

# Übung zur Vorlesung Mensch-Maschine-Interaktion

Sara Streng

Ludwig-Maximilians-Universität München

Wintersemester 2007/2008

# Übersicht

- Organisatorisches
  - Formalitäten und Ressourcen
  - Kriterien zur Scheinvergabe
  
- Übungsblatt 1: „Rapid and Aimed Human Movement“
  - Einführung in die Theorie
  - Mathematische Modellierung
  - Konsequenzen für HCI

# Formalitäten und Ressourcen

- Übungsleitung: Sara Streng
- Bei Fragen:
  - Sara Streng: [sara.streng@ifi.lmu.de](mailto:sara.streng@ifi.lmu.de)
  - Dominic Bremer: [bremer@cip.ifi.lmu.de](mailto:bremer@cip.ifi.lmu.de)
  - Tilman Dingler: [dingler@cip.ifi.lmu.de](mailto:dingler@cip.ifi.lmu.de)
- Webseite mit
  - Zeitplan
  - Folien
  - Aufgabenblättern
  - Kurzfristigen Ankündigungen
- Die Anmeldung zum Übungsbetrieb, sowie Abgabe der Übungsaufgaben erfolge über das UniWorx System:  
<http://www.pst.ifi.lmu.de/uniworx/>
- Deadline für die Abgaben ist immer Montag 12 Uhr mittags!

# Das Schein-ing

- Bearbeitung der Übungsaufgaben (wöchentlich)
  - Per-Group Homework (Aufgaben werden in 4er Gruppen abgegeben)
  - Per-Person Homework (Aufgaben werden von jedem einzeln abgegeben)
- Alle Aufgabenblätter müssen erfolgreich bearbeitet werden (keine Ausnahme)
- Jeder muss an einer Benutzerstudie teilnehmen.

# Übersicht

- Organisatorisches
  - Formalitäten und Ressourcen
  - Kriterien zur Scheinvergabe
- Übungsblatt 1: „Rapid and Aimed Human Movement“
  - Einführung in die Theorie
  - Mathematische Modellierung
  - Konsequenzen für HCI

# Fitts' Law - Einführung

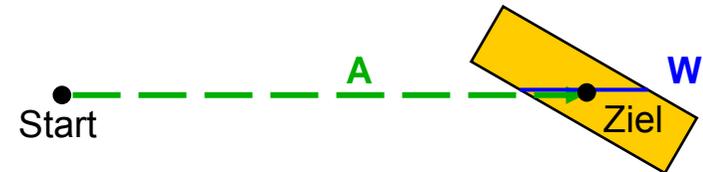
Was ist „Fitts' Law“?

- Modell zur Beschreibung des psychomotorischen Verhaltens.
- Entwickelt von Fitts (1954)
- Weiterentwickelt in hunderten von HCI-Papieren
- Das Gesetz sagt die Geschwindigkeit vorher, die für eine *schnelle, gezielte* Bewegung zu einem bestimmten Ziel benötigt wird.
  - z.B. Button anklicken, Tabellenzelle auswählen
  - Das Gesetz ist nicht anwendbar für Zeichen- oder Schreibaktivitäten.
- Gemäß dem Gesetz lässt sich die benötigte Zeit für die Start-Ziel Bewegung als Funktion von *Abstand* und *Zielgröße* modellieren.

Fitts, P.M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.

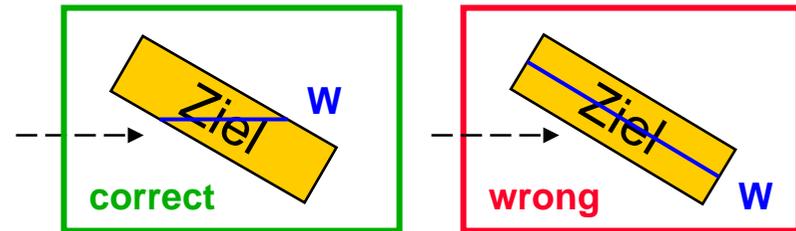
# Mathematische Modellierung

$$MT = a + b \log_2(A/W + 1)$$



Erklärung:

- $MT$  (movement time): für die Aufgabe benötigte Zeit
- $a$  und  $b$  sind empirisch ermittelte, gerätespezifische Konstanten:
  - $a$  (intercept): Verzögerung bis die Bewegung beginnt
  - $b$  (slope): beinhaltet Beschleunigung und gerätespezifische Änderung der Bewegung.
- $A$  (Amplitude): Distanz von Start zum Ziel (Mittelpunkt)
- $W$  (Width)
  - Breite des Ziels
  - gemessen in der Bewegungsrichtung



Index of Difficulty (ID):

- Der Term  $\log_2(A/W + 1)$  wird auch mit „index of difficulty (ID)“ bezeichnet und zusammen gefasst.
- Der Term beschreibt die Schwierigkeit der Aufgabe

Einheiten der Variablen sind:

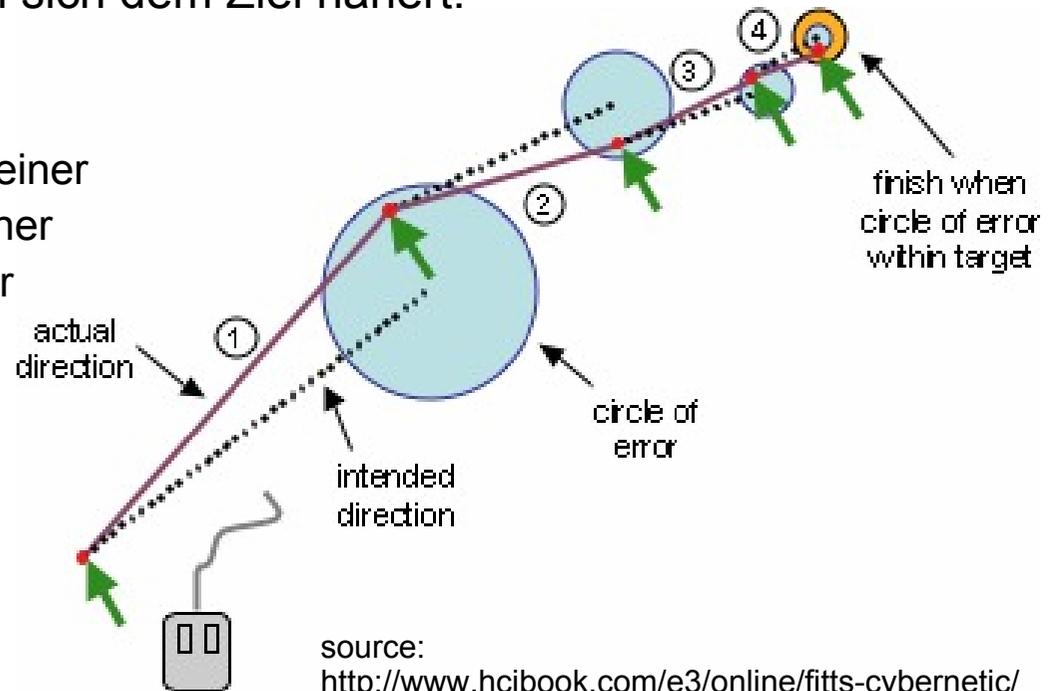
$a$ : [s]

$b$ : [s/bit]

ID: [bits]

# Hintergrund

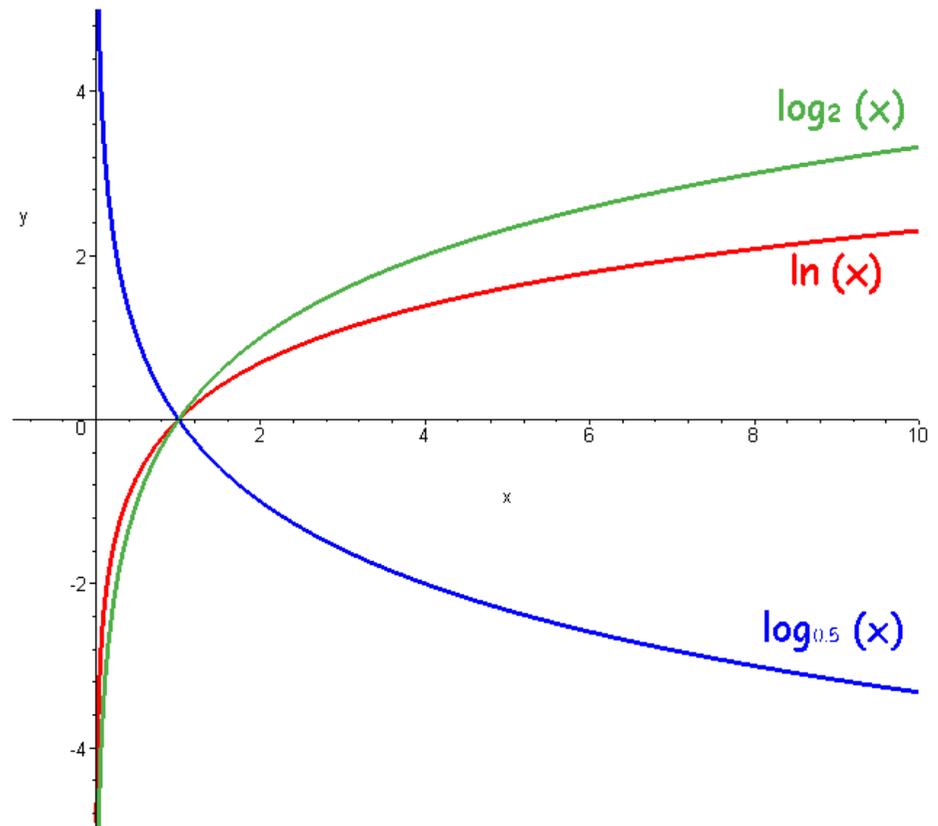
- Annahmen:
  1. Ungenauigkeit der Wahrnehmung und Bewegung ist proportional zum Abstand
  2. Unser Gehirn sagt uns, dass wir uns schneller bewegen sollen, je größer der Abstand ist
  3. Relative Bewegungsgenauigkeit ist konstant:
$$\varepsilon = A_i / A_{i-1} < 1$$
- Bild zeigt 4 Schritte, in denen man sich dem Ziel nähert.
- In jedem Schritt ...
  - ... bleibt der Zeitabstand gleich
  - ... wird der zurückgelegte Weg kleiner
  - ... wird der Abstand zum Ziel kleiner
  - ... wird der „circle of error“ kleiner



# Bedeutung des Logarithmus Dualis

$$MT = a + b \log_2(A/W + 1)$$

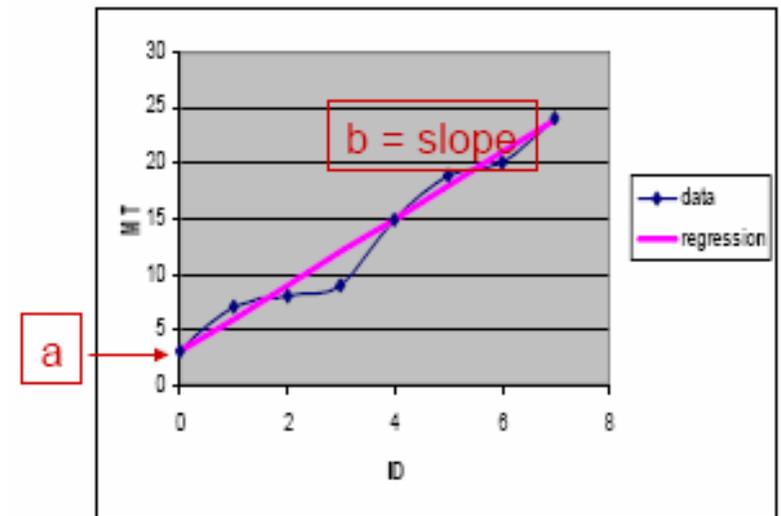
- Die Zeit, die man braucht um die Hand zu einem Ziel zu bewegen hängt **logarithmisch** vom Verhältnis zwischen der Zielentfernung und der Zielgröße ab.
- Anders gesagt:  
Die Rest-**Distanz** zum Ziel nimmt über die Zeit **exponentiell** ab
- Warum „+ 1“? (Shannon Form)  
→ log-Werte sind immer positiv
- In der ursprünglichen Formel von Fitts war die „+ 1“ nicht enthalten



# Lineare Regression

$$MT = a + b \log_2(A/W + 1)$$

- Mathematisch gesehen ist Fitts' Law ein lineares Regressionsmodell
- Ziel der linearen Regression:
  - Approximation eines linearen Terms aus quasi beliebigen Wertpaaren (z.B. Messwerte)
  - Gesucht ist eine Gerade, die den Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen möglichst gut beschreibt.
  - Dadurch kann man die Beziehungen zwischen einer abhängigen und (einer oder mehreren) unabhängigen Variablen feststellen
- Vorgehensweise:
  1. Daten sammeln (MT / ID - Wertepaare)
  2. a und b berechnen



linear regression model

$$MT = a + b ID$$

# Interpretation von „Fitts‘ Law“

$$MT = a + b \log_2(A/W + 1)$$

Das Gesetz lässt sich physisch folgendermaßen interpretieren:

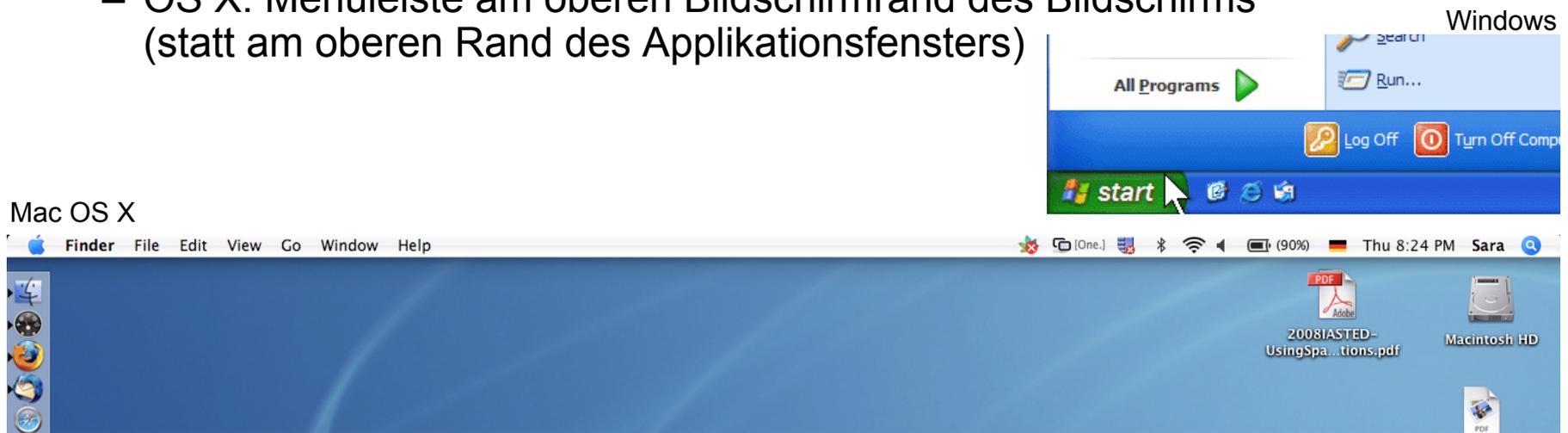
- Große, nahe Ziele erreicht man schneller als kleine, entfernte Ziele
- ID ist eine kombinierte Kenngröße für die physischen Eigenschaften der Aufgabe, die abhängt von:
  - Entfernung des Ziels
  - Größe des Ziels
- Der Wert von ID erhöht sich um 1 bei jeder
  - Verdopplung der Amplitude oder Halbierung der Breite

# Fitts' Law in 2-D

- Im Original-Experiment änderten sich Entfernung und Größe nur entlang einer Dimension
- GUIs sind 2-Dimensional
  - Was passiert mit der Zielgröße?
- Es gibt unterschiedliche Modelle
  - „Status Quo“: Nur die horizontale Breite wird betrachtet.
  - „Sum Model“:  $W = \text{Höhe} + \text{Breite}$
  - „Area Model“:  $W = \text{Höhe} * \text{Breite}$  (Die Fläche als  $W$  zu verwenden eignet sich besonders für nicht-rechteckige Ziele.)
  - „Smaller Of“:  $W = \min(\text{Höhe}, \text{Breite})$
  - „W' Model“: Die Breite in Bewegungsrichtung gemessen

# Konsequenzen für UI Design

- Oft benötigte Aktionen sollten größere Buttons erhalten.
  - **Vorsicht:** verletzt goldene Regel der Konsistenz!
- Oft benötigte Aktionen sollten in der Nähe der durchschnittlichen Cursor Position sein.
  - **Vorsicht:** kann die Zeit, die benötigt wird um Button zu finden, erhöhen!
- Die Ränder des Bildschirms können als Buttons mit unbegrenzter Breite angesehen werden, da kein „darüber hinaus schießen“ möglich ist.
  - Windows / KDE: „Start-Button“ in der linken unteren Ecke
  - OS X: Menüleiste am oberen Bildschirmrand des Bildschirms (statt am oberen Rand des Applikationsfensters)



# Weiterführende Literatur zu Fitts' Law

- A Cybernetic Understanding of Fitts' Law:  
<http://www.hcibook.com/e3/online/fitts-cybernetic/>
- Bibliography of Fitts' Law Research (nur um einen Eindruck zu gewinnen, wie viel dieses Thema diskutiert und erforscht wird):  
[http://www.yorku.ca/mack/RN-Fitts\\_bib.htm](http://www.yorku.ca/mack/RN-Fitts_bib.htm)
- Fitts' Law: Modeling Movement Time in HCI  
<http://www.cs.umd.edu/class/fall2002/cmsc838s/tichi/fitts.html>

# Abgabe Deadlines

- Durchführung des Experiments bzw. Suchen von Versuchskaninchen in den Übung am
  - Di, 30.10.2007
  - Do, 8.11.2007
  - Fr, 9.11.2007
- Die Übungen fallen aus am
  - Do, 1.11.2007
  - Fr, 2.11.2007
  - Di, 6.11.2007
- Bis Montag 12.11.2007 abgeben:
  - Programm zur Durchführung des Experiments
  - Interpretation und Aufbereitung der Daten
- (Ausgewählte Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse)