

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte
(Konfuzius)

1 Einführung und Überblick

1.1 Graphische Datenverarbeitung und ihre Anwendungen

Wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass die Informationsaufnahme beim Menschen zu etwa 80 Prozent visuell, d.h. durch das Auge, erfolgt. Aus diesem Grund wird Information heute (auch in multimedialen Systemen) hauptsächlich visuell präsentiert. Weiterhin hat sich gezeigt, dass geschriebene Information wesentlich schneller und leichter erfasst und erlernt werden kann, wenn sie durch Skizzen und Bilder ergänzt und erläutert wird.

Bereits in der Frühzeit der elektronischen Datenverarbeitung bestand daher der Wunsch, Informationen (wie z.B. Berechnungsergebnisse) auch graphisch darzustellen, möglichst realistisch wirkende Abbildungen zu erzeugen und reale Bilder im Rechner zu speichern und zu manipulieren.

Wegen der hohen Beschaffungskosten war die **Computer Graphik** anfangs nur für wenige Spezialisten verfügbar. Die ständig wachsende Zahl von Interessenten einerseits und die rapide fallenden Hardwarepreise andererseits haben jedoch mittlerweile dazu geführt, dass die Computer Graphik heute aus den meisten Computer-Anwendungen nicht mehr wegzudenken ist.

Dabei versteht man unter Computer Graphik meist **interaktive Graphik**, bei der der Benutzer im Dialog mit dem Rechner z.B. Gegebenheiten modelliert und darstellt oder Abläufe simuliert. Die Anwendungen stammen dabei aus unterschiedlichsten Bereichen: z.B. Mathematik, Physik, Chemie, Medizin, Maschinenbau, Architektur.

Für die Verbreitung der Graphik mit entscheidend war, dass die ursprünglich hersteller- und hardwarespezifischen Speziallösungen nach und nach durch standardisierte Lösungen ersetzt wurden. Dadurch können graphische Anwendungen portabel und preiswert erstellt werden, was wiederum ihrer Verbreitung zugute kommt.

Im weiteren wird kurz auf das Kernthema „Graphische Datenverarbeitung“, sowie auf die verwandten Gebiete „Digitale Bildverarbeitung“, „CAD“ (Rechnergestütztes Konstruieren), „Computer Geometrie“, „Desktop Publishing“ und „Multimedia“ eingegangen.

1.2 Graphische Datenverarbeitung und verwandte Gebiete

1.2.1 Graphische Datenverarbeitung (Computer Graphics)

Ein großer Teil der Kommunikation mit dem Rechner stützt sich heute in allen Anwendungsgebieten auf die Graphik. Bei den Eingabetechniken haben **GUIs** (**Graphical User Interfaces**, graphische Benutzeroberflächen), die durch "Draufzeigen und Klicken" bedient werden, die mit viel "Tipparbeit" verbundenen Text-Eingaben früherer Systeme abgelöst. Dies gilt sowohl für die Bedienung von Betriebssystemen, als auch für Anwendungsprogramme, wie z.B. Information Retrieval Systeme.

Im Bereich der Ausgabe werden zwei- oder dreidimensionale Sachverhalte visualisiert; siehe Kapitel 11. Ein 2D-Anwendungsgebiet ist z.B. in der Kartographie gegeben, die auch die Erstellung spezieller thematischer Karten einschließt; (siehe Abbildung 1.1). Im 3D-Bereich ist eine Anwendungsmöglichkeit die Erzeugung photorealistischer Abbildungen. Dies bezieht sich sowohl auf künstliche Objekte (z.B. Gebäude, Straßen und Fahrzeuge), wie auch auf realistisch wirkende Objekte und Objektflächen, wie Pflanzen, Wolken und Landschaften. Bei der Erzeugung dieser realistisch wirkenden Objekte greift man häufig auf Methoden der fraktalen Geometrie zurück, die ein Teilgebiet der Chaostheorie ist.

Aber auch nicht-geometrische Sachverhalte werden mit Hilfe der Computer Graphik visualisiert, da für den Betrachter z.B. ein Schaubild viel schneller zu erfassen ist, als eine Tabelle mit Zahlen. Zur Verdeutlichung werden häufig dreidimensional wirkende Darstellungen gewählt. Abbildung 1.1 (b) zeigt zwei einfache Beispiele für solche Darstellungen: ein Balken- und ein Kuchendiagramm.

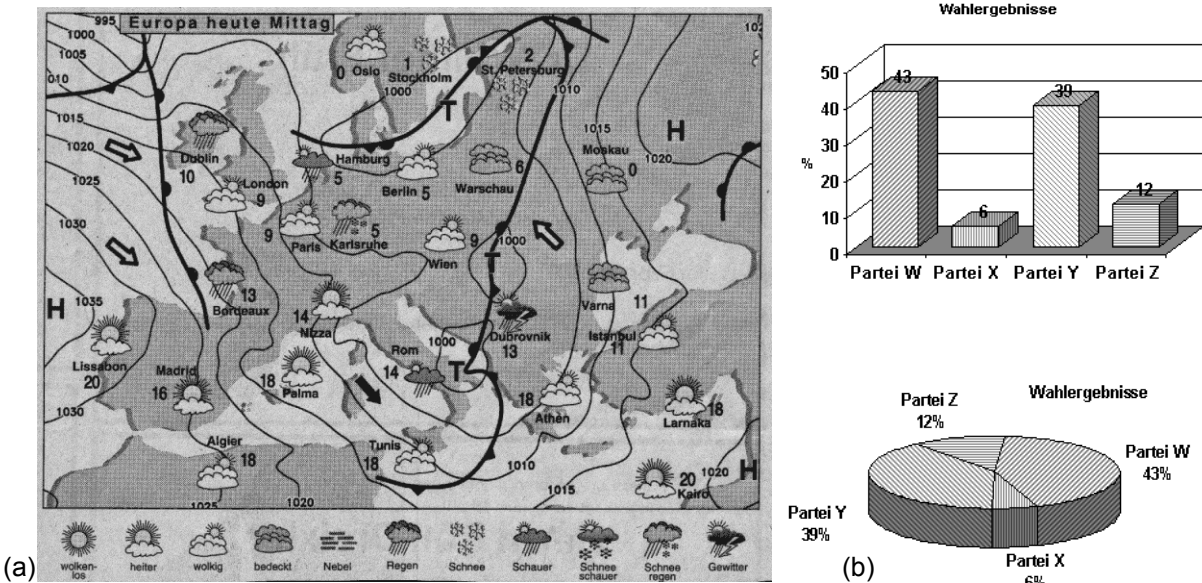


Abb. 1.1: (a) Visualisierungsbeispiel aus der Kartographie; (b) Beispiel zur Visualisierung nicht-geometrischer Daten

Und nicht nur real betrachtbare Sachverhalte können dargestellt werden, sondern auch nicht-reale Sachverhalte wie z.B. vierdimensionale "Oberflächen", Molekülkonstruktionen und vieles andere mehr.

In diesem Zusammenhang spricht man häufig von wissenschaftlicher Visualisierung. Dabei will man die Qualität der Interpretation wissenschaftlicher Daten erhöhen, und so zu einem besseren Verständnis und zu neuen Einblicken gelangen.

Neben dem statischen Einzelbild verwendet man Bildfolgen, um zeitlich veränderliche Sachverhalte darzustellen (**Animationen**). Beispiele hierfür sind z.B. Flug- und Crash-Simulationen, chemische Kettenreaktionen, Bewegungsabläufe bei Robotern und die Ausbreitung von Luftverschmutzungen unter Windeinfluss.

Die **Definition des DIN der graphischen Datenverarbeitung** lautet: Zweig der Datenverarbeitung, der sich mit Verfahren und Einrichtungen zur Umwandlung von Daten für oder aus graphischer Darstellung befasst. Dies beinhaltet die Eingabe (Erzeugung), Speicherung, Veränderung (Manipulation), Ausgabe (Visualisierung) und Übertragung graphischer Daten.

1.2.2 Digitale Bildverarbeitung (Digital Image Processing)

Digitale Bildverarbeitung ist ein Sammelbegriff, der alle Verarbeitungsschritte vom Bild-einzug (z.B. mit Hilfe einer Kamera), über die Bildbearbeitung, die Bildsegmentierung und die Klassifizierung bis hin zur Bildinterpretation (maschinelles Sehen, Computer Vision) umfasst.

Die Digitale Bildverarbeitung stellt von der Vorgehensweise her die Umkehrung der graphischen Datenverarbeitung dar; (siehe Abbildung 1.2): während bei der graphischen Datenverarbeitung i.d.R. aus Beschreibungen synthetische Bilder erzeugt werden, geht man bei der digitalen Bildverarbeitung von (realen) Bildern aus, analysiert diese und versucht, z.B. eine Beschreibung des Bildinhaltes abzuleiten. Beide Ansätze müssen bei anspruchsvollen Aufgaben über zusätzliches Wissen verfügen: Weltmodell, Reflektionsmodell, Beleuchtungsmodell und Kameramodell; siehe Kapitel 4.1.

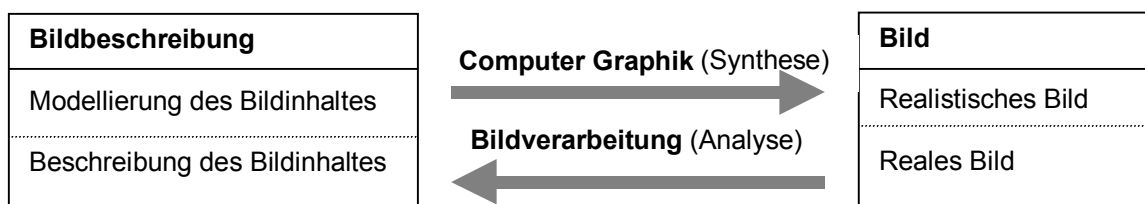


Abb. 1.2: Prinzipieller Zusammenhang zwischen Computer Graphik und Bildverarbeitung.

Die **Bildbearbeitung** (siehe Kapitel 7) umfasst Methoden zur geometrischen und photometrischen Manipulation von Bildern; z.B. Vergrößerungen / Verkleinerungen, Helligkeits-, Farb- und Kontraständerungen, Störungseliminierungen und Hervorhebungen bestimmter Sachverhalte. Die Bildbearbeitung erzeugt dabei aus einem Bild wieder ein Bild.

Das Ziel einer **Bildsegmentierung** ist es, ein Bild in seine wesentlichen Bestandteile (Objekte oder Objektteile) zu zerlegen und diese zu charakterisieren (z.B. Größe und Form). Die Bildsegmentierung erzeugt aus einem Bild eine symbolische Beschreibung des Bildes.

Die so beschriebenen Bildteile können anschließend an Hand ihrer Merkmale klassifiziert und benannt werden. Diese **Klassifizierung** geschieht in der Regel unter Verwendung zusätzlichen Wissens. Das Wissen kann dabei von allgemeiner Natur sein (z.B. physikalische Modelle), oder spezielle Eigenschaften der Szene umfassen (Vorgabe von Prototypen, arttypischen Beschreibungen etc.). Die Aufgabenstellung kann auch darin bestehen, das Vorhandensein bestimmter Objekte, deren Anzahl, Formen, Positionen, Orientierungen usw. festzustellen.

Eine der schwierigsten Aufgaben besteht darin, beliebiges Bildmaterial (etwa eine mit einer Videokamera aufgenommene Bildfolge) möglichst in Echtzeit vollständig zu interpretieren. (Dies bedeutet, dass eine Beschreibung der in der Szene abgebildeten Objekte und ihrer gegenseitigen Beziehungen abgeleitet werden muss). Diese **Bildinterpretations-** bzw. **Computer-Vision-**Aufgabe ist außer für Spezialanwendungen noch ungelöst und ist Gegenstand intensiver Forschungsarbeiten.

1.2.3 Rechnergestütztes Konstruieren (CAD, Computer Aided Design)

Unter **Rechnergestütztem Konstruieren (CAD, Computer Aided Design)** versteht man die Unterstützung des Konstruktionsvorganges eines industriellen Produktes durch ein EDV-System.

Das Spektrum reicht dabei von einfachen 2D-CAD-Systemen zum computergestützten technischen Zeichnen bis hin zu 3D-CAD-Systemen, die die Konzipierung, Entwicklung und Konstruktion eines technischen Produktes unterstützen. Hierzu gehört die rechnerische Modellierung technischer Objekte (siehe Kapitel 12.1), ihre Visualisierung (siehe Kapitel 11), die gesamte Datenhaltung, die Durchführung umfangreicher Berechnungen, die Gewährleistung der Kommunikation usw..

Neben der Form und Farbe des Produktes werden dabei auch z.B. die Materialeigenschaften, sowie die Funktion und Ergonomie des Produktes berücksichtigt. Die Zielsetzung von CAD ist, schneller zu besseren und preiswerteren Produkten zu kommen.

CAD wird häufig als Bestandteil von **CIM (Computer Integrated Manufacturing; Computerintegrierte Fertigung)** gesehen. Dabei sollen alle technischen und betriebswirtschaftlichen Fertigungsaspekte auf der Basis eines gemeinsamen Datenbestandes zusammengeführt werden.

1.2.4 Computer Geometrie

Die **Computer Geometrie** hat sich als eigenständiges Forschungsgebiet etabliert, das in hohem Maße z.B. in den Bereichen CAD, Computer Graphik und Robotik Anwendung findet. Die Computer Geometrie beschäftigt sich im weitesten Sinne mit der Behandlung geometrischer Sachverhalte mit Hilfe des Rechners.

Hierzu gehören Fragestellungen der analytischen Geometrie (siehe Kapitel 10), die z.B. in der Graphik bei der Objektmodellierung und –darstellung benötigt werden, wie z.B. räumliche Transformationen und Schnittpunkt-Berechnungen zwischen Linien und/oder Flächen.

Weitere Standardthemen sind Probleme der geometrischen Suche (z.B. "liegt-in"-Fragestellungen, Suche nach dem nächsten Nachbarn), Triangulationen von Punktmengen, spezielle geometrische Konstruktionen und Kollisionsuntersuchungen z.B. für die Robotik und Virtuelle Realität (siehe unten).

1.2.5 Desktop Publishing

Unter **Desktop Publishing** versteht man die veröffentlichungsreife Erstellung von Druckvorlagen am Schreibtisch mit Hilfe des Rechners. Hierbei spielen sogenannte **WYSIWYG-Systeme** (**what you see is what you get**) eine entscheidende Rolle, bei denen der Bildschirm das tatsächliche und aktuelle Erscheinungsbild eines bearbeiteten Dokumentes anzeigt. Die Gestaltung des Layouts (Text einschließlich Bilder und Graphik) bis hin zur fertigen Druckvorlage soll weitestgehend automatisch unterstützt werden.

1.2.6 Multimedia

Multimedia ist die Integration von Texten, Bildern und Graphiken, Tonsequenzen, Video-clips und Animationen innerhalb eines interaktiven Systems zum Zwecke der Speicherung, Präsentation und Manipulation. Auf diese Weise soll ein „ganzheitliches Erleben“ ermöglicht werden, das beim Benutzer zu größerer Aufmerksamkeit und erhöhter Aufnahmebereitschaft führt.

Beispiele für multimediale Systeme sind z.B. Home-Shopping und Computer Based Training.

Neben lokal auf einem Rechner installierten Systemen spielen vor allem im Netz betriebene Multimedia-Systeme eine große (auch kommerzielle) Rolle.

1.3 Entwicklung und Zukunft des Fachgebietes

Die Entwicklung und die Zukunft des Fachgebietes „Graphische Datenverarbeitung“ sollen hier nur stichwortartig aufgelistet werden:

- Ab 1950; Kathodenstrahlröhre zur graphischen Ausgabe am Rechner (Whirlwind, SAGE)
Kommando-Eingabe
Bewegung einzelner Punkte
Plotterausgaben
passive Graphische Datenverarbeitung
- 1963: Sketchpad (I. Sutherland)
Konstruieren mit Lightpen
"Geburtsstunde" des CAD
interaktive Graphische Datenverarbeitung
- ca. 1965: Erstes allgemein verfügbares Display
(Modell 2250 - IBM) bildwiederholendes Vektorsichtgerät [vector-refresh-CRT
(Cathode Ray Tube)]
sehr kostspielig
Speicherröhre [DVST (direct view storage tube), Tektronix]
preiswerte Technologie
- 1967: Hochleistungsdisplays mit 3D-Transformationshardware (z.B. Adage, Evans and Sutherland)
realistische Bilder, Dynamik
sehr kostspielig
- ab 1975: Graphikfähige PCs (bildwiederholende Rastersichtgeräte)
"Graphik für Jedermann"
Standardisierung (GKS, PHIGS, OpenGL, CGM, CGI, ...)
Leistungsfähige Graphikworkstations
- ab 1987: Window-Systeme (Mac und MS-Windows), Graphik in Netzwerken
- heute: Photorealismus, Echtzeit-Animation, **VR (virtual reality, virtuelle Realität)**, **AR (augmented reality)**: reale Bilder und Bildfolgen, die mit künstlichen Objekten angereichert werden), GUIs (graphical user interfaces) und Multimedia.
- Zukunft: photorealistische Echtzeit-Animationen, VR-Systeme mit haptischen Ein- und Ausgaben (z.B. Krafrückkopplung bei Interaktionen und Kollisionen), Erschließung ständig neuer Anwendungsgebiete.