

1 Einführung

1.1 Unterscheidung Anwender ↔ Benutzer
Anwender sind Entitäten, welche direkt oder auch indirekt ein Hilfsmittel zur Erzielung eines Vorteils verwenden

Benutzer sind natürliche Personen, die direkt mit einem Hilfsmittel arbeiten, um einen Vorteil zu erzielen

Beispiel: Ein Direktor (Anwender) lässt sich von seinem Chauffeur (Benutzer) mit einem Auto (Hilfsmittel) zu seinem nächsten Termin bringen

1.2 Definition Interaktives System
Ein interaktives System gibt dem Benutzer die Möglichkeit, mittels einer Benutzerschnittstelle die laufende Bearbeitung einer Aufgabe durch ein technisches System zu beeinflussen.

- 1.3 Formen von Interaktion
- Anweisung
 - Eingabe von Kommandos
 - Dialog
 - Ablauf von Eingabe und Ausgabe
 - Manipulation (von Kommandos, Inhalten)
 - Auswählen („Choice“)
 - Ansteuern („Target Acquisition“)
 - Verändern
 - Erkunden (einer Menge von Kommandos, Inhalten)
 - Suchanfragen
 - Browsing

- 1.4 Arten von Benutzerschnittstellen
- Text User Interface
 - Tangible User Interface
 - Graphical User Interface
 - Voice User Interface
 - Haptic User Interface
 - Natural User Interface (möglichst wenig zu erlernende Eingabegeräte)
 - Intuitive User Interface (möglichst leicht erlernbare Eingabegeräte)
 - Brain Computer Interface
 - Command Line Interpreter

1.5 Fallstudien
Sketchpad
Programm entwickelt von Ivan Sutherland im Rahmen einer Doktorarbeit.
Mittels Lichtgriffel: Zeichnen und Deformieren geometrischer Objekte; Vektorgraphiken; Erste objektorientierte Ansätze zur Bedienung

Xerox Alto
Kommandozeileninterpreter Alto Executive: Graphische Oberfläche; Mehrere Applikationen; Mehrere Fenster

Apple Macintosh
Features u.a. Desktop-Metapher, Drop-Down-Menüs, Ordner, Mülleimer sowie überlappende Fenster

Windows 1.0
Zeigegerät, Menüs, Statuszeile, Symbole, Zwischenablage, Taskleiste. Wegen Vektorgrafik-Fähigkeit bereits als GUI (und nicht als TUI) klassifiziert.

- 2 Zeigegeräte
- 2.1 Einteilung von Interaktionstechnologien
Nach Krauß
- Koordinatengebend
 - Dimensionalität
 - eindimensional, zweidimensional, mehrdimensional
 - Verhältnis Lage zu Wirkort
 - Indirekt wirkende vs. direkt wirkende
 - Nicht koordinatengebend
 - Tasten
 - Sprache
 - Gesten

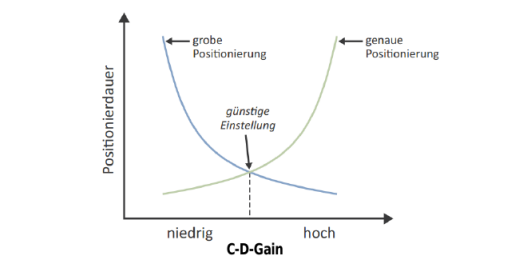
- 2.2 Koordinatengebende
- 2.2.1 Direkte Zeigegeräte
- Es wird unmittelbar auf die Ausgabe gezeigt
 - Merkmale
 - Lernaufwand Bedienung Zeigege­r­äts minimal
 - Verdeckung der Ausgabe durch Zeige­ge­rät
 - Ermüdungserscheinungen
 - Beispiel: Touchscreen

- 2.2.2 Indirekte Zeigegeräte
- Nicht im direkten Kontakt mit der Ausgabe
 - Bewegung an anderer Stelle und Transformation der Koordinaten an den Bildschirm
 - Merkmale
 - Lernaufwand Bedienung des Zeigege­r­äts z.B. Hand-Augen-Koordination bei Computermanus
 - Kopplung zwischen Zeigege­rät und Ausgabe als modulierbarer Parameter
 - Beispiel: Computermanus

2.2.3 Positionierung
Absolute Positionierung Eindeutige Zuordnung der Position des Zeigege­r­äts zur Position auf dem Bildschirm. Der Bezug zum Ursprung kann gegeben sein.

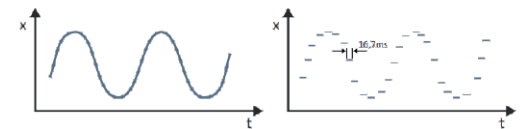
Relative Positionierung Es wird von aktuell gespeicherter Position ausgegangen und die Veränderung der Koordinaten umgesetzt.

Control-Display-Gain «MacKenzie» Der durch die Bewegung eines indirekten Zeigege­r­äts („Control“) resultierende Effekt („Gain“) am Bildschirm.
Nach MacKenzie balanciert eine günstige Einstellung des Gain Schnelligkeit und Präzision der Positionierung.



- Gain niedrig: Große Bewegung Controller bewirkt durchschnittlichen Effekt; Vorteilhaft für Feinpositionierung
- Gain hoch: Kleine Bewegung Controller bewirkt durchschnittlichen Effekt; Vorteilhaft für Grobpositionierung

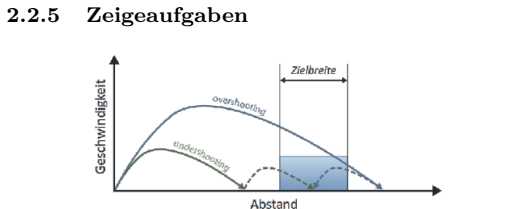
- 2.2.4 Physikalische Charakterisierung
Abtastrate
- Erfassung der Position und Tasten des Zeigege­r­äts zu diskreten Zeitabständen
 - Definiert die zur Positionsbestimmung verfügbare Zeit



- Verzögerung
- Zeitabstand zwischen Abtastung und Änderung am Bildschirm
 - Verzögerung sollte geringer als die Hälfte der Abtastrate sein
 - Schon geringe Verzögerungen bringen höhere Fehlerrate bei Selektionen mit sich

- Genauigkeit
- Genauigkeit: Abweichung der durch einen Sensor gemessenen Position von der tatsächlichen Position
 - Gemeinsame Optimierung von Genauigkeit und Abtastrate nicht möglich
 - Obergrenze bildet die räumliche Auflösung des Sensors
 - Hohe Abtastrate geht zu Lasten der Genauigkeit

- Abhängigkeit von der individuellen Anwendung
- Bei Interaktion in komplexen virtuellen Welten in modernen Computerspielen oder 3D-Modellierungstools können hohe Anforderungen an Zeigege­r­äte gestellt werden



Das Experiment nach Fitts: Wie lange benötigt ein Mensch, um mit einem Stift ausgehend von einem Startpunkt ein Ziel zu erreichen? Das Experiment steht dabei in der Abhängigkeit von der Distanz D des Ziels und der Breite W.

Fitts

$$MT = a + b \cdot ID$$
$$ID = \log_2 \left(\frac{2D}{W} \right)$$

MacKenzie
Verbesserung der Formel von Fitts

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

Accot & Zhai
Berücksichtigt auch Höhe und y-Koordinate des Ziels

$$MT = a + b \cdot \log_2 \left(\sqrt{\left(\frac{D}{W} \right)^2 + \eta \left(\frac{D}{H} \right)^2} + 1 \right)$$

- 2.2.6 Ergebnisse des Praktikumsversuchs
MacKenzie > Accot/Zhai > Fitts
- In Fitts' Experiment wird ein direktes Zeigege­rät benutzt
 - Precuing macht eine Zeigeaufgabe immer einfacher
 - Reset macht eine Zeigeaufgabe zunächst schwerer, jedoch kann es schnell erlernt werden

2.2.7 Unterstützung von Zeigeaufgaben
Anpassung Bedienelemente Eine Anpassung der Größe, Anordnung, Form.
Verkleinern ist nach Fitts schwieriger und die Unterscheidbarkeit nimmt ab.

Temporäre Modifikation des Interface Eine Anpassung des User Interface.
Nach Parker kann man das Ziel oder den Cursor vergrößern, sowie den Cursor zum Ziel bewegen oder auch das Ziel zum Cursor bewegen.
Nachteile: Eine Veränderung des User Interface kann den Benutzer irritieren; Aussagen über eine Selektion-sinteraktion sind schwer
Mehrere Mauszeiger Nachteile: Potentiell mehrdeutige Zielauswahl

2.2.8 Direct Manipulation

Direkt manipulative Interfaces zeichnen sich aus nach *Hutchins et al.* durch:

- Geringe Distanz
 - von Benutzerzielen
 - zu deren Erreichung nötigen Interaktionen
- Hohes Engagement
 - direkte Auseinandersetzung des Benutzers
 - mit dem Objekt von Interesse
- *Beispiel:*
 - Skript schreiben: Distanz hoch, Engagement niedrig
 - Drag & Drop: Distanz niedrig, Engagement hoch

Prinzipien nach Shneiderman

- Kontinuierliche Repräsentation des Objekts von Interesse
- Eingabe auf Basis einfacher physikalische Aktionen (z.B. Bewegung der Maus) anstelle sprachbasierter Kommandos
- Schnelle, schrittweise, umkehrbare Operationen, deren Auswirkung auf das Objekt von Interesse unmittelbar erkennbar wird
- Schrittweises Erlernen der Interaktion ausgehend von minimalem Vorwissen

Vorteile nach Shneiderman

- Anfänger können die grundlegende Funktionen schnell erlernen, beispielsweise nach Vorführung durch einen erfahreneren Benutzer
- Interaktionskonzepte werden nach längerer Nichtanwendung leicht erinnert
- Benutzer können unmittelbar erkennen, ob sie sich durch Aktionen ihren Zielen annähern – und gegebenenfalls ihre Aktionen anders ausrichten
- Benutzer sind weniger zögerlich im Umgang mit dem System, da Aktionen leicht verständlich und umkehrbar sind
- Benutzer erleben Kontrolle über das System und können dessen Reaktionen direkt beobachten

2.3 Nicht koordinatengebend

2.3.1 Sprachbasierte Interaktionsformen

Nach *Preim & Dachselt*

- Kommandosprachen
- Textuelle Suche
- Natürlich-sprachliche Systeme

Phoneme & Prosodie

Phonem: "Phoneme sind die kleinsten bedeutungsunterscheidenden Einheiten einer Sprache."
Der Austausch eines Phonems ändert die Bedeutung eines Wortes. Prosodie: "Prosodie ist die Gesamtheit

derjenigen lautlichen Eigenschaften der Sprache, die nicht [...] ans Phonem als minimales Segment, sondern an umfassendere lautliche Einheiten gebunden sind"
Dient u.a. der Kennzeichnung des Satztyps (z.B. Frage, Aussage), Gewichtung oder Gliederung.

Spracherkennung Audiosignal → Text

- Vorverarbeitung (Filterung um Störgeräusche zu extrahieren, Frequenzspektrum berechnen, Sprachrelevante Merkmale extrahieren)
- Extraktion von Phonemen
- Abbildung von Phonemfolgen auf Wörter

Semantische Analyse Bedeutung der Aussage auf struktureller Ebene (Agenten, Handlungen, Intentionen, Objekte), Ergebnis unter Umständen nicht eindeutig

Pragmatische Analyse Bedeutung der Aussage im Kontext, z.B. Ort, Zeit, Fähigkeiten, Intention; Hinzuziehen weiterer Sprachmerkmale (Prosodie); auch hier Ergebnis unter Umständen nicht eindeutig

Sprachsynthese Text → Audiosignal

- NLP (Natural Language Processing) transkribiert Text anhand eines Phonem-Alphabets und einer Prosodiebeschreibung
- DSP (Digital Speech Processing) synthetisiert aus der NLP-Ausgabe das Audio-Signal gesprochener Sprache

Ansätze für die Umsetzung:

- Modellbasierte Synthese: erzeugt ein Audio-Signal auf Basis eines Modells
- Konkatenative Synthese: verknüpft Ausschnitte aus Aufzeichnungen gesprochener Sprache um zu einem neuen Audiosignal

2.3.2 Tastatur

Die Effizienz hängt ab von ...

- ... Größe, Form und Position der Tasten
- ... Art der Eingabe (Symbolhäufigkeiten und Symbolfolgen), im Fall natürlicher Sprache also von der Sprache, in der der Text verfasst wurde
- ... Technologischen Randbedingungen

Die **QWERTY** Tastenbelegung orientierte sich danach das sich in der Englischen Sprache die Typenhebel einer Schreibmaschine nicht kollidierten.

Virtuelle Tastaturen

- Platzersparnis: z.B. Temporäres Einblenden bei Touch-Interaktion genau dann, wenn alphanumerische Eingaben benötigt werden
- Konfigurierbarkeit: z.B. Tastaturen, deren Layout sich anpasst

Probleme: Fat Finger Problem, Fehlender Druckpunkt (Tasten können versehentlich ausgelöst werden)

3 Graphische Dialogsysteme

3.1 WIMP-Prinzipien

WIMP: Windows Icons Menus Pointer

Metaphors Interaktionsmechanismen werden auf bekannte Arbeitsabläufe abgebildet

Direct Manipulation Der Benutzer soll direkt mit Objekten der Benutzerschnittstelle interagieren können

See and Point Die Interaktion mit der Maschine soll auf den gerade sichtbaren Objekten basieren

Consistency Objekte mit ähnlicher Funktion sollen ähnlich aussehen und sich ähnlich verhalten

User Control Nur der Benutzer soll Aktionen der Maschine initiieren und deren Ablauf kontrollieren

Feedback and Dialog Alle ausgeführten Aktionen des Benutzers und deren Effekte sollen ohne Verzögerung erkennbar sein

Forgiveness Aktionen des Benutzers sollen rückgängig gemacht werden können, bei kritischen Aktionen soll gewarnt werden

Aesthetic Integrity Das Erscheinungsbild der Benutzeroberfläche soll einfach, aufgeräumt und konsistent sein

Modelessness Der Benutzer soll alle möglichen Aktionen zu jedem Zeitpunkt ausführen können. (Aufwendig zu implementieren)

WYSIWYG Dokumente sollen bei der Erstellung so angezeigt werden, wie sie als Ausdruck ausgegeben werden. (**Nur Drucker!**)

3.2 Fenster

- Rechteckige Bereiche, die Interaktionen von Benutzern verarbeiten können
- Präsentation und Verhalten angelehnt an Metapher „Papier“
 - stapelbar, verschiebbar
 - Passend zur Metapher „Schreibtisch“
 - Historisch in Büroarbeiten begründet
- Begriff verdeutlicht die Funktion einer Sicht („View“) auf Objekte einer Anwendung

3.2.1 Varianten

Applikationsfenster Beinhaltet (logisch) alle Bedienelemente einer Anwendung

Dialogfenster Informieren oder Aufforderung zur Eingabe

Elementares Fenster (Widget) Diejenigen Bedienelemente, die eine Einheit aus Erscheinung und zugehörigem Verhalten bilden

3.2.2 Verwaltung von Fenstern

- Window Manager sind entweder im Fenstersystem integriert, oder können auch austauschbar sein
- Realisieren das Verschieben, Skalieren, Öffnen und Schließen der Fenster
- Steuern das Aussehen der Fenster, d.h. die Gestaltung der Titelzeile und der Scrollbars
- Realisieren Fensterplatzierungsstrategien
- Unterstützen Navigation in Fenstern

3.2.3 Koordinatensysteme

Das Koordinatensystem eines Fenstersystems bestimmt Positionierung und Größe präsentierter Information

Geräteabhängige Koordinaten Die Koordinaten auf einem gegebenen Ausgabegerät

Geräteunabhängige Koordinaten Die Entkopplung der Präsentation von geräteabhängigen Parametern (insbesondere: Auflösung) der Ausgabegeräte
Beispiel: Eine 1 cm Linie soll auf einem Bildschirm mit 150 dpi genauso lang ausgegeben werden wie auf einem Drucker mit 2400 dpi

Weltkoordinaten Entkopplung der Präsentation von der Repräsentation der zugrundeliegenden Daten
Beispiel: Sowohl Nanometer für Moleküle wie auch astronomische Koordinaten sollen vom Modell abgebildet werden können

3.3 Piktogramme

- Symbole, die Komponenten eines Fenstersystems graphisch repräsentieren
- Orientierung an bildhaften Darstellungen in anderen Bereichen der natürlichen Umgebung
 - Ziel: Ausnutzen der ausgeprägten Stärke des Menschen, erlernte Muster (wieder) zu erkennen
- Unabhängigkeit von einer bestimmten Sprache
 - Können damit zur Internationalisierung beitragen

3.3.1 Varianten

Repräsentative Piktogramme Stellen einen abstrakten Sachverhalt bzw. ein Konzept dar
Beispiel: Symbole für Mülleimer, Disketten, Drucker

Abstrakte Piktogramme Stellen einen abstrakten Sachverhalt bzw. ein Konzept dar und müssen somit erst erlernt werden
Beispiel: Symbole für Pfeile, Wiederholung, Rückgängig

Hybride Formen Stellen eine Mischform da

3.3.2 Richtlinien

- Einfachheit und Klarheit

- Verständlichkeit
- Einprägsamkeit
- Platzsparende Gestaltung
- Klarer Kontrast zu Hintergrund
- Hohe Unterscheidbarkeit vs. Konsistenz
- Selektierter Zustand sollte klar ersichtlich sein

3.4 Menüs

- Basieren auf Hierarchien und Taxonomien
- Dienen dem Auslösen atomarer Aktionen
- Komplexere Interaktionen wie die Eingabe mehrerer Werte etc. durch die Verbindung mit Dialogen

Motivation

- Es soll unter einer endlichen Menge von Aktionen gewählt werden
- Man soll die Menge der Aktionen nicht erlernen müssen
- Man soll im Vermeiden syntaktischer Fehler unterstützt werden

3.4.1 Hick & Hyman

Versuchsaufbau „choice-reaction time“

- 2-10 Lampen angeordnet in einem irregulären Kreis
- Jeder Lampe ist eine Taste zugeordnet
- Alle 5 Sekunden leuchtet zufällig eine Lampe auf
- Testperson soll zugeordnete Taste drücken
- Vorfeld: Testpersonen erlernen Zuordnung

Hick-Hyman Gesetz

- Informationsgehalt der Aufgabe („choice“)
 $H = \log_2(n)$
- Reaktionszeit („reaction time“)
 $RT = a + b \cdot \log_2(n)$
- Reaktionszeit in hierarchischen Menüs folgt dem Hick-Hyman-Gesetz laut Landauer & Nachbar, 1985
- Reaktionszeit bei häufig verwendeten Aktionen folgt dem Hick-Hyman-Gesetz ist aber linear bei selten verwendeten Aktionen laut Sears & Shneiderman, 1994
- Bei Anfängern ist die RT in einem Menü linear, bei Experten folgt sie dem Hick-Hyman-Gesetz (laut Cockburn & Gutwin, 2008)
Beachte: Bei plötzlichen Menü-Änderungen sind auch Experten wieder Anfänger und müssen das Menü neu erlernen!

4 Post-WIMP

WIMP nimmt eine Anwendungssituation an:

- Benutzer kennt Grundkonzepte von Computern

- Benutzer ist konzentriert auf den Computer
- Bearbeitung alleine und vom Nutzer getrieben
- Hardware = Desktop-PC, Maus, Tastatur, Bildschirm
- Büroumgebung (d.h. gute Beleuchtung, wenig Störeinflüsse)

Diese Voraussetzungen sind in heutigen Anwendungssituationen teilweise nicht mehr gegeben daher wandelte sich das WIMP Konzept zu dem heutigem Post-WIMP Konzept.

4.1 WIMP vs. Post-WIMP

| WIMP | Post-WIMP |
|---------------------|--|
| Metaphors | Interaktion in der realen Welt |
| Direct Manipulation | Delegierung von Aufgaben an das System |
| See and Point | Describe and input Command |
| Consistency | Diversity; angepasst an den Einsatzort (kann nicht immer angewendet werden) |
| WYSIWYG | Erkennung des Wunsches des Benutzers und der Darstellung einer gleichwertigen Ausgabe |
| User Control | teilweise gegeben oder Shared Control |
| Feedback and Dialog | nicht zum Zeitpunkt der Interaktion |
| Forgiveness | User Model; System weiß, was der Nutzer als Ergebnis haben möchte |
| Aesthetic Integrity | oft verletzt von See and Point durch Ausblenden von Inhalten |
| Modelessness | User Model vorhanden, um Verhalten vorherzusagen; mehrere Funktionen für z.B. einen Button |

4.2 Touchscreens

Technische Varianten: Kapazitiv, resistiv; Single-touch, Multitouch; Druckstärke

4.2.1 Kapazitive Touchscreens

Funktioniert mit einem elektrischen Feld, in fast allen Smartphones
Vorteil: lässt sich mit starkem Glas gut vor äußeren Einwirkungen schützen

4.2.2 Resistive Touchscreens

Funktioniert mit zwei Schichten welche aneinander gedrückt werden
Vorteil:

- Bedienung mit jedem Eingabestift möglich

- Mit Handschuhen und Prothesen bedienbar
- Genauer als kapazitive Touchscreens
- Geringe Fertigungskosten

Nachteile:

- Nur eingeschränktes Multitouch (Two-touch)
- Ist schlecht lesbar bei Sonneneinstrahlung durch Zusatzschicht
- Die Gestenbedienung, aufgrund des notwendigen Drucks, ist erschwert.
- Verschleiß durch die mechanische Belastung beim Betätigen
- Unerwünschtes Auslösen beim Transport durch Kontakt mit anderen Gegenständen möglich

5 Entwicklung interaktiver Systeme

5.1 DIN EN ISO 9241-110

| DIN EN ISO | WIMP |
|------------------------------|---|
| Aufgabenangemessenheit | Aesthetic Integrity, See and Point |
| Selbstbeschreibungsfähigkeit | Direct Manipulation, Metaphors |
| Lernförderlichkeit | Metaphors, Feedback & Dialog, Forgiveness |
| Steuerbarkeit | User Control |
| Erwartungskonformität | Consistency, WYSIWYG |
| Individualisierbarkeit | Modelessness |
| Fehlertoleranz | Forgiveness |

5.2 Prinzipien der Entwicklung

- Konzentration auf Benutzer
 - Benutzeranalyse
 - Umfeldanalyse
 - Tätigkeitsanalyse
- Frühes und kontinuierliches Testen
 - Erlebbarkeit der Benutzerschnittstelle in Entwurfsphase fördern
 - Integriertes Design
 - * Erheben von Feedback zum Zusammenspiel von Interaktionselementen bei der Durchführung typischer Aufgaben der Benutzer
 - * Solche Test erfordern die volle Verfügbarkeit aller involvierten Interaktionselemente die bei herkömmlicher Implementierung erst spät im Entwicklungsprozess gegeben sind.
 - * Ganzheitliche Betrachtung der Anwendung
 - * Jedes Teil der Anwendung sollte entworfen und in seinem Interaktionsverhalten umgesetzt werden
 - Iteratives Design
 - * Bearbeitung kontinuierlicher Änderungs-

- aufträge als Nebenwirkung von «Frühes und kontinuierliches Testen»
- * Streng lineare Entwicklungsmodelle (z.B. Wasserfallmodell) sehen Veränderungen an abgeschlossenen Abschnitten nicht vor
- * Prototyping: Erlebbarkeit mit reduzierten Implementierungsaufwand verbinden (Prototyping)
- * Dokumentation: Gründe von Änderungen müssen rückverfolgbar sein
 - Empirische Daten zur Bewertung der Qualität einer Benutzerschnittstelle erforderlich

6 Modelle interaktiver Systeme

6.1 Ebenen der Benutzerinteraktion

| Aktionssprache | Präsentationssprache |
|--|--|
| • Konzeptuell: Objekte, Beziehungen | • Konzeptuell: Interaktionsmodell |
| • Semantisch: Abbildung Eingabefolgen auf Funktionen der Anwendung | • Semantisch: Form der Ausgabe (Menü) |
| • Syntaktisch: Folgen atomarer Eingaben | • Syntaktisch: Kombinationen von Interaktionselementen |
| • Lexikalisch: Atomare Eingaben (Klick, Texteingabe) | • Lexikalisch: atomare Ausgabewelemente (Icons, Text) |

Beispiel: Kommandozeile:

Eingabe des Benutzers `cd /usr/share` (Aktionssprache) → Ausgabe des Systems `[/usr/share]$` – sowie eine Eingabeausforderung (Präsentationssprache)

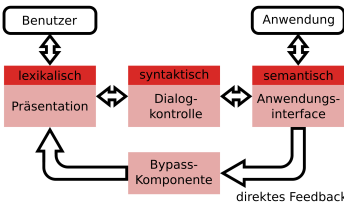
6.2 Architekturmodelle

6.2.1 Seeheim-Modell

Präsentation Lexikalische Schicht der Benutzerschnittstelle (isolierte I/O-Aktionen)

Dialogkontrolle Syntaktische Schicht (bildet Eingaben anhand des Dialogmodells auf Kommandos des Anwendungsinterface ab)

Anwendungsinterface Semantische Schicht der Benutzerschnittstelle (Anwendungslogik)

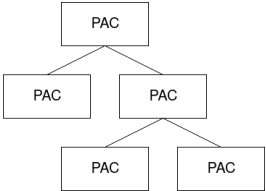


6.2.2 Presentation-Abstraction-Control

Presentation Syntax der Interaktion mit der Anwendung (I/O, wie er vom Nutzer wahrgenommen wird)

Abstraction Semantik der Interaktion

Control Konsistenz von Presentation und Abstraction



Vorteil: Wartbarkeit; Austausch von Objekten

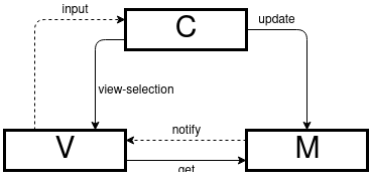
Nachteil: Dekomponierung der Interaktion fordernd; Verarbeitungsaufwand

6.2.3 Model-View-Controller (MVC)

Model Datenhaltung und Geschäftslogik

View Darstellung der Daten

Controller Steuerung der Anwendung



Beobachter-Pattern: View beobachtet Model; Controller kann View austauschen, Kommandos im Modell ausführen, Model ändern

Front Controller (Fowler)

Durch die Steigende Komplexität der Web-Anwendungen wird ein seitenspezifischer Controller eingeführt. D.h. Ein Zentraler Zugangspunkt zuständig für Weiterleitungen, welche mit Hilfe von Tabellenerfolgt. Ein Spezifischer Page-Controller generiert im nächsten Schritt die View.

6.2.4 Model-View-Presenter

Potel

Fowler

6.2.5 Model-ViewModel-Model (MVVM)

7 Frameworks & Tools