complessi sistemi di navigazione 3D real-time come quelli offerti da Google Earth.

Complessivamente è possibile affermare che non si tratta più semplicemente della disponibilità di mezzi in grado di velocizzare processi già codificati (come nella prima informatizzazione mediante la rappresentazione del progetto con i sistemi CAD), ma di una vera e propria rivoluzione, che consente di valutare quantitativamente quello che prima era valutato solo qualitativamente, nonché di rendere visivo e continuo ciò che invece era campionato e numerico. In definitiva, la progettazione digitale propone, da più punti di vista, una ridefinizione del concetto stesso di rappresentazione così come si è andato definendo attraverso due millenni. Come ha

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

efficacemente argomentato Jacques Guillerme, «il modello è un artificio che si colloca in un processo di progettazione grazie alle sue capacità (variabili) di simulazione» (Il modello nella regola del discorso scientifico, «Rassegna», 1987, 32, p. 29). Questa capacità di simulazione, già peculiare dei modelli fisici, è risolutamente enfatizzata in quelli digitali, al pari della facile modificabilità. La simulazione è, infatti, null'altro che la manipolazione di un modello nella sua definizione nello spazio e nel tempo, al fine di permettere la percezione delle interazioni non immediatamente apparenti. Le simulazioni sono poi generalmente iterative: si sviluppa un modello, lo si simula, si apportano le modifiche evidenziate come necessarie dalla simulazione, si revisiona il modello e si prosegue con l'iterazione fino a che non si raggiunge un adeguato livello di comprensione. E l'approccio digitale rende questo processo non solo infinitamente più rapido e meno oneroso, ma soprattutto possibile anche nei casi in cui le maquettes non riescono a operare. I modelli digitali poi non sono concepiti solo come esperimento di laboratorio, ma possono essere dotati di tutte le proprietà del reale e fornire possibili e molteplici visualizzazioni dell'oggetto finale, senza scala e senza distanza di proprietà materica. Obiettivo fondamentale dei modelli digitali non è dunque tanto quello di offrire una simulazione fotorealistica del reale (uso a cui li hanno consacrati le rappresentazioni cinematografiche), una prefigurazione formale o una simulazione strutturale e/o funzionale (add-on marginali che rientrano nelle capacità dei modelli grafici e fisici), quanto piuttosto quella di poter funzionare come veri e propri prototipi virtuali iterativamente modificabili, dotati di similarità comportamentale e prestazionale, prioritariamente topologica, geometrica e percettiva.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

3 Industria 4.0

Questo termine definisce l'inizio dell'era della quarta rivoluzione industriale. Si tratta della trasmutazione dell'informatica del "digitale" che permette alla produzione di integrarsi verticalmente sul singolo processo, ma anche orizzontalmente tra processi, dando luogo ad un sistema di interazione uomo-macchina più snello, efficiente e finalizzato ad accorciare il time to market.

In questo ambito si definisce prototipo virtuale, o digital mock-up (DMU), una simulazione al computer di un prodotto fisico, che può essere presentato, analizzato e testato in aspetti che riguardano l'intero life cycle del prodotto, come design/engineering, manufacturing, servizi e riutilizzo. Costruzione e sperimentazione di un prototipo virtuale sono chiamate virtual prototyping (VP). Da un punto di vista pratico si tratta della rappresentazione 3D grafica di un oggetto, che può essere manipolata in real time nelle sue proprietà geometriche, superficiali e comportamentali, e che necessita – al fine di poter sostituire completamente una maquette – di un modello di interazione uomo-prodotto. Un tipico campo di applicazione delle tecniche di prototipazione virtuale è quello del processo di sviluppo del prodotto. Qui i prototipi costituiscono preziosi strumenti di indagine, valutazione e sviluppo progettuale. Sono utilizzati per studiare soluzioni alternative, per sviluppare indagini ingegneristiche legate alla progettazione e alla produzione, e per simulare e ottimizzare i processi di management e di risposta da parte della domanda. I risultati di simulazioni di computer engineering analysis (CEA) costituiscono una delle principali applicazioni delle tecniche di prototipazione virtuale a problematiche quali le analisi degli elementi finiti per calcoli strutturali, le computazioni di fluidodinamica o le simulazioni di resistenza.

Nell'industria automobilistica, l'utilizzo di metodi di CEA per analisi strutturali e dinamiche di carrozzerie di veicoli è aumentato drasticamente, grazie agli sviluppi negli algoritmi numerici e

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

alle sempre maggiori potenze dei processori. La simulazione di collisioni fra veicoli, ottenuta da analisi non lineari di elementi finiti, ha ridotto al minimo la necessità di eseguire crash test reali.

Recentemente questi metodi di indagine sono stati sostanzialmente migliorati, implementando strumenti per l'ottimizzazione della progettazione e per la sperimentazione di alternative in real-time. In questo modo, per es., la Volkswagen oggi riesce a realizzare un modello e a studiarne i parametri di collisione in soli diciotto giorni, il che, paragonato ai quattro mesi richiesti dalle analisi tradizionali, rappresenta un decisivo progresso sia nella riduzione dei tempi sia nel miglioramento dei risultati verificati e quindi anche della sicurezza. Una volta che la griglia di lavoro per un dato progetto è messa a punto, in termini di requisiti programmatici, forme e layout, viene costruito il primo modello digitale che permette di giungere alla soluzione finale per generazione di famiglie parametriche di soluzioni simili. Tale modello viene continuamente ridefinito durante il processo di sviluppo e progressivamente arricchito di una enorme mole di informazioni che fanno del modello master un data-base tridimensionale integrato, in grado di gestire efficacemente tutte le informazioni sul progetto.

Uno specifico indirizzo di ricerca ha focalizzato l'attenzione sull'impiego di modelli 3D digitali come matrice e nucleo aggregativo del sistema informativo, attraverso esperienze che non si limitano a sostituire la tradizionale visualizzazione proiettiva con quella iconica, bensì scardinano lo schema concettuale che ha sempre considerato la figurazione come un semplice attributo e/o parte del sistema conoscitivo. Il modello digitale di un qualsivoglia oggetto, infatti, non è più un corpo unico osservabile da vari punti di vista, ma un organismo composto di molte parti, ciascuna delle quali rappresentabile in vari modi e dotata di vari attributi (geometrici, materici, compositivi, costruttivi), a seconda di ciò che si debba 'vedere' e di che cosa si debba leggere e interpretare. L'impiego di tecniche di modellazione ha così permesso di introdurre nuovi concetti rappresentativi per i sistemi informativi, dalla scala dell'oggetto (product lifecycle management, PLM) a quella del territorio

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

(geographic information system, GIS), passando per quella architettonica (building information modeling, BIM).

Il punto di partenza di queste esperienze è il tentativo di fornire una soluzione esaustiva al problema della documentazione del progetto. L'idea guida è quella dell'utilizzazione del concetto di 3D data-base come strumento operativo, e si fonda sul fatto che un modello digitale può essere visto come un vasto, ordinato sistema conoscitivo di informazioni spaziali, che può essere modificato e implementato nel tempo. Secondo quest'ottica la modellazione non segue esclusivamente una logica appartenente a criteri geometrici; essa è piuttosto il presupposto di una metodologia basata sull'elemento architettonico e sulle sue modalità costruttive, che ne organizzano gli elementi base e le modalità delle loro aggregazioni. Nel campo del design e/o della produzione industriale, il PLM gestisce l'intero ciclo di vita di un prodotto dalla sua concezione, attraverso la progettazione e la costruzione, fino ai servizi e allo smaltimento. Tramite il PLM le imprese gestiscono comunicazioni e informazioni con i clienti (customer relationship management, CRM) e i rivenditori (supply chain management, SCM), nonché le risorse entro l'impresa (enterprise resource planning, ERP). Una componente del PLM chiamata product data management (PDM) si occupa di acquisire e mantenere informazioni su prodotti e/o servizi nel corso del loro sviluppo e della loro vita ed è, relativamente al progetto, l'applicazione di maggior interesse. La gestione tramite PLM permette una serie di benefici, come riduzione del time-to-market (tempo che intercorre tra produzione e commercializzazione), miglioramento della qualità di prodotto, riduzione dei costi di prototipazione, risparmi attraverso il riuso dei dati originali e completa integrazione del processo di ingegnerizzazione del prodotto. Il nucleo del PLM risiede nella creazione e gestione centralizzata di tutti i dati di prodotto, nella strategia relativa e nella tecnologia software usata per accedere a questa informazione e conoscenza.

Il PLM come disciplina è sorto da strumenti come CAD, CAM (Computer Aided Machinery) e PDM, ma può essere visto come la loro integrazione in un unico framework. Non si tratta soltanto

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

di una tecnologia software, ma anche di una strategia di gestione. Il PLM fornisce uno spazio di lavoro collaborativo, un ambiente interconnesso nel quale tutte le figure coinvolte nel processo di progettazione e nel ciclo di vita del prodotto – progetto, marketing, vendite, costruzione, rivenditori e clienti – possono liberamente accedere e lavorare sul progetto di ciascuno degli altri.

4 Reverse Modelling

Così come rappresentazione e realizzazione, anche rilievo e progetto si sono intrecciati innumerevoli volte nel corso della storia. Se è vero che design e architettura hanno sempre tenuto il riferimento all'esistente come metodo implicito – nel senso che hanno sempre guardato a forme e/o oggetti esistenti per crearne di nuovi – tuttavia raramente gli elaborati di progetto hanno direttamente assunto l'esistente come elemento da rielaborare. Ciò è dovuto a diverse cause: per es., la lunghezza dell'operazione di acquisizione; la sostanziale inutilità dei disegni bidimensionali in rapporto allo sviluppo del progetto nei campi del design e della conservazione dei monumenti; i cambiamenti eventualmente intervenuti nelle tecniche e tecnologie realizzative (che potrebbero rendere problematica, se non addirittura impossibile, la 'ricostruzione') e altro ancora. In questa direzione, il passaggio dall'analogico al digitale ha finora comportato variazioni marginali, anche se la procedura per costruire un modello tridimensionale a partire da dati reali è stata progressivamente codificata in ambito industriale.

Il reverse modeling (RM) è un approccio per ricostruire o derivare la geometria di un oggetto. Sorgenti d'informazione per i progetti di RM possono essere parti fisiche, file CAD, codici di fresatura, dati ottenuti da sistemi d'acquisizione mediante luce naturale o strutturata, dati ottenuti da sistemi tipo CMM (Co-ordinate Measuring Machines), oppure file in formato STL (stereolithography).

Il modello derivato da un processo di modellazione inversa è, in seguito, riutilizzabile in un processo di progettazione digitale per essere modificato, completato, analizzato o fabbricato. Le applicazioni possono riguardare l'intero oggetto oppure solo sue parti. Nel caso più comune, il modello di RM è ottenuto a partire da un insieme di misure acquisite tramite sistemi (laser-scanner o fotogrammetria) che restituiscono una nuvola di punti tridimensionali sulla quale viene, in genere,

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

costruita una geometria formata da una maglia di triangoli che interpola i punti misurati. Qualora si disponga già del modello digitale dell'oggetto rilevato, il processo di RM si riduce a un aggiornamento che riflette i cambiamenti dimensionali richiesti dal processo di prototipazione. Tra i casi in cui si può utilmente ricorrere a operazioni di RM si ricordano sinteticamente: digitalizzazione di progetti realizzati tramite elaborati grafici e modelli manuali; riprogettazione di parti spezzate o rotte di cui non esiste un modello CAD; creazione di un archivio di modelli digitali comprendente manufatti prodotti prima della disponibilità di software di modellazione; aggiornamento del progetto al quale sono state apportate modifiche sul prototipo fisico; rilievo del 'come costruito' (as built) di oggetti di cui non si hanno modelli digitali 3D; ricostruzione del progetto esecutivo o del costruito a seguito di una realizzazione eseguita in difformità dal modello digitale originale; riprogettazione con differente sistema delle tolleranze dimensionali (per es., nuovi stampi). Qualora ci si avvalga di tecniche di RM, il processo di formazione del progetto non parte dal nulla o da uno schizzo bidimensionale, ma diviene un'operazione in cui si passa da una massa grezza di dati al modello dell'oggetto finito. Servendosi di strumenti visivi che aiutano nella definizione dello scostamento tra dati originari e superficie ricostruita, si realizza questo passaggio descrivendo percorsi progettuali che devono ricalcare il più possibile i modi produttivi dell'oggetto e descrizioni geometriche assai più complesse e articolate della semplice posizione di una maglia di triangoli. L'RM può trovare applicazione in varie fasi del progetto e con varie finalità: fase di idea/concept (acquisizione di modelli fisici in argilla, gommapiuma, polistirolo ecc.); progetto (acquisizione di una maquette attraverso la quale si è definita una certa fase di progetto o si possono digitalizzare parti di progetto già realizzate e riutilizzabili in un nuovo progetto); prototipo (le tecniche di acquisizione 3D possono essere applicate in vari modi, al fine di permettere la riduzione del numero dei prototipi da mettere a punto); engineering (un oggetto fisico acquisito può essere traslato direttamente alla fase di ingegneria); produzione (le modifiche eseguite manualmente e le ottimizzazioni possono essere

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

trasferite da strumento a strumento per accertare che tutte le parti costruite corrispondano); controllo di qualità (l'acquisizione 3D è utilizzata per analizzare il 'come costruito' dell'oggetto dopo la sua realizzazione). Consentire e agevolare operazioni di modifica è, in sostanza, la caratteristica fondamentale del processo di RM per il progetto, ed è ciò che ne determina limiti, complessità e difficoltà, poiché richiede una rappresentazione completamente esplicita e realizzata con primitive geometriche che sono facilmente manipolabili in un sistema CAD. Il problema va ben oltre un accomodamento del modello mirante a determinare i parametri di un insieme di punti che si considerano appartenere alla stessa primitiva. Infatti, mentre i problemi di mesh competono a una sfera che nella rappresentazione digitale trova il suo dominio naturale in quanto operazione meramente geometrica (le operazioni di manipolazione geometrica possibili non presentano un analogo nel processo costruttivo o progettuale), quelli di creazione delle superfici sottendono tipiche problematiche della lavorazione manuale e artigianale dei modelli fisici: lisciatura di una superficie continua; attenzione nei cambi di curvatura; cambio di strategia per differenti tipologie di superficie originaria; rivalutazione delle capacità di sensibilità dell'operatore alla valutazione della continuità sia mediante l'osservazione sia mediante il tatto. La costruzione di queste superfici a partire dai dati acquisiti richiede quindi un atteggiamento progettuale, nel senso creativo del termine e non puramente prestazionale.

Bibliografia

- Foley J., van Dam A., Feiner S., Hughes J. 1992. Computer Graphics Principles and Application, second edition. Reading Massachusetts: Addison-Wesley.
- Francis Balaguer and Angelo Mangili. “Virtual Environments”. Computer Graphics Laboratory. Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, 1991.
- Brooks F. (1999). What’s Real about Virtual Reality? IEEE Computer Graphics & Applications, 19(6), 16-27.
- Carletti A., Tarantini A., Varani A., Realtà Virtuale ed Apprendimento, 1997.
- Earnshaw R., Guedj R., van Dam A., Vince J. Eds, Frontiers of Human Centered Computing; online communities and virtual environments, Springer-Verlag, 2001.
- Styart R., The design of virtual environments, McGraw Hill, 1996.
- Summi F., Sami M.G., Silvano C., Progettazione digitale, seconda ed. McGraw Hill Education.
- B. Bruegge, A.H. Dutoit, Object oriented software engineering– Using Uml, Patterns and Java, Prentice Hall, 3D Edition, 2009
- J. Arlow, I. Neustadt, Uml e Unified Process, McGraw Hill Italia 2003.
- C. Ghezzi, D. Mandrioli, M. Jazayeri, Ingegneria del Software–Fondamenti e Principi, Prentice Hall, 2004.
- R. S. Pressman, Principi di Ingegneria del Software, quarta ed. McGraw Hill Italia, 2004.
- Mortenson M.E., Geometric Modelling, J. Wiley & Sons.
- K. Lee, Virtual Reality for Industrial Application

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)