

Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion

3. Kapitel

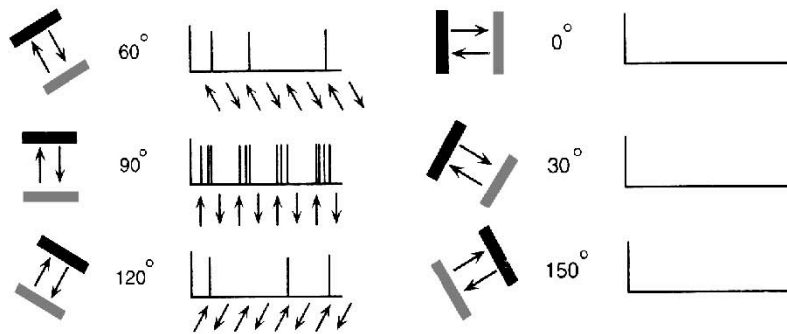
Der Mensch

- Ein- und Ausgabe: Wahrnehmung und Handeln
 - Wahrnehmung: Modalitäten der Wahrnehmung
 - Visuelle Wahrnehmung
- Gedächtnis
- Verarbeitung von Information & Informationsnutzung

Visuelle Wahrnehmung

- Visuelle Wahrnehmung als Paradigma der Wahrnehmungsforschung
- Funktionale Komponenten der visuellen Wahrnehmung
 - Das Auge / Die Augen
 - Fovea, Schärfe und Saccaden
 - Blickbewegungen: Analyse & Interaktion
 - Die Augen: Binokulares Sehen
 - Lokale & globale Verarbeitung
 - Kantendetektion
 - Farbwahrnehmung
 - Bewegungswahrnehmung
 - Präattentive Wahrnehmung
 - Von Linien über Regionen zur 3D-Wahrnehmung und Objekterkennung

„Komplexe Zellen“ in V1: Bewegungsdetektion



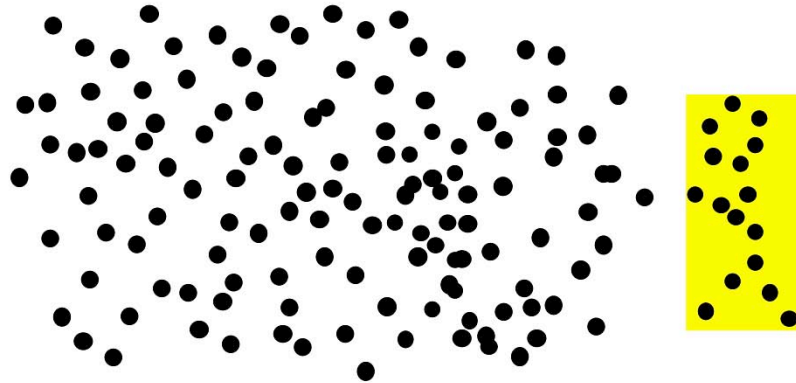
- Bewegungsdetektoren integrieren Information von „einfachen Zellen“ (teilweise auch von Zellen aus dem LGN)
- Verschaltungsprinzip analog zu „einfachen Zellen“

Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 96

- Abbildung aus:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 153.
- Während Ecken- und Kantendetektor-Zellen nur auf statische lineare Objekte reagieren, gibt es andere Zellen, die nur dann aktiv werden, wenn sich Ecken bzw. Kanten bewegen (und zwar in einer gewissen Richtung).
- Die Abbildung zeigt das Aktivationsverhalten eines derartigen „Bewegungsdetektors“ bei Bewegungen in verschiedenen Richtungen (jeweils Bewegungsrichtung orthogonal zur Linienrichtung). Hierbei spielt das zeitliche Verhalten der Aktivationen eine wesentliche Rolle.
Die hier „beobachtete“ Zelle, zeigt die höchste Aktivierung für die Bewegung einer horizontalen Linie in vertikaler Richtung [Die Angabe 90° bezieht sich auf die Ausrichtung der Linie zur „Nullrichtung“, die hier die Vertikale ist.
- Die Leistung der Bewegungsdetektion kann durch eine Verschaltung von Liniendetektoren, also von gewissen V1-Zellen, nach einem ähnlichen Verschaltungsschema, wie es für die Liniendetektion in Vorlesung 4 angenommen wurde, erfolgen.

Wahrnehmung von bewegten Objekten



- Wahrnehmung von Bewegung ist für alle Tiere von besonderer Bedeutung (Nahrungssuche, Flucht).
- Spezifische Detektoren für Bewegung sind daher von Vorteil.
 - Die „Punktmenge“ enthält eine „Person“ („Punkt-Person“ – analog zum „Strichmännchen“ – als Konstellation von Punkten). In dynamischer Präsentation, d.h. wenn sich die Figur bewegt, ist sie sofort erkennbar, d.h. sie hebt sich vom statischen Hintergrund ab. Sobald die Bewegung aufhört, ist der Unterschied Vordergrund-Hintergrund (Figur – Grund) nur noch mit Schwierigkeiten oder sogar gar nicht erkennbar (d.h. berechenbar).
- Entsprechende Erkennungsleistungen und Erkennungsprobleme ergeben sich z.B. bei der Beobachtung von Tieren mit „Tarnmusterung“, etwa Eidechsen in Felsgelände.

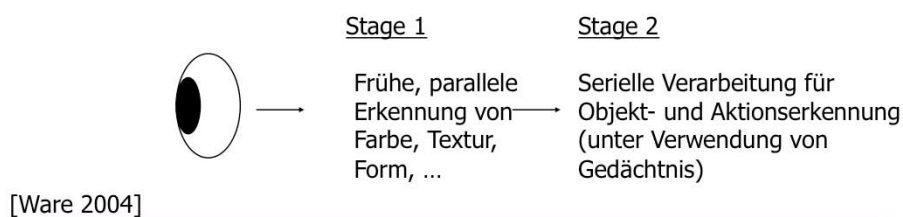
Wahrnehmung und Aufmerksamkeit

- Einige Schritte innerhalb der visuellen Wahrnehmung
 - erfolgen **präattentiv**,
d.h. ohne fokussierte Aufmerksamkeit.
 - Diese Verarbeitungsschritte benötigen sehr geringen Zeitaufwand (100 – 250 msec)
- Präattentive Wahrnehmung
≈ Wahrnehmung, die vor den Aufmerksamkeit erfordernden Schritten erfolgt.

- Phänomene der präattentiven Wahrnehmung sind für den Bereich des HCI aus (mindestens) zwei Gründen sehr wichtig:
 1. Präattentive Prozesse laufen automatisch und sehr schnell ab. Dies bedeutet z.B., dass die Bearbeitung von Aufgaben der Art, wie sie auf Folie 5-31 aufgelistet werden, von BenutzerInnen im „günstigen Fall“ keine besondere Belastung darstellt.
 2. Andererseits können präattentive Prozesse zu Aufgabenbearbeitungen führen, die von „bewussten“ / zielgeleiteten Prozessen nur mit (z.T. erheblich) grösserem Aufwand „überschrieben“ werden können. (Stroop-Effekt).
- Zur zeitlichen Größenordnung: Sakkaden 150 – 200 msec. (vgl. Folie 3-22).

Ein einfaches Zwei-Stufen Modell der Wahrnehmung

- Zwei Prozess-Stufen
 - *Low-level vision*: Parallele Extraktion von Eigenschaften der wahrgenommenen Objekte
 - *High-level vision*: Sequentielle zielgerichtete Verarbeitung



Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 100

- Aus einer Prozessorientierten Sichtweise, kann die visuelle Wahrnehmung in zwei Stufen unterteilt werden, eine erste Stufe der parallelen, weitgehend automatischen Verarbeitung und eine zweite der sequentiellen, zielgerichteten Verarbeitung.
Der folgende Abschnitt fokussiert auf automatische Prozesse unserer menschlichen visuellen Wahrnehmung, die wir kaum oder sogar gar nicht steuern können.

Die Folien [3-99 und 3-100, sowie 3-120 bis 3-127] basieren auf (englisch-sprachigen) Folien zur präattentiven Wahrnehmung von John T. Stasko in der Vorlesung [CS 7450--Information Visualization](http://www.cc.gatech.edu/~john.stasko/7450/)

Vorlesung <http://www.cc.gatech.edu/~john.stasko/7450/>

- John T. Stasko
Professor
School of Interactive Computing
College of Computing & GVU Center
Georgia Institute of Technology
Atlanta, GA 30332-0760

Das zwei-Stufen Modell der Wahrnehmung

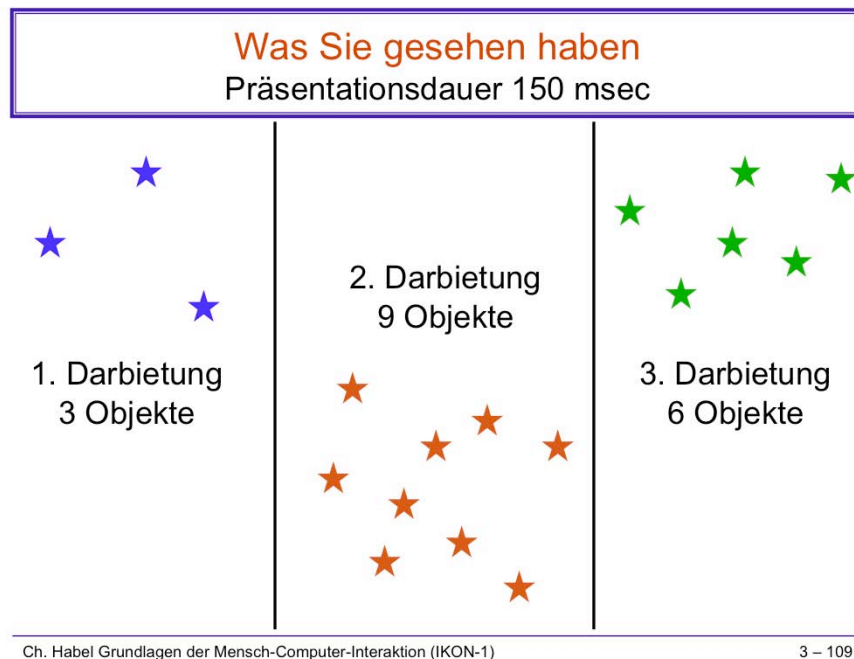
- Stage 1 - Low-level – parallel
 - Neuronenverbunde verarbeiten - in speziellen Arealen – unterschiedliche Arten von visuellen Eigenschaften:
 - Orientierung, Farbe, Textur, Bewegung, etc.
 - Verarbeitung erfolgt **automatisch** und schnell
 - Information ist transient, d.h. wird nur sehr kurzfristig gespeichert (*iconic stores*)
 - Bottom-up datengetriebene Verarbeitung
 - **pre-attentive processing**
- Stage 2 - High-level – sequentiell, Ziel-gerichtet
 - Langsamere, serielle Verarbeitung processing
 - erfordert Zugriff auf Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis
 - Top-down (vor-)wissensgetriebene Verarbeitung

Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko (siehe hierzu Anmerkung zu Folie 3-100).

Subitizing-Experiment

- Sie werden gleich drei Aufgabenfolien sehen, auf denen Sie die **Anzahl** der präsentierten Objekte erkennen sollen.
- Die Folien werden jeweils durch ein Fokussierungssitem eingeleitet. Anschliessend erscheint – sehr schnell – die Aufgabenfolie.
- Schreiben Sie nach der Aufgabe, die von Ihnen ermittelte Anzahl auf.

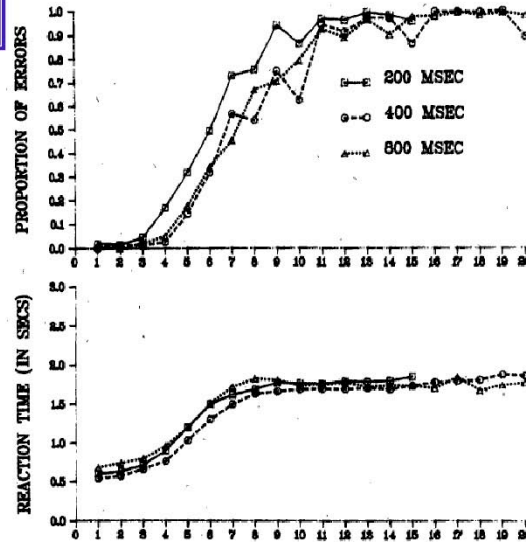
- Das Phänomen des *Subitizing* wird auf der Folie 3-109 erläutert.
- Erläuterungen zum Phänomen und Demos (andere als die in der Vorlesung verwendeten) finden Sie über die Web-Seite von Lana Trick
<http://www.psychology.uoguelph.ca/faculty/trick/>



- Dies sind die drei in der Vorlesung präsentierten Konstellationen von Objekten.
- Wie sich die TeilnehmerInnen der Vorlesung erinnern können, entsprachen die – durch Abfrage und Handzeichen – erhobene Anzahlen inkorrekt er Antworten, in etwa den von Mandler & Shebo experimentell erhobenen “proportions of errors” (vgl. Folie 3-109).

Subitizing

- **subitizing**
unmittelbares Erkennen
einer Anzahl,
im Gegensatz zum
Zählen [*subito* – *plötzlich*]
- Experiment
Mandler & Shebo (1982)
 - Darbietungszeiten
200, 400, 800 msec
 - Fehlerrate (oben)
 - Reaktionszeit (unten)



Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 110

Menschen können die Anzahl von Objekten im Sehfeld, auch wenn sie diese nur sehr kurzfristig sehen, erkennen (ohne zählen zu müssen), wenn es sich um eine geringe Anzahl handelt. Dieser Prozess wird als *subitizing* bezeichnet.

- Der Zeitraum, der für schnelles Erkennen benötigt wird, beginnt mit der unteren Grenze von 150 - 200 msec; eine längere Darbietung bis zu 800 msec verbessert die Erkennungsleistung nicht mehr wesentlich. (Bei längerer Wahrnehmungsdauer beginnt die Möglichkeit zu zählen.) vgl. die drei Kurven in den Graphen der Abbildung auf der Folie.
- Die Fehlerrate - aber auch die Reaktionszeit (\approx Zeit bis zum Beginn der Antwort) – steigt im Bereich zwischen 3 und 7 bis 9 items an; danach liegt eine gleichbleibende hohe Fehlerrate (Bereich in dem Zählen erforderlich ist).
- Mandler, G., & Shebo, B. J (1982). Subitizing: An analysis of its component processes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111. 1–22.
Die Abbildungen der rechten Spalte sind Fig. 3 aus Mandler & Shebo (1982) entnommen.

Subitizing – Fazit

- Subitizing erfolgt präattentiv
Zählen verlangt Aufmerksamkeit
- Leistung beim *subitizing*
 - ist abhängig von den Bedingungen der Darbietung
 - Darbietungsdauer, Eigenschaften der Objekte, Kontext
 - weist – geringe – interindividuelle Unterschiede auf
 - *Übergang* Subitizing - Zählen bei 4 - 6 Objekten
 - kann – in geringem Umfang – trainiert werden
- scheint eine wichtige Rolle zu spielen, wenn Kinder das Konzept Anzahl bzw. die Fähigkeit, zu zählen, lernen.

- Subitizing wird von manchen Wissenschaftlern als Vorstufe bzw. als Voraussetzung für die Fähigkeit zu zählen angesehen.
- Da auch in Tierexperimenten (z.B. bei Primaten, aber auch bei Vögeln) die Fähigkeit Anzahlen (im englischen auch als *numerosities* bezeichnet) bis in den Bereich von 8 - 10 Objekten zu unterscheiden, festgestellt werden konnte, werden subitizing-Mechanismen als grundlegende, vermutlich evolutionär ausgebildete Mechanismen unserer Wahrnehmung angesehen.
- Für den HCI-/MCI-Bereich wichtig ist, dass für Konstellationen bestehend aus bis zu 4 oder 5 Objekten, sehr schnell, auch unter ungünstigen Bedingungen, die Anzahl der Objekte erkannt werden kann. Jenseits von 5 Objekten ist mit geringerer Korrektheit zu rechnen. (Relevant für Konstellationen, die einen „Wiedererkennungswert“ haben sollen.)
 - Dies gilt für Konstellationen, die nicht als konventionell sind, wie z.B. die Darstellungen auf Würfeln. Entsprechende Konstellationen sind Langzeit-Gedächtnis gespeichert, und können als Muster, d.h. als Einheiten, wahrgenommen werden.

Vom *Subitizing* zum *multiple object tracking*

- Prozesse, die beim *subitizing* beteiligt sind, scheinen auch für die „Verfolgung“ von mehreren – sich voneinander unabhängig – bewegendem Objekten [*multiple object tracking* / *MOT*] eine Rolle zu spielen.
 - MOT ist relevant für Koordination von Bewegung
- MOT erfordert – bei einer grösseren Anzahl von Objekten – Aufmerksamkeit, d.h. es – in solchen Fällen – keine präattentive Leistung.

Multiple object tracking bezeichnet die Aufgaben (bzw. die Fähigkeit) mehrere Objekte, die sich unabhängig voneinander – in einer Umgebung von anderen sich bewegendem Objekten – über die Zeit zu verfolgen. Als Beispiel hierfür, denken Sie etwa an die Aufgabe, 4 bestimmte Personen (etwa als potentielle Ladendiebe Verdächtige) in einer Menge anderer Personen (d.h. die Gruppe der unverdächtigen Kunden), über die Zeit zu verfolgen (d.h. „im Blick zu behalten“).

- Im folgenden werden – in der Vorlesung – zwei derartige MOT-Aufgaben präsentiert.

Literatur zum Thema (MOT):

- Scholl, B. J., & Pylyshyn, Z. W. (1999). Tracking multiple items through occlusion: Clues to visual objecthood. *Cognitive Psychology*, 38, 259 - 290.
- Scholl, B.J. (2001). Objects and attention: The state of the art. *Cognition*, 80, 1–46.
- Pylyshyn, Z. W. (2001). Visual indexes, preconceptual objects, and situated vision. *Cognition*, 80, 127 - 158.

Multiple object tracking Experiment

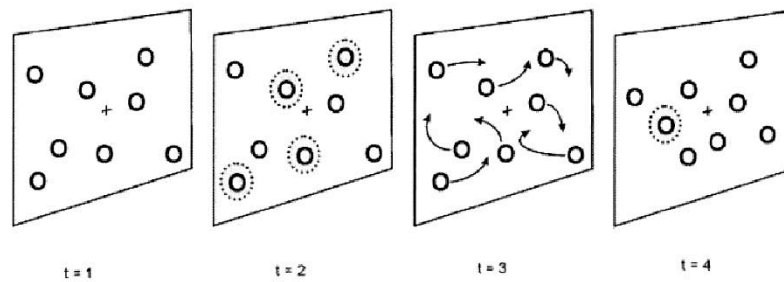
1. Sie werden gleich eine Objektkonfiguration sehen.
 2. Nach einigen Sekunden werden einige der Objekte aufblinken.
 3. Anschliessend setzen sich alle Objekte in Bewegung.
- Verfolgen Sie die Objekte, die in Phase 2 geblinkt haben !!!
 - Wenn alle Objekte wieder in Ruhe sind, sollten Sie versuchen, die Objekte zu identifizieren, deren Bewegung sie verfolgt haben.

Zu QUICKTIME wechseln: Start mit ⌘ F

1. MOT-occ-baseline final
2. MOT.mov.final

- Erläuterungen zum Phänomen und Demos (andere als die in der Vorlesung verwendeten) finden Sie über die Web-Seite von Zenon Pylyshyn
<http://rucss.rutgers.edu/faculty/pylyshyn/DemoPage.html>

Typical MOT experiment



- Diese Abbildung veranschaulicht die Phasen des Experiments, wie es im psychologischen Labor durchgeführt wird. Der Unterschied zur Demonstration in der Vorlesung besteht darin, dass im Experiment in Phase t=4 durch Maus-Klick die Versuchsperson die Objekte markiert, von denen sie annimmt, dass sie diese seit dem Anfang (t=2) verfolgt hat.
- Pylyshyn, Z. W. (2001). Visual indexes, preconceptual objects, and situated vision. *Cognition*, 80, 127 - 158.

Figure 6. p. 142

Multiple object tracking

- Leistung beim *multiple object tracking*
 - ist abhängig von den Bedingungen der Darbietung
 - Geschwindigkeit
 - Eigenschaften der Darbietung: Verdeckung
 - Anzahl der Objekte: target vs. distractor
 - weist – geringe – interindividuelle Unterschiede auf
 - Verfolgbare Objekte 4 ± 2
 - kann durch Training – in geringem Umfang – verbessert werden
- MOT ist relevant
 - für Koordination von Bewegung, insbesondere koordinierte Bewegung in Gruppen
 - MOT-Forschung wird intensiv bei der Entwicklung von Video-Spielen eingesetzt.

- Die Parameter der beiden Aufgabentypen *subitizing* und *multiple object tracking* weisen im Hinblick auf die Anzahl der Objekte, die automatisch verarbeitet werden können, sowie auf die Konstellationen der Umgebung (Distraktoren) sowie Zeitdauer der Präsentation / Geschwindigkeit grosse Übereinstimmungen auf. Dieser Zusammenhang spielt in der wissenschaftlichen Untersuchung der Phänomene eine zentrale Rolle.
- Im Bereich der interindividuellen Unterschiede bzw. des Trainings hat sich gezeigt, dass Personen mit intensiver Video- / Computerspiel-Erfahrung - im Mittel - höhere Leistungen erbringen können.
Die Leistungssteigerung gegenüber anderen Personengruppen beträgt nur wenige Items (bis in den Bereich von 6-7) Items, abhängig von der sonstigen Aufgabenstellung (Anzahl des Distraktoren, Geschwindigkeit).
Green, C.S. & Bavelier, D. (2006). Enumeration versus multiple object tracking: the case of action video game players. *Cognition*, 101. 217-245.
- Für Entwickler von Spielsoftware ergibt sich damit, dass der Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellung nur in einem (sehr) begrenzten Bereich gesteigert werden kann; die Funktionsprinzipien des menschlichen Wahrnehmungssystems erlauben nur gewisse Erfolge durch Training.

Change blindness

- Bewegung \approx Veränderung der Lokation von Objekten
- Aber
Veränderung zu erkennen, kann schwierig sein

- Im folgenden werden – in der Vorlesung – einige Change blindness -Aufgaben präsentiert.
 1. kayakflick
 2. Blink-O'Regan
 3. mudsplash-O'Regan
 4. sol_Mil_cinepack
- Erläuterungen zu Phänomenen und Demos (u.a. die in der Vorlesung verwendeten) finden Sie über die Web-Seite von J. Kevin O'Regan
<http://nivea.psychology.univ-paris5.fr/>

Change blindness

- Bewegung \approx Veränderung der Lokation von Objekten
- Aber
Veränderung zu erkennen, kann schwierig sein
und zwar, u.a.
 - wenn die Veränderungen klein sind,
 - wenn die Aufmerksamkeit auf anderes gelenkt ist (Ablenkung)
 - wenn die Veränderung sehr langsam vorgeht.

- Weitere Informationen zu Change Blindness finden sie über die Web-Seiten von Ronald A. Rensink
<http://www.cs.ubc.ca/~rensink/>
Rensink forscht und lehrt in den Gebieten Psychologie und Human-Computer Interaktion.

Präattentive Wahrnehmung: Zwischenstand

- Stage 1 - Low-level – Parallel
 - Verarbeitung erfolgt **automatisch** und schnell
 - Information ist transient, d.h. wird nur sehr kurzfristig gespeichert (*iconic stores*)
 - Bottom-up datengetriebene Verarbeitung
 - *pre-attentive processing*
- betrifft **dynamische** und **statische** Phänomene

- Die Phänomenbereiche subitizing, multiple object tracking, und change blindness können als dynamische Phänomene (bzw. Phänomene mit dynamischem Charakter) angesehen werden, da in der wahrgenommenen Umwelt Dynamik eine zentrale Rolle spielt.
- Im nächsten Unterabschnitt werden Phänomene, die präattentive Verarbeitung bei statischen Stimuli (die wahrzunehmende Umwelt, d.h. das präsentierte Material, ist statisch) betreffen.

Noch einmal *Zählen oder Sehen*:
Wie viele 3en?

1281768756138976546984506985604982826762
9809858458224509856458945098450980943585
9091030209905959595772564675050678904567
8845789809821677654876364908560912949686

- Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko (siehe hierzu Anmerkung zu Folie 3-99).

Noch einmal *Zählen oder Sehen*:
Wie viele 3en?

12817687561**3**3976546984506985604982826762
980985845822450985645894509845098094**3**585
90910**3**0209905959595772564675050678904567
8845789809821677654876**3**54908560912949686

- Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko

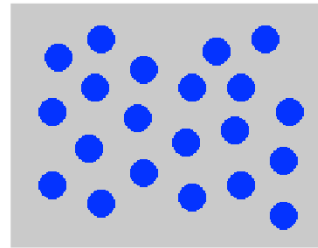
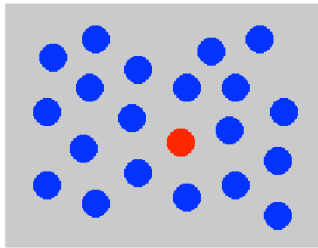
Einige – eventuell – präattentiv lösbare Aufgaben

- **Zielerkennung**
 - Ist ein gewisses Objekt im visuellen Feld (Sehfeld) vorhanden?
- **Grenzerkennung**
 - Können gewisse Objekte gruppiert werden?
- **Anzahlermittlung**
 - Wie viele Elemente einer gewissen Art sind im visuellen Feld (Sehfeld) vorhanden?

- Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko

Farbe

Bestimme, ob ein rotes Objekt vorhanden ist.

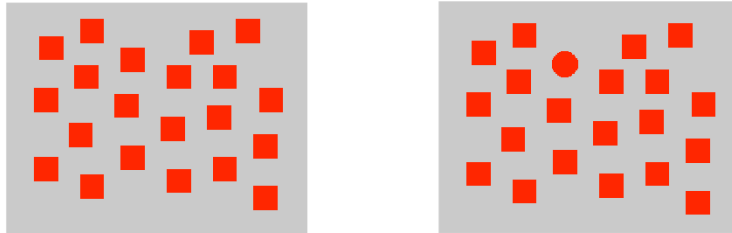


Menschen können dies schnell erkennen: „pop out“
Die umgebenden Objekte werden als Distraktoren bezeichnet.

- Ein rotes Objekt - unter umgebenden blauen Objekten – „springt sofort ins Auge“. Das Erkennen erfolgt automatisch, ohne dass nach dem Objekt gesucht werden müsste.
- Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko

Form

Bestimme, ob ein roter **Kreis** vorhanden ist.



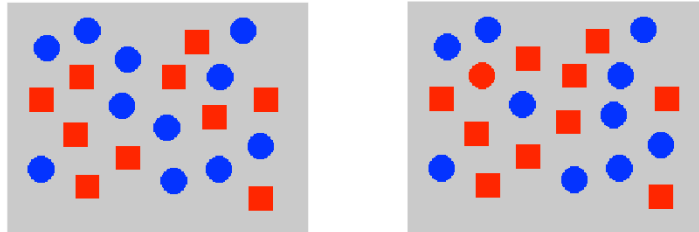
Menschen können dies schnell erkennen: „pop out“

- Ein rundes Objekt - unter umgebenden quadratischen Objekten – „springt ebenfalls ins Auge“. Auch hier erfolgt das Erkennen erfolgt automatisch, ohne dass nach dem Objekt systematisch gesucht werden müsste.
Der pop-out Effekt ist bei den meisten Personen schwächer als im vorangehenden Beispiel „Farbe: rot vs. blau“

Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko (siehe hierzu Anmerkung zu Folie 5-8).

Farbe und Form

Bestimme, ob ein **roter Kreis** vorhanden ist.



- Kann nicht präattentiv erkannt werden.
- Benötigt sequentielles Absuchen.
- Konjunktion der *features* (Farbe und Form) verursacht die Schwierigkeit.

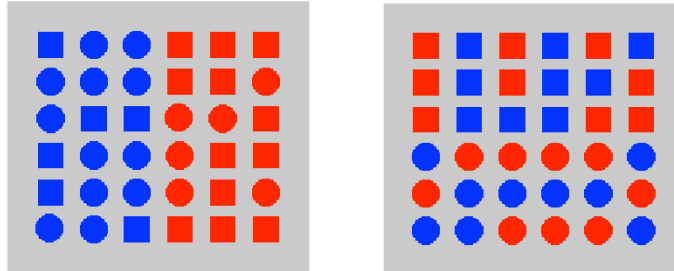
- Die Variation bzgl. zwei perzeptuellen Eigenschaften (*features*), nämlich
 - Farbe: rot vs. blau
 - Form: kreis vs. quadrat

ist nicht mehr präattentive verarbeitbar. Hier muss sequentielle Suche eingesetzt werden.

Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko (siehe hierzu Anmerkung zu Folie 5-8).

Farbe versus Form

Existiert eine Grenze ?



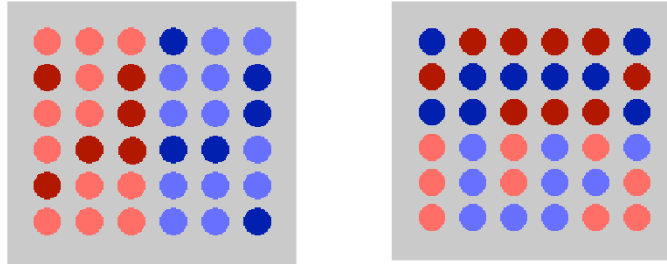
Links: Grenze wird präattentiv erkannt; Farbe und Form konfigurieren nicht.

Rechts: Grenze (horizontal) wird nicht präattentiv erkannt, da Farbe und Form vorhanden.

Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko

Farbton versus Helligkeit

Existiert eine Grenze ?



Links: Variation in der Intensität scheint zu interferieren, d.h. die präattentive Wahrnehmung zu erschweren..
 Rechts: Helligkeitsbasierte Grenze (horizontal) kann präattentiv erkannt werden.

- Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko

Präattentiv wirksame visuelle Merkmale

Key Feature, d.h. solche mit vorrangiger Wirkung

- **Farbe**, Farbton, Helligkeit, Farbintensität
- **Form** / shape
- **Grösse**, Länge, Breite
- **Textur**

- **Bewegung**
 - Richtung der Bewegung
 - Aufblitzen

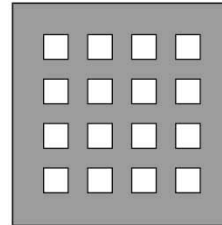
- Die verschiedenen Feature sind in ihrer pop-out Wirkung nicht gleich stark.

Folie basiert auf Unterlagen von J.T. Stasko

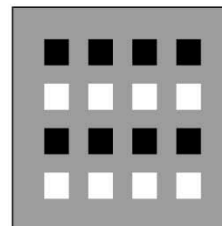
- Im folgenden Unterabschnitt „Gestaltphänomene“ werden die Beispiele zum Erkennen von Grenzen (Folien 5-35 -5-36) unter anderen Sichtweise diskutiert.

Perzeptuelle Organisation / Gestaltprinzipien

- Das Problem der **Perzeptuellen Organisation**:
Wahrnehmung als Interaktion
lokaler und globaler Prozesse



- Aufgaben der *Perzeptuellen Organisation*
 - Perzeptuelle Gruppierung
 - Regionenanalyse
 - Figur-Grund Organisation
 - Visuelle Interpolation

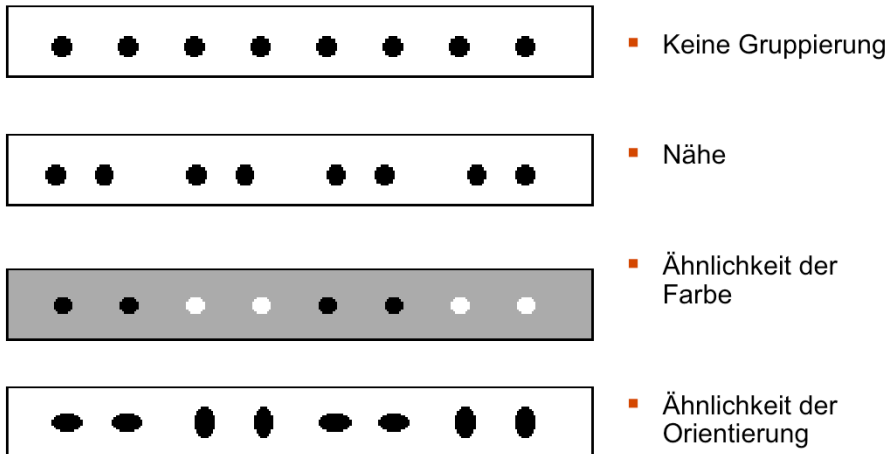


Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 133

- Wahrnehmung basiert auf der Interaktion lokaler und globaler Prozesse. Insbesondere in der frühen visuellen Wahrnehmung scheinen lokale Prozesse, wie die der Kantendetektion im Vordergrund zu stehen. (Aber: Die Verschaltung lokaler Prozesse kann durchaus zu globaleren, d.h. weniger lokalen, Prozessen führen (vgl. Bewegungsdetektion!))
- „Perzeptuelle Organisation“ beschreibt einen Phänomenbereich, der insbesondere die Aufgaben von Gruppierung und Zusammenhang betrifft. (Im weiteren werden einige Gruppierungsprinzipien beispielhaft vorgestellt. Aus ihnen sind Prinzipien für die Gestaltung, etwa für das Interface-Design (Bildschirmlayouts) ableitbar.)
- Grundlegende Arbeiten zur perzeptuellen Organisation wurden durch die sogenannte „Gestaltpsychologie“ geleistet, einer Richtung der Psychologie, die in den 20er-Jahren in Deutschland grossen wissenschaftlichen Einfluss besass. (Die wichtigsten Vertreter der Gestaltpsychologie mussten in den 30-er Jahren emigrieren; hierdurch wurde die wissenschaftliche Psychologie in Deutschland nachhaltig zurückgeworfen.)
- Zu den Abbildungen: Obwohl die beiden abgebildeten Strukturen jeweils aus 16 kleinen Quadraten in einem grossen Quadrat bestehen, nehmen wir jeweils 4 Reihen von 4 Quadraten dar, d.h. wir bilden Gruppierungen. Im unteren Fall erfolgt durch die Einfärbung sogar eindeutig eine weitergehende Strukturierung, nämlich in zwei Paare waagerechter Reihen.

Gruppierungsprinzipien (1)

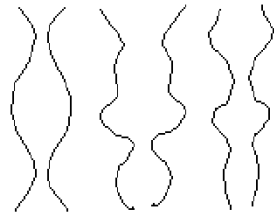


Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

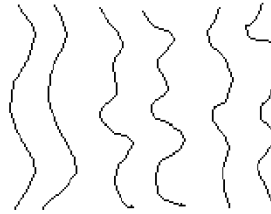
3 – 134

- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 258.
- Im Gegensatz zur obersten Reihe, bei denen keine weiteren Merkmale – ausser dem Merkmal, dass zur Gruppierung , d.h. Reihenbildung führt – vorliegen, sind in den weiteren Strukturen paarweise Merkmalsähnlichkeiten dafür verantwortlich, dass jeweils bestimmte Untergruppen gebildet werden.

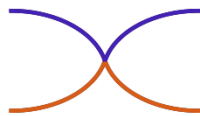
Gruppierungsprinzipien (2)



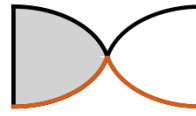
Symmetrie



Parallelität



Fortsetzung / Continuity



Geschlossenheit

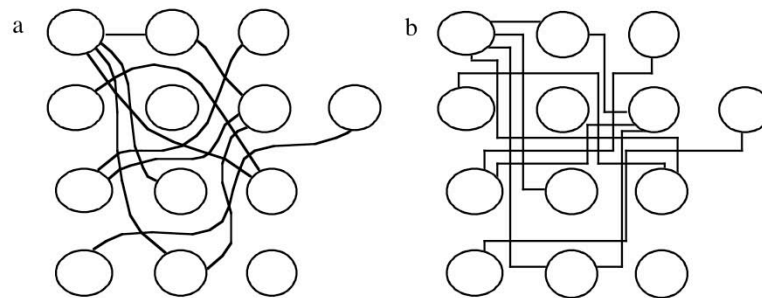
Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 135

- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 258.
- In den Abbildungen werden vier wichtige Prinzipien der perceptuellen Organisation, häufig auch als „Gestaltgesetze“ veranschaulicht.
 - Symmetrie und Parallelität von Linien / Kurven werden als Indizien für Zusammengehörigkeit (im Sinne von: „...gehören zu einer Struktur“ aufgefasst).
 - Das „Prinzip der guten Fortsetzung“ besagt, dass die Kurventeile (Kantenteile), die einen „glaten Übergang“ (im Sinne der Differentialgeometrie) ermöglichen, zusammengehören.
 - Das „Prinzip der Geschlossenheit“ fasst die Linienelemente zusammen, die eine Region, d.h. ein Objekt höherer Dimension, bilden.
- Gemeinsam ist diesen Prinzipien die folgende Grundidee:
Wenn gewisse spezifische Beziehungen zwischen Elementen einer Struktur gefunden werden, so ist zwischen zufälligem Vorliegen dieser Beziehungen, und systematischem (bzw. kausal bedingtem) Vorliegen zu unterscheiden.
 - Beispiel: Wenn vier Linienstücke sich in einer x-artigen Konstellation treffen (s.o.), dann ist es vernünftig hier anzunehmen, dass wir es mit zwei glatten Linien zu tun haben.

Kontinuität in Diagrammen

- Verbindungen mit – geeignet – gebogenen Linien sind leichter zu erkennen als solche rechtwinkligem Richtungsänderungen.
- „Verbindungen“ in MS Office Zeichenwerkzeugen

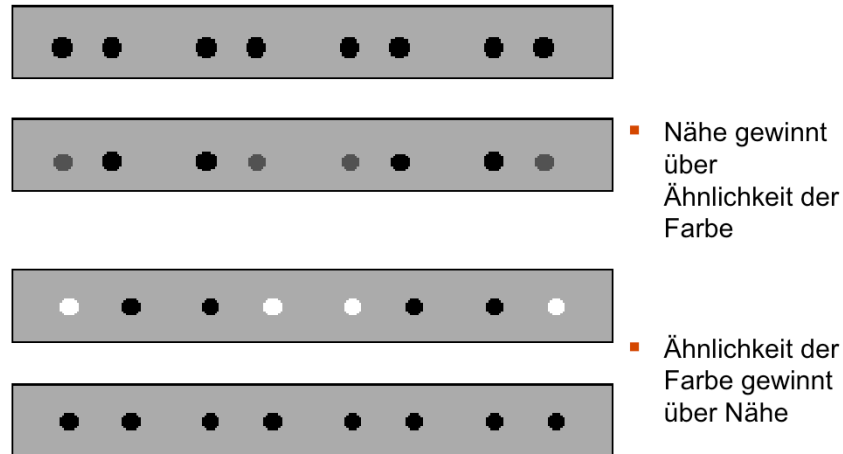


Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 136

- Ware, Colin (2004) Information Visualization: Perception for design. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann. (2nd Edition);
Abb. entspricht Figure 6.8 (p. 193).
- Vgl. auch , Folie-13 von Ware's Lecture 5. Patterns for visualizing structures (<http://www.ccom.unh.edu/vislab/VisCourse/Lectures.html>)

„Konflikte“ zwischen Gruppierungsprinzipien



Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 137

- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 259-260.
- In Konstellationen, in denen zwei Gruppierungsprinzipien anwendbar sind, können sich diese unterstützen oder – wie in den obigen Fällen – auch im Konflikt zueinander stehen.
 - Wie derartige Konflikte „entschieden“ werden, ist häufig von individuellen Präferenzen der BetrachterInnen abhängig.
 - „Präferenz“ bezeichnet hier nicht die bewusste Einstellung einer Person, die wahrnimmt, sondern Verhaltens- / Leistungspräferenzen des Wahrnehmungssystems dieser Person.
 - Deswegen: Vorsicht! Es ist nicht gesagt, dass die Präferenzen der GestalterInnen von Layouts die gleichen sind, die die BenutzerInnen besitzen.

Visuelle Vervollständigung (1)

- Wahrnehmung von partiell verdeckten Objekten ist eine Standardsituation

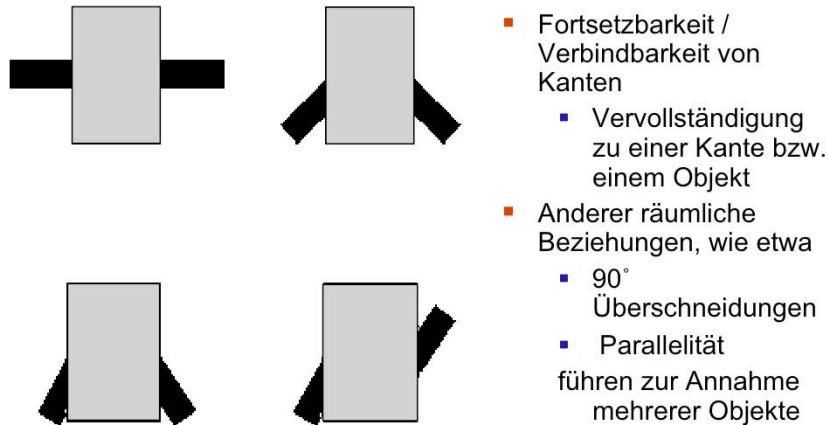


- Visuelle Vervollständigung ist eine Reaktion auf partielle Verdeckung



- Ein spezifischer Fall der Figur-Grund-Gliederung stellen Phänomene der Vervollständigung bei der Wahrnehmung dar.
Unsere Wahrnehmung muss in sehr vielen Fällen (beinahe ist dies der Standardfall) die Interpretation partiell verdeckter Objekte ermöglichen. Z.B. sehen wir sehr häufig nur Teile von Personen, die uns gegenüber sitzen (Verdeckung durch Tische etc.)
- Die „Vervollständigung“ des Perzipierten findet schon früh statt, d.h. es ist nicht nur ein Prozess der späten, wissensbasierten visuellen Wahrnehmung.
- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 288.
- Die in der Abb. (obere Reihe) dargestellte Wahrnehmungssituation kann u.a. auf den folgenden Konstellationen beruhen (untere Reihe):
 - Ein Quadrat verdeckt partiell einen Kreis
 - Ein Quadrat berührt einen „drei-viertel“-Kreis
 - Ein Quadrat verdeckt partiell ein Objekt, das im nicht-verdeckten Teil ein „drei-viertel“-Kreis ist, und das darüberhinaus im verdeckten Bereich irgendwie geformt ist.
- Unsere Wahrnehmung präferiert den ersten Fall.

Visuelle Vervollständigung (2): Verdeckte Kanten

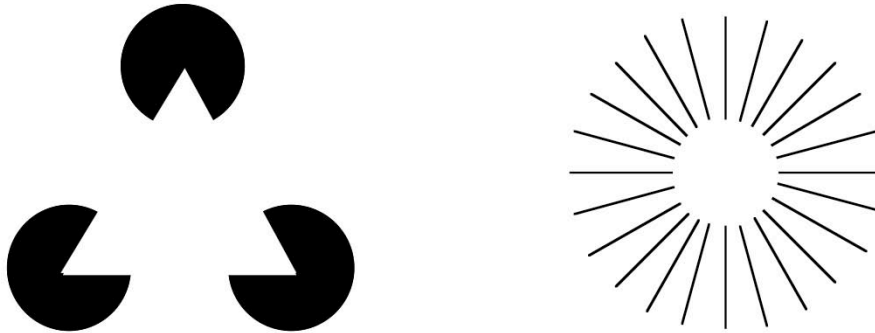


Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 139

- Ein spezieller, besonders wichtiger Fall der visuellen Vervollständigung betrifft die Verdeckung von Kanten.
- Die obigen Abbildungen stellen Konstellationen dar, in denen lineare Objekte (z.B. als Balken, Stäbe, etc.) durch einen grösseren, flächigen Körper verdeckt werden. Das Wahrnehmungssystem hat die Frage zu lösen, ob es sich hierbei um die Verdeckung von einem Objekt oder von zwei Objekten handelt. Zur Anwendung kommen hier Varianten der bekannten Gestaltprinzipien der guten Fortsetzung.
- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 291.

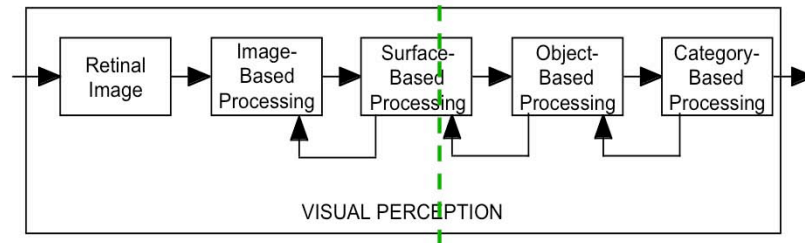
Visuelle Vervollständigung (3): Kontur Illusionen



Kanisza Dreieck

- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 293–294.
- Ein weiterer wichtiger Fall visueller Vervollständigung ist der der Kontur-Illusionen (s. Abbildungen):
 - Wir sehen in der linken Abbildung ein Dreieck, insbesondere sehen wir auch dort – nämlich zwischen den Kreisausschnitten – eine Kante, wo keine physikalisch realisierte Kante existiert.
 - Entsprechend nehmen wir in der rechten Abbildung einen Kreis wahr, obwohl keine Kreislinie existiert.
- In diesen Fällen werden – durch die frühe Wahrnehmungsprozesse (vermutlich schon in V1, V2) – Kanten erzeugt. Es dürfte sich um Prozesse handeln, die für Aufgaben der visuellen Vervollständigung benötigt werden, in manchen Fällen jedoch (Kontur-Illusionen) Vervollständigungen erstellen, die „nicht gerechtfertigt“ sind (und genau darum dreht es sich, wenn von „Illusion“ gesprochen wird).
 - Anm. 1: Forschung zu visuellen Illusionen ist wichtig, weil hierdurch die Prinzipien der Wahrnehmung untersucht werden.
 - Anm. 2: Kontur-Illusionen können z.T. bei der graphischen Gestaltung auftreten, ohne dass es beabsichtigt war.

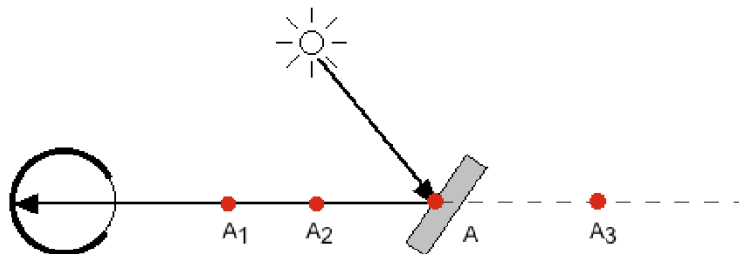
Vier Stufen der visuellen Wahrnehmung



- Helligkeits- und Farbverarbeitung: insbesondere für die Kantenerkennung und Bildung von 2-D-Primitiven notwendig.
- Von Linien über Regionen zur 3D-Wahrnehmung und Objekterkennung
 - Gestaltprinzipien
 - Tiefenwahrnehmung
 - Objekterkennung & 3D-Modell

- Nach der Diskussion von Gestaltprozessen, die in die Phase des *surface based processing* einzuordnen sind, beginnt die Darstellung der Tiefenwahrnehmung und Objekterkennung
- Die Darstellung folgt Palmers Abbildung (vgl. P99, p.85.)

Das Basisdilemma der Tiefenwahrnehmung



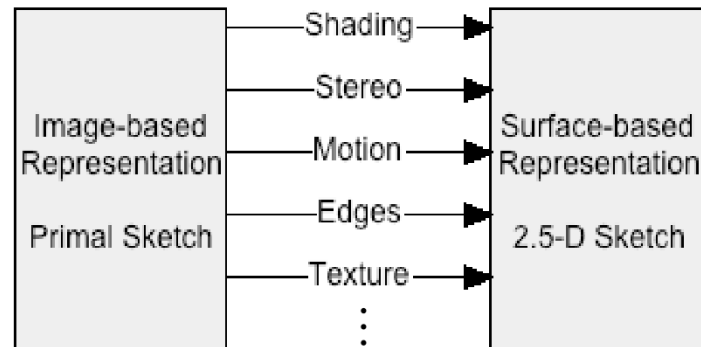
- **Inverse projection problem**

Woher weiss der Betrachter, dass das Licht (die Reflektion) von Punkt A kommt, und nicht von einem der Punkte A_1 , A_2 oder A_3 ?

- Das Problem der inversen Projektion ist grundsätzlich nicht eindeutig lösbar. D.h. wir machen Annahmen über wahrscheinliche / plausible Lösungen.

- Das Grundproblem der Tiefenwahrnehmung:
Das retinale Bild ist zweidimensional. Aus dieser 2-D-Information soll eine Repräsentation der 3-D-Welt aufgebaut (rekonstruiert) werden.
- *Inverse projection problem*: Verschiedene Punkte der 3-D-Welt werden auf den gleichen Punkt der Retina projiziert. Werden die 3-D-Positionen der Punkte auf einer Projektionsgeraden unterschieden, so bedeutet dies, dass Tiefeninformation, also Information, die über die Orientierung der Projektionsgeraden hinausgeht, berücksichtigt wird.
- Generell gilt, dass durch Projektionsabbildungen mehrere Urbilder auf ein Bild abgebildet werden, d.h. das Resultat ist nicht eindeutig dahingehend bestimmt, aus welchem unter verschiedenen möglichen Urbildern es hervorgegangen ist.
- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 201.

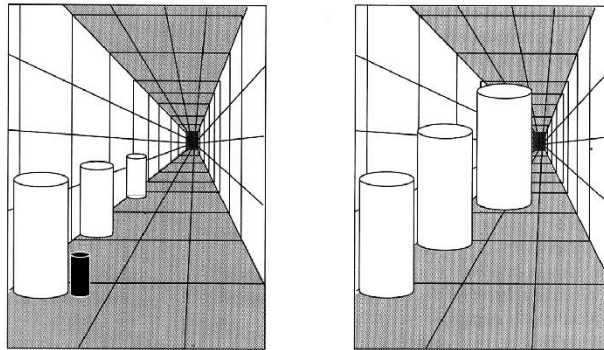
Der Übergang vom *primal sketch* zum 2.5-D sketch



- (weitgehend) unabhängige Module für die Berechnung von Tiefeninformation

- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 203.
- Die von David Marr vorgeschlagene Repräsentation des 2.5-D-sketch beinhaltet Tiefeninformation, d.h. die Hauptaufgabe bei der Erstellung einer derartigen 2 1/2 dimensionalen Repräsentation besteht darin, aus verschiedenen Informationsquellen Hinweise über die 3-D-Struktur der betrachteten Objekts zu erhalten und diese in den 2.5-D-sketch einzubringen.
- Die Anreicherung der 2-D-Repräsentation durch Tiefeninformation kann durch Berücksichtigung von Schatten (shading), Oberflächenstruktur (texture), die Eigenschaften der Kanten (edges), durch Stereoinformation, durch Ausnutzen von Bewegungsinformation, und weitere Quellen erfolgen. Meist werden mehrere dieser Informationsquellen ausgenutzt.
Im weiteren werden in dieser Vorlesung exemplarisch einige Aspekte der Tiefenwahrnehmung angesprochen. (Ausführlich ist dies dargestellt in Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. pp. 199-253)
- Anmerkung zum Stereo-Sehen: Die Tiefenhinweise, die wir durch Sehen mit zwei Augen erhalten, sind insbesondere im Nahbereich (bis etwa 1 m) wichtig. Überprüfen lässt sich diese Behauptung durch den Vergleich von einäugigem und beidäugigem Sehen in der Ferne (Selbstversuch!).

Hallway Illusion



- Größenunterschiede: „grösser ist weiter vorn“
- Textur vermittelt den Eindruck von Tiefe
 - Perspektive

- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 316.
- An der Hallway Illusion sollen zwei für die Tiefenwahrnehmung wichtige Typen von Information illustriert werden.
 - Textur: Boden und Decke, sowie die Seiten weisen eine regelmässige Strukturierung auf, die einen Tiefeneindruck entstehen lassen, dies ist (1) eine Schar von auf einen Fluchtpunkt zulaufenden Linien, und (2) die Gruppe von Parallelen, deren Abstand sich regulär verkleinert.
 - Grösse: In der linken Abb. wird durch die unterschiedliche 2-D-Grösse der Zylinder, der Eindruck hervorgerufen, dass es sich um 3 Zylinder – annähernd – gleicher Grösse handelt, die unterschiedlich weit entfernt sind. (Der schwarze Zylinder hat die gleiche 2-D-Grösse wie der „kleinste“ weisse Zylinder. In der rechten Abb. besitzen alle drei Zylinder die gleiche 2-D-Grösse. Unsere Wahrnehmung lässt aber – ausgelöst durch die Tiefeninformation der Textur – die Zylinder unterschiedlich gross erscheinen.
- Menschliche BetrachterInnen verfügen über Erfahrungen in der Wahrnehmung, z.B. im Hinblick auf Textur und Grösse. Wir setzen diese Erfahrungen ein, wenn wir neue visuelle Eindrücke haben.

Ames Room



Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 145

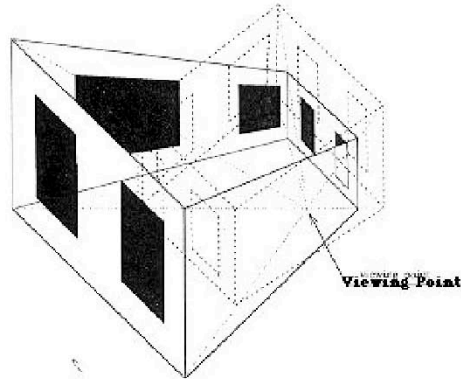
- Beobachter betrachten das Innere des Raumes durch ein Guckloch (\approx Verhinderung der binokularen Wahrnehmung). Die Wirkung (Fehlwahrnehmung) wird durch eine extreme unnatürliche Konstruktion des Raumes (siehe folgende Folie) erzielt: der Raum ist nicht quaderförmig, sondern ein schiefwinkliges Trapezoid. Dies führt zu einer Missinterpretation bei der Berechnung der Perspektive, die durch eine nicht-rechtwinklige Kachelung des Bodens (in Wirklichkeit sind es schiefwinklige Kacheln) verstärkt wird.

Siehe auch:

- http://en.wikipedia.org/wiki/Ames_room
- An Ames room is a distorted room that is used to create an optical illusion. Probably influenced by the writings of Hermann Helmholtz, it was invented by American ophthalmologist Adelbert Ames, Jr. in 1934, and constructed in the following year.
- Abbildungen aus
- <http://www-graphics.stanford.edu/courses/cs99d-00/projects/JasonAnderson-illusions.ppt>

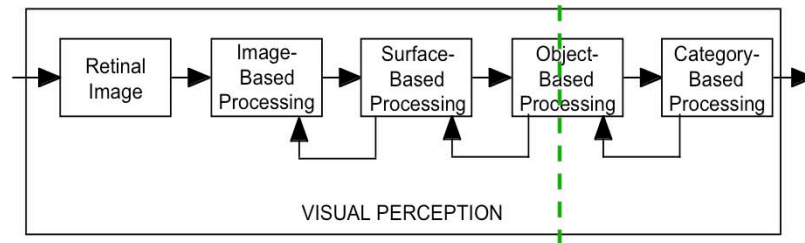
Ames Room (2)

- Guckloch verhindert Stereosehen
- Die verzerrte Geometrie des Raumes erzeugt das Bild eines Standardraumes (Quader)
 - die Ecken des Raumes scheinen äquidistant zu sein
- Seckel & Klarke: Diese (bottom-up) Eindrücke sind stärker als die Erfahrung (top-down)



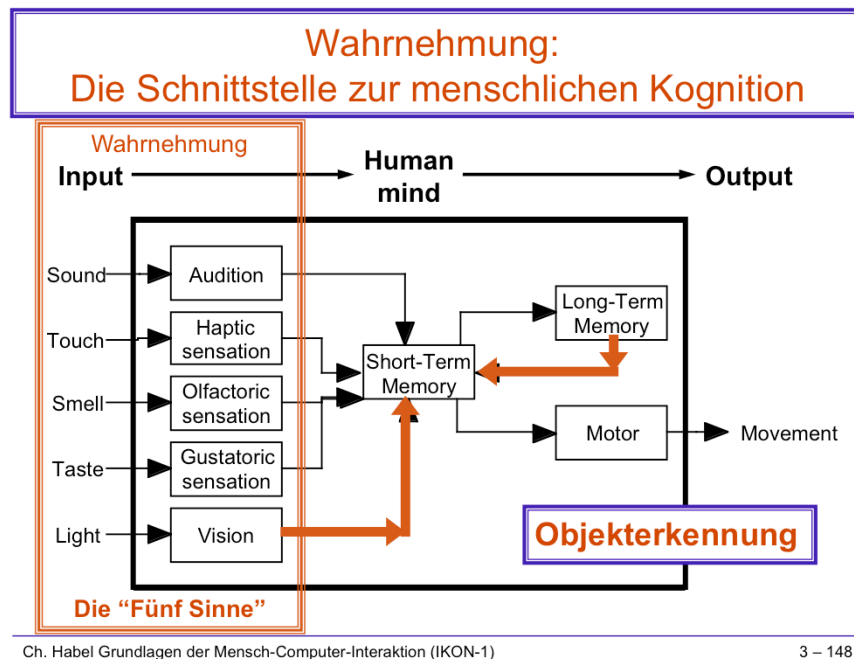
- Zu Seckel
<http://www.illusionworks.com/>
- Abbildungen aus
- <http://www-graphics.stanford.edu/courses/cs99d-00/projects/JasonAnderson-illusions.ppt>

Vier Stufen der visuellen Wahrnehmung



- Retinal image: 2-D Projektion der Umwelt
- Image based processing: Erkennen von Bildatomen, z.B. Kanten
- Surface based processing: 2-D-Primitive: Regionen,...
- Object based processing: 3-D-Primitive,
- Category based processing: Erkennen, Beziehung zum Wissen

- Die Darstellung folgt Palmers Abbildung (vgl. P99, p.85.)
- Wir befinden uns in der Darstellung gegenwärtig beim Übergang von der vorletzten zur letzten Phase.



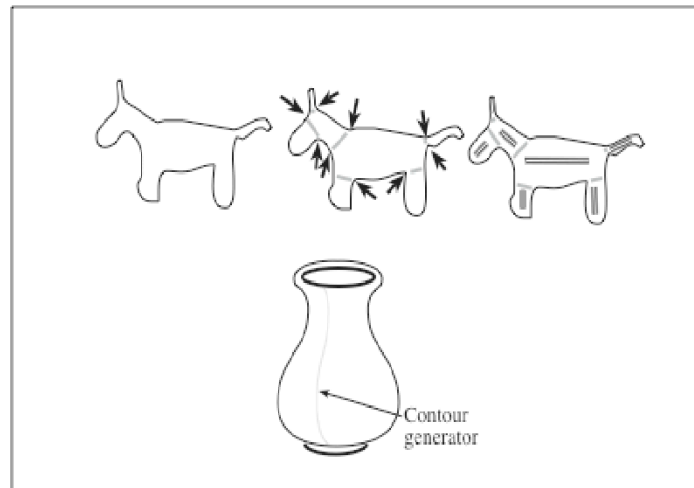
- Diese Abbildung ist eine Variante der auf der Folie 3-8 dargestellten Abbildung Figure 2.3.6 in Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. (p. 75).
hier ist insbesondere die kognitive Aufgabe der Objekterkennung hervorgehoben.

Objekterkennung / Objektmodelle

- Objekterkennung basiert auf Wissen über die
 - Objektteile
 - und deren räumliche Anordnung zueinander
 - typische Ansichten
 - insbesondere auch Konturen
- ➔ Verschiedene Ansätze fokussieren auf verschiedene Typen von Wissen, das bei der Objekterkennung verwendet wird:
 - Recognition by components (Biederman)
 - Viewpoint specific recognition

- Objektwahrnehmung basiert auf unserem Vorwissen über Objekte. Im weiteren wird exemplarisch der Ansatz von Irving Biederman vorgestellt. Ausführliche Darstellungen der Probleme der Objekterkennung geben:
 - Biederman, I. (1995). Visual object recognition. In Stephen M. Kosslyn & Daniel N. Osherson (eds.), *Visual Cognition – An Invitation to Cognitive Science (2nd ed.) Vol. 2.* (pp. 121–165). Cambridge, MA: MIT Press.
 - Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology.* Cambridge, MA: MIT-Press. p. 416–452.
- Die im folgenden erläuterten Untersuchungen verwenden als Versuchsmaterial Strichzeichnungen bzw. Umrisszeichnungen.
 - Die Resultate können auf andere Arten von Abbildungen und Wahrnehmungen übertragen werden (z.B. Photos, reale Objekte).
 - Die Wahrnehmung von Zeichnungen etc. spielt im Bereich der Präsentation von Objekten in der Mensch-Maschine-Interaktion eine grosse Rolle.

Konturen und strukturelle Skelette

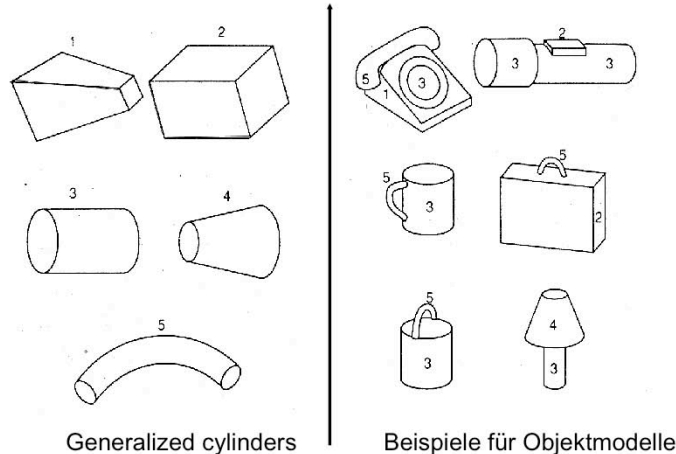


Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 150

- Ware, Colin (2004) Information Visualization: Perception for design. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann. (2nd Edition); Fig. 7.7 & Fig. 7.8 (p. 236)
Vgl. auch, Folie-13 von Ware's
Lecture 6. Objects and object-based displays (<http://www.ccom.unh.edu/vislab/VisCourse/Lectures.html>)
- Die hier verwendeten Abbildungen und insbesondere die zugrunde liegenden Theorien der visuellen Wahrnehmung gehen auf David Marr und Kollegen zurück:
 - Marr, D. & Nishihara, H. K. (1978). Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shape. In *Proc. of the Royal Society, Series B*, 200. (pp. 269–294).
 - Marr, David (1982). *Vision*. New York: W.H. Freeman.

Geon theory: Biederman



Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

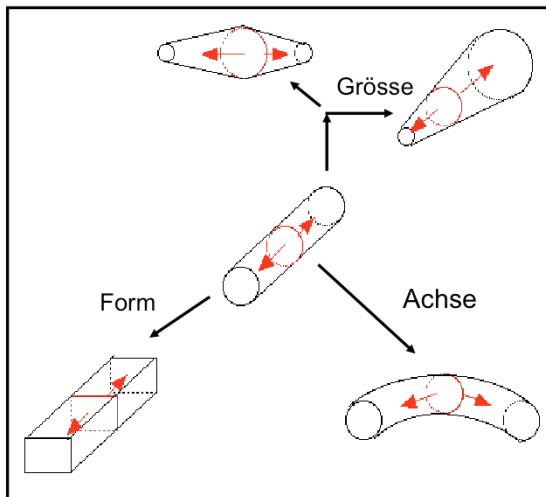
3 – 151

Abbildung aus:

Biederman, I. (1995). Visual object recognition. In Stephen M. Kosslyn & Daniel N. Osherson (eds.), *Visual Cognition – An Invitation to Cognitive Science (2nd ed.) Vol. 2*. Cambridge, MA: MIT Press. P. 140

- Wie wird nun das Wissen über die Form eines Objekts bzw. die Teile, aus denen ein Objekt besteht, gespeichert? Aufbauend auf Ansätzen aus dem Informatikbereich „Computer Vision“ schlagen viele KognitionswissenschaftlerInnen vor, eine Darstellung durch Geons (generalized cons / generalisierte Zylinder) zu verwenden.
- Die linke Abbildung zeigt einige Typen generalisierter Zylinder (ausführlicher siehe die folgende Folie)
- Biederman argumentiert dafür, dass die meisten Objekte, die wir in unserer Umwelt vorfinden, als Aggregate von wenigen (meist 3 – 4) Geons beschrieben werden können. (Beachte: Für eine Klassifikation / Objekterkennung kommt es im ersten Verarbeitungsschritt nicht darauf an, Details zu verwenden, sondern darauf, charakteristische Formen (grober Massstab) zu berücksichtigen. (Vgl. hierzu auch Folie „Hierarchie von 3-D Modellen“).
- Die rechte Abbildung zeigt einige Beispiele von Artefakten als Aggregate von Geons.
- Aus Geons aufgebaute Objektmodelle, die von Biederman als wesentliche Voraussetzung für die Objekterkennung angenommen werden, sind Teil des Gedächtnisses.
- Geon-artige Darstellungen entsprechen in ihrem Abstraktionsniveau dem, was schnell verarbeitbar ist. Hieraus lassen sich Leitlinien für die schematische Darstellung von Objekten, etwa in der Mensch-Computer-Interaktion ableiten. (siehe im Abschnitt Problemlösung dieser Vorlesung.)

Geons (2)



Attribute der Geon-Konstruktion:

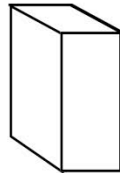
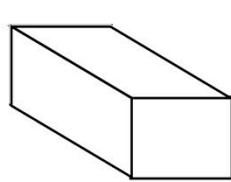
- Form der generierenden Fläche
- Form der Achse
- Grösse: Konstanz vs. Expansion vs. Kontraktion

Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 152

- Abbildung aus:
Biederman, I. (1995). Visual object recognition. In Stephen M. Kosslyn & Daniel N. Osherson (eds.), *Visual Cognition – An Invitation to Cognitive Science (2nd ed.)* Vol. 2. Cambridge, MA: MIT Press. P. 141
- Geons sind parametrisierte geometrische Objekte. Ein Geon ist konstruierbar / beschreibbar, durch den Teil des 3-dim-Raumes, der bei der Transformation eines 2-dim Querschnittes längs einer Achse im 3-d-Raum „überstrichen“ wird. Die verwendeten Parameter sind:
 - Achse und ihre Form: gerade vs. gekrümmte Achsen
 - Querschnitt: Hier wird davon ausgegangen, dass eine kleine Klasse von 2-dim. Grundformen verwendet wird. In der Abbildung sind die beiden Formen „kreis“ und „rechteck“ dargestellt.
 - Grösse des Querschnitts. Diese kann sich während der erzeugenden Transformation verändern. Es wird davon ausgegangen, dass für effizient verarbeitbare Geons einer der folgenden Typen von Querschnittsveränderungen vorliegt: keine Veränderung, konstante bzw. gleichmässige Vergrößerung/Verkleinerung bzw. erst Vergrößerung, dann Verkleinerung (oder umgekehrt)
 - Aufgabe: Überlegen Sie, wie die für Bananen typische Form durch ein Geon dargestellt werden kann.
 - Geons sind eine wichtige Konzeption für die Computer Graphik / Visualisierung.

Warum sind Geons perzeptuell grundlegend?

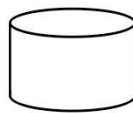
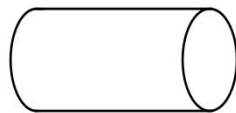


- Konstanz von Eigenschaften unter veränderten Bedingungen der Wahrnehmung:
→ nonaccidental properties

Quader

- 3 Mengen paralleler Kanten
- 1 innere Y-Ecke
- 3 äussere Pfeil-Ecken

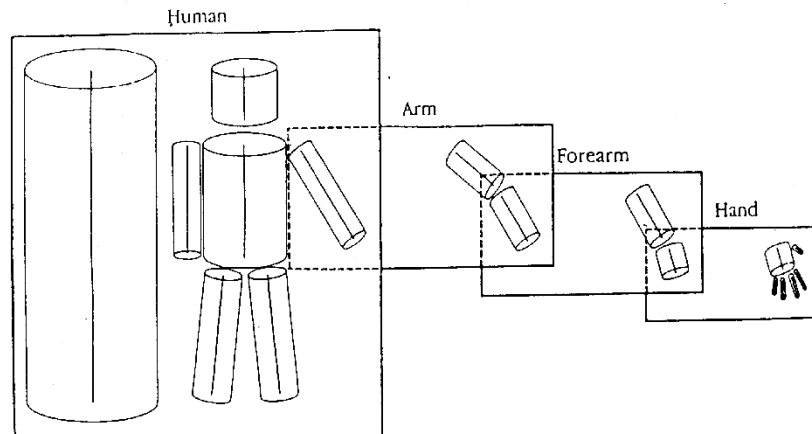
Zylinder



- 2 parallele gerade Kanten
- 2 parallele gekrümmte Kanten
- 2 tangentielle Y-Ecken

- Abbildung nach:
Palmer, Stephen E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: MIT-Press. p. 436.
- Klassifikation / Wiedererkennung von Objekten muss unter veränderten Wahrnehmungsbedingungen funktionieren. Das bedeutet, dass wir bei der Klassifikation solche Indizien / Kriterien einsetzen sollten, die sich bei Veränderung (etwa der Betrachtungsperspektive) nur gering, bzw. in gut rekonstruierbarer Weise, verändern, d.h. im wesentlichen invariant sind.
- Die obigen Abbildungen zeigen, dass etwa Quader und Zylinder unter verschiedenen Perspektiven Invarianz im Hinblick auf die folgenden Eigenschaften aufweisen:
 - Mengen paralleler Kanten (betrifft sowohl gerade als auch gekrümmte Kanten)
 - Anzahl von Y-Ecken / Pfeil-Ecken

Hierarchie von 3-D Modellen: Marr

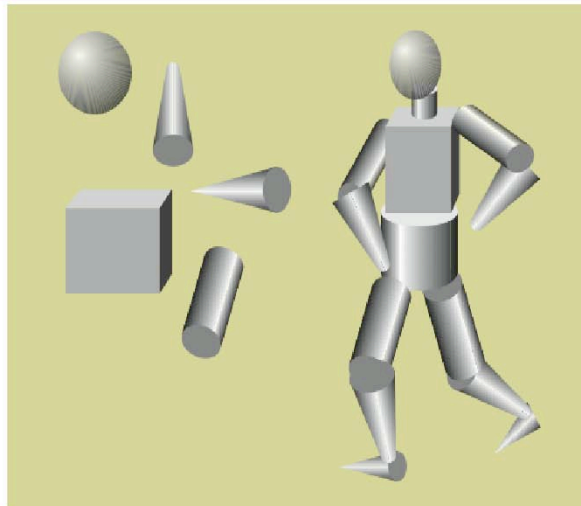


Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 154

- Für die Erkennung / Klassifikation werden schematische / abstrahierte Formbeschreibungen benötigt. Und nur auf diese kognitive Aufgabe bezieht sich die oben formulierte Annahme, dass für eine Objektbeschreibung ein Aggregat von wenigen Geons ausreichend sei.
- Komplexe räumliche Darstellungen von Objekten basieren auf anderen Darstellungsmechanismen. Hier wird überwiegend davon ausgegangen, dass hierarchische Repräsentationen eingesetzt werden.
So kann die Form eines Menschen in der gröbsten Darstellungsstufe durch einen Zylinder repräsentiert werden (dies entspricht dem, was wir bei schlechten Sichtbedingungen, etwa Nebel, Dämmerung, grosse Distanz, wahrnehmen können). In der ersten Verfeinerung Unterscheiden wir 6 Zylinder, nämlich für Kopf, Rumpf und 2 Paare von Extremitäten. Die Arme können als Kombination von jeweils 2 Zylindern dargestellt werden,
Prinzip der sukzessiven Verfeinerung
- Abbildung aus: Marr, David (1982). *Vision*. New York: W.H. Freeman. P. 306

Geons als Bausteine der Generierung von Modellen



Ch. Habel Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 155

- Geons werden in der Informatik nicht nur für die Objekterkennung eingesetzt, sondern auch für Visualisierung von Objekten.
Der Einsatz von Geon-basierten Objektmodellen ist nützlich für die Beschreibung der „Grobstruktur“ von Objekten, einschliesslich der Modellierung von Bewegungen (etwa im Fall der geometrischen Beschreibung eines Menschen, der Bewegungen, des Kopfes, der Arme und der Beine).
Die „Feinstruktur“ insbesondere die Oberfläche kann dann in einer zweiten Phase berechnet werden (Haut, Haare, Kleidung, etc.)
- Ware, Colin (2004) Information Visualization: Perception for design. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann. (2nd Edition); Fig. 7.5 (p. 235)
Vgl. auch , Folie-11 von
Lecture 6. Objects and object-based displays (<http://www.ccom.unh.edu/vislab/VisCourse/Lectures.html>)

Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion

3. Kapitel

Der Mensch

- Ein- und Ausgabe: Wahrnehmung und Handeln
 - Wahrnehmung: Modalitäten der Wahrnehmung
 - Visuelle Wahrnehmung
 - Haptische Wahrnehmung & Hand-Arm-Motorik
- Gedächtnis
- Verarbeitung von Information & Informationsnutzung