

Human-Computer Interaction

Session 4:
The Human User - Reasoning and Acting

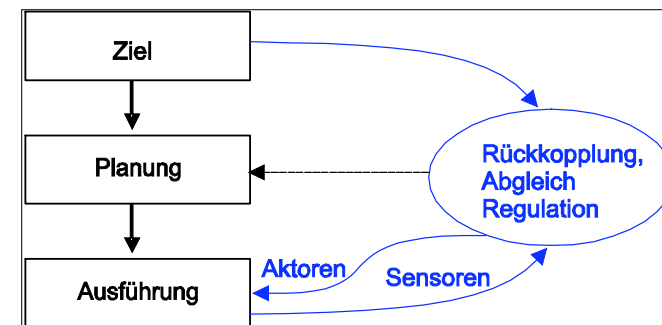
„What am I going to do now ???“



„Ok, I did this and got that.
What am I going to do now ???“



How humans act



„Handlungsregulation“

Levels of Action (Hacker 1986)

- **Bewusste Handlungen:** bewusste Regulationsebene
 - STM als Arbeitsspeicher, deklaratives Gedächtnis als Wissensgrundlage
 - Nur eine bewusste, intellektuelle Handlung gleichzeitig
- **Routinehandlungen:** flexible Handlungsmuster
 - Weniger Routinehandlungen parallel
 - Kaum Aufmerksamkeit nötig (z.B. Bügeln beim Fernsehen)
- **Automatisierte Handlungen:** rein sensomotorische Regulation
 - Parallel, kein bewusstes Eingreifen nötig, keine Ablenkung
 - Implizites Gedächtnis als Wissensgrundlage
 - Beispiel: Blindschreiben auf einer Tastatur, Autofahren

Conscious Action

- Reasoning (deductive, abductive, inductive)
- Problem-solving
- Planing & acting (& monitoring)

Deductive Reasoning

- Derive **logically necessary conclusion** from premises
 - e.g. If it is Friday then she will go to work
 - It is Friday, therefore she will go to work.
- **Not necessarily true** (in the real world):
 - e.g. If it is raining then the ground is dry
 - It is raining, therefore the ground is dry
- When truth and logical validity clash ...
 - e.g. Some people are babies. Some babies cry.
 - Some people cry

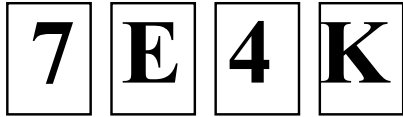
People aware of these shortcomings: make „uncertain“ conclusions, bring world knowledge to bear

Inductive Reasoning

- Generalize from cases seen to the **general case**
 - e.g. all elephants we have seen have trunks, therefore all elephants have trunks
 - **Unreliable:**
 - can only prove false not true (you never know)
- ... but useful!

People tend to neglect negative evidence („confirmation bias“): attempt to make a claim and **confirm** it, while forgetting that it is also important to try and falsify it

Wason's cards



If a card has a vowel on one side, it has an even number on the other

Which cards do you *at least* need to turn over to prove or disprove this?

Abductive reasoning

Reasoning from effect/symptom to cause

Sam drives fast when he is drunk.

-> If I see Sam driving fast, I assume he is drunk.

Unreliable

- can lead to false explanations
- but important for generating hypotheses, which can then be tested against other evidence

Problem-solving

Process of finding a solution to an unfamiliar task using domain knowledge

Problem space theory

- **problem space**: comprises problem states
- **problem solving**: generating and testing states, using legal operators
- **heuristics** may be employed to select operators
e.g. means-ends analysis
- operates within human information processing system, i.e., suffers from STM limits etc.
- largely applied in A.I., mostly in well-defined and well-understood areas, e.g. puzzles or chess, rather than knowledge intensive areas

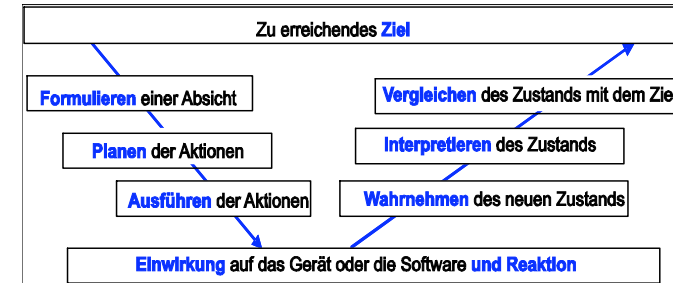


Problem-solving

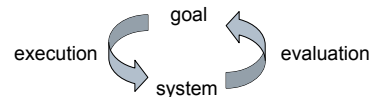
- Humans tend to apply **analogical mapping**
 - use knowledge of similar problem from similar domain for problem in new domain
 - difficult if domains are semantically different, sometimes overlooked

- Can you be **skilled at problem-solving**?
 - skilled activity characterized by **chunking**
 - **optimizes working memory AND problem-solving**, e.g., chess masters plan not single moves but „manoeuvres“
 - conceptual rather than superficial **grouping of operator applications** (that solve sub-problems)
 - information is structured more effectively

Stages of Action (D. Norman, 1988)



Example



You are sitting reading as evening falls

- Goal** - need more light
- Intention** - switch on desk lamp or ask for it or..
- Actions** - reach over, press lamp switch
- Result** - light is either on or off
- Interpret** - light is off? Maybe bulb has blown
 - **goals** - change bulb
- Evaluate** - light is on? Is it enough?
 - **goals** - switch on main ceiling light too

Conclusions for HCI

In each situation the **possible actions must be determinable**

The **state of the system must be recognizable** at all times

Transforming user goals into operating actions must be as easy as possible

There must be an underlying and **consistent conceptual model** of how the system is to be operated, and this model must be easily **recognizable or deducible** for the user

Conclusions for HCI

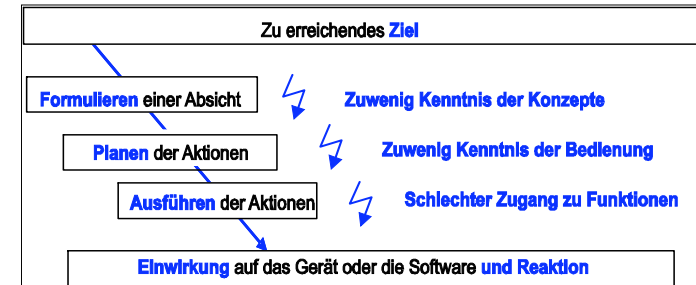
A system's reaction and its resulting state must be easily interpretable

Any displayed or indicated new state of the system must be easily comparable with the goals of the user

Distinguish between the original goals of the user and the goals achievable with the actions and functions of the system

- Functions are always means to an end, they become useful for a user only in relation to her goals

Problem 1: „Gulf of Execution“



Example

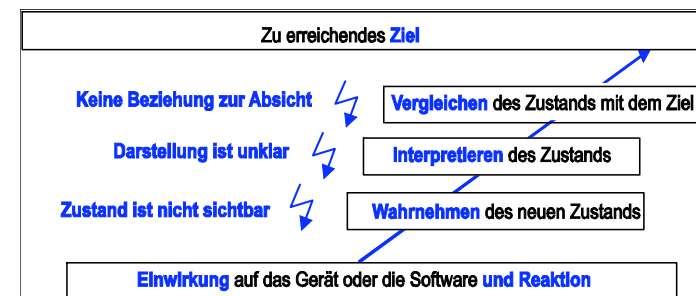
Intention – I don't want to see this warning anymore, and I don't want cookies to be stored at all!



No suitable action offered!



Problem 2: „Gulf of Evaluation“



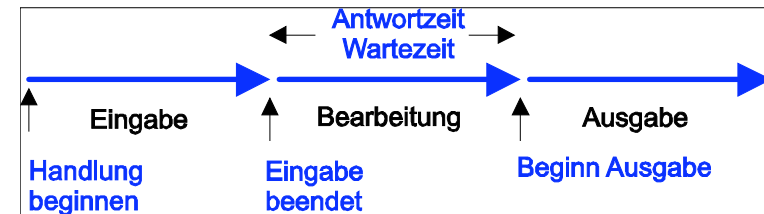
Conscious vs. sensorimotor action



- Was dominiert eine Interaktion?
 - Beispiel: Stark bewusste (kognitive) Handlungen → Benutzer "denkt" die meiste Zeit, z.B. Aktienhandel
- In grafischen Oberflächen dominieren **sensormotorische Handlungen**
 - Schnittstellen werden heute so gebaut: ständige kleine, physische Interaktionen zwischen Mensch und Maschine
 - **doing rather than thinking**
 - **recognition rather than recall**
 - Zeit und Effektivität hängen stark von Geschwindigkeit der meist sensomotorischen Benutzerhandlungen und den Antwortzeiten (Latenzzeiten) des Systems ab

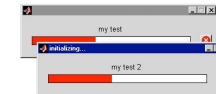


Latency



Dauert die Ausgabe so lange, dass der Benutzer auf einzelne Teile warten muss, wird dies ebenfalls als Wartezeit empfunden

- Trick: „progress bar“



Latency - reference values

Wartezeit = Antwortzeit eines interaktiven Systems

- Bis ca. 1 Sekunde: unmittelbar (instantan)
- Bis ca. 5 Sekunden: verzögert
- Bis ca. 10 Sekunden: stark verzögert
- Ab über 10 Sekunden : keine Antwort erwartet
 - Konsequenzen bei Websites: Wechsel zur Konkurrenz
- Werte differieren zwischen
 - Anwendungsfällen und Benutzergruppen
 - Erfahrungen der Besucher

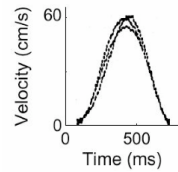
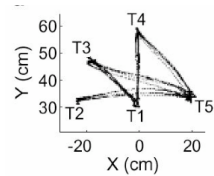
Sensorimotor actions in HCI

Response time = reaction time + movement time

- Movement time depends on age, fitness, etc.
- Reaction time depends on stimulus type
 - visual ~ 200ms
 - auditory ~ 150 ms
 - pain ~ 700ms
 - **combined ~ quickest response!**
- **Reduced reaction time decreases accuracy** in the **unskilled** operator (not in the skilled operator)

Movement time

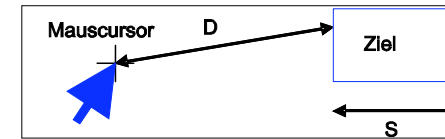
- Goal-directed hand movement is segmented
 - linear or curved segments with bell-shaped velocity profiles and constant plane of movement



Uno, Kawato & Suzuki, 1989

- Movement time depends on difficulty of the movement
 - distance to target (D)
 - size of target (S)

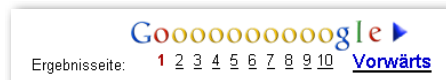
Fitt's Law



- Time to position [ms] = $a + b * \log_2(D/S + 1)$
 - presumes the target is recognized as such
- a, b constants
 - empirically determined, common values:
 - a = 50 (for constant search time)
 - b = 150 (for scaling)

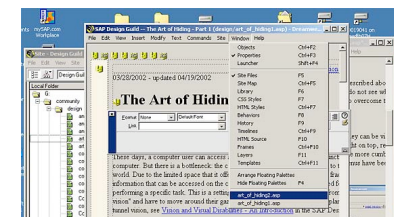
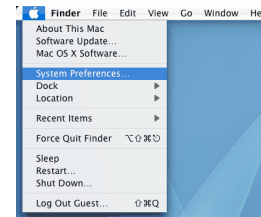
Fitt's Law – conclusions

- Ziele müssen erkannt und gefunden werden und sie müssen getroffen werden.
 - Die Ziele sollten nicht zu klein dargestellt werden.
- Setze bei fortlaufenden Aktionen innerhalb eines (Teil-)Arbeitsprozesses die Ziele nahe zusammen.
 - Möglichst wenig Verwendung von weit entfernten Objekten, zum Beispiel Pop-up-Fenster.
- Zusammengehörige Objekte nah zueinander anordnen. Gestaltgesetz der Nähe
- Platziere häufig gesuchte Ziele immer an den gleichen Stellen

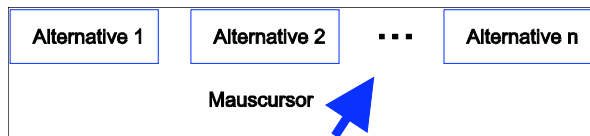


Fitt's Law - open questions

- Warum werden Mac-Menüs schneller getroffen als Windows-Menüs?
 - Immer am oberen Bildschirmrand, d.h. verringerte Suchzeit, keine Orientierung des Cursors relativ zum Ziel, keine Verfehlen nach oben möglich



Hick's Law



- Time to pick a target [ms] = $a + b * \text{Id}(n + 1)$
 - n = number of alternative targets (distractors)
 - a, b constants; reduced by learning
 - presumes the alternatives are recognized as such
- If alternatives are picked with different probability:
 - time [ms] = $a + b * \text{Summe}(p(i) * \text{Id}(1/p(i) + 1))$,
 - $p(i)$ = probability of selecting target i

Hick's Law – conclusions

- Die Auswahl aus **komplexen Alternativen kostet mehr Zeit** als bei einfachen Alternativen.
- Aus einer großen Anzahl an Alternativen **gleichzeitig** zu wählen geht **schneller** als aus einer verschachtelten Auswahl von jeweils weniger Alternativen!
 - Vergleiche: 1 Menüpunkt mit 8 Unterpunkten vs. 2 Menüpunkte mit je 4 Unterpunkten:
 $\text{Id}(8+1)=3,17 < 2 \text{Id}(4+1)=4,64$
- Entspricht allen Untersuchungen zu Menüstrukturen
- Grenzen durch die Bildschirmgröße und die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses gebildet.

Acting faultily



- **Schwerer Fehler**
 - Das **Ziel** wird nicht erreicht
 - Die **Effektivität** des Anwenders wird verringert
- **Leichter Fehler**
 - Zielerfüllung prinzipiell nicht gefährdet
 - Größerer **Aufwand** wird nötig
 - Die **Effizienz** des Anwenders wird beeinträchtigt
- Jeder Fehler beeinträchtigt zudem die **Zufriedenheit** des Anwenders

Fehler beeinträchtigen damit die wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Interaktion! (siehe *Usability*; später)

Conceptual errors

- **Denkfehler**
 - Ziel nicht explizit klargemacht
 - Ursprung in der Arbeitsweise des Benutzers
 - Beispiel: Man schreibt Text drauf los, ohne zu überlegen, dass das Format nicht brauchbar ist
- **Mentale Modell des Nutzers ist fehlerhaft**
 - Benutzungskompetenz nicht so hoch, wie der Benutzer von sich selbst gedacht hat.
 - Beispiel: Warum lässt sich die Linie nicht in einer anderen Farbe malen?
- **Wie vermeidbar?**
 - Lernunterstützung
 - Benutzungskompetenz durch verständliches Konzept der Bedienung fördern



„mistakes“

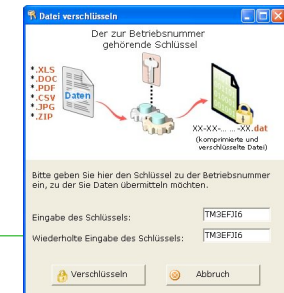
Action regulation errors

- Ausführung einer Aktion **ohne Beachtung von speziellen Bedingungen** im Ausnahmefall
 - Beispiel: Weg-Klicken von Dialogen ohne Lesen
 - Werden, je nach dem ob Aktion rückgängig machbar oder nicht, leichte oder schwere Fehler
- Wie vermeidbar?
 - Benutzeroberfläche mit deutlicher Unterscheidung zwischen Hinweisen und Warnungen
 - Anzahl der rein informativen Hinweismeldungen so niedrig wie möglich -> kein Gewöhnungseffekt, z.B. Statusfeld

Sensorimotor errors

„slips“

- Mangelhafte Abstimmung zwischen Sensorik und Motorik („man sieht nicht richtig hin“) oder mangelnde Kontrolle der Bewegung durch unergonomische Hardware
 - Beispiel: Falsches Symbol angeklickt oder verschieben von Dateien in falschen Ordner mit Laptop-Touchpad
- Wie vermeidbar?
 - Konzentration auf Bedienung lenken
 - Fehlerwahrscheinlichkeit minimieren
 - Ergonomie, Verbesserung der Hardware an Physiologie des Menschen



Avoid mental overload

- Auf **zu viele Aufgaben** zu konzentrieren
- **Zu viele Informationen** aufzunehmen
 - Über verschiedene Kanäle
 - Unter hohem psychischem Druck
 - Unter hohem Zeitdruck
- **Überflüssige Informationen** aufzunehmen
 - Zu viele und überladene Menüs
- Vermeidung von mentaler Überlastung
 - **steigert Zufriedenheit** des Benutzers
 - **vermindert Fehlerrate** des Benutzers



Normen und Gesetze, Richtlinien

Use metaphors

- relate computing to other real-world activity
- enable **analogical mapping**, evoke a **mental model** of the system's structure and functions
- must be **consistent**
- tap on user's **actual experiences**

Facilitates **learning** and retention of the interface



Interaction metaphors around

- **Desktop metaphor:** currently predominant
- **Book metaphor:** for big documents, e.g. hypertext
- **Filing cabinets:** for online documentation, system settings, etc.
- **Office metaphor:** for collections of programs/tools
- **Library metaphor:** for large collections of documents
- **Building metaphors, etc.:** for virtual worlds
- **Animated agent metaphor:** for guidance and recommendation
-

- **Composite metaphors:** e.g. office + file cabinet + desktop

MMI / SS09

Use affordances

"The affordances of the environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill" (Gibson, p.127)



"refers to the properties of objects -- what sorts of operations and manipulations can be done to a particular object"

(D. A. Norman 1988, The Psychology of everyday things)



A „door“ affords opening, a „chair“ affords support

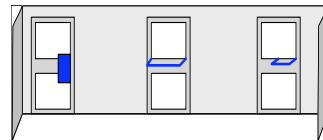
MMI / SS09

Perceived affordances

- the extent to which users perceive an object's affordance (by design)
- enable intuitive use



mug handle



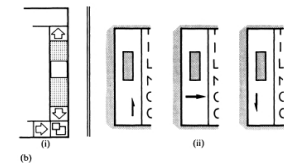
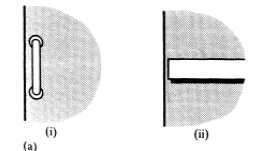
'affords' grasping



SS09

Perceived affordances

- **physical objects**
 - shape and size suggest actions (pick up, twist, throw...)
- **virtual screen objects**
 - button-like object 'affords' mouse click
 - physical-like objects suggest use
- **culture of computer use**
 - icons 'afford' clicking
 - ... or even double clicking, not at all like real buttons!



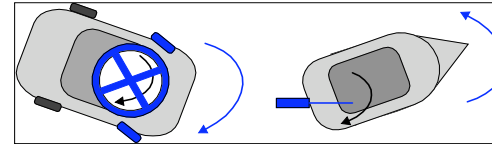
MMI / SS09

When an affordance is not enough...



Mapping

- ... of the function of an interaction element (e.g. slider) onto the controlled function/effects
- **Natural Mapping**: direct transformation (e.g. steering wheel movement → car movement)
- Problems when mapping between affordance and effect are counter-intuitive (e.g. rudder)



Next session

How to build interfaces and systems for human users?

- User interface styles and technology