

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*

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 31

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!

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 32

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)

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 33

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:

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

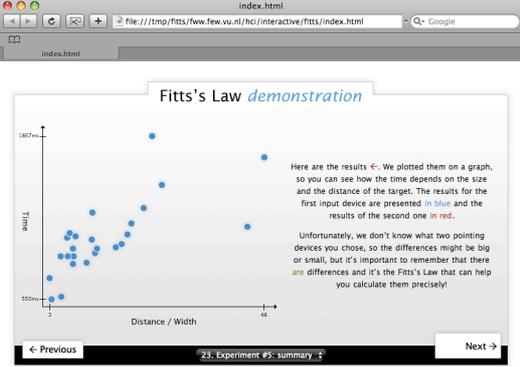
wobei D = Target-Distanz, W = Target-Durchmesser
 - Der "**index of difficulty**" (ID):

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 34

Demo / Experiment

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



Here are the results ←. We plotted them on a graph, so you can see how the time depends on the size and the distance of the target. The results for the first input device are presented in blue and the results of the second one in red.

Unfortunately, we don't know what two pointing devices you chose, so the differences might be big or small, but it's important to remember that there are differences and it's the Fitt's Law that can help you calculate them precisely!

← Previous 23. Experiment #5. summary Next →

Display a menu

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 35

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]



Click to add title

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 36

- *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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 37

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
- ...

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 38

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 39

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 40

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 41

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 42

Einige einfache Techniken im Überblick

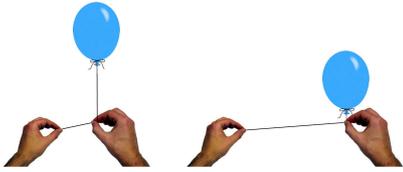
- Verwendete Größen:
 - H = Handposition
 - E = Viewpoint
 - h = "Zeigerichtung" der Hand
 - H₂ = Position der linken Hand

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 43

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)



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 44



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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 46

Friction Surfaces — Beispiel für die C-D Ratio [2006]

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

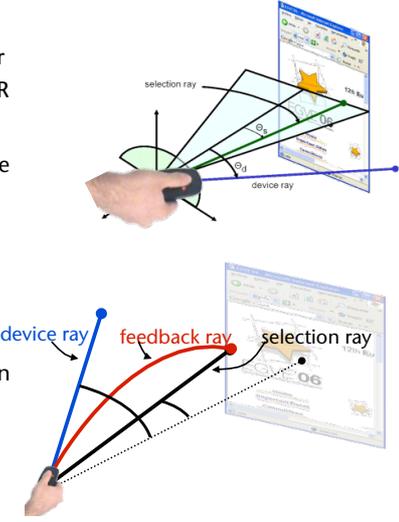


- Problem: die Target-Width (hier Raumwinkel!) ist extrem klein

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 47

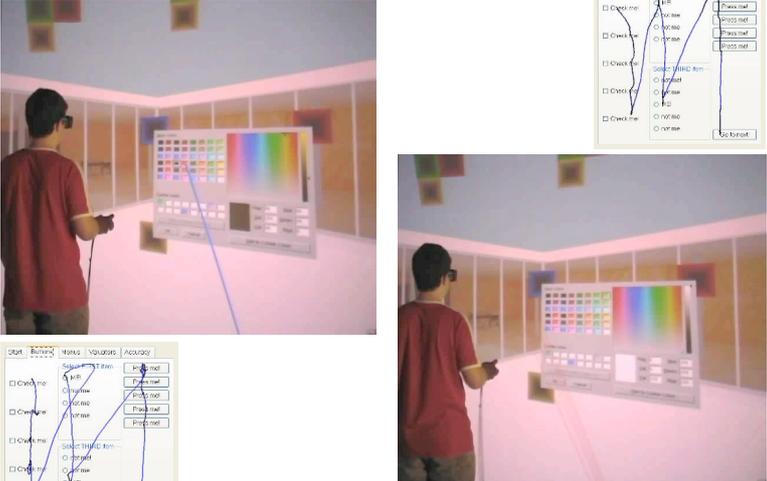
Idee:

- 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



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 48

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

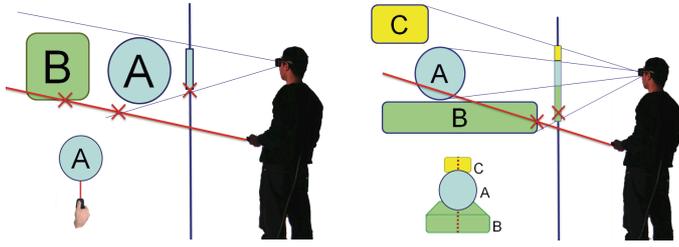



und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 49

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



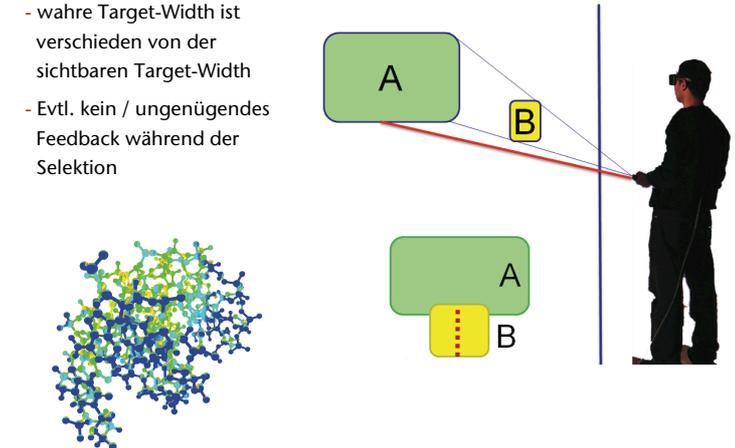
Objekt ist selektierbar, aber nicht sichtbar

Objekt ist sichtbar, aber nicht selektierbar

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 50

■ Die von H aus "sichtbare" Oberfläche ist verschieden von der von E aus sichtbaren Oberfläche →

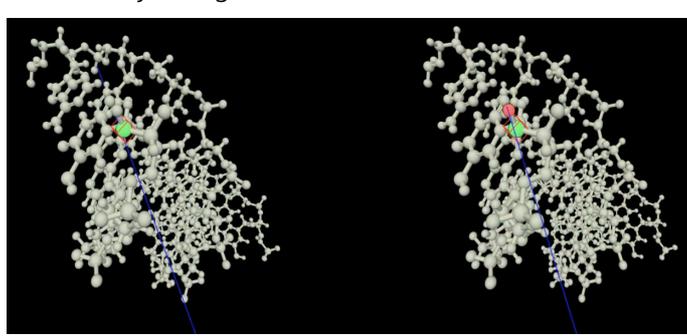
- wahre Target-Width ist verschieden von der sichtbaren Target-Width
- Evtl. kein / ungenügendes Feedback während der Selektion



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 51

■ 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



Angelague, Andujar, Trueba

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Interaktionsmetaphern 52