

Rekonstruktion der Vergangenheit

Das Modellieren und Visualisieren von Objekten aus der Vergangenheit auf dem Computer hat nicht nur sehr viele Anwendungen, es ist auch für die Informatik selbst von grossem Interesse.

Bern am 5. März 1798, um 13 Uhr

Wie hat die Stadt Bern damals ausgesehen? Genau wird man das nie wissen können, und ganz genau wussten es auch die Zeitgenossen nicht. Denn die gewünschte Momentaufnahme umfasst ja nicht nur eher statische Objekte wie Häuser, Strassen, Plätze, Grün- und Wasserflächen, sondern auch dynamische «Objekte» wie Menschen, Tiere und Fahrzeuge, welche

die Stadt belebten. Je nach Wetter beeinflussten zudem Regen oder Schnee das Stadtbild. Vom Wetter abhängig waren auch die Lichtverhältnisse: War es zum gewünschten Zeitpunkt sonnig oder bewölkt?

Zu einer umfassenden Beschreibung des damaligen Berns gehören aber auch nicht-visuelle Aspekte wie z. B. Geräusche, Gerüche, Wind und Temperatur. Die Re-

konstruktion dieser Aspekte fällt in computergrafikfremde Fachgebiete und ist heute beispielsweise im Falle der Gerüche nur bedingt möglich. Offensichtlich kann zu einer praktisch realisierbaren Rekonstruktion längst nicht alles Denkbare gehören.

Zur Rekonstruktion der visuellen Aspekte des historischen Berns kann auf Stadtpläne, Zeichnungen, Bilder und Texte der fraglichen Zeit zurückgegriffen werden. Als besonderer Glücksfall erweist sich im Falle Berns ein eindruckliches Holzmodell im Historischen Museum, welches – quasi als Vorläufer der Computerrekonstruktion – die Stadt Bern um 1800 zeigt. Nicht-visuelle Aspekte dagegen erschliessen sich hauptsächlich aus zeitgenössischen Texten.

Computerrekonstruktionen

Eine Computerrekonstruktion eines Möbelstücks, eines Gebäudes oder einer ganzen Stadt kann sich auf die Geometrie dieses Objekts beschränken. D. h. es werden «nur» seine Ecken, seine Kanten und seine Seitenflächen mathematisch beschrieben und diese Beschreibungen im Computer gespeichert. Dabei kommen hauptsächlich Techniken der geometrischen Modellierung zum Einsatz, wobei ein möglichst hoher Automatisierungsgrad (z. B. mit Hilfe der Bildanalyse) angestrebt wird, um den Aufwand für die Modellerstellung in Grenzen zu halten. Eine bekannte Technik ist die Constructive Solid Geometry (CSG), welche kompliziertere Objekte aus einfachen Grundbausteinen (z. B. Quader, Kegel, Zylinder) zusammensetzt, gemäss der Idee des Spielbaukastens. Eine solche Geometrie-Rekonstruktion kann schon sehr kompliziert und aufwendig werden. Anschaulichere Rekonstruktionen berücksichtigen nicht nur die Geometrie, sondern auch die Materialeigenschaften (Farbe, Struktur) der Oberflächen. So sieht dann eine Kugel beispielsweise aus wie eine polierte Holz- oder eine raue rostige Metallkugel. Mithilfe von simulierten Lichtquellen (Sonne, Lampen) können die

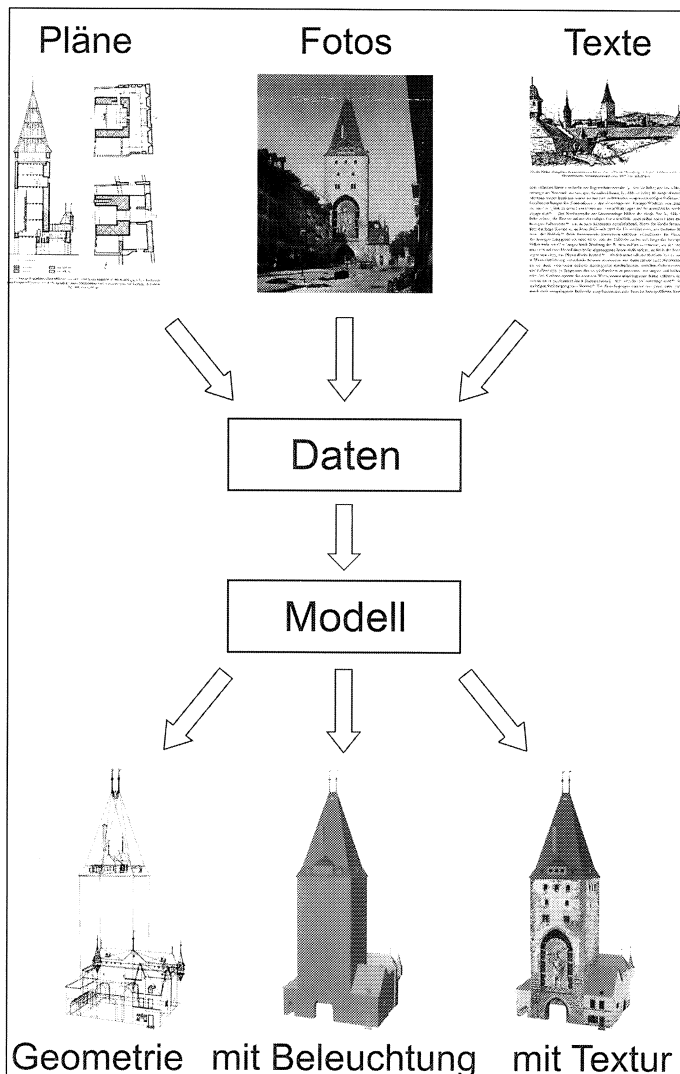


Abb. 1: Schematische Darstellung des Rekonstruktions- und Visualisierungsprozesses am Beispiel des 1865 abgebrochenen Christofelfurms.

Objekte zusätzlich beleuchtet werden, was dann bei der Darstellung – z. B. auf dem Bildschirm – oft eine verblüffend fotorealistic Wirkung ergibt.

Anwendungsmöglichkeiten

Ausgehend von einem rekonstruierten Computermodell – wie soeben beschrieben – sollen in der Regel je nach Anwendung unterschiedliche Visualisierungen erstellt werden. Im einfachsten Fall werden statische 2-dimensionale Ansichten erstellt. Interessanter sind ganze Filme bzw. Computeranimationen. Denkbar wäre z. B. ein Flug um das rekonstruierte statische Objekt herum. Die dazu benötigte Rechenzeit kann auch heute noch sehr gross sein (ganze Stunden oder sogar Tage).

Wesentlich heikler ist die Echtzeitanimation, bei der der Betrachter mit der Umgebung interagieren kann. Die Berechnung der Animation kann dann nicht mehr im Voraus erfolgen, sondern muss sehr rasch – eben in Echtzeit – bewerkstelligt werden, was bei komplexen Modellen sicher auch noch in den nächsten Jahren eine grosse Herausforderung an die Informatik sein wird. Noch anspruchsvoller sind zusätzliche Modifikationen am Computermodell selbst, wie z. B. das Hinzufügen/Entfernen von Objekten oder das Ändern der Beleuchtung. Die eigentlichen Anwendungen sind mehr Sache des Anwenders als des Informatikers. Insbesondere können dann auch psychologische Aspekte eine grosse Rolle spielen.

Die anschliessenden vier Beiträge zeigen typische kleinere Anwendungen, die von Studierenden im Rahmen ihres Hauptfachstudiums Informatik entwickelt worden sind. Sie illustrieren u. a., dass die beiden Anwendungsgebiete Computergrafik und Bildverarbeitung immer mehr zusammenwachsen und als ein einziges grosses Teilgebiet der Informatik betrachtet werden können.

Probleme

Die Erstellung von 3-dimensionalen Computerrekonstruktionen wird heute durch professionelle Software recht gut unterstützt, der zeitliche und finanzielle Aufwand darf allerdings nicht unterschätzt werden. Gute Kenntnisse in Computergra-

fik und eventuell auch Software-Erstellung sind häufig bereits bei relativ einfachen Aufgaben erforderlich.

Hauptschwierigkeit bei der Rekonstruktion von historischen Objekten bildet i. a. die Datenbeschaffung: Die genauen Koordinaten und Masse von Objekten sind selten bekannt, und ihre nachträgliche Beschaffung aufgrund von archäologischen Ausgrabungen oder zeitgenössischen Illustrationen kann sich von recht einfach bis äusserst schwierig oder sogar unmöglich gestalten. Viele alte Objekte sind zwar erhalten geblieben, allerdings meistens in modifizierter Form, so dass auch in diesem eigentlich günstigen Fall die Beschaffung von exakten Daten noch grosse Schwierigkeiten bereiten kann.

Die grösste Herausforderung bilden jedoch Situationen, wo die Daten grundsätzlich nicht mehr beschaffbar sind. Je älter der interessierende Zeitpunkt ist, umso häufiger ergibt sich dieses Problem. Dann stellt sich die hochinteressante, heikle und eventuell auch fragwürdige Aufgabe, aufgrund von Analogien und Plausibilitätsüberlegungen das Fehlende zu erschaffen. Für viele Anwendungen können derartige hypothetische Rekonstruktionen durchaus Sinn machen, und es ist sicher passender, diese mit computergestützten Methoden durchzuführen als mit Zement am Originalobjekt. Falls die benötigten Daten vorhanden sind, lassen sich heute verblüffend realistische Rekonstruktionen erstellen. Immer noch eine grosse Herausforderung für den Computergrafiker und die Software sind jedoch natürlich wirkende Animationen. Dies gilt insbesondere für die Animation von Bewegungen und Mimik von Menschen.

Nutzen für die Informatik

Für den Menschen ist das Visuelle äusserst wichtig, und so wird auch selten bezweifelt, dass die Computergrafik ein wichtiger Teil der Informatik ist. Grundsätzlich handelt es sich um ein schwieriges Thema, das viel Mathematik, einiges an Physik und anspruchsvolle Programmierung bedingt. Gerade deshalb bilden kleinere praktische Rekonstruktionsaufgaben, wie sie seit einiger Zeit für das Historische Museum Bern erstellt werden, eine äusserst wertvolle Bereicherung des Informatikstudiums.

Konkrete Aufgaben führen oft zu neuen Problemstellungen oder sogar zu ganz neuen Problembereichen, so dass sich durchaus auch interessante Forschung ergeben kann. In diesem Idealfall nützt die vorliegende konkrete Aufgabe nicht nur dem potentiellen Anwender, der sich auf seine konkrete Lösung freut, sondern ebenso dem Informatiker, der in seinem eigenen Fach unerwartete Herausforderungen und Entwicklungsmöglichkeiten findet.

Prof. Dr. Hanspeter Bieri

Lukas Ammon

Thomas Buchberger

Institut für Informatik

und angewandte Mathematik