

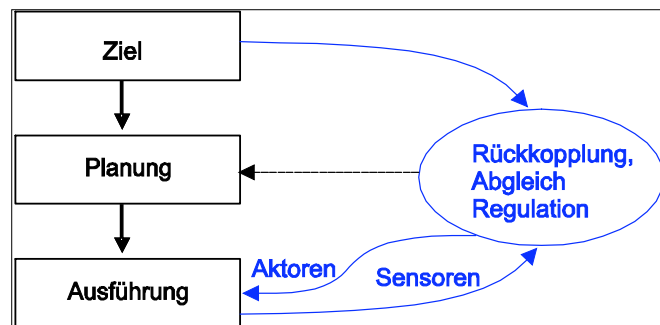
Human-Computer Interaction

Session 4 Reasoning and Acting in HCI

„What am I gonna do next ???“



How humans act



„Handlungsregulation“

Handlungsebenen (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
 - Beispiel: Blindschreiben auf einer Tastatur

Bewusste Handlungen

- Schlussfolgern / reasoning
- Problemlösen / problem-solving
- Planung und Handlungsschritte / planing & acting

Deductive Reasoning

- Derive logically necessary conclusion from given premises
e.g. If it is Friday then she will go to work
→ It is Friday, therefore she will go to work.
- Logical conclusion not necessarily true:
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
Invalid since we are not told that all people are babies.
- People bring world knowledge to bear

Inductive Reasoning

- Induction:
 - generalize from cases seen to cases unseen/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!
- Humans good at neglecting negative evidence („confirmation bias“), attempt to confirm a claim while forgetting that it is also important to try and falsify it.
e.g. Wason's cards

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 event (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 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 often apply analogical mapping

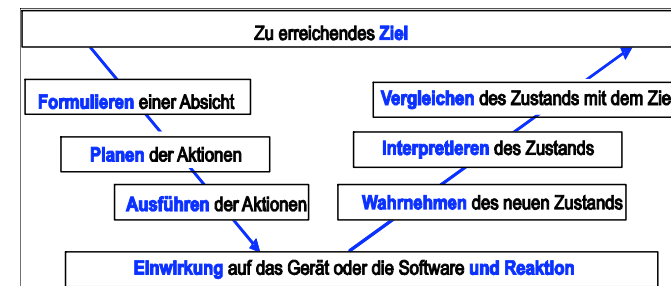
- use knowledge of similar problem from similar domain for problem in new domain
- difficult if domains are semantically different

□ Can you be skilled at problem-solving?

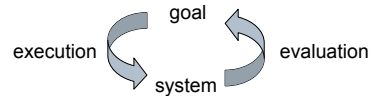
- skilled activity characterized by *chunking*
- a lot of information is chunked to optimize STM, e.g., chess masters plan not single moves but „manoeuvres“
- conceptual rather than superficial grouping of operator applications (that solve sub-problems)
- information is structured more effectively

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

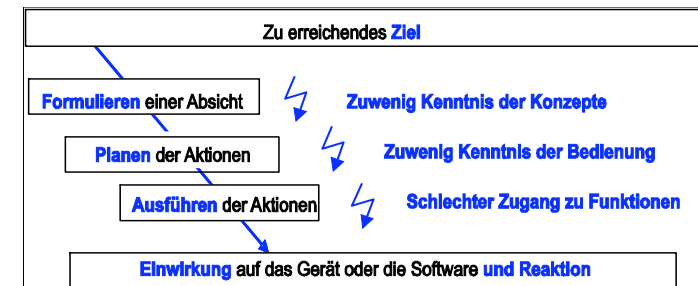
Conclusions 1

- In each situation the possible actions must be determinable
- The state of the device or system must be recognizable at all times
- Transforming goals of the user 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 2

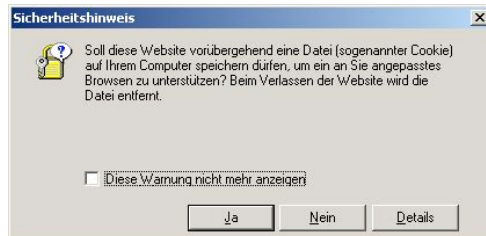
- A system's reaction and its resulting state must be easily interpretable
- Any displayed or indicated new state of the system must be easily comparable with the goals of the user
- Distinguish between the original goals of the user and the goals achievable with the actions and functions of the system
 - Functions are always means to an end, they become useful for a user only in relation to her goals

„Gulf of Execution“



Gulf of execution - Example

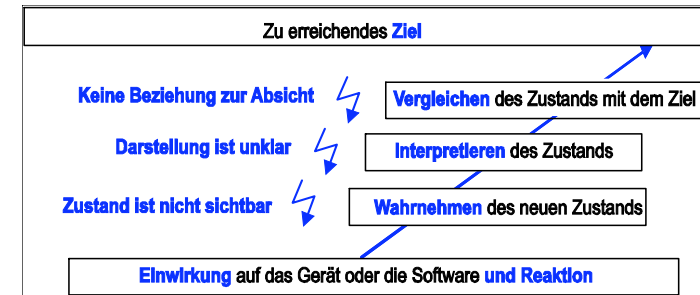
Intention –
I don't want to see this warning anymore, and I don't want cookies to be stored at all!



No suitable action offered!



„Gulf of Evaluation“



Bewusste vs. sensormotorische Handlung

Was dominiert eine Interaktion?

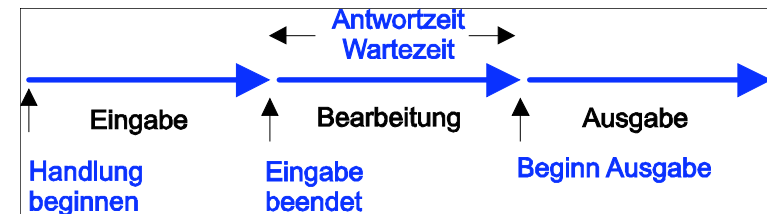
- Beispiel: Stark bewusste (kognitive) Handlungen → Benutzer "denkt" die meiste Zeit, z.B. Aktienhandel



In heutigen grafischen Oberflächen dominieren sensormotorische Handlungen

- Schnittstellen werden so gebaut!
- Ständige kleine, physische Interaktionen zwischen Mensch und Maschine („doing rather than thinking“)
- Zeit und Effektivität hängen stark ab von Geschwindigkeit der meist sensomotorischen Benutzerhandlungen und den Antwortzeiten des Systems!

(System-)Antwortzeiten



- Dauert die Ausgabe so lange, dass der Benutzer auf Teile der Ausgabe wieder warten muss, wird diese Zeit ebenfalls als Wartezeit empfunden.

Antwortzeiten - Richtwerte

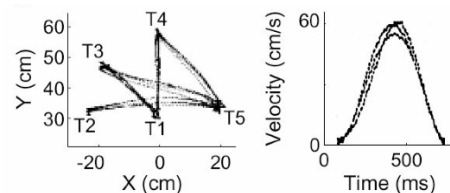
- Wartezeit = Antwortzeit eines interaktiven Systems
- Bis ca. 1 Sekunde: unmittelbar (instantan)
- Bis ca. 5 Sekunden: verzögert
- Bis ca. 10 Sekunden: stark verzögert
- Ab über 10 Sekunden Wartezeit: keine Antwort erwartet
 - Konsequenzen bei Websites: Wechsel zur Konkurrenz
- Werte differieren zwischen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

Sensorimotor actions in HCI

- Time taken to respond to stimulus = 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, but not in the skilled operator

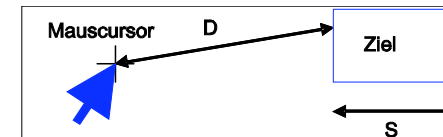
Movement

- goal-directed hand movement consists of segments
 - linear or curved, bell-shaped velocity profiles
 - constant plane of movement in 3D
- movement time depends on difficulty of the movement
 - distance to target (D)
 - size of target (S)



Uno, Kawato & Suzuki, 1989

Fitt's Law - Positionierung



- Positionierzeit/ms = $a + b * \sqrt{D/S + 1}$
- Setzt voraus, das Ziel als solches erkannt wurde
- a und b sind Konstanten
 - Experimentell bestimmt
 - a = 50 (für die konstante Suchzeit)
 - b = 150 (für die Skalierung) verwendet

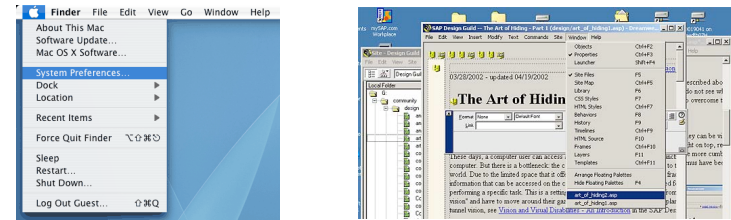
Fitt's Law – Folgerungen

- Die Ziele sollten nicht zu klein dargestellt werden.
- Sie müssen erkannt und gefunden werden und sie müssen getroffen 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*
- Die Forderung nach Konsistenz und Erwartungskonformität wird erfüllt, wenn häufig gesuchte Ziele immer an der gleichen Stelle zu finden sind.

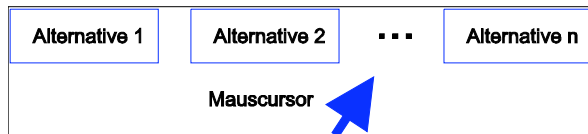


Was Fitt's Law nicht erklären kann...

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



Hick's Law – Auswahl



Was, wenn Ziel aus Alternativen ausgewählt werden muss?

- Auswahlzeit/ms = $a + b * \text{ld}(n + 1)$
 - n ist die Anzahl der Alternativen
 - Konstanten a und b wie bei Fitt's Law; kleiner durch Gewöhnung
- Setzt voraus, dass Alternativen als solche erkannt wurden
- Wenn die Alternativen mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit ausgewählt werden:
 - Zeit/ms = $a + b * \text{Summe}(p(i) * \text{ld}(1/p(i) + 1))$,
 - p(i) die Wahrscheinlichkeit der Auswahl

Hick's Law – Folgerungen

- 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:
 $\text{ld}(8+1)=3,17 < 2 \text{ld}(4+1)=4,64$
- Entspricht allen Untersuchungen zu Menüstrukturen
- Grenzen werden hier durch die Bildschirmgröße und die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses (**7 +- 2** Elemente) gebildet.

Fehler - Typen

- **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)

Fehler auf der intellektuellen Ebene

- **„Denkfehler“** „mistakes“
 - Ziel nicht explizit klargemacht
 - Nicht zu verhindern, haben 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 fördern

Fehler bei flexiblen Handlungsmuster

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

Fehler auf der sensomotorischen Ebene

- **Mangelhafte Abstimmung zwischen Sensorik und Motorik (man sieht nicht richtig hin) oder mangelnde Kontrolle der Bewegung durch unergonomische Hardware** „slips“
 - Beispiel: Falsches Symbol angeklickt; Verschieben von Dateien mit Laptop-Touchpad in falschen Ordner
- **Wie vermeidbar?**
 - Objekte müssen groß genug sein
 - Fitt's Law (Konzentration auf die Bedienungsaktion) beachten
 - Verbesserung der Hardware an Physiologie des Menschen

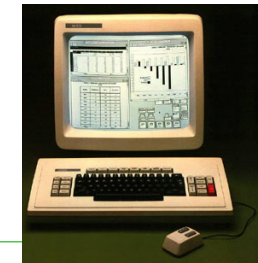
Überlastung

- Mehr als auf eine einzige Aufgabe zu konzentrieren
- Zu viele Informationen aufzunehmen
 - Über verschiedene Kanäle
 - Unter hohem psychischem Druck
- 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!
- relate to user's experiences
- facilitate learning and retention of interface



Interaction metaphors around today

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

Use affordances

- "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
- *perceived affordance*: the extent to which objects visually suggest their affordance

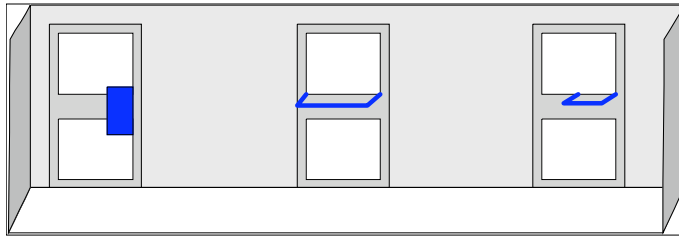


mug handle



'affords' grasping

Affordances



- Angebot / Angebotscharakter eines Interaktionselements
- „intuitive“ Bedienung / ohne Nachdenken

Perceived affordances

- for physical objects
 - shape and size suggest actions (pick up, twist, throw...)
- for 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!

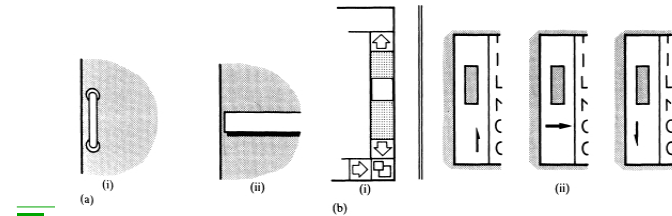
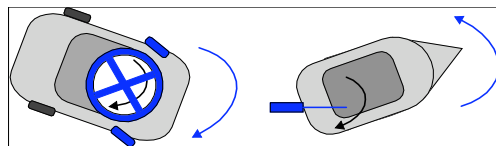


Figure 4.5 The affordance of objects (Gaver, 1991). (a) Door handles; (b) scroll bars (© 1991, Association for Computing Machinery, Inc. reprinted by permission).

Mapping

- *Abbildung* der Funktion des Interaktionselements auf gesteuerte Funktion
- *Natural Mapping*: direkte (bildliche) Abbildung (z.B. Autolenkrad → Autobewegung)
- Problem: Affordance und Mapping entgegengesetzt (z.B. Schiffsruder)



Next session

User interface styles and technology