

# SISTEME DE REALITATE VIRTUALĂ. ARHITECTURI ȘI APLICAȚII

ec. Claudia Ionescu  
analist Carmen Călin

Institutul de Cercetări în Informatică

**Rezumat:** Articolul prezintă elemente relevante ale sistemelor de realitate virtuală, insistând asupra modurilor de redare a realității virtuale și a arhitecturilor specifice.

**Cuvinte cheie:** Realitate Virtuală (RV), cyberspace, simulare, imersiune, mașina de realități virtuale.

## 1. Prezentare generală a sistemelor de realitate virtuală

### 1.1 Elemente specifice ale sistemelor de realitate virtuală

*Realitatea virtuală*, prescurtată *RV*, este o tehnologie care permite imersiunea, prin intermediul ecranului calculatorului, într-o lume artificială tridimensională în care se poate privi împrejur și se asigură mișcarea în mediu și interacțiunea cu obiectele care compun lumea respectivă.

În ultimii doi ani, *RV* a evoluat de la un statut de jucărie științifică relativ obscură până la considerarea acesteia ca fiind viitorul utilizării calculatoarelor. În ultimul timp, în Anglia, Germania, Franța, SUA și Japonia s-au organizat zeci de conferințe și au apărut sute de articole având ca subiect realitatea virtuală.

Despre imersiunea într-o lume generată de calculator și interacțiunea cu aceasta a scris pentru prima dată William Gibson în romanul științifico-fantastic *Neuromancer*. Publicat în 1984, acesta a constituit o sursă de inspirație pentru proiectanții de *RV* și a introdus termenul de *cyberspace* pentru universul creat de calculator.

În prezent, în Europa, SUA și Japonia există numeroase produse de realitate virtuală, dezvoltate în instituții precum NASA, Tokyo University, Human-Interface Laboratory în Seattle (Washington) sau de către companii ca: IBM, NEC, DEC, Intel, Fujitsu, Sun Microsystems, Autodesk, Boeing.

*RV* este o tehnologie foarte tânără încă, multe informații despre aceasta răspândindu-se prin intermediul rapoartelor de cercetare și al articolelor din reviste sau prin mass media.

Sintagma *realitate virtuală* a fost propusă de Jaron Lanier (fondatorul companiei VPL Research - Silicon Valley) pentru a face distincție între *lumele digitale imersive*, pe care încerca să le creeze, și *simulările tradiționale* pe calculator.

Realitatea virtuală este mai mult decât o tehnologie bazată pe calculator, care plasează utilizatorul într-o lume 3D, este o lume artificială propriu-zisă și un nou tip de experiență. *RV* este, de asemenea, o metodă de a comunica idei. Într-o lume virtuală, totul este potențial viu, întrucât legile realității sunt deasupra proiectantului. Calculatorul poate însufleși ușor lumea atomilor sau ne poate lăsa să zburăm în spațiu.

O lume virtuală este parțial - proiectare asistată de calculator și, parțial - animație, la care se adaugă un ingredient de imaginație. Ca și telefonul, calculatoarele sunt un mediu de comunicație; ca și telescopul și microscopul, realitatea virtuală este, de asemenea, un instrument care furnizează noi căi de a privi informația. Realitatea virtuală oferă utilizatorilor un flux de date și detalii eficiente, perceptibile fără efort, în formatul cel mai natural posibil (imagine, sunet, senzații), prezentate ca un mediu care este el însuși o parte a mediului natural al experienței și al gândirii umane. O caracteristică a realității virtuale este *incluziunea*: fiind scufundat într-un mediu *RV*, participantul este plasat în interiorul informației.

Acest lucru a fost permis de revoluția hardware, care s-a manifestat și prin creșterea numărului de medii care pot fi convertite în limbaj digital. Semnalele analogice digitale translatează medii video, sunet, text și imagini grafice în limbaj mașină care pot fi mixate și transformate unul în altul (multimedia). *RV* și *multimedia* beneficiază împreună de dezvoltările tehnologiei digitale.

### 1.2 Moduri de redare ale realității virtuale

Având în vedere etapele evoluției hardware și software, modurile de redare ale realității virtuale au fost și ele diferite:

- **Realitate proiectată** (sau realitate artificială), modalitate care utilizează încăperi prevăzute cu pereți pe care sunt montate ecrane video mărite, un calculator și o cameră video. Siluetele colorate ale "actorilor" sunt preluate de videocameră și afișate pe ecranul calculatorului ca și cum aceștia s-ar urmări pe ei înșiși, fiind proiectați într-o lume virtuală (*VIDEOPLACE*), generată de calculator.

- **Realitate extinsă** (sporită), care presupune utilizarea unor ochelari transparenți prin care date, diagrame, imagini animate sau imagini video pot fi proiectate pentru a-l ajuta pe utilizator să fie simultan în lumea reală și, de asemenea, să fie capabil să acceseze date suplimentare pentru a-și efectua sarcinile.

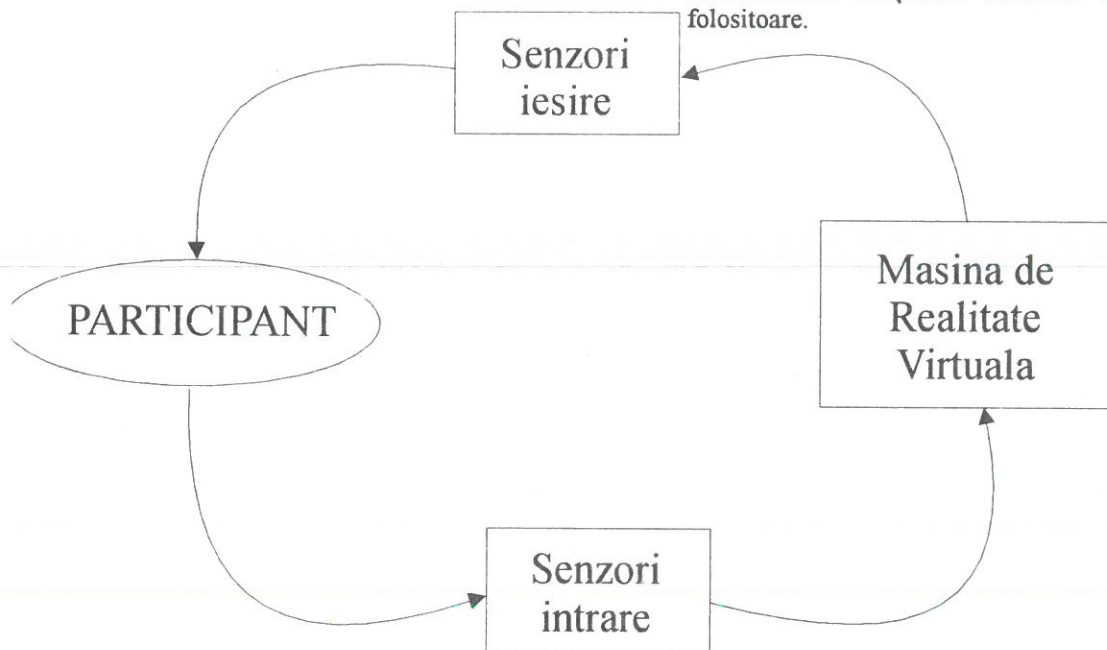


Figura 1. Ciclul feedback în sisteme RV

De exemplu, Boeing explorează posibilitățile unui astfel de sistem pentru a fi utilizat la mecanica motorului de avion. În acest caz, ochelarii mecanicului pot afișa diagrame schematice, liste de fișiere și text, fără a bloca imaginea unui motor din lumea reală. De asemenea, o amplasare structurală a unui ansamblu de motor cu reacție, poziționat corect peste un motor poate furniza o vedere simulată pentru un mecanic care face, în acel moment, reparații. Astfel, acele părți ale motorului la care se poate ajunge numai cu mâinile, devin vizibile.

- **Realitate virtuală**, care se referă în general la o experiență imersivă și interactivă, generată pe calculator.
- **Teleprezența**, o formă de RV care utilizează camere video și microfoane pentru a plasa utilizatorul în locuri diferite. Se utilizează, de exemplu, la NASA pentru explorare planetară sau în chirurgie pentru inspectarea interiorului corpului prin intermediul camerelor video și al fibrelor optice.

### 1.3 Interfața om-calculator în sistemele de realitate virtuală

În cazul sistemelor de realitate virtuală, interfețele sunt puncte de contact în care mișcările umane sunt translatate în comenzi care conduc operațiile calculatorului, și condițiile impuse de calculator sunt comunicate utilizatorului, transformând conținutul acestora în funcțiuni folositoare.

Evoluția interfețelor om-calculator reprezintă un compromis între limitele echipamentului, creativitatea programatorilor și voința utilizatorilor de a accepta rezultatele.

Interfața, pentru programator, este o cale de a controla comportamentul utilizatorului, iar pentru utilizator, este o cale de a controla comportamentul calculatorului.

Realitatea virtuală este locul unde omul și calculatorul intră în contact constituind o interfață om-calculator în care calculatorul creează un mediu de pătrundere prin intermediul simțurilor și care răspunde interactiv comportamentului utilizatorului fiind controlat prin intermediul acestuia.

## 2. Arhitectura sistemelor de realitate virtuală

### 2.1 Funcțiuni și componente

După cum rezultă din capitolul anterior, funcționarea unui sistem de realitate virtuală



presupune colaborarea dintre utilizator și calculator care-și transmit informații prin intermediul senzorilor. Inima acestui sistem RV o constituie mașina de realități virtuale (reality engine, RE) care emite continuu informații prin intermediul senzorilor (licăritul focului, zgomotul vântului etc.) și care primește reacții de la utilizatori, tot prin intermediul senzorilor.

Ciclul de funcționare începe când utilizatorul reacționează la ceea ce vede și aude, întorcând capul (sau mișcând un joystick). Aceste semnale de intrare sunt prelucrate de RE care creează un alt set de imagini și de sunete.

De exemplu, utilizatorul reacționează la auzul sunetelor de la un radio, întorcându-se și privind la acesta. La întoarcerea capului, senzorii de intrare capturează această acțiune și solicită calculatorului să genereze semnale noi de sunet și de imagine. Acest ciclu feedback continuu dă iluzia de realitate.

În realitatea virtuală, feedback-ul este foarte important, reprezentând interactivitatea cu mediul. Realitatea virtuală este primul mediu deplin interactiv constituind un rezultat logic al mixării mediilor cu interactivitate. Aceasta permite imersiunea în medii și transformarea într-o parte a lor. RV este un instrument care permite "imersiunea" utilizatorului într-o experiență interactivă, bogată în senzori. Utilizând senzori de

intrare și de ieșire, este fabricată o lume virtuală sub controlul ambilor participanți: calculatorul și utilizatorul.

În continuare, vom prezenta instrumente hardware și software necesare pentru crearea mediilor virtuale, precum și o serie de considerații privind cerințele și limitele utilizării acestora.

## 2.2 Componentele unui sistem de realitate virtuală

După cum s-a arătat, realitatea virtuală poate fi definită ca fiind o experiență imersivă în care participanții își montează pe cap display-uri dirijate de calculator (HMD), văd imagini stereoscopice, aud sunete 3D și sunt liberi să interacționeze cu o lume 3D. Pornind de la această definiție, toate sistemele de realitate virtuală se pot diviza în patru părți separate: elemente de execuție, mașina de realități virtuale, aplicația, geometria.

Elementele de execuție sunt dispozitive care stimulează simțurile pentru a crea senzația prezenței în lumea virtuală (display-uri montate pe cap) și care controlează mediul (mănuși cu senzori). Senzorii de intrare și de ieșire se mai numesc și elemente de execuție.

### Mașina de realități virtuale (reality

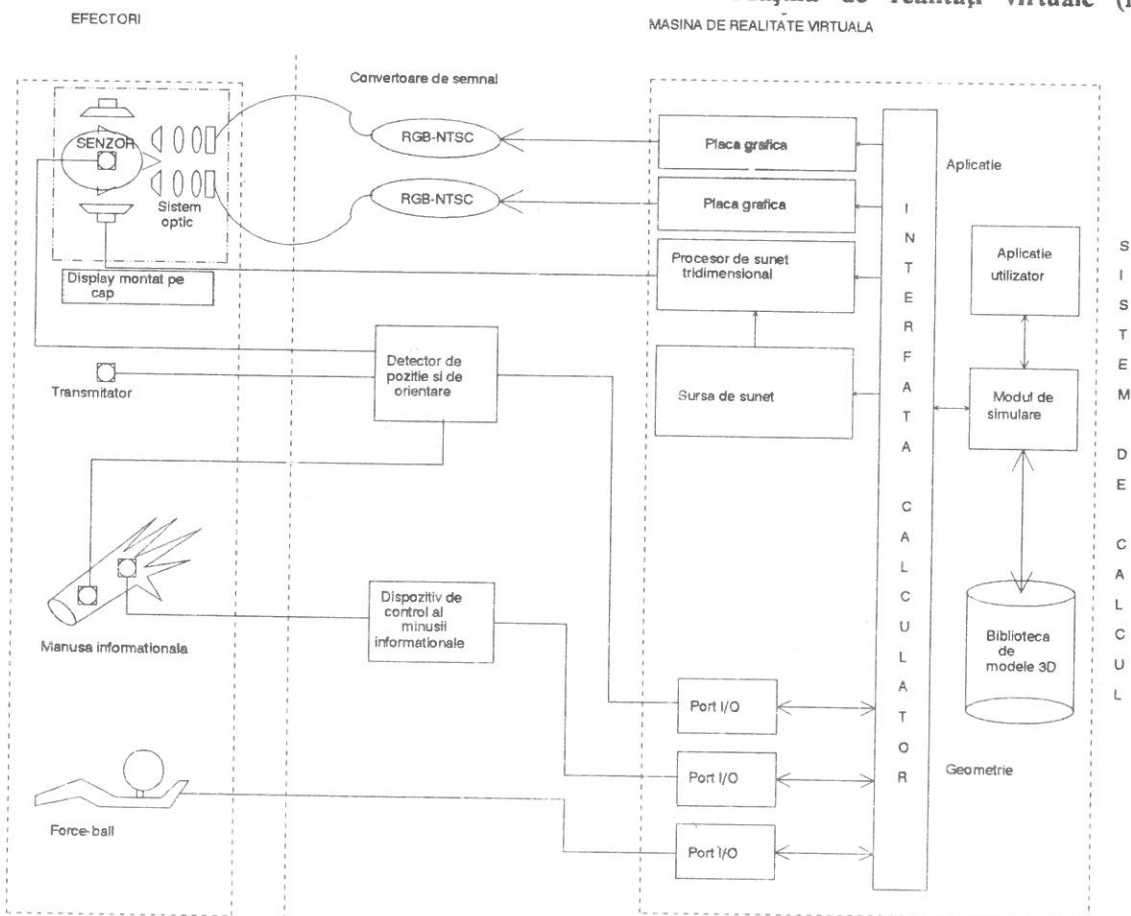


Figura 2. Componentele unui sistem RV

engine, RE) este constituită din sistemul de calcul și hardware periferic (echipament de sintetizare a sunetului), care asigură elementele de execuție cu informația senzorială necesară, RE.

**Aplicația** - este o componentă software, care descrie contextul simulării, dinamica sa, structura și legile de interacțiune dintre obiecte și utilizator.

Aceasta poate fi simularea zborului unui avion, efectuarea unei operații chirurgicale, interacțiuni între proteine etc.

**Geometria** - reprezintă informația memorată, care descrie atributele obiectelor (formă, culoare, amplasare etc.).

## 2.3 Elemente de execuție

Imersiunea și mișcarea într-o lume virtuală, precum și interacțiunea cu aceasta constituie obiectivele principale ale unui sistem de RV.

Pentru atingerea acestor obiective sunt necesari senzori care îi ajută pe utilizatori să perceapă și să accepte lumea sintetică. Elementele de execuție sunt dispozitive specializate, care generează iluzii și comenzi senzoriale.

În prezent, se depune un efort deosebit pentru perfecționarea elementelor de execuție vizuale și auditive și se întreprind cercetări în domeniul senzorilor tactili; gustul și mirosul rămân neexplorate.

În continuare, vom prezenta elementele specifice pentru diferite elemente de execuție.

**1) Generarea senzației vizuale** are în vedere următorii factori:

**a) Câmpul de vedere** - în cazul HMD variază între 80° - 140° câmp de vedere orizontal; câmpul de vedere uman ajunge la 180°.

**b) Rezoluția** - în cazul LCD se afișează între 86.000 și 110.000 elemente colorate; ochiul uman primește numai 30.000 - 40.000 pixeli, PC-urile și stațiile grafice au, în general, 1.000.000 pixeli.

**c) Complexitatea** - în funcție de tehnicile de redare realistă a scenelor se afișează imagini cu conținut cât mai bogat în detalii (texturate, umbrite etc.).

**d) Viteza de redare** - durata de redare a unei imagini complete (10-12 fps (cadre/secundă)).

**e) Întârzierea perceptuală** - durata necesară pentru a înregistra schimbări în orientarea capului sau a altor senzori de intrare. Întârzierea este compusă din întârzierea senzorilor

și din timpul consumat pentru desenarea unei noi imagini. Întârzierea senzorilor poate varia de la 3 la peste 100 ms, iar cea de desenare pentru 10 fps implică un timp adițional de 100 ms.

**f) Captarea interesului** - gradul în care utilizatorul este atras în colaborarea cu lumea virtuală.

**2) Generarea senzației auditive.** Sunetul poate fi utilizat ca feedback sau ca un înlocuitor pentru senzația tactilă (lovirea într-un obiect virtual, mișcarea unui obiect pe o suprafață).

Sinteza vocală este o formă adițională de feedback. Când este combinată cu tehnici de recunoaștere a vocii, sinteza vocală permite comunicarea verbală cu calculatorul.

Calitatea sunetului poate influența calitatea percepției imaginii (crearea unei "atmosfera" adecvate, ca mijloc de expresie în mediu), în scopul generării unor stări emoționale puternice.

**3) Generarea senzației tactile** se referă la senzațiile noastre în raport cu atingerea sau presiunea asupra corpului.

**4) Facilitarea interacțiunii.** Funcțiile interactive realizate într-un mediu virtual pot fi împărțite în următoarele categorii:

**a) Navigația** - presupune mișcarea punctului de observație al utilizatorului în spațiul 3D. Exemple: deplasarea dintr-o încăpăre în alta, zborul deasupra unor zone de interes, mișcarea înainte și înapoi, rotația. Mișcărilor se pot efectua în condițiile unor restricții sau fără restricții.

**b) Selecția** - presupune punctarea unui element din lumea 3D cu intenția de a efectua o acțiune asupra lui. Exemple: selectarea unei surse de lumină dintr-o încăpăre în scopul reorientării acesteia, punctarea unui perete pentru a-i schimba culoarea sau dimensiunile sau selectarea unui obiect cu mâna în scopul de a-l prinde.

**c) Interacțiunea** - presupune mișcarea, deformarea sau scalarea obiectelor selectate în aceste scopuri. Exemplu: deplasarea sursei de lumină selectate, din exemplul anterior.

**d) Comanda** - presupune solicitarea unor metode de control sau lansarea unor comenzi. Exemplu: după selectarea unui obiect trebuie activată comanda de schimbare a culorii prin apăsarea unei taste funcționale.

Pentru exemplificare, ca dispozitive de interacțiune se pot menționa: mănuși cu senzori, bilă de forță, bagheta, mouse, boom (o combinație între un dispozitiv de vizualizare și butoane de comandă), dispozitiv de recunoaștere a vocii, biosenzori (ochelari speciali, brățări cu electrozi), dispozitive "eye tracking" (detectează direcția în care privesc ochii).



## 2.4 Mașina de realități virtuale

Mașina de realități virtuale (a se vedea figura 2) este constituită din calculator și din dispozitive periferice care permit crearea imaginilor și a sunetului, precum și din pachete software foarte puternice pentru generarea lumii virtuale și pentru gestionarea interacțiunilor. Pentru a realiza un sistem de RV se pot folosi calculatoare personale sau stații grafice, echipate cu hardware specializat.

Pentru imaginile stereoscopice, care presupun imagini separate pentru fiecare ochi, sunt necesare două plăci grafice. De asemenea, se pot utiliza două calculatoare separate ale căror task-uri trebuie să fie sincronizate pentru ca ambii ochi să perceapă imagini din aceeași lume virtuală.

Dacă se utilizează sunet 3D, sunt necesare plăci speciale și metode de sinteză a sunetului. Comunicarea cu alte dispozitive RV (mănuși, bile de forță etc.) este făcută prin intermediul porturilor standard de intrare/ieșire ale oricărui calculator.

## 2.5 Cerințe de timp real

Pentru crearea senzației de realitate trebuie avut în vedere faptul că, atât generarea imaginilor, cât și detectarea și prelucrarea acțiunilor utilizatorului trebuie să se realizeze în mod continuu, într-un timp care să asigure utilizatorului senzația de percepție a unui mediu real.

Studii asupra percepțiilor umane au arătat că un timp de răspuns sub 100 milisecunde este considerat în general ca fiind un timp real.

În cadrul acestui interval (foarte mic) mașina de realitate trebuie să prelucreze un întreg ciclu de regăsire a intrărilor de la utilizator (mișcările capului sau ale mâinilor), să efectueze calcule și să genereze imagine nouă pentru afișare.

Pentru redarea noii imagini (pentru vederea stereoscopică sunt necesare două imagini) se consumă cea mai mare parte din timpul afectat.

De aceea, sistemele RV comerciale utilizează hardware grafic puternic pentru accelerarea procesului de redare.

Se va ține seama de faptul că imaginile nu sunt memorate sau pregătite deja pentru redare, generarea acestora făcându-se în momentul mișcării utilizatorului în lumea virtuală și având legătură cu interacțiunile acestuia (impredictibile) cu obiectele 3D. Memorarea tuturor pozițiilor și vederilor posibile ar necesita un spațiu de câțiva gigabytes.

## 3. Aplicații din domeniul realității virtuale

Dacă în prezent, **Realitatea Virtuală** este deja folosită într-un număr tot mai mare de aplicații, în următorii 3-5 ani, aceasta va fi cunoscută în toate domeniile proiectării 3D. Această tehnologie, relativ tânără, permite imersiunea utilizatorilor în realitatea spațiului proiectului lor sau a "spațiului lor de lucru". Îmersând într-un mediu RV, participanților, plasați în interiorul informației, li se oferă posibilitatea de-a privi împrejur, de-a se mișca în mediu și de-a interacționa cu obiectele care compun lumea respectivă.

Deși, mulți ani de-a rândul, proiectanții au modelat cu exactitate obiectele 3D cu programe CAD, ei au folosit instrumente 2D. Realitatea virtuală promite furnizarea primei interfețe 3D pentru CAD.

Iată câteva exemple ale utilizării realității virtuale în ingineria concurentă sau în alte domenii.

### 3.1 Verificarea asamblării și a proiectării în ingineria concurentă

La manifestarea expozițională *AUTOFACT* din anul 1993, de la Detroit, Divison, Silicon Graphics și Computer Vision au prezentat împreună viitorul pre-asamblării digitale în ingineria concurentă. În cadrul proiectului aerospațial Short Brothers, utilizatori multipli au putut să se scufunde și să interacționeze cu un ansamblu de trenuri de aterizare, generat de calculator, folosind o rețea de stații de lucru Silicon Graphics și o versiune specială a unui software CADD5 a ComputerVision suprapusă unui mediu de proiectare virtuală dVISE.

Aceasta înseamnă că mai mulți utilizatori, plasați la distanță, folosind căști și mouse-uri sau mănuși 3D, pot intra toți în mediul virtual, care reprezintă o proiectare în ingineria concurentă. Apoi, după scufundare, participanții pot să interacționeze cu acest proiect, verificând caracteristicile asamblării sau dacă subsamblele interacționează în mod corespunzător. În această lume virtuală, totul este potențial viu; este ca și când proiectul este real, proiectanții stau în jurul proiectului, lucrând la el, apucând, deplasând sau modificând diferite componente ale ansamblului și verificând dacă acestea își îndeplinesc corect funcțiile.

Acest tip de verificare a proiectării virtuale va constitui viitorul proiectării în domeniul ingineriei concurente determinând economii substanțiale, prin depistarea la timp a



defectelor proiectului sau prin avertizarea asupra restricțiilor de asamblare.

### 3.2 Proiectarea prototipurilor virtuale de automobile

La Coventry School of Art & Design, proiectanții de automobile folosesc realitatea virtuală pentru a construi prototipuri virtuale având la bază schițele proiectate.

Cu un *Mediu Virtual de Proiectare* *dvISE*, proiectanții de la Coventry School iau mai întâi schițele făcute cu creionul pe hârtie și le assemblează într-un model 3D al automobilului. Această operațiune se realizează în câteva minute de un calculator, după scanarea schițelor. Folosind tehnicile proiectării 3D, schițele sunt așezate pe un frame simplu al scheletului mașinii și, imediat, un prototip real, la dimensiuni reale, va fi disponibil în realitatea virtuală. În această lume artificială, proiectanții pot umbla în jurul proiectului lor, pot să-l vadă într-un context natural (cum ar fi o sală de expoziție sau rulând pe o șosea), pot sta pe scaunul șoferului etc.

Deci, un punct important pentru alți proiectanți 3D este faptul că realitatea virtuală permite construirea unui prototip sau a unui model de simulare chiar de la începutul procesului de proiectare. Defectele fundamentale, modificările ulterioare făcute proiectului, chiar și trăsăturile nedorite pot fi identificate și corectate pe loc, înainte ca proiectul să fie realizat. Deoarece prototipul virtual poate fi reconstruit în orice punct al procesului de proiectare, fără a cere un efort sau cheltuieli prea mari, proiectarea se poate relua din orice punct, până se ajunge la o proiectare de înaltă calitate.

### 3.3 Vizualizarea proiectelor arhitecturale

Matsushita Electric Works, o companie de construcții de locuințe, din Japonia, folosește realitatea virtuală pentru a crea un mediu ambiental avansat, simulând toate trăsăturile unei case incluzând iluminarea, încălzirea și acustica. Recent, la *UNIFORM'94*, care a avut loc la San Francisco, această companie a prezentat un software de modelare al unei case cu două etaje, prezentând în detaliu dormitoarele, bucătăria, băile, coridoarele și scările interconectate. Folosind un display montat pe cap cât și un mouse 3D, utilizatorii se pot scufunda în această lume virtuală, plimbându-se în jurul camerelor, urcând scările la etajele diferite ale casei și experimentând direct un număr de caracteristici ale proiectului, cum ar fi tapetarea pereților, culorile, spațiile, pozițiile de fixare ale luminii și ale intensității de

difuzare a acesteia, ventilarea și dispozitivele de încălzire/răcire ale camerelor.

În trecut, acest tip de verificare și explorare a proiectului era realizat prin construirea unor modele de simulare, la scară completă, a caselor și prin testarea materialelor existente, a amplasării mobilierului și a unităților de aer condiționat. Acest tip s-a dovedit costisitor, inflexibil, reprezentând un factor important de limitare în proiectarea de medii ambientale superioare.

Realitatea virtuală elimină această barieră. Acum, proiectanții, pornind de la proiectele lor, pot genera rapid modele virtuale complete și la scară reală, experimentându-le direct prin imersiunea în lumea virtuală generată de calculator. Înțelegerea profundă și completă a modelelor realizate prin realitatea virtuală este incomparabilă cu aceea oferită de desenele 2D și de planurile de ansamblu ale planșelor.

Avantajul suplimentar oferit de acest tip de simulare virtuală completă a clădirii (sau a oricărui proiect 3D) este dat de faptul că, înainte de-a cumpăra o casă, clienții pot vedea ei înșiși proiectul și chiar pot participa, prin sugestii, la îmbunătățirea acestuia. Deci, clientul are șansa de a vedea ceea ce va cumpăra și, în plus, realitatea virtuală îi va permite să fie o parte a procesului de proiectare, tocmai prin posibilitatea de-a propune, într-o modalitate folositoare proiectantului, modificări și îmbunătățiri ale proiectului inițial.

### 3.4 Planificarea întreținerii

Un operator principal al reactorului nuclear folosește un software al realității virtuale pentru a investiga gama largă de aplicații ale realității virtuale în planificarea întreținerii reactoarelor nucleare și a protecției expunerii la radiații.

Un exemplu tipic este examinarea procedurilor de operare pentru întreținerea reactoarelor nucleare. Scopul acestei examinări este de a reduce la minimum expunerea operatorilor la radiații și de a planifica volumul de radiații la care ei vor fi expuși în cazul efectuării anumitor proceduri operaționale.

Folosind un model de simulare virtuală al unui reactor nuclear și informațiile privind nivelul radiațiilor proiectate, activitățile de întreținere pot fi practicate în realitatea virtuală în timpul monitorizării de către calculator a nivelurilor de radiații care vor fi primite. Procedurile pot fi proiectate și reproiectate pentru a diminua durata expunerii la radiații sau pentru a evita zonele expuse la radiații, astfel încât operatorii să se poată familiariza, ei înșiși, cu procedurile, înainte ca să realizeze întreținerea reală a acestor reactoare.



Avantajul acestui tip de planificare poate fi aplicat oricărui proces de planificare al întreinerii, de asamblare sau de fabricație - realitatea virtuală permițând proiectantului să testeze procesul, ca și când obiectul există deja, să determine posibilitatea construirii obiectului sau în ce măsură acesta poate fi întreținut. În plus, tehnicienii se pot familiariza și pot experimenta procesul sau pot școlariza un personal nou, fără a utiliza resursele reale și părțile de asamblare.

### 3.5 Alte tipuri de aplicații

Realitatea virtuală este ideală pentru simularea mediilor și a situațiilor din lumea reală. Imersiunea în realitatea virtuală (în vederea școlarizării, analizei și proiectării sistemelor etc.) este un nou tip de experiență care oferă utilizatorilor interacțiunea cu o lume potențial vie, generată de calculator.

De exemplu, firma VOLVO, Anglia, folosește realitatea virtuală pentru a simula o coliziune de impact laterală, în condițiile de totală siguranță oferite de mediul virtual. În accidentul simulat, șoferul virtual poate explora și înțelege toate caracteristicile privind siguranța oferită de vehicul. Întreaga experiență virtuală are loc în interiorul frame-ului mașinii reale, completat cu scaunul șoferului, cu un volan de direcție și cu uși, toate pe o platformă de mișcare, pentru a oferi utilizatorului o simulare complet reală.

Multe segmente diferite ale realității virtuale din aplicațiile cu caracter militar sunt folosite în scopul îmbunătățirii experiențelor de școlarizare. De la proiectile antiaeriene montate pe umăr, la operații privind tactica de infanterie, Realitatea Virtuală oferă o modalitate eficientă de școlarizare mono- și multiutilizator, cu un grad înalt de realism ce poate fi realizat în simulatoarele militare existente.

De exemplu, TNO-TEL a construit un sistem RV pentru a școlariza astronauții cum să manevreze nava în timpul călătoriei spațiale. În ciuda numeroaselor dificultăți ale manevrei (imponderabilitatea, costumele spațiale voluminoase, controlul mișcării complexe), realitatea virtuală construiește un instrument perfect de simulare pentru a recrea și a școlariza astronauții pentru acest experiment.

Analiza ansamblurilor de date științifice este realizată rapid și eficient în realitatea virtuală. Structurile geologice complexe ale subsolului, precum rezervele de țiței, pot fi imediat înțelese și explorate în RV.

La Glaxo, chimiștii folosesc realitatea virtuală ca pe o tehnologie bazată pe calculator pentru a înțelege structura și interrelațiile dintre medicamente și proteine. Interacțiunea naturală,

de tip "hands on" oferită de RV permite cercetătorilor să găsească și să rețină moleculele virtuale, și să le manipuleze în mod direct în 3D. Astfel, capacitatea de înțelegere a mecanismelor este sporită, iar procesul de descoperire de noi tipuri de medicamente este îmbunătățit substanțial.

Realitatea virtuală este un instrument de bază pentru comercializarea unui concept sau a unui produs. La Institutul Calibre, constructorii de locuințe au folosit realitatea virtuală pentru a prezenta cumpărătorilor potențiali locuințe încă neconstruite. În Anglia, Italia, Japonia, RV este utilizată pentru a-i ajuta pe proprietarii de locuințe să vadă și să participe la proiectarea încăperilor, înainte de cumpărarea locuinței. Ca instrument de prezentare la diferite standuri expoziționale, realitatea virtuală s-a dovedit un mod rapid și eficient de educare a clienților, privind avantajele oferite de o gamă variată de produse.

### Bibliografie

1. BEROGGI, E.G.G., WALLACE, W.A., WIEDMER, M., ZUMSTEG, M.B.: Assessing Human Machine Control Models using Simulation in Multimedia. In: *Proceedings of the 1993 European Simulation Symposium, ESS'93*, 1993, pp.271-276.
2. FULANNELLI, G.: Graphing Simulation in Hypermedia Systems to Document a Microprocessor. In: *Proceedings of the 1993 European Simulation Symposium, Ess'93*, 1992, pp.287-292.
3. LAVROFF, N.: Virtual Reality Playhouse, Waite Group Press, California, SUA, 1992.
4. PIMENTEL, K., TEIXEIRA, K.: Virtual Reality - Through the New Looking Glass, Intel/Windcrest/Mc. Graw Hill, 1993.
5. VAN B. NORMAN, K., JONES, C., CYGNUS, W., STORCH, L. R.: Virtual Reality and Manufacturing Simulation. In: *Proceedings of the 1993 European Simulation Symposium, Ess'93*, pp.313-318.
6. WELDEN, D., F., VANSTEEMKISTE, G., C.: Simulation and Virtual Reality Made for Each Other. In: *Proceedings of the 1993 European Simulation Symposium, ESS'93*, 1993, pp.37-42.