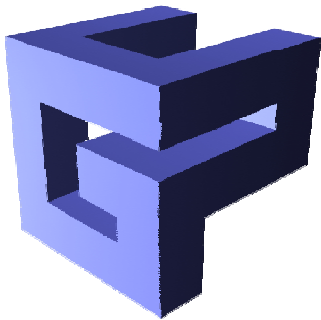


Spezielle Kapitel aus Informatik:

# Virtual Reality

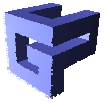
WS 2007/2008



## Interaktion & Navigation

08.11.07

## Interaktion



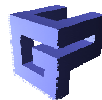
- Definition unterschiedlich je nach Forschungsgebiet
- Im Allgemeinen: Interaktion beschreibt wechselseitige Wirkung von mindestens zwei Objekten aufeinander
- Direkter kausaler Zusammenhang
- Aufteilung in abstrakte und natürliche Interaktion
  - Abstrakte Interaktion
    - Kein direkt ersichtlicher Zusammenhang zwischen Handlung des Anwenders und Szenenänderung
    - z.B. Gestenerkennung bei Datenhandschuhen
  - Natürliche Interaktion
    - Direkter Zusammenhang von Interaktion und Szenenänderung
    - z.B. Aufheben eines Objektes mit Wand

08.11.07

Interaktion & Navigation

3

## Überblick



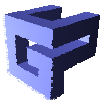
- Interaktion
- Interaktionstechniken
- Kollaboration
- Navigation

08.11.07

Interaktion & Navigation

2

## Interaktion

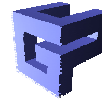


- Unterscheidung in 2 Kategorien:
  - Egozentrische Interaktion
    - Benutzer agiert mit der virtuellen Welt aus seiner Perspektive
    - Sehr weit verbreitet in immersiven Umgebungen
    - Häufige Verwendung von Wand als Eingabegerät
  - Exozentrische Interaktion
    - Benutzer kann Welt aus Sicht einer dritten Person betrachten und auf diese Art und Weise mit der Welt interagieren

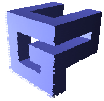
08.11.07

Interaktion & Navigation

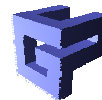
4



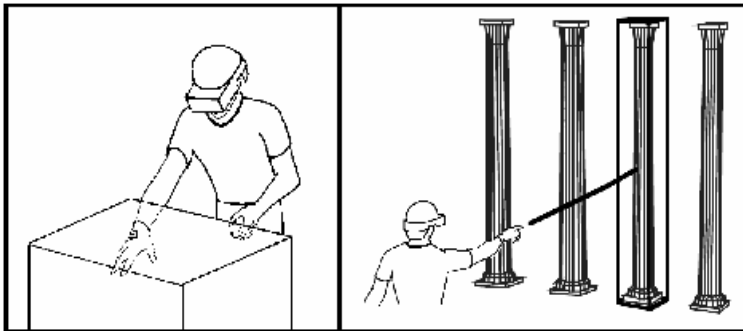
- Aufteilung von Interaktionsvorgang in 2-4 Punkte:
  - (Navigation)
    - Muss nicht immer wechselseitige Wirkung besitzen
  - (Systemkontrolle)
    - Einfügen/Entfernen von Szenenelementen
    - Änderung von Navigations-/Interaktionsmodi
  - Objektselektion
    - Auswählen eines Objektes welches manipuliert werden soll
  - Objektmanipulation
    - Eigentliche Interaktion
    - Änderung von Transformationsmatrix/Farbe/Geometrie/etc.
    - Starten von Ereignissen



- Interaktionstechniken - Ray-casting
  - Selektionstechnik
  - Strahl wird von Betrachterposition in Szene gesendet
  - Kollision zwischen Strahl und Interaktionsobjekt wird berechnet
  - Kollisionserkennung nur in bestimmtem Bereich und nicht mit vollständiger Szene
  - Bei 3D Eingabegeräten wird Orientierung des Eingabegeräts verwendet
  - Bei Maus wird Picking-Algorithmus von Cursorposition aus verwendet
  - Bei erfolgreicher Selektion ist visuelles oder akustisches Feedback sinnvoll
    - z.B. Visualisierung von Hüllkörper
  - Erweiterung „Flashlight“ verwendet Kegel anstelle von Strahl

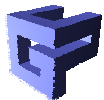


- Direkte und entfernte Interaktion

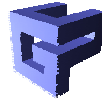


Aus Mark R. Mine. „Virtual Environment Interaction Techniques“  
TR95-018 University of North Carolina, 1995

- Je nach Anwendung und Szene unterschiedlich sinnvoll
- Beide Varianten weit verbreitet

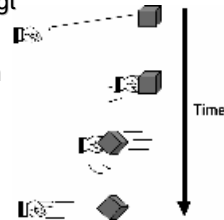


- Interaktionstechniken - Virtual Hand
  - Alternative Bezeichnung – Natural Interaction
  - Direkte Manipulation von Objekten
  - Orientierung und Position des 3D Eingabegeräts werden direkt auf Objekt übertragen
  - Typischerweise Änderung der Transformationsmatrix
  - Selektion durch Kollision von Cursorrepräsentation und zu manipulierendem Objekt
  - Problem bei entfernten Objekten
  - Schwer auf 2D Eingabegeräte zu übertragen
  - Interessant bei Transfer von Wissen z.B. in Trainingsapplikationen



## Interaktionstechniken – HOMER

- Hand-centered Object Manipulation Extending Ray-casting
- Idee: Interaktion mit entfernten Objekten
- Kombination aus Ray-casting und Virtual Hand
- Selektion erfolgt mit klassischem Ray-casting
- Anstelle von Verknüpfung des Objekts mit Selektionsstrahl wird das selektierte Objekt über eine Virtual Hand Technik manipuliert
- Wenn Objekt bei Ray-casting getroffen bewegt sich Cursor an die Stelle des Schnittpunkts
- Sobald Manipulation beendet ist, bewegt sich Cursor wieder zurück zum 3D Eingabegerät des Anwenders
- Problematik: Selektion von kleinen oder weit entfernten Objekten immer noch schwierig

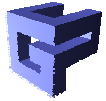


Aus Douglas A. Bowman and Larry F. Hodges. „An evaluation of techniques for grabbing and manipulating remote objects in immersive virtual environments.“ In ACM Symposium on Interactive 3D Graphics (SI3D '97), pages 35–38, Providence, RI, USA, April 1997. ACM Press

08.11.07

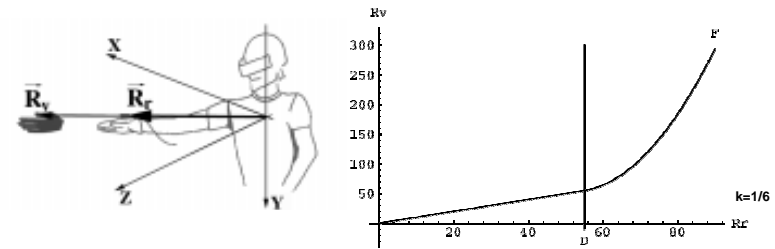
Interaktion & Navigation

9



## Interaktionstechniken – Go-Go

$$R_v = F(R_r) = \begin{cases} R_r, & \text{if } R_r < D; \\ R_r + k(R_r - D), & \text{otherwise.} \end{cases}$$

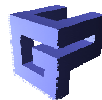


Aus Ivan Poupyrev, Mark Billinghurst, Suzanne Weghorst, and Tadao Ichikawa. „The go-go interaction technique: Non-linear mapping for direct manipulation in vr“. In ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '96), pages 79–80, Seattle, WA, USA, November 1996. ACM Press.

08.11.07

Interaktion & Navigation

11



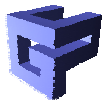
## Interaktionstechniken – Go-Go

- Ähnlich der HOMER Technik
- Kann eingesetzt werden um mit entfernten sowie nahen Objekten zu interagieren
- Zwei Sensoren sind an Anwender angebracht
- Im nahen Bereich des Anwenders wird mit normaler Virtual Hand Interaktion gearbeitet
- Sobald der Anwender sein 3D Eingabegerät aus dem nahen Bereich bewegt wird der Cursor in die Entfernung bewegt
- Nichtlineares mapping von Distanz des Eingabegerätes auf Distanz des Cursors zum Benutzer findet statt
- Dadurch können Objekte in der Distanz erreicht werden und Virtual Hand Manipulation kann angewendet werden
- Problematik: Distanz ist immer noch beschränkt, verdeckte Objekte können nur schwierig selektiert werden

08.11.07

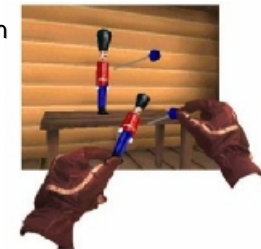
Interaktion & Navigation

10



## Interaktionstechniken - Voodoo Dolls

- Interaktionstechnik, welche zwei Hände benötigt
- Manipulation von entfernten Objekten
- Dominante Hand kann vom Benutzer selbst bestimmt werden
- Nicht dominante Hand bestimmt Referenzraum während die dominante Hand Objekte relativ zum Referenzraum positionieren kann
- Selektion erfolgt auf verschiedene Varianten z.B. Ray-casting, Framing von Objekten
- Skalierung von Objekten intuitiv möglich
- Verwendung von Pinch Gloves
- Durch Verwendung von relativer Platzierung können Objekte einfach an animierte Objekte angebracht werden



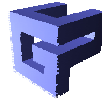
Aus Jeffrey S. Pierce, Brian C. Stearns, and Randy Pausch. „Voodoo dolls: Seamless interaction at multiple scales in virtual environments“. In ACM Symposium on Interactive 3D Graphics (SI3D '99), pp 141–145, Atlanta, GA, USA, April 1999. ACM Press.

08.11.07

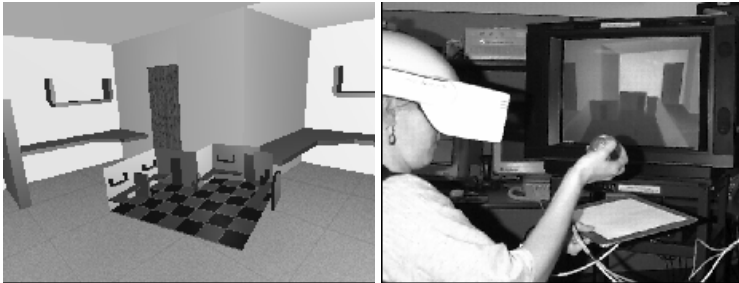
Interaktion & Navigation

12

## Interaktion



- Interaktionstechniken - WIM
  - **World In Miniature**
  - Virtuelle Welt wird verkleinert dargestellt
  - Benutzer hat dadurch einen wesentlich größeren Aktionsradius
  - Probleme ergeben sich bei der Interaktion mit kleinen Objekten
  - Interaktion mit Tablett und Buttonball



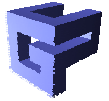
Aus Richard Stoakley, Matthew J. Conway and Randy Pausch „Virtual Reality on a WIM: Interactive Worlds in Miniature“ In ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '95), ACM Press, 1995, 265-272

08.11.07

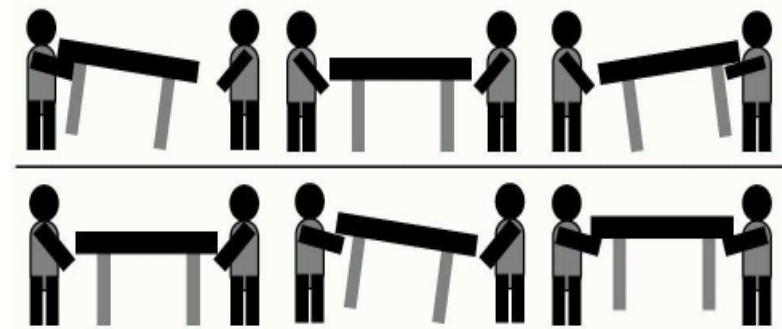
Interaktion & Navigation

13

## Kollaboration



- Kollaboration



Aus „Interacting in distributed collaborative virtual environments.“ Wolfgang Broll. In *Virtual Reality Annual International Symposium (VRAIS)*, pages 148–155, Los Alamitos, March 1995.

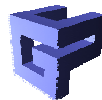
- For us, 'cooperative' implies joint editing of shared objects, while 'collaborative' additionally allows truly concurrent editing. (Broll)

08.11.07

Interaktion & Navigation

15

## Kollaboration



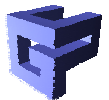
- Verschiedene Arten der Zusammenarbeit
  - Anwender sehen sich gegenseitig in der Virtuellen Welt
  - Anwender können die Welt manipulieren
  - Loosely coupled collaboration
    - Anwender sehen sich gegenseitig in der Virtuellen Welt und sehen die Manipulationen der Welt die ein anderer Anwender vornimmt
  - Close coupled collaboration
    - Anwender können zeitgleich das selbe Attribut einer Geometrie modifizieren
    - Nach Margery die komplexeste Form der Interaktion

08.11.07

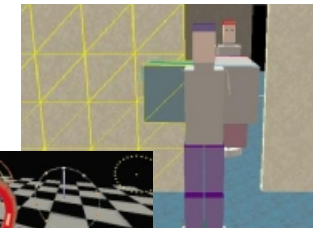
Interaktion & Navigation

14

## Kollaboration



- Kollaboration
  - Kollaboratives Arbeiten kann in 3 verschiedene Ebenen eingeteilt werden (Margery)
  - Latenzen beeinflussen die Qualität von kooperativem Arbeiten enorm, Zittern (Jitter) wirkt sich jedoch stärker aus. (Park)
  - Einige Beispielimplementierungen existieren, allerdings sind alle fest programmiert
    - Gazebo (Roberts et al.)
    - Rubics Cube (Schroeder et al.)
    - Piano Carriers (Ruddle et al.)
    - Heißer Draht (Park et al.)

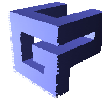


08.11.07

Interaktion & Navigation

16

## Navigation



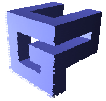
- Definition:
  - Bewegung eines Objektes durch die Szene, an welches typischerweise die Kamera gebunden ist
- Verschiedene Begriffe
  - Navigation, Travel, Camera Viewpoint Control
- Locomotion
  - In Systemen mit Positionsermittlung Locomotion möglich
  - Bewegung des Anwenders wird auf die Position und Orientierung der Kamera übertragen
  - Direkte Bewegung in der Szene
  - Skalierung möglich z.B. 1m physikalische Bewegung resultiert in 5m Bewegung in virtueller Umgebung
  - Problematik: Reichweite der Positionsermittlungssysteme

08.11.07

Interaktion & Navigation

17

## Navigation



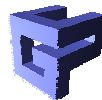
- Navigation
  - Problematik
    - Intuitive Navigation nicht einfach möglich
  - Daher Navigation über Position, Ausrichtung, Eingabegeräte
  - Unterscheidung Walk – Fly
  - Benutzerzentriert – Objektzentriert
- 3 Komponenten
  - Richtung
  - Orientierung
  - Geschwindigkeit
- Separate Betrachtung nicht immer sinnvoll
- Verschiedene Eingabekanäle können Konflikte hervorrufen

08.11.07

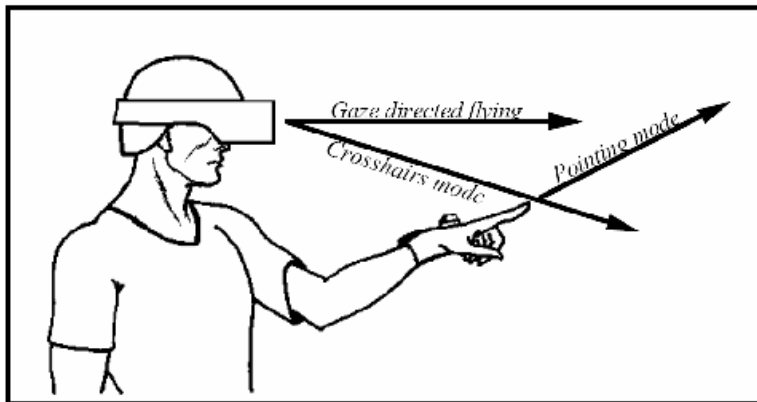
Interaktion & Navigation

19

## Navigation



- Verschiedene Navigationsmodi



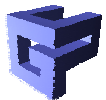
Aus Mark R. Mine, „Virtual Environment Interaction Techniques“  
TR95-018 University of North Carolina, 1995

08.11.07

Interaktion & Navigation

18

## Navigation

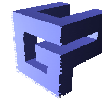


- Navigation - Ausrichtung
  - Wand – Orientierung wird direkt übernommen
  - Kopf – Orientierung wird direkt übernommen
  - Knöpfe – rechter und linker Knopf zur Drehung
  - Joystick – X-Achse des Joysticks zur Drehung
  - Leaning – Vektor zwischen Hüftsensor und Kopfsensor
  - Mapping des CAVE 270° auf 360°
- Navigation - Geschwindigkeit
  - Knöpfe
  - Joystick
  - Wandausrichtung
  - Leaning
  - Konstante Geschwindigkeit vs. Beschleunigung

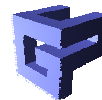
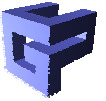
08.11.07

Interaktion & Navigation

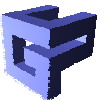
20



- Navigation - Menus
  - Knöpfe
    - 1ster Knopf zum Wechseln der Menupunkte
    - 2ter und 3ter Knopf, um Einstellungen Vorwärts und Rückwärts zu schalten
    - Alternativ Joystick
- Navigation - Menus
  - CAVERNSoft
    - Geometrische Menus
    - Werden in Szene eingeblendet
    - Flexible Menustruktur
    - Verschiebbar
    - Anwahl durch Wandposition



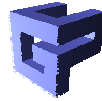
- Verwendung von Navigationshilfen
  - Änderung des Blickfeldes (Field of View FOV)
  - Verwendung von Karten
  - Verwendung von markanten Punkten (Waypoints)
    - Ausschließlich Position
  - Verwendung von markanten Punkten und Blickwinkeln (Viewpoints)
    - Position und Kameraorientierung



- Mark R. Mine. „*Virtual Environment Interaction Techniques*“ TR95-018 *University of North Carolina*, 1995
- Douglas A. Bowman, Donald B. Johnson, and Larry F. Hodges „*Testbed evaluation of virtual environment interaction techniques*“ In *ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '99)*, pages 26–33, London. UK, 1999. ACM Press.
- Douglas A. Bowman. „*Interaction Techniques for Common Tasks in Immersive Virtual Environments*“ PhD thesis, Georgia Institute of Technology, June 1999.
- Douglas A. Bowman and Larry F. Hodges. „*Formalizing the Design, Evaluation, and Application of Interaction Techniques for Immersive Virtual Environments*“, *Visual Languages and Computing*, 10(1):37-53
- Wolfgang Broll. „*Interacting in distributed collaborative virtual environments*“ In *IEEE Virtual Reality Annual International Symposium (VRAIS '95)*, pages 148–155, Los Alamitos, CA, USA, March 1995. IEEE Computer Society.
- Douglas A. Bowman and Larry F. Hodges. „*An evaluation of techniques for grabbing and manipulating remote objects in immersive virtual environments.*“ In *ACM Symposium on Interactive 3D Graphics (SI3D '97)*, pages 35–38, Providence, RI, USA, April 1997. ACM Press

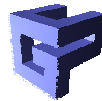


## Quellen



- Richard Stoakley, Matthew J. Conway and Randy Pausch „*Virtual Reality on a WIM: Interactive Worlds in Miniature*“ In *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '95)*, ACM Press, 1995, 265-272
- Ivan Poupyrev, Mark Billinghurst, Suzanne Weghorst, and Tadao Ichikawa. „*The go-go interaction technique: Non-linear mapping for direct manipulation in vr*“. In *ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '96)*, pp 79–80, Seattle, WA, USA, November 1996. ACM Press.
- Ivan Poupyrev, Suzanne Weghorst, Mark Billinghurst, and Tadao Ichikawa. „*A study of techniques for selecting and positioning objects in immersive ves: effects of distance, size, and visual feedback.*“ In *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '98)*. ACM Press, 1998.
- Jeffrey S. Pierce, Brian C. Stearns, and Randy Pausch. „*Voodoo dolls: Seamless interaction at multiple scales in virtual environments*“. In *ACM Symposium on Interactive 3D Graphics (SI3D '99)*, pp 141–145, Atlanta, GA, USA, April 1999. ACM Press.

## Quellen



- Kyoung Shin Park and Robert V. Kenyon. „*Effects of network characteristics on human performance*“ In *IEEE Virtual Reality (VR '99)*, pages 104–111, Houston, TX, USA, March 1999. IEEE Computer Society.
- David Margery, Bruno Arnaldi and Noel Plouzeau. „*A General Framework for Cooperative Manipulation in Virtual Environments*“ In *Virtual Environments*, pp. 169-178, 1999.
- Roy A. Ruddle, Justin C. D. Savage, and Dylan M. Jones. „*Symmetric and asymmetric action integration during cooperative object manipulation in virtual environments.*“ *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 9:285–308, 2002.
- David J. Roberts, Robin Wolff, Oliver Otto, and Anthony Steed. „*Constructing a gazebo: Supporting teamwork in a tightly coupled, distributed task in virtual reality*“. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(6):644–657, 2003.
- Christoph Anthes, Paul Heinzlreiter, Gerhard Kurka, and Jens Volkert. „*Navigation models for a flexible, multi-mode vr navigation framework*“ In *ACM SIGGRAPH on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry (VRCAI '04)*, pages 476–479, Singapore, June 2004. ACM Press.