

A person wearing a VR headset is seated at a desk, interacting with a computer monitor. The monitor displays a 3D model of a yellow car. The person's hands are positioned over a keyboard, suggesting they are controlling the virtual environment. The background is a light blue and white grid pattern.

REALITAT VIRTUAL

Realitat Virtual Collaborativa

Curs 2005/2006

Contingut

1. Entorns Virtuals Col·laboratius (CVEs)
2. Caracteritzacions de la col·laboració
 1. Generals per a tot CVE
 2. Específiques en entorns de Realitat Virtual
3. Exemples:
 1. DIVE, Massive-1, CaveLib/CavernSoft, VRJugler, Maverik, altres.

Entorns virtuals col·laboratius:

Història i definició

- **CSCW: Computer Support for Cooperative Work**
 - diversos usuaris col·laboren cap a un objectiu comú
 - mitjançant pas de missatges i notificacions
- **CVE: Collaborative Virtual Environment**
 - CSCW + informació compartida + visualització
- **CVRE: Collaborative Virtual Reality Environment**
 - CVE que representa un entorn virtual 3D

Entorns virtuals col·laboratius:

Història i definició (II)

- CVEs són Entorns Virtuals Multisuari, que permeten als usuaris compartir un espai virtual comú on interactuen entre ells i amb l'entorn.
- En contrast amb CSCW, la interacció col·laborativa directa en temps real permet que al menys dos usuaris interactuin amb un o més objectes.

Caracteritzacions de la col·laboració.

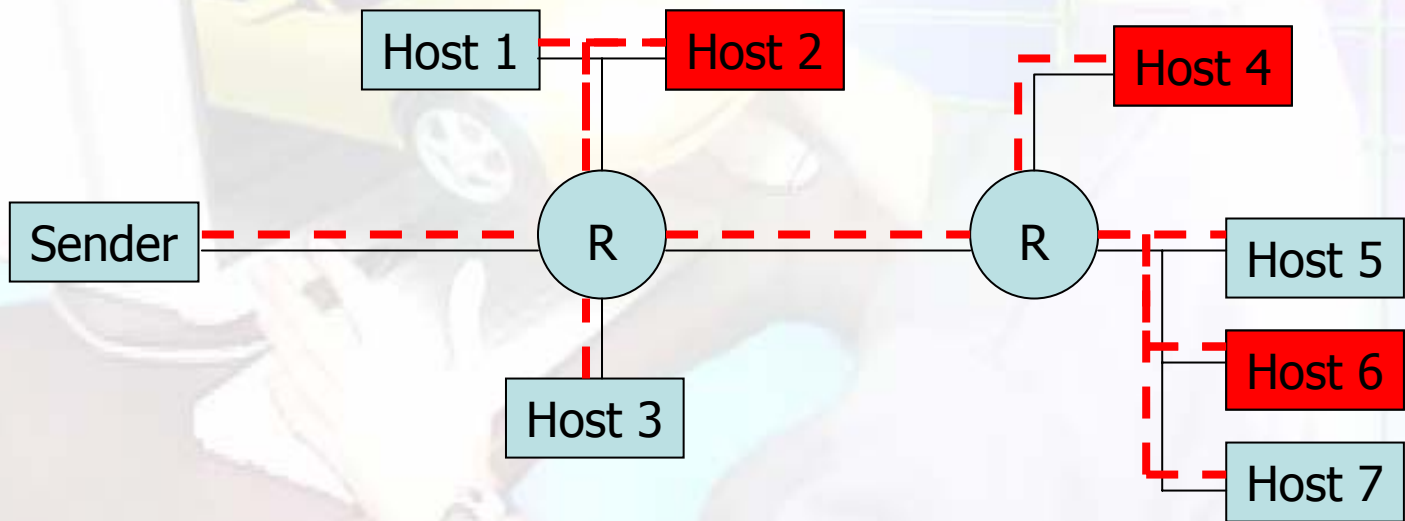
CVE: Requeriments de l'usuari

- Interfícies adequades per a la manipulació i la visualització
- Capacitats de teleconferència (video i audio fluït)
- Col·laboració síncrona i assíncrona
- Manegament de la persistència de les dades
- Multiresolució adaptativa
- Interoperabilitat per a sistemes heterogenis
- Entorns replicats o compartits

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Comunicació per xarxa

- Distribució d'informació
 - Unicast, broadcast o multicast



Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Comunicació per xarxa

- **Distribució d'informació**
 - Unicast, broadcast o multicast
- **Latència de la xarxa**
 - Retrassos o perturbacions degut al tràfic
- **Fiabilitat**
 - Respostes positives o negatives per temps
- **Ample de banda**
 - Millor resposta a més gran ample de banda

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Tipus d'objectes

- Objectes lleugers
 - Missatges compostos d'informació d'estat, events i control. Són atòmics per naturalesa.
- Referències remotes
 - Referències a recursos que es troben en altres nodes. Els clients poden actuar com a “caches” d'altres clients. Només contenen referències a objectes.

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Tipus d'objectes (II)

- **Objectes pesants**
 - Objectes grans que requereixen transmissions fiables. Es subministren quan es produeixen peticions mitjançant referències remotes.
- **Fluxes en temps real**
 - Video, audio i qualsevol altre tràfic continu que requereixi d'un enviament en temps real, seqüenciació i sincronització.

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Topologies escalables

Diferents esquemes per a compartir la informació:

- Replicació homogènia usant broadcast
- Compartit-centralitzat en un servidor
- Compartit-distribuït usant actualització Peer-to-Peer (P2P)
- Compartit-distribuït usant subgrups client/servidor

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Topologies escalables (II)

- Replicació homogènia usant broadcast
 - cada client manté una rèplica completa de la base de dades de l'entorn compartit
 - la informació d'estat es comparteix emetent missatges
 - aquest sistema no té cap tipus de control centralitzat
 - un client nou que s'uneix a la sessió ha d'esperar i recollir informació sobre l'entorn que és emesa pels altres clients

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Topologies escalables (III)

- **Compartit-centralitzat en un servidor**
 - les dades compartides es guarden en un servidor central
 - simplifica molt el manegament de múltiples clients, especialment en situacions de renyida concurrència
 - el seu rol com a intermediari pot imposar un retràs addicional en el sistema
 - si el servidor central falla cap dels clients pot interactuar amb els altres
 - molt útil per a grups petits de col·laboradors

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Topologies escalables (IV)

- **Compartit-distribuït usant actualització P2P**
 - simula un estructura d'àrea àmplia de memòria compartida, en la qual els objectes són instanciats en un lloc i automàticament replicats en tots els remots
 - un client nou ha de formar connexions punt-a-punt amb tots els clients participants (per a n participants es necessiten $n(n-1)/2$ connexions)
 - si a més inclou grans conjunts de dades, aquestes seran replicades en cada node
 - no és escalable

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVE: Topologies escalables (V)

- **Compartit-distribuït usant subgrups client/servidor**
 - una barreja de les dues anteriors
 - es distribueix la base de dades sobre múltiples servidors
 - els clients es connecten al servidor apropiat segons es necessiti
 - els servidors es poden segmentar o solapar de diverses maneres
 - el més usual és que es segmentin geogràficament, com les cel·les dels telèfons mòbils.

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVRE: Estratègies de persistència

- **Persistència participatòria**
 - l'entorn només existeix mentre els participants estan dins d'ell
 - quan tots surten, l'entorn s'“extingeix”
- **Persistència d'estat**
 - l'estat es guarda per a ser recuperat després
 - permet versions i anotacions.
- **Persistència contínua**
 - l'entorn segueix actiu quan els participants han marxat
 - quan tornen a entrar, l'estat pot haver canviat

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVRE: Tamany de les dades

- Dades petites, events
 - Dades poc fiables com sensors i trackers, i més fiables com dades d'estat i events
 - requereixen transmissió prioritària amb latència baixa
- Dades mitjanes, atòmics
 - Dades suficientement petites com per a residir en la memòria física del client perquè han de ser processades com un únic tros (pex. geometria 3D)

Caracteritzacions de la col·laboració.

CVRE: Tamany de les dades (II)

- Dades grans i segmentades
 - Dades massa grans per a la memòria física del client
 - han de ser accedides en segments més petits
 - requereixen d'una jerarquia d'abstracció (multiresolució) o d'una segmentació espacial per a poder ser visualitzades
 - escenes de gran complexitat i videos pre-gravats entren en aquesta categoria

Caracteritzacions de la col·laboració.

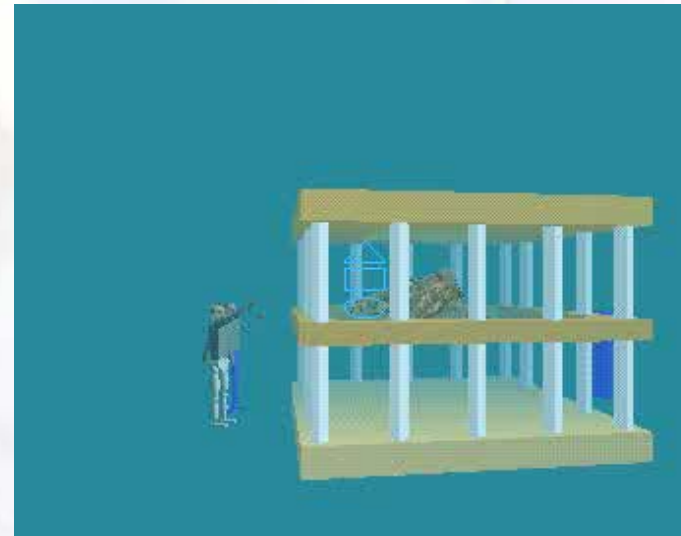
CVRE: Estratègies d'interacció

- Permetre múltiples usuaris amb múltiples vistes
- Ús d'indicadors d'acció per a notificació d'events remots
- Ús d'avatars per a la representació d'usuaris remots
- Alternatives per a xarxes amb latència molt alta, per a no perdre la ilusió d'interacció en temps real

Exemples: DIVE

(<http://www.sics.se/dive/>)

- Compartit-distribuït usant Peer-to-Peer
- Comunicació usant multicast (fiable i no fiable)
- Consistència i control de concurrència mitjançant rèplica activa i multicast fiable
 - Els objectes estan replicats en diferents nodes i aquestes rèpliques es mantenen consistents i actualitzades



Exemples: DIVE

(<http://www.sics.se/dive/>)

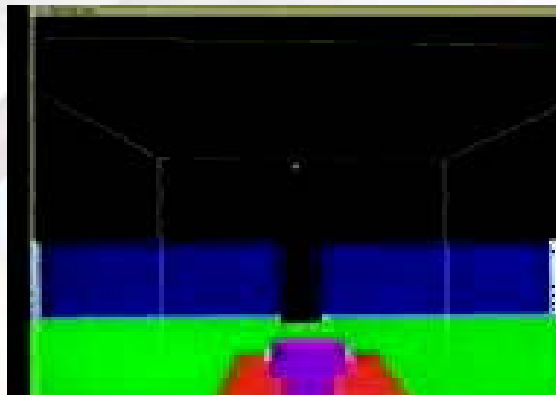
- Els usuaris es mouen en l'espai 3D i veuen, es troben i col·laboren amb altres usuaris en el mateix entorn
 - Els personatges es representen mitjançant avatars, que poden tenir diferents formes, segons l'aplicació



Exemples: Massive-1

(<http://www.crg.cs.nott.ac.uk/research/systems/MASSIVE>)

- Aplicació principalment pensada per a teleconferència
- Usa tecnologia client/servidor
- Multiusuari i distribuïda usant unicast
- Usa el seu propi visualitzador gràfic
- Massive-3 ja és P2P i usa multicast



Exemples: CaveLib/CavernSoft

(<http://www.vrco.com/products/cavelib/cavelib.html>)

- CaveLib és una API (Application Programming Interface) per a la creació de sistemes immersius de RV
- Dóna suport a la col·laboració interactiva entre aplicacions remotes
- Permet l'ús de diferents protocols de comunicació
- CavernSoft estén CaveLib millorant-la i desmarcant-se de l'obligació sobre sistemes CAVE

Exemples: CaveLib/CavernSoft

(<http://www.evl.uic.edu/cavern>)

- Alguns sistemes o aplicacions sobre CavernSoft són:
 - CAVE Quake II:
 - Crayoland



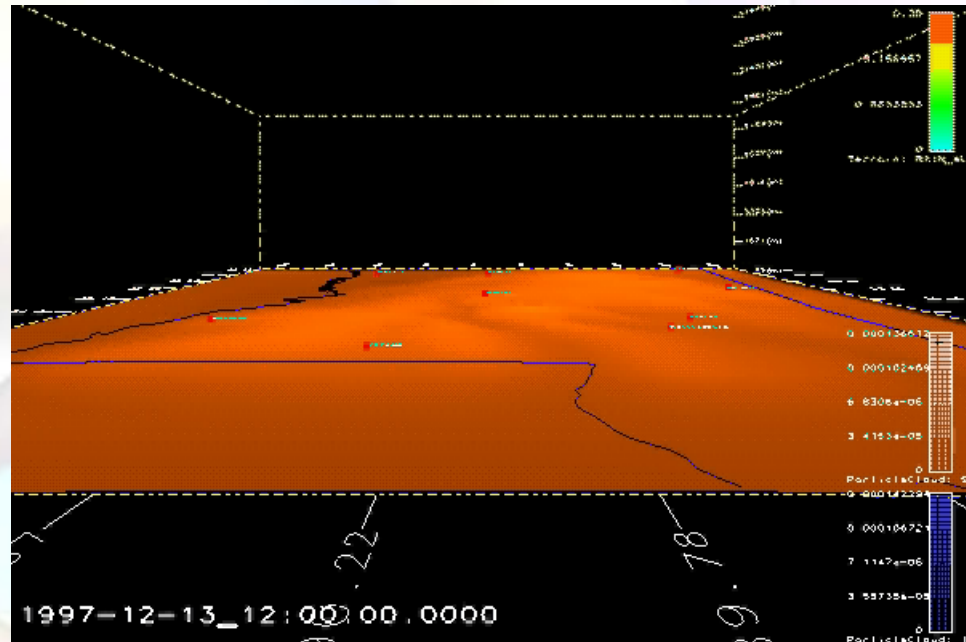
Exemples: VRJuggler

(<http://www.vrjuggler.org>)

- És una API per al desenvolupament de CVREs
- No restringeix la topologia/protocols de comunicacions
- És “open source”
- Multiplataforma
- Exemples:

MetVR:

Visualitzador de dades meteorològiques reals o simulades



Exemples: VRJuggler

(<http://www.vrjuggler.org>)

Cova de foc:

Visualització fotorealista
d'estructures geològiques
en temps real



Exemples: Maverik/DEVA

(<http://www.gnu.org/software/maverik>)

- Compartit-distribuït usant subgrups client/servidor
- És una API per al desenvolupament d'aplicacions
- Permet modificar l'escena dinàmicament
- També és “open source”
- Utilitza OpenGL

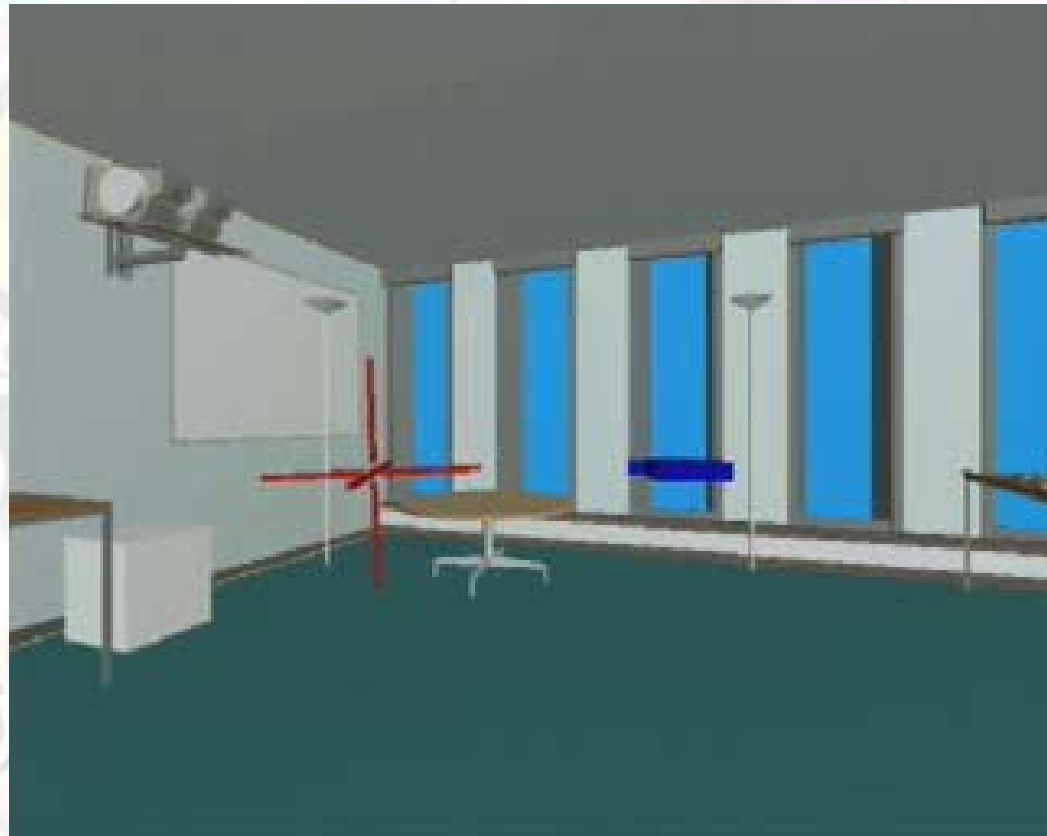


Exemples: Maverik/DEVA

(<http://www.gnu.org/software/maverik>)

Builder:

Modificació interactiva
de l'escena.

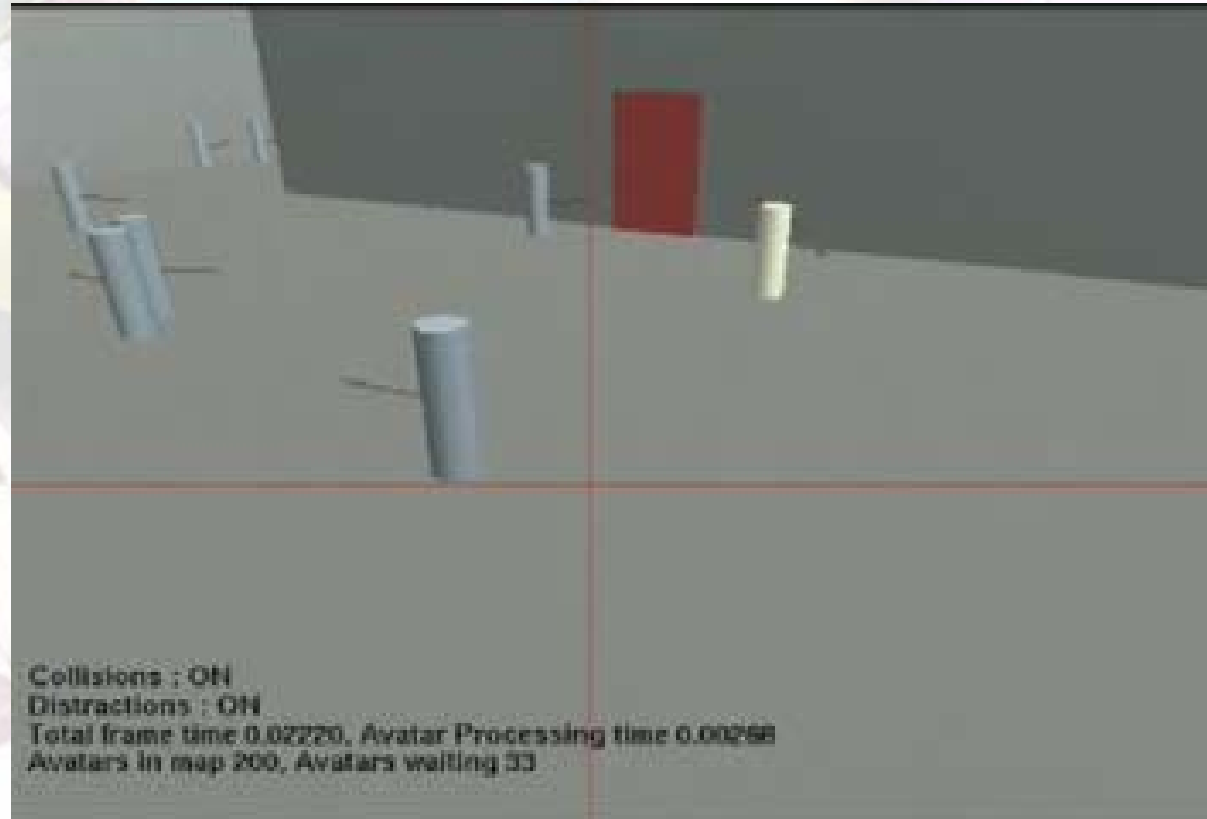


Exemples: Maverik/DEVA

(<http://www.gnu.org/software/maverik>)

Populated city:

Col·laboració
massiva.



REALITAT VIRTUAL

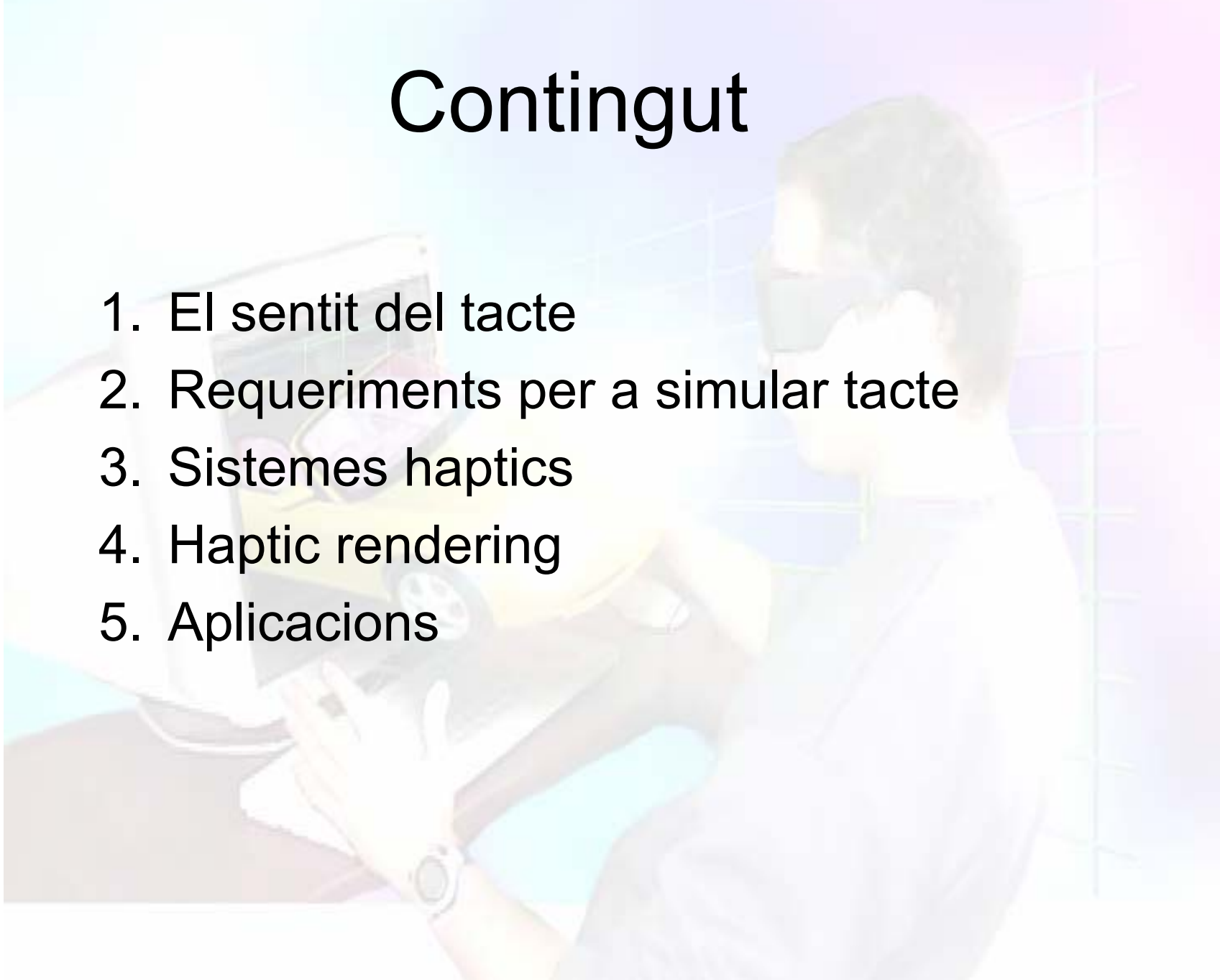
A person is shown from the side, wearing a VR headset and a light-colored shirt. They are sitting at a desk with a computer monitor. The monitor displays a 3D model of a yellow car. The person's hands are positioned near the monitor, suggesting they are interacting with the virtual environment. The background is a simple, light-colored wall with a grid pattern.

Hardware: Dispositius haptics

Curs 2005/2006

Contingut

1. El sentit del tacte
2. Requeriments per a simular tacte
3. Sistemes haptics
4. Haptic rendering
5. Aplicacions



El sentit del tacte

- **Tacte:** sensació evocada quan la pell és sotmesa a un estímul mecànic, tèrmic, químic o elèctric
 - Termoreceptors: responen al canvi de temperatura
 - Mecanoreceptors: responen a l'acció mecànica (força, vibració, lliscament)
 - Nocioreceptors: transmeten el dolor

El sentit del tacte (II)

- *Adaptació sensorial*: quantifica la variació en el temps del nombre de descàrregues elèctriques que genera un receptor determinat en resposta a un estímul.
 - d'adaptació lenta
 - d'adaptació ràpida

El sentit del tacte (III)

- *Resolució espacial:* El camp de recepció es defineix com l'àrea en la qual un estímul és capaç d'excitar el receptor (entre 1-2 mm² i 45 mm²)
 - depèn de la part del cos (bessons i musle prop de 45 mm², mentre que dits de la mà entre 1 i 2 mm²)
 - relacionada directament amb l'amplitud de la zona del cervell que tracta l'estímul (més resolució espacial, zona del cervell més gran)

El sentit del tacte (IV)

- *Resolució temporal*: temps mínim per a discernir entre dos successos consecutius
 - aproximadament de 5ms, que és molt menor que el de la vista, 25ms (“la mà més ràpida que l’ull”)
 - però per a reconèixer l’ordre en que s’han produït els estímuls requereix de 20 ms aprox.
 - Welch i Warren (1986): resposta a un estímul tàctil = 0.11 s, però per reconèixer codi braille resposta = 0.87-1.56 s

El sentit del tacte (V)

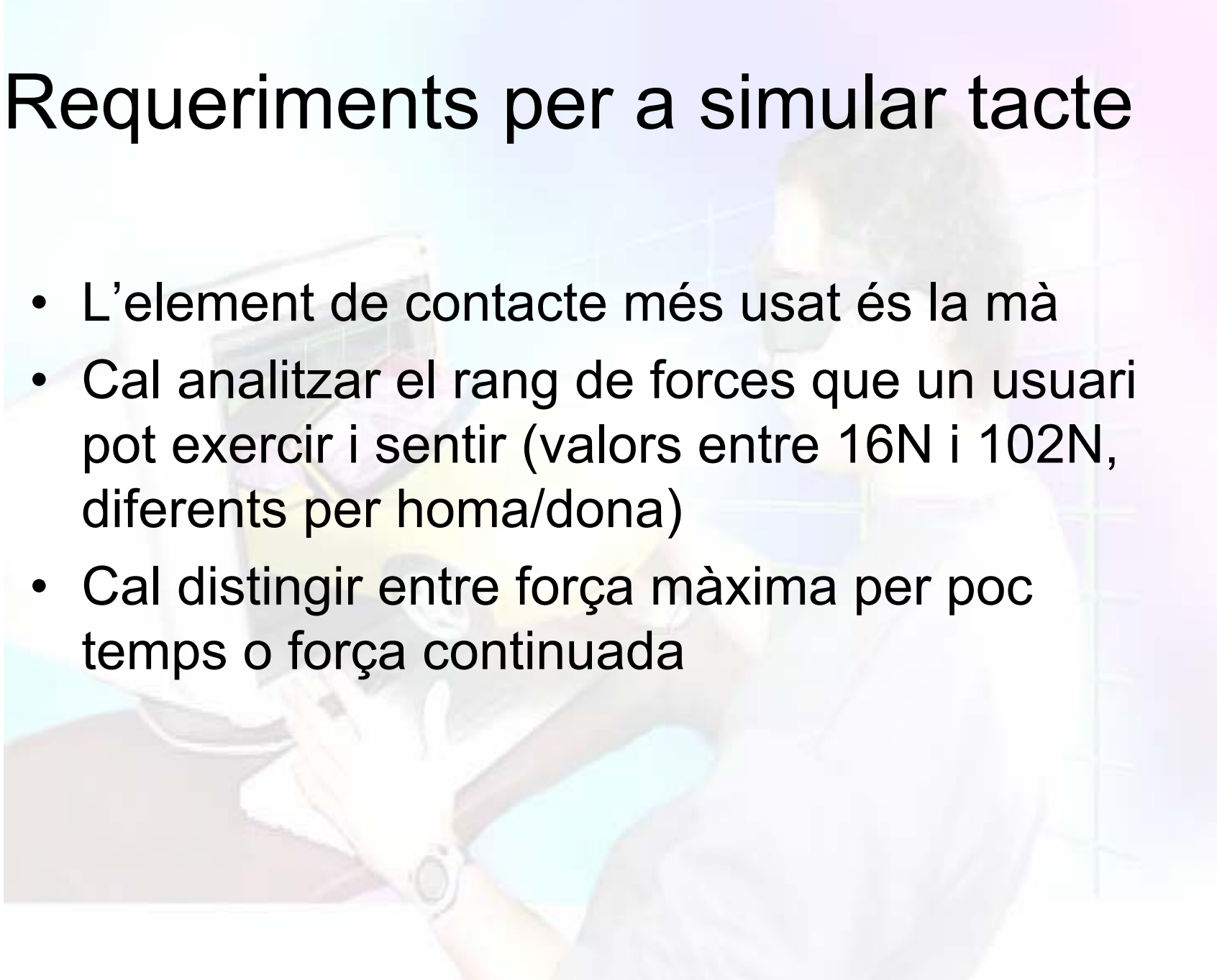
- *Propiocepció*: sentit encarregat d'informar-nos de la posició que ocupen els membres del cos
- *Cinestèsia*: sentit que ens comunica el seu moviment
 - la resolució es mesura en graus i indica la diferència d'angle que no s'aprecia com a canvi de posició en una articulació (la cadera té la més gran precisió, mentre que els dits del peu la menor)

El sentit del tacte (VI)

- *Tacte passiu*: sensació quan un objecte toca la pell (només estimula els receptors cutanis, no moviment propi).
- *Tacte actiu*: sensació que es produeix quan toquem de forma activa un objecte (prémer botons, lliscar en perfils, ...)
 - actiu millor per a identificar objectes amb el tacte
 - *percepció hàptica*: capacitat d'identificar sòlids amb el tacte.

Requeriments per a simular tacte

- L'element de contacte més usat és la mà
- Cal analitzar el rang de forces que un usuari pot exercir i sentir (valors entre 16N i 102N, diferents per home/dona)
- Cal distingir entre força màxima per poc temps o força continuada

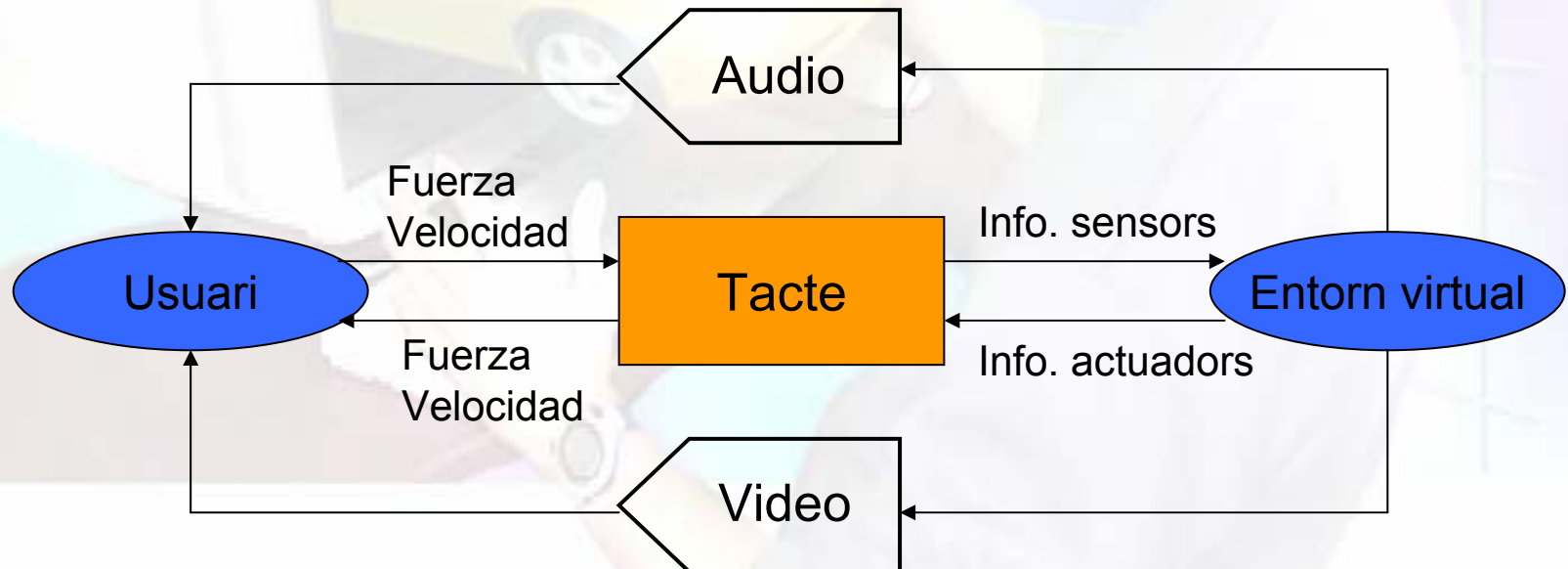


Requeriments per a simular tacte (II)

- *Ample de banda sensitiu*: freqüència a que es senten els estímuls tàctils, propioceptius i cinestètics
- *Ample de banda actiu*: rapidesa amb la que es pot respondre als estímuls
 - el sensitiu és molt més gran que l'actiu
 - per al dit humà, l'actiu està entre 1 i 16 Hz mentre que el sensitiu està entre 30 Hz i 10 kHz
 - amb una freqüència de **1000 Hz** podem simular pràcticament tots els efectes tàctils

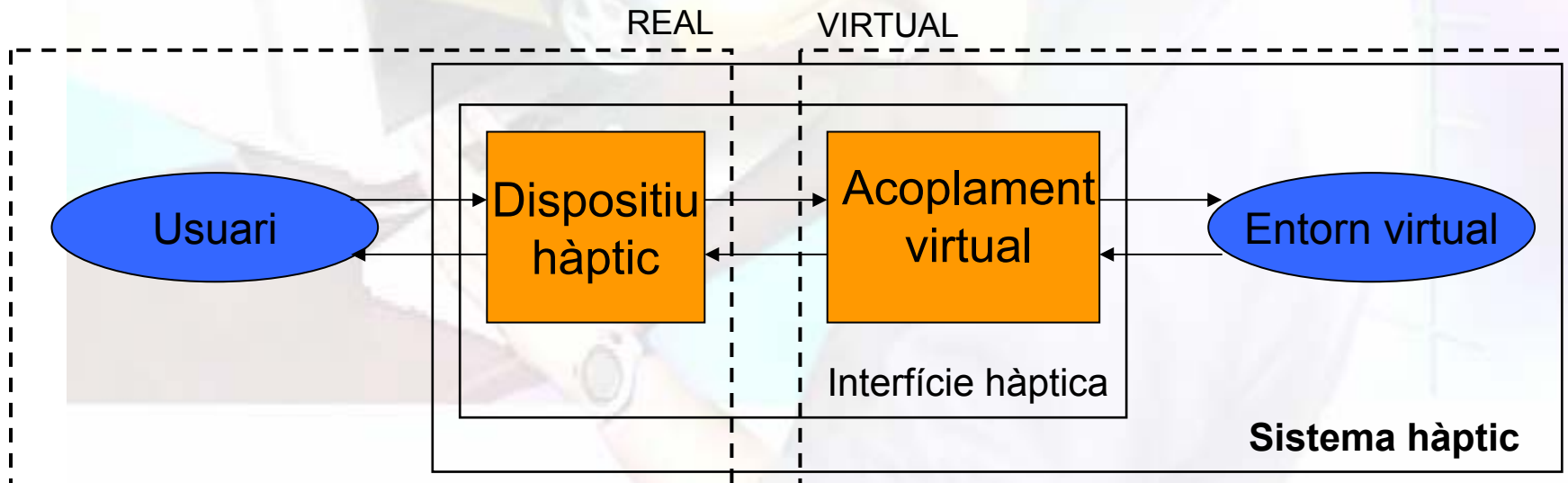
Sistemes hàptics

- La ***realimentació hàptica*** està relacionada amb el sentit del *tacte* (estímul de contacte) i el *propioceptiu i cinestètic*
- La característica més important és la **bidireccionalitat**



Sistemes hàptics (II)

- Sistema hàptic: permet a l'usuari tocar, sentir i manipular objectes virtuals mitjançant restitució tàctil i cinestètica.
 - consta de: interfície hàptica + entorn virtual

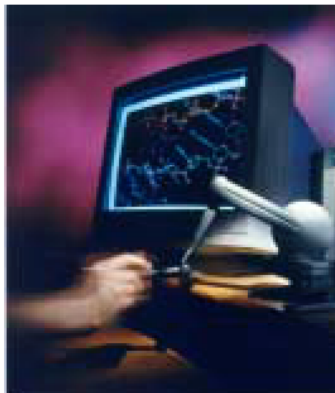


Sistemes hàptics (III)

- Dispositius hàptics:



Intuitive Surgical, Inc.
Mountain View, CA

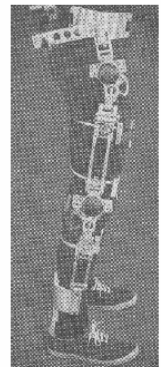


rehabilitation

Durfee & Goldfarb,
MIT Biomechanics Lab:
controllable brake aids
paraplegics in walking

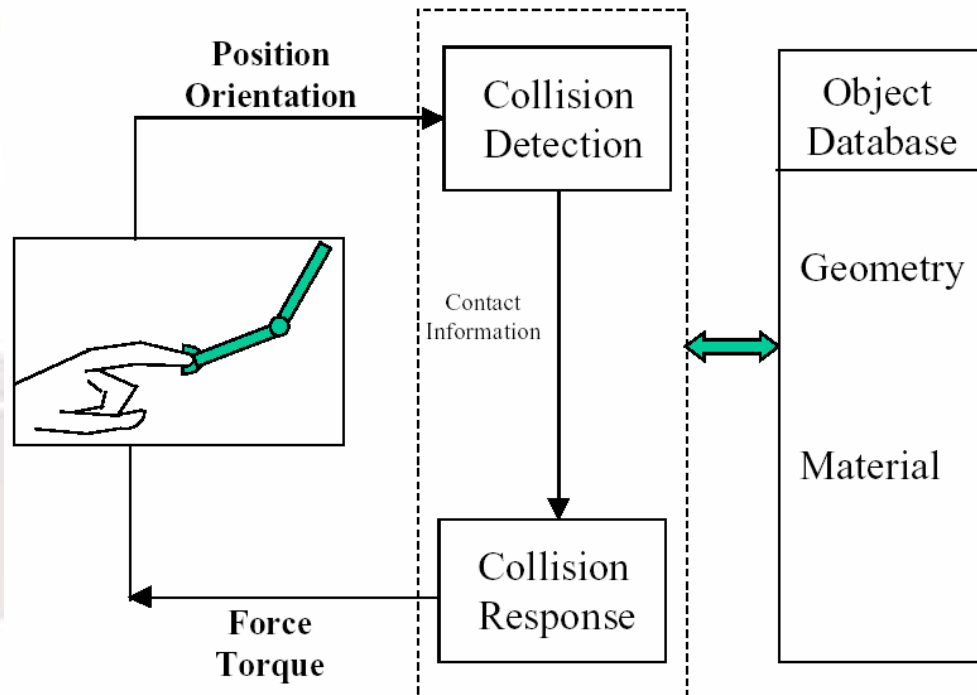


Hogan & Krebs, MIT Biomechanics Lab:
retraining stroke patients while measuring
their progress



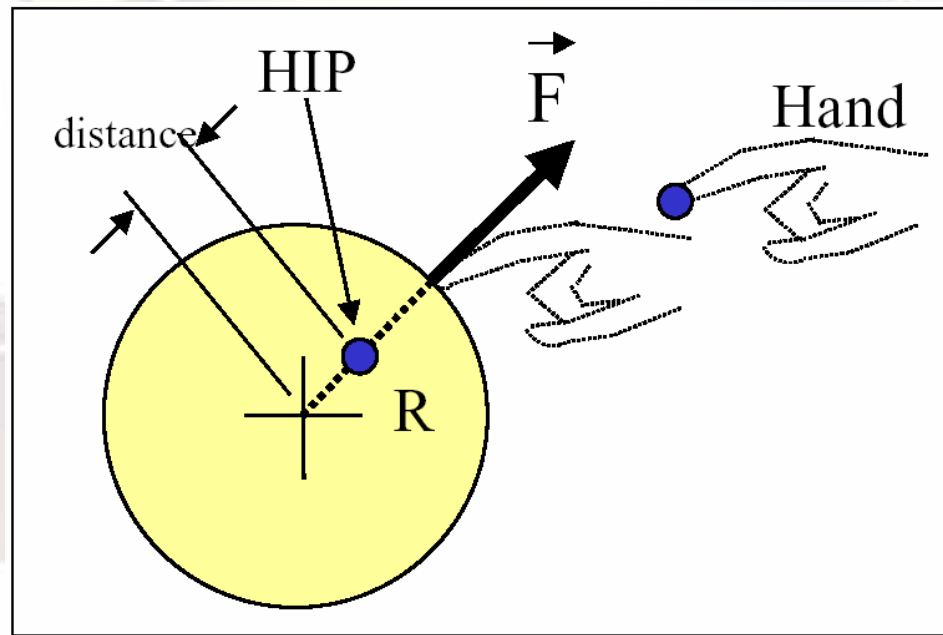
Haptic rendering

- L'objectiu del haptic rendering és permetre a l'usuari tocar, sentir i manipular objectes virtuals mitjançant una interfície hàptica



Haptic rendering (II)

- Quan es detecta la posició del dispositiu col·lisionant amb l'objecte virtual es produeix una força per a desplaçar el dispositiu cap a la superfície de l'objecte



Haptic rendering (III)

- Mètodes d'interacció existents:

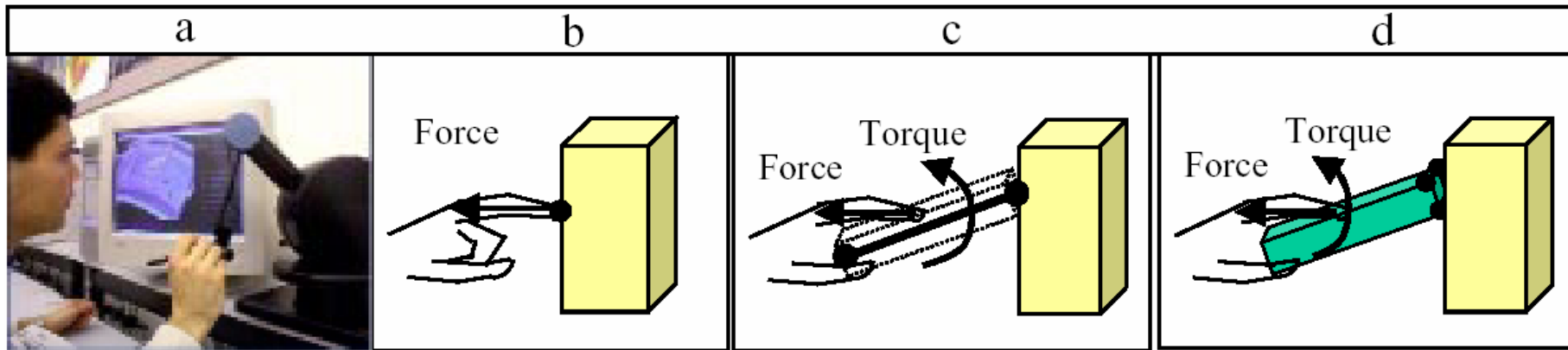


Figure 4. The existing interaction methods for haptic rendering with force display can be distinguished based on the way the probing object is modeled: b) a point, c) a line segment, and d) a 3D object.

Aplicacions

- **Medicina:**
 - Simulació quirúrgica
 - Tele-medicina
 - Entrenament
 - Rehabilitació pacients amb problemes neurològics
- **Disseny mecànic:**
 - Ensamblatge de peces
- **Entreteniment:**
 - Pintar en 3D
 - Animació de personatges
- **Visualització científica:**
 - Anàlisi de dades geofísiques
 - Manipulació molecular