



Doctoral Thesis

Methoden zur interaktiven Darstellung von Volumendaten

Author(s):

Hiltebrand, Eduard Gregor

Publication Date:

1996

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001585639> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH Nr. 11305

Methoden zur interaktiven Darstellung von Volumendaten

ABHANDLUNG

Zur Erlangung des Titels

Doktor der Technischen Wissenschaften

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

EDUARD GREGOR HILTEBRAND

dipl. El.-Ing. ETH

geboren am 27. Mai 1957

von Bachenbülach (ZH)

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. W. Guggenbühl, Referent

Prof. Dr. O. Kübler, Korreferent

1996

Zusammenfassung

In der medizinischen Diagnostik angewandte bildgebende Messverfahren, wie Computer und Kernspin Tomographie produzieren in kurzer Zeit grosse Datenmengen. Für die Auswertung der gemessenen dreidimensionalen Datensätze werden diese schichtweise auf Schwarzweissfilme belichtet oder mit Computermonitoren dargestellt. Das Erfassen der räumlichen Struktur kann durch eine Projektion des gesamten Datenvolumens, mit der Möglichkeit die Betrachtungsrichtung interaktiv zu ändern, wesentlich erleichtert werden. Das Hauptanliegen dieser Arbeit war es nun, die für die Projektion notwendige Rechenzeit durch eine geschickte Wahl des Algorithmus und die Realisierung einer leistungsfähigen, problemspezifischen Rechnerhardware soweit zu senken, dass eine interaktive Darstellung von kubischen Datensätzen mit 16 Millionen Elementen (Voxeln) mit einer Antwortzeit von weniger als einer Sekunde möglich ist. Grundsätzlich wäre das Problem in der geforderten Zeit auf einem Supercomputer zu lösen, aber ein wichtiges Ziel war die kostengünstige Realisierung, mit der Möglichkeit den Aerzten eine lokale Arbeitsstation für die Datenauswertung und Therapieplanung anzubieten.

Für die Projektion der Volumendaten auf eine Ebene wurde ein Algorithmus gefunden, der durch Zerlegen der Abbildung in Teilschritte sehr effizient, gut parallelisierbar und weitgehend frei von durch die Abtastung hervorgerufenen Artefakten ist. Durch die Verwendung von Parallelprojektion bleibt die Objektgrösse unabhängig von der Lage und von der Projektionsrichtung.

Das System ist modular konzipiert und erweiterbar. Durch Hinzufügen von Recheneinheiten (Slaves) lässt sich die Verarbeitungslei-

stung erhöhen und das bearbeitbare Datenvolumen vergrößern. Die Verwendung handelsüblicher Speicher-, Logik- und Prozessor-Bauteile in energiesparender CMOS Technologie führte zu einer kostengünstigen, kompakten Realisierung.

Stichworte: Parallelverarbeitung, Projektionsalgorithmen, Volumendaten, CT, MRI, direkte Visualisierung, interaktive Darstellung

Abstract

Computer tomography and magnetic resonance imaging used in medicine to create two dimensional (2D) images produce a huge amount of data in a short time. For the interpretation of the measured three dimensional (3D) data sets slices are projected on black and white films or displayed on a computer monitor. The understanding of the 3D structure of an object can be improved by a projection of the whole data set and interactive manipulation of the viewing point. The main goal of this work was to find an algorithm and a hardware architecture, that allows the interactive 3D projection of data sets with 16 million elements (voxels) with a response time of less than one second. In principle the problem could be solved using a supercomputer, but an other important goal was to find a cost effective solution to realise a local workstation for the physician.

For the projection of the volume data onto a plane we found an algorithm that uses a two step scheme. The back to front prebuffer algorithm is very efficient, is well suited for an implementation in hardware, may be simply formulated in a parallel version and is more or less free of artefacts caused by sampling. Through the use of parallel projection the size of an object is independent of its distance to the viewer.

The system concept is highly modular and extendible. The performance of the projection system can be improved by using more computing units (slaves). Through the use of standard logic, memory and processor chips fabricated in power saving CMOS technology it was possible to have a economical and compact system.

Keywords. computer tomography, magnetic resonance imaging, direct visualisation, parallel processing, computer graphics, interactive display, volume data