



Exkurs: User Models

- Idee: wenn man ein Modell davon hat, wie ein User funktioniert, dann kann man vorhersagen, wie er/sie mit einem bestimmten UI interagieren wird, insbesondere seine sog. "*user performance*"
- Vorteil (theoretisch): keine *user studies* und keine *UI mock-ups* mehr nötig
- Verwandte Gebiete: *Psychophysics, user interface design, usability*



Power law of practice

- Beschreibt, in welcher Zeit eine Tätigkeit nach der n -ten Wiederholung ausgeführt werden kann:

$$T_n = \frac{T_1}{n^a}$$

T_1 = Zeit für die erste Ausführung der Tätigkeit,

T_n = Zeit für die n -te Wiederholung,

$a \approx 0.2 \dots 0.6$

- Gilt nur für mechanische Tätigkeiten, z.B.:
 - Erlernen der Benutzung der Maus, oder Tippen auf der Tastatur
- ... nicht für das Erlernen von Wissen! ;-)
- Dieser Effekt hat auch Auswirkungen auf Experimente mit Usern!



Hick's law

- Beschreibt die Zeit, die man benötigt, um eine **1-aus-n Auswahl** zu treffen, bei der **keine kognitive Leistung** nötig sein darf:

$$T = I_c \log_2(n + 1)$$

$$I_c \approx 150 \text{ msec}$$

- Annahme: alle Möglichkeiten kommen **gleich häufig** vor!
- Hat etwas mit der informationstheoretischen **Entropie** zu tun
- Beispiel: n Tasten, n Lampen, eine wird zufällig angeschaltet, User muss zugehörige Taste drücken
- (Folge für UI Design: die sog. "**Rule of Large Menus**":
one large menu is more time-efficient than several small submenus supporting the same choices, even if we ignore the time overhead of moving among submenus.)
 - Achtung: andere Effekte spielen evtl. eine größere Rolle (z.B. Fitts' Law)



Fitts' Law

- Beschreibt die Zeit benötigt zur sog. "target acquisition"
 - Aufgabe: mit der Hand aus der Ruhelage ein bestimmtes Ziel möglichst schnell erreichen und möglichst exakt treffen

- Das Gesetz:

$$T = b \log_2\left(\frac{D}{W} + 1\right) + a$$

wobei D = Target-Distanz, W = Target-Durchmesser

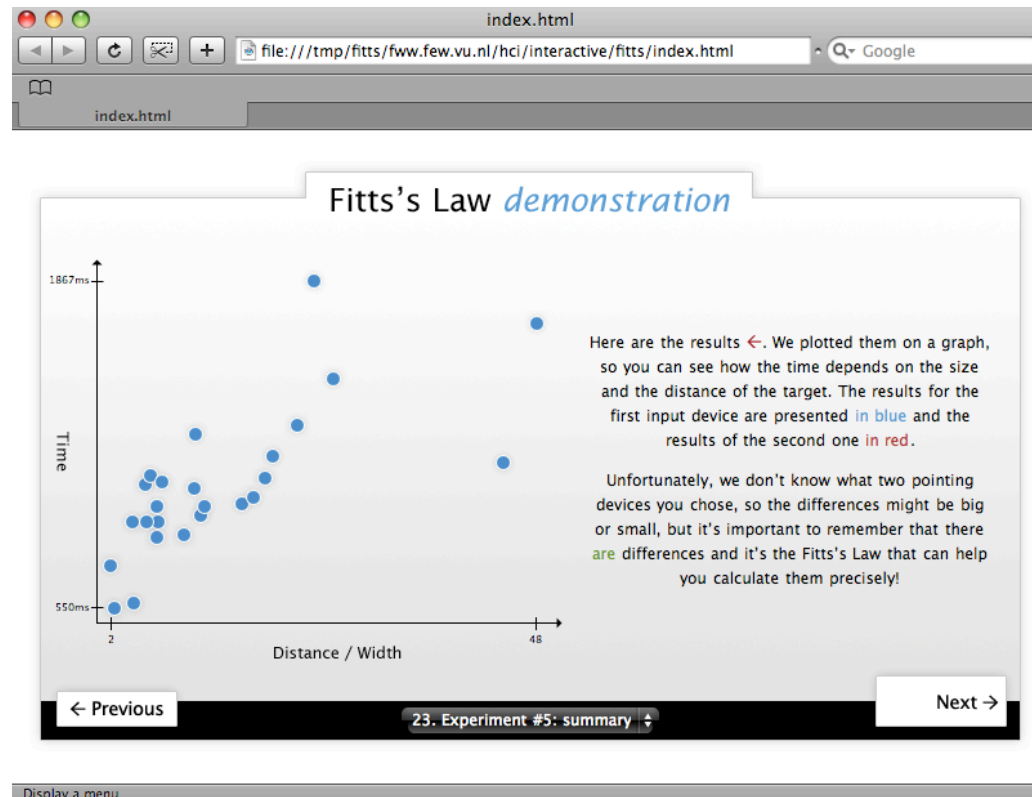
- Der "index of difficulty" (ID):

$$\log_2\left(\frac{D}{W} + 1\right)$$



Demo / Experiment

- Fitt's Law lässt sich 1:1 auf Mausbewegungen und das "Anfahren" von Icons übertragen

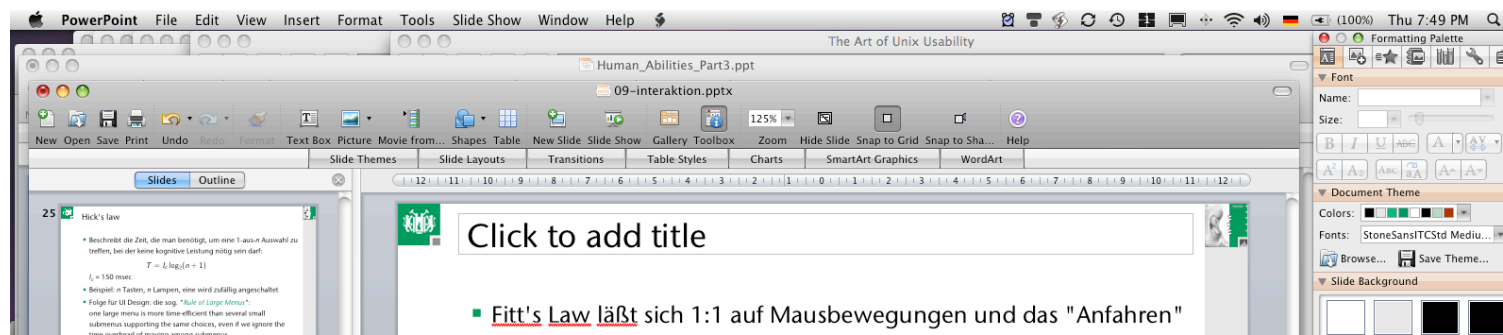


Marcin Wichary , Vrije Universiteit: <http://fww.few.vu.nl/hci/interactive/fitts/>



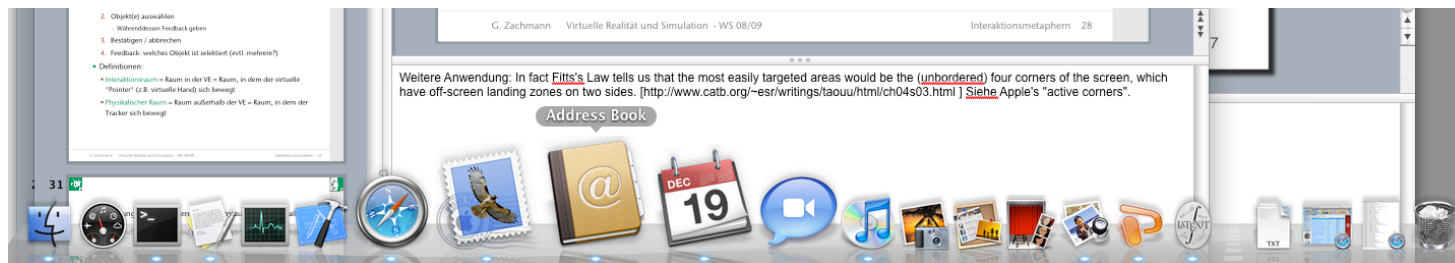
Folgen aus Fitts' Law

- "Rule of Target Size": The size of a button should be proportional to its expected frequency of use.
- Weitere Folge:
"Macintosh fans like to point out that Fitts's Law implies a very large advantage for Mac-style edge-of-screen menus with no borders, because they effectively extend the depth of the target area off-screen. This prediction is verified by experiment."
[Raymond & Landley: "The Art of Unix Usability", 2004]





- *Tear-off menus* und *context menus*: damit wird die durchschnittliche Distanz verringert
- Apple's "Dock": die Größe der Buttons wird dynamisch angepasst



- Offensichtliche Grenzen von Fitts' Law:
 - Es gibt viele weitere Entscheidungen bzgl. eines Interface Design's, die einer konsequenten Umsetzung von Fitts' Law entgegenstehen
 - Nicht alle Aspekte / Widgets eines GUIs werden von Fitts' Law erfasst

Unterhaltsames und lehrreiches Quiz:
http://zach.in.tu-clausthal.de/teaching/vr_literatur/A_Quiz_Designed_to_Give_You_Fitts.html



Exkurs vom Exkurs: die 80/20-Regel

- 80% der Zeit benutzen wir nur 20% der Funktionen eines Produktes
 - Gilt für Menus, komplette Software, "consumer electronics", Auto, ...
- 80% aller Fehler eines Produktes entstehen in nur 20% seiner Komponenten
- 80% aller Fehler in einer Software werden von nur 20% seiner Programmierer und Designer verursacht
- 80% des Einkommens einer Firma werden von nur 20% ihrer Produkte generiert
- ...



Selektion

- *Task decomposition:*
 1. Selektionsmode an
 2. Objekt(e) auswählen
 - Währenddessen Feedback geben
 3. Bestätigen / abbrechen
 4. Feedback: welches Objekt ist selektiert (evtl. mehrere?)
- Definitionen:
 - **Interaktionsraum (display / visual space)** = Raum in der VE = Raum, in dem der virtuelle "Pointer" (z.B. virtuelle Hand) sich bewegt
 - **Physikalischer Raum (control / motor space)** = Raum außerhalb der VE = Raum, in dem der Tracker sich bewegt
 - **Control-Display ratio (C-D ratio):** Verhältnis zwischen Bewegung (Translation und/oder Rotation) im physikalischen Raum zu resultierender Bewegung im Interaktionsraum
 - Einfachstes Beispiel: 2D mouse acceleration

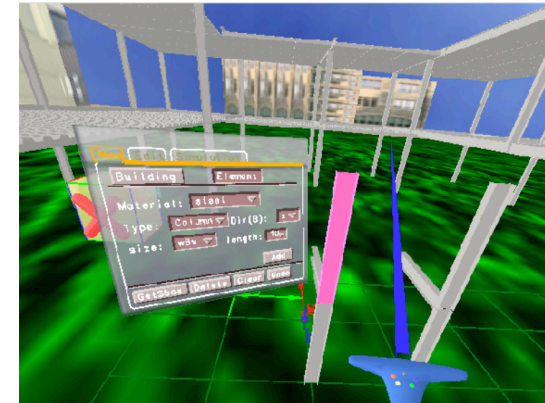


- Abbildungsarten zwischen Interaktionsraum und physikalischem Raum:
 - **Isomorph** (*direct interaction techniques*):
 - 1:1-Korrespondenz zwischen physikalischem und Interaktionsraum
 - Natürlich → intuitiv zu erlernen; imitiert reale Interaktion
 - Häufiges Problem: Arbeitsvolumen
 - **Nicht-isomorph** (*remote interaction techniques*):
 - "Magische" Tools (Interaktionsmetaphern) erweitern Arbeitsvolumen oder Handhabung
 - Mehrzahl der Interaktionstechniken ist nicht-isomorph
 - Häufiges Problem: Präzision bei kleinen / vielen Objekten

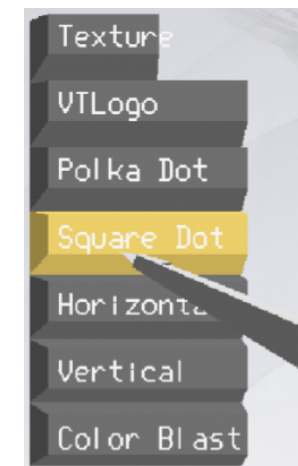


Einige Möglichkeiten für Schritt 2

- **Strahl-basiert** (*ray casting*)
 - Z.B. "Laserstrahl" aus virtueller Hand
 - Oder: gedachter Strahl vom Viewpoint durch Zeigefingerspitze (a.k.a. *occlusion technique* oder "sticky finger" technique)
- **Volumen-basiert**, z.B. Kegel
- **Direkt** = Berühren mit Hand
- **Sprache**
- **Menü**
- **Mischformen:**
 - *image plane interaction* (später)
 - *World-in-Miniature* (später)
 - Etc.



laser pointer

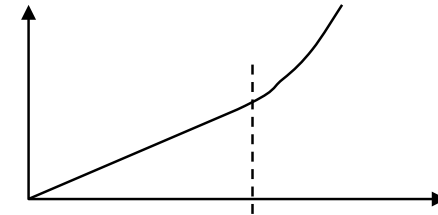


occlusion technique



Nicht-lineares Mapping (die "go-go technique")

- Ziel: Vergrößerung des Arbeitsbereiches für Kopf und Hand
- Idee:
 - Tracker-Werte außerhalb des "Nahbereiches" nicht-linear skalieren
 - Im Nahbereich linear belassen wg. Präzision
- Geeignet für Kopf- und Hand-Tracking
- Nur bei absoluten Eingabegeräten
- Nachteile:
 - Propriozeption geht verloren
 - Geringere Präzision im Fernbereich
- Beispiel hier:
non-isomorphic direct selection



The Go-Go
Interaction
Technique:

... to reach farther in
virtual environments



Einige einfache Techniken im Überblick

- Verwendete Größen:

H = Handposition

E = Viewpoint

h = "Zeigerichtung" der Hand

H₂ = Position der linken Hand

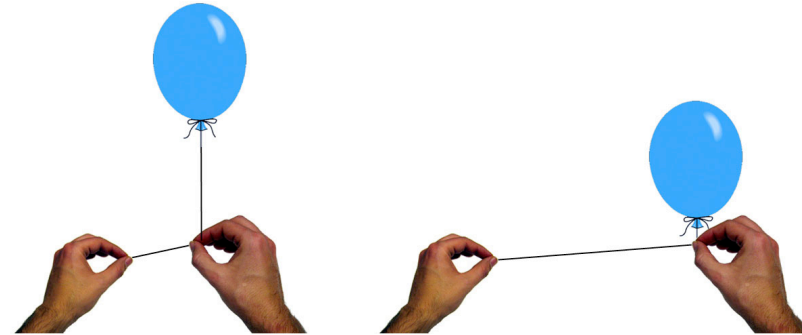
Technik	Volumen	Ursprung	Richtung
Raycasting	ray	H	h
Flashlight	cone	H	h
Two-handed pointing	ray	H ₂	H – H ₂
Occlusion selection	ray	E	H - E
Aperture	cone	E	H - E

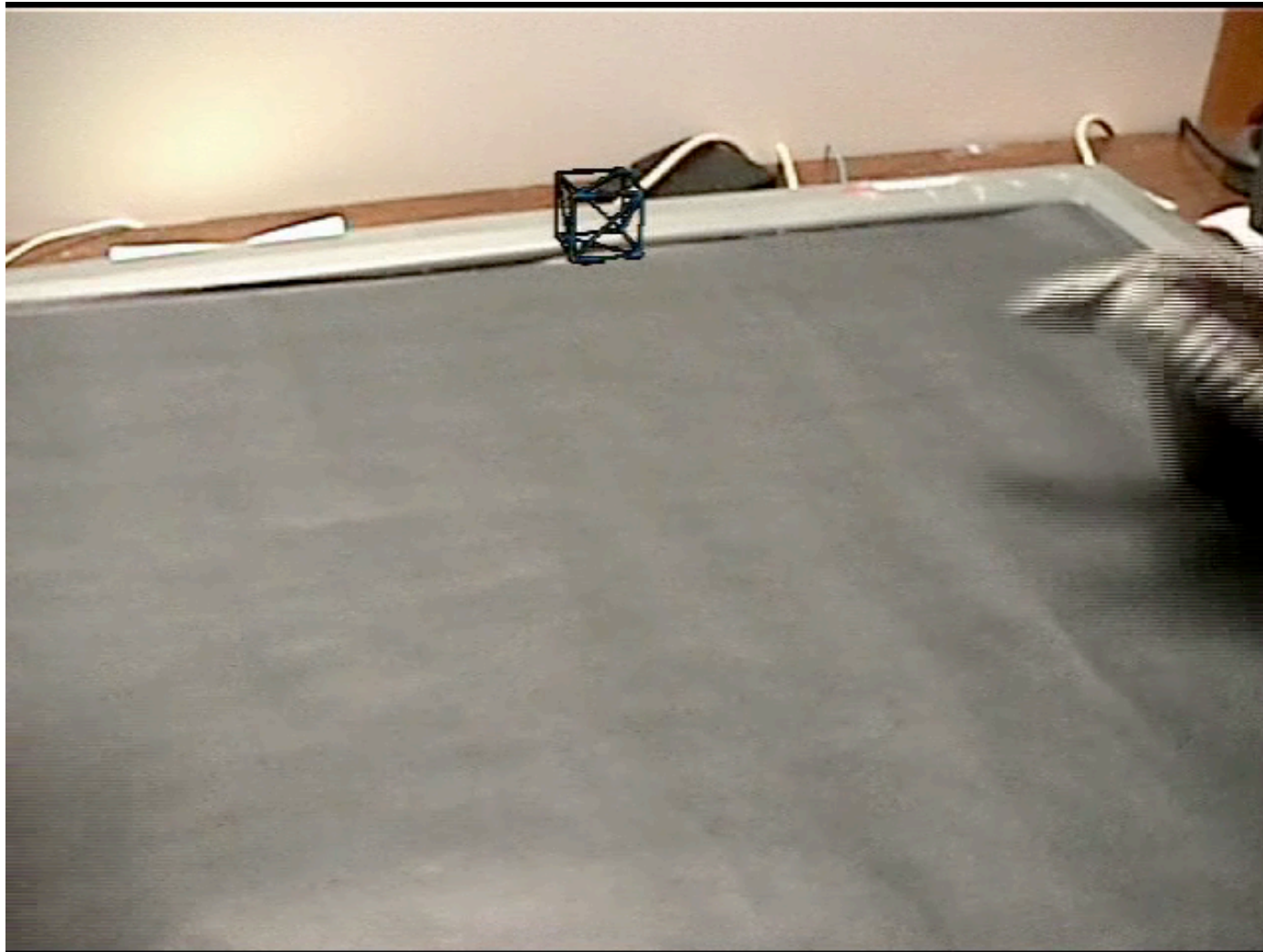


Balloon Selection

[2007]

- Idee: Helium-Ballon steuern
 - Dominante Hand steuert 2D-Position
 - Nicht-dominante Hand steuert 1D-Höhe
- Implementierung:
 - Zeigefinger geben Position / Höhe an
 - Beide Zeigefinger liegen auf Tisch auf
 - *System control* durch Kontakte im Datenhandschuh oder *Touch Table*
- Vorteil:
 - **Dekomposition** eines 3D-Tasks in zwei einzelne **niedrig-dimensionale** Tasks (2D und 1D)
 - Natürlicher Constraint (Tisch)



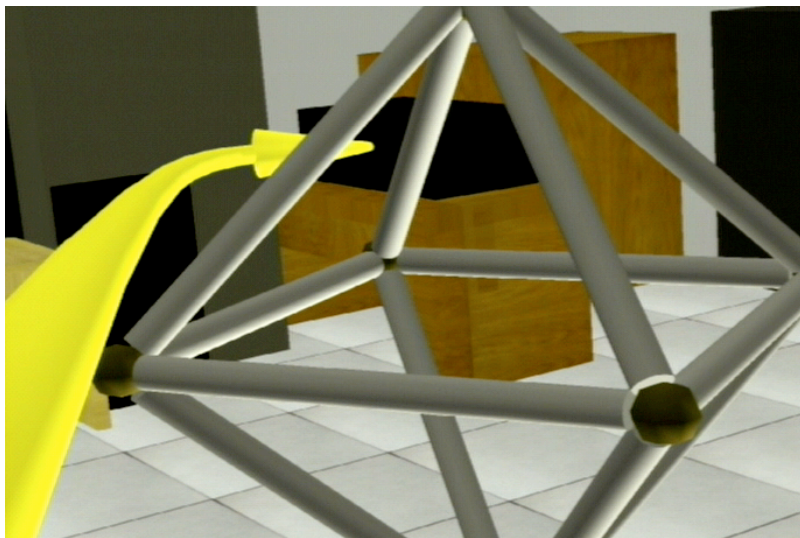




Flexible Pointer

[2003]

- Beobachtung: Menschen versuchen, mit der Zeigegeste eine "Kurve" zu beschreiben, wenn sie auf etwas zeigen, das nicht in der "*line of sight*" ist.
- Umsetzung in VR: gebogener Zeigestrahl
- Problem: intuitive und einfache Beschreibung der Krümmung mittels Eingabegeräten (Dataglove, Tracker, ...)



The Flexible Pointer

An Interaction Technique for Selection
in Augmented and Virtual Reality

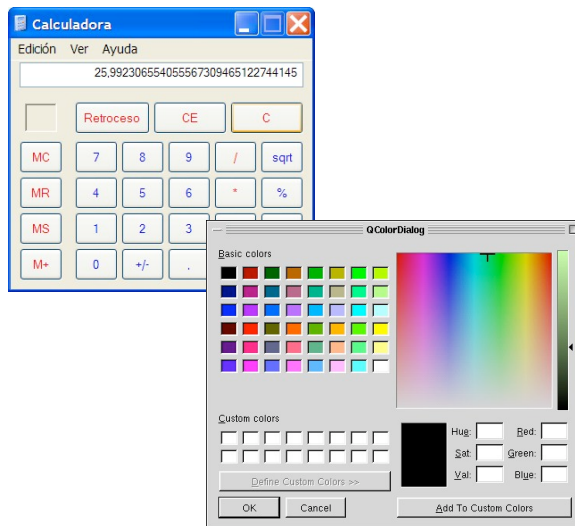
Alex Olwal & Steven Feiner

Computer Graphics & User Interface Lab
Columbia University, New York

Conference supplement of UIST 2003



- Aufgabe hier: sog. **hybride Interfaces** bedienen
 - Ziel: 2D-GUIs von Desktop-Applikationen in VR bedienen
 - Implementierung: ein modifizierter VNC-Client

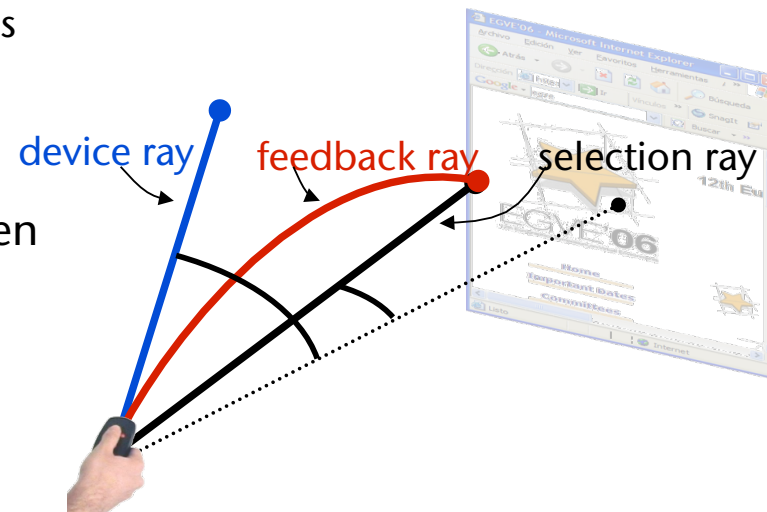
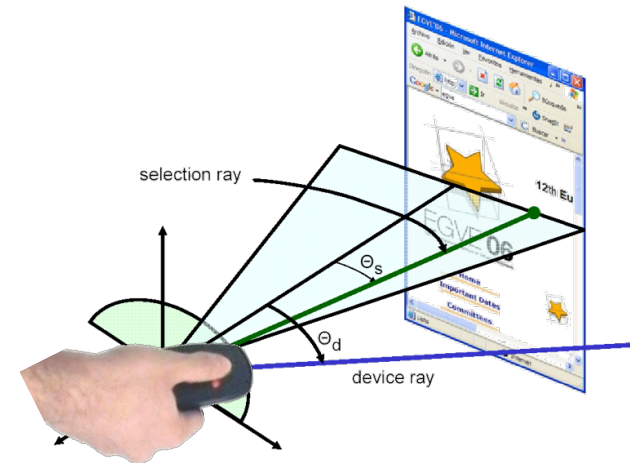


- Problem: die Target-Width (hier Raumwinkel!) ist extrem klein



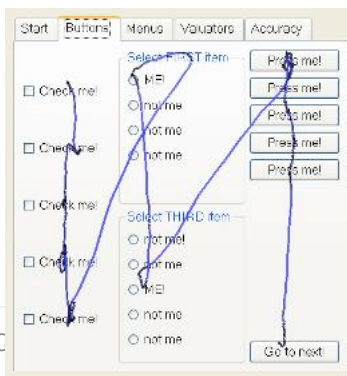
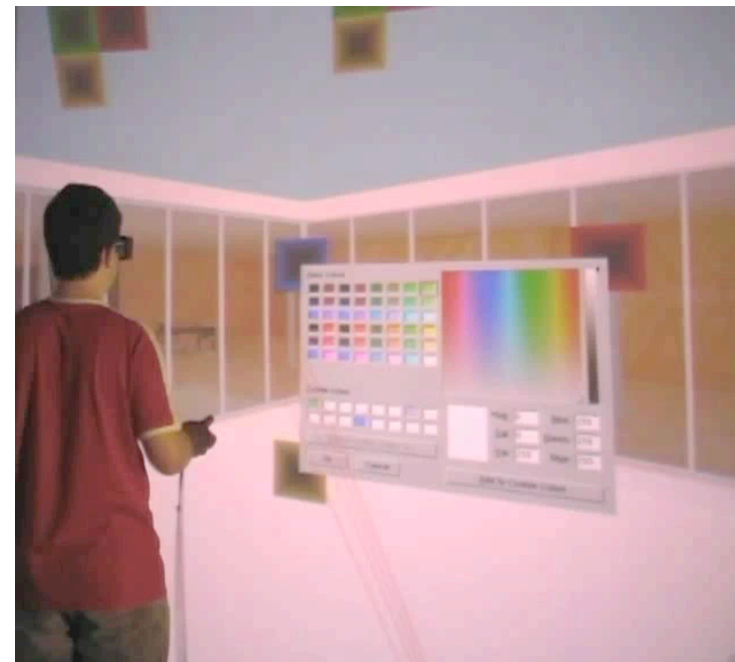
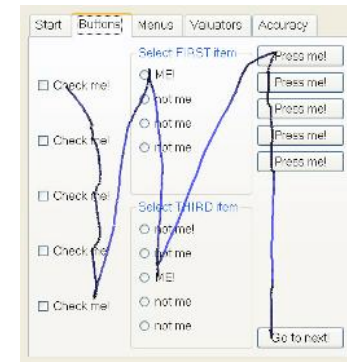
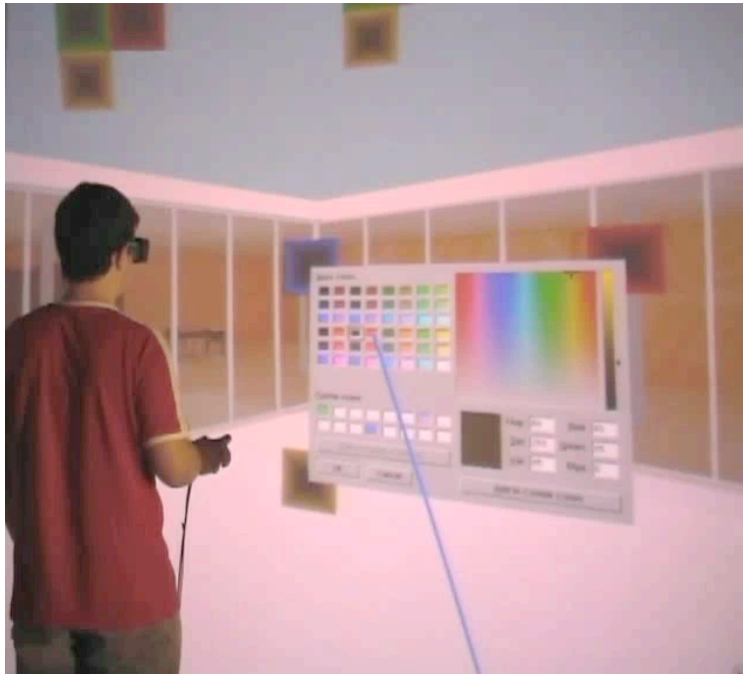
■ Idee:

- Skaliere die C-D Ratio, sobald der User mit einem 2D-Window in VR interagiert
- Problem: wie überbrückt man die für den User sichtbare/spürbare Diskrepanz?
 - Zwei Strahlen anzeigen hat sich als störend erwiesen
- Lösung:
einen gebogenen Strahl anzeigen





■ **Resultat: wesentlich höhere User-Effizienz:**



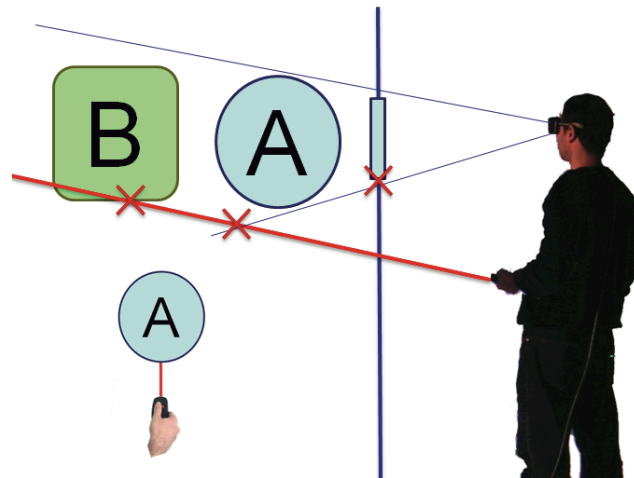


The Eye-Hand Visibility Mismatch

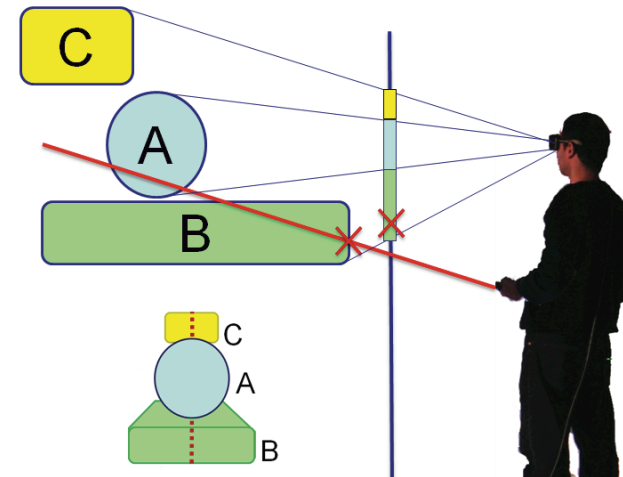
[2008]



- Offensichtliches Problem von Handstrahl-basierten Techniken:
 - Die Menge der von E aus sichtbaren Objekte ist nicht identisch mit der von H aus "sichtbaren" Menge



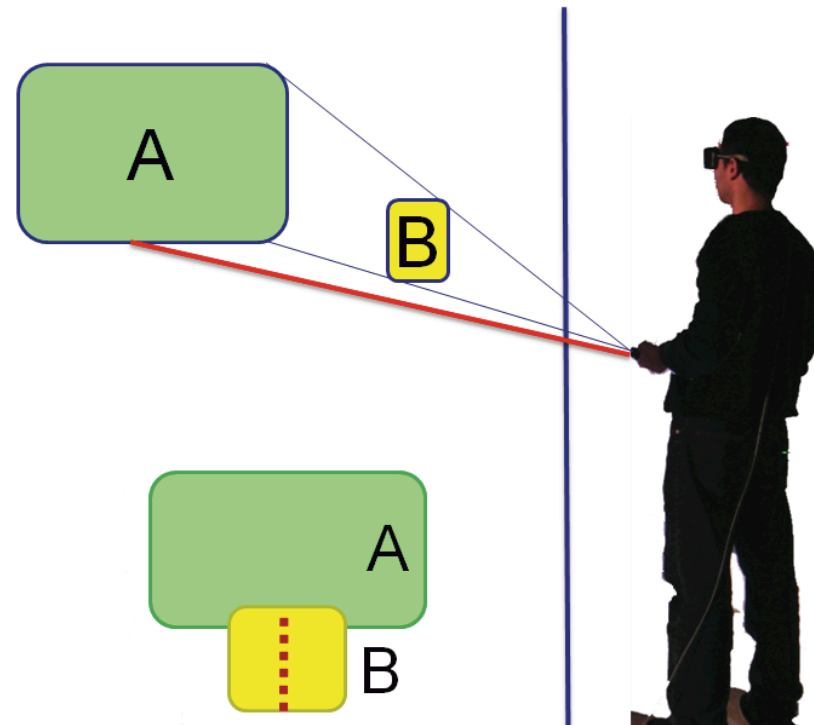
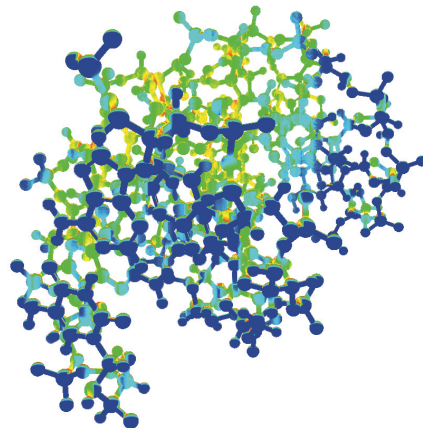
Objekt ist selektierbar,
aber nicht sichtbar



Objekt ist sichtbar,
aber nicht selektierbar

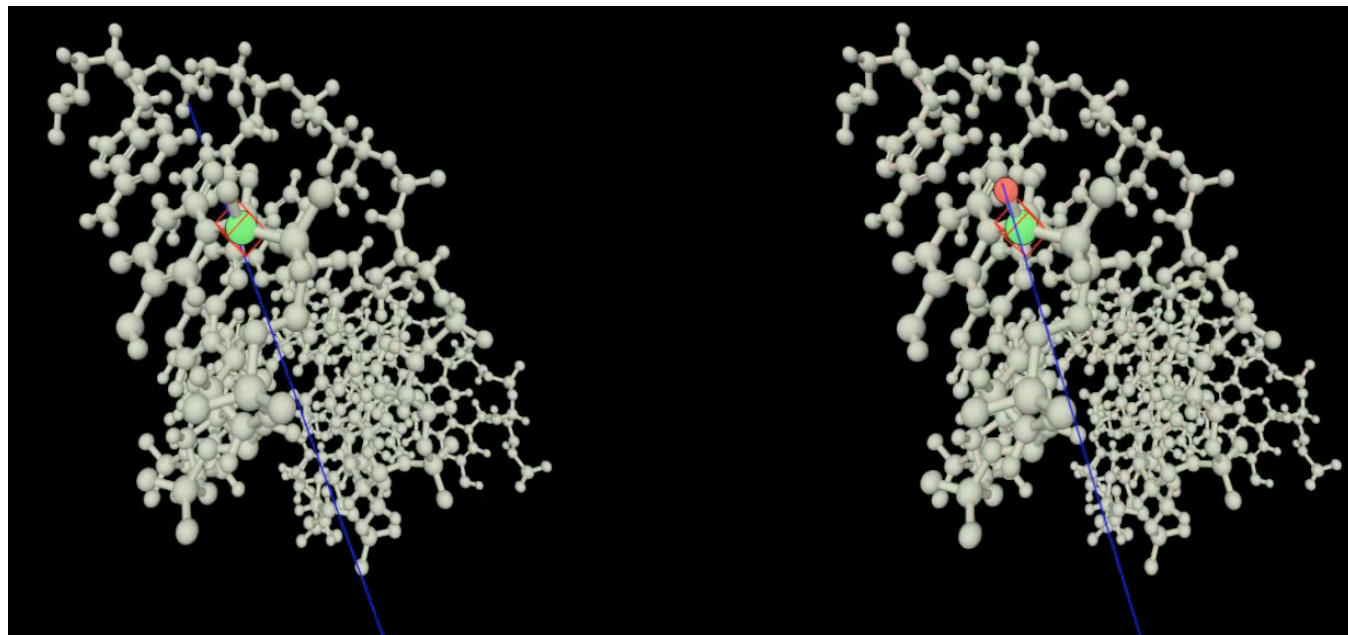


- Die von H aus "sichtbare" Oberfläche ist verschieden von der von E aus sichtbaren Oberfläche →
 - wahre Target-Width ist verschieden von der sichtbaren Target-Width
 - Evtl. kein / ungenügendes Feedback während der Selektion





- Vorschlag:
 - Selektionsstrahl von E aus in Richtung h
 - Visuelles Feedback: Strahl von H zum ersten Schnittpunkt
- Experiment der Autoren zeigt: ca. 15% - 20% schneller als einfaches Raycasting



Argelaquet, Andujar, Trueba