



(10) **DE 10 2004 051 568 A1** 2006.05.04

(51) Int Cl.8: **G06T 1/00** (2006.01)

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 051 568.9

(22) Anmeldetag: 22.10.2004(43) Offenlegungstag: 04.05.2006

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Drexler, Christopher, 81679 München, DE; Mack, Martin, 56068 Koblenz, DE; Hornegger, Joachim, Prof., 91096 Möhrendorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

US2003/02 15 154 A1

MUELLER, K.; XU, F.: >>Towards a Unified Framework for Rapid 3D Computed Tomography on Commo-

dity GPUs<<, IEEE Nuclear Science Symposium

2003.

October 2003, Vol. 4, S. 2757-2759, ISBN: 0-7803-8257-9:

MORELAND K., ANGEL E.: >>The FFT on a GPU<<, Graphics Hardware (2003), The Eurographics Association 2003:

CABRAL B., CAM N., FORAN J.: >>Accelerated Volume Rendering and Tomographic Reconstruction

Using Texture Mapping Hardware<<, Symposium on

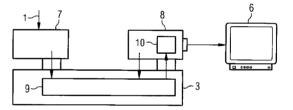
Volume Visualization 1994, ISBN: 0-89791-741-3, S. 91-98;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Verfahren zur schnellen Bildverarbeitung medizinischer Bilder

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur schnellen Bildverarbeitung medizinischer Bilder, insbesondere fluoroskopischer Bildaufnahmen, unter Einsatz bildverändernder Bildverarbeitungsalgorithmen auf einem Bildrechner. Bei dem Verfahren werden ein erster Teil (10) der Bildverarbeitungsalgorithmen auf einem Grafikprozessor einer Grafikkarte (8) und ein zweiter, verbleibender Teil (9) auf einem Hauptprozessor des Bildrechners ausgeführt. Durch diese Aufteilung, für die Standard-Hardwarekomponenten einsetzbar sind, ist für den Bildrechner keine aufwendige Spezialentwicklung der Hardware mehr erforderlich.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur schnellen Bildverarbeitung medizinischer Bilder, insbesondere fluoroskopischer Bildaufnahmen, unter Einsatz bildverändernder Bildverarbeitungsalgorithmen auf einem Bildrechner.

Stand der Technik

[0002] Bei bildgebenden medizintechnischen Verfahren wie bspw. der Computertomographie, der Röntgen-Angiographie oder der Magnetresonanztomographie, ist eine aufwendige Bildverarbeitung der mit den entsprechenden Modalitäten aufgezeichneten Bilder erforderlich. Diese Bildverarbeitung soll zum einen die Bildqualität verbessern, bspw. durch Rauschunterdrückung, und zum anderen für die jeweilige Diagnose wesentliche Strukturen in den Bildern, bspw. durch Kantenschärfung oder Filterung, hervorheben.

[0003] Vor allem im Bereich der Fluoroskopie, bei der in schneller zeitlicher Abfolge Röntgen-Bildaufnahmen eines Untersuchungsbereiches aufgenommen und dem behandelnden Arzt sofort am Bildschirm dargestellt werden, ist eine schnelle Bildverarbeitung erforderlich. Bei modernen Fluoroskopiesystemen werden die Bilder bereits mit einer Auflösung von 1024 × 1024 Pixeln und einer Bittiefe von 16 Bit bei einer Geschwindigkeit von 30 Frames/s verarbeitet. Die Bildverarbeitung mit den bildverändernden bzw. bildverbessernden Bildverarbeitungsalgorithmen erfolgt auf einem mit der Aufzeichnungsmodalität verbundenen Bildrechner. Die Bildverarbeitungsalgorithmen sind in der sog. Post-Processing Pipeline zusammengefasst. Da der Arzt gerade bei Interventionen, insbesondere mit einem Katheter, die Bilder zur Navigation des Instrumentes möglichst in Echtzeit benötigt, besteht das Hauptproblem der Bildverarbeitung in der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit. Mit gängigen Hauptprozessoren lässt sich die hierfür erforderliche Verarbeitungsgeschwindigkeit bei den obigen Bildauflösungen nicht erreichen.

[0004] Aus diesem Grund wird die Post-Processing Pipeline bisher auf speziell für diese Anwendung entwickelter Hardware ausgeführt. Der Bildrechner stellt dabei eine Spezialentwicklung mit DSP-Boards (DSP: Digital Signal Processing) dar, auf denen die Bildverarbeitungsalgorithmen ausgeführt werden. Die Algorithmen müssen hierzu in handoptimiertem Assembler Code geschrieben werden. Die Entwicklung der Spezialhardware sowie die Implementierung der Bildverarbeitungsalgorithmen sind sehr zeit- und kostenintensiv. Weiterhin ermöglicht eine derartige Spezialentwicklung keinen flexiblen Austausch der Hardware wegen notwendiger Board-Neuentwicklungen oder den Einsatz schnellerer Prozessoren, da

dies möglicherweise eine aufwendige Reimplementierung der Bildverarbeitungsalgorithmen erfordert.

Aufgabenstellung

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren zur schnellen Bildverarbeitung medizinischer Bilder anzugeben, das geringere Investitionskosten erfordert und eine höhere Flexibilität gegenüber Neuentwicklungen der Hardware aufweist.

[0006] Die Aufgabe wird mit dem Verfahren gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche oder lassen sich der nachfolgenden Beschreibung sowie dem Ausführungsbeispiel entnehmen

[0007] Beim vorliegenden Verfahren zur schnellen Bildverarbeitung medizinischer Bilder, insbesondere fluoroskopischer Bildaufnahmen, unter Einsatz bildverändernder Bildverarbeitungsalgorithmen auf einem Bildrechner wird ein Teil der Bildverarbeitungsalgorithmen, im Folgenden willkürlich als erster Teil bezeichnet, auf einem Graphikprozessor einer Graphikkarte und ein zweiter, verbleibender Teil auf einem Hauptprozessor des Bildrechners ausgeführt.

[0008] Bei dem vorliegenden Verfahren werden die bisher eingesetzten DSP-Boards somit durch Graphikkarten ersetzt und die Ausführung der Bildverarbeitungsalgorithmen auf zumindest 2 Komponenten des Bildrechners aufgeteilt. Ein Teil der Bildverarbeitungsalgorithmen wird auf dem Hauptprozessor und ein Teil auf dem Graphikkartenprozessor durchgeführt. Hierbei wird ausgenutzt, dass inzwischen Standard-Graphikkarten mit Graphikprozessoren verfügbar sind, auf denen sich ein Teil der Bildverarbeitungsalgorithmen mit ausreichend hoher Geschwindigkeit ausführen lässt. Durch die Aufteilung der Rechenleistung auf Haupt- und Graphikprozessor wird für die eingangs genannten Anwendungen, insbesondere in der Fluoroskopie, eine ausreichende Verarbeitungsgeschwindigkeit erreicht.

[0009] Ein besonderer Vorteil des vorliegenden Verfahrens liegt darin, dass für den Bildrechner keinerlei Spezialentwicklung der Hardware mehr erforderlich ist. Durch die Verwendung von Standardschnittstellen zu den Graphikkarten für die Implementierung der Bildverarbeitungsalgorithmen ist ein problemloser Austausch der Graphikkarten, bspw. für den Einsatz von schnelleren Graphikprozessoren möglich, ohne eine umständliche Reimplementierung der Algorithmen vornehmen zu müssen. Dieser Vorteil gilt auch für den Einsatz von schnelleren Hauptprozessoren, die ohne Programmänderungen genutzt werden können (Drop-In-Replacement). Durch die mit dem vorliegenden Verfahren mögliche Verwendung von

Standardhardware, die für einen breiten Markt produziert wird und dementsprechend kostengünstiger ist als Spezialhardware, werden die Investitionskosten für den Bildrechner deutlich gesenkt.

[0010] Vorzugsweise werden für die zweidimensionale Bildverarbeitung ein oder mehrere Pixel-Shader-Einheiten der Graphikkarte eingesetzt. So steht bspw. mit der Radeon 9700 Pro Graphikkarte von ATI und den Nachfolgemodellen dieser Serie eine Graphickarte zur Verfügung, die über derartige programmierbare Pixel-Shader-Einheiten mit einer Rechengenauigkeit von 16 Bit pro Farbkanal verfügt, wie sie für die Post-Processing-Algorithmen bei den in der Beschreibungseinleitung genannten Fluoroskopie-Anwendungen mit Bildern einer Bittiefe von 16 Bit erforderlich ist. Als Programmierschnittstelle für die Graphikkarte kann bspw. die standardisierte DirectX-9.0 API verwendet werden.

[0011] In einer bevorzugten Weiterbildung des vorliegenden Verfahrens erfolgt die Implementierung des zweiten Teils der Bildverarbeitungsalgorithmen, der auf dem Hauptprozessor ausgeführt wird, über eine bei Standardprozessoren verfügbare Befehlserweiterung zur schnellen parallelen Signalverarbeitung, wie bspw. in MMX, SSE, SSE2. Durch den kombinierten Einsatz dieser Befehlserweiterung des Hauptprozessors und die Nutzung von Pixel-Shader-Einheiten auf dem Graphikprozessor wird eine sehr schnelle Berechnung der Post-Processing-Algorithmen auf diesen Standardkomponenten ermöglicht. Die Implementierung der Post-Processing-Pipeline durch die Verwendung von Standardhardware sowie den Einsatz von standardisierten Programmierschnittstellen und Befehlssätzen ist somit schneller, deutlich kostengünstiger und flexibler lösbar als bei der bisher eingesetzten Spezialhardware. Algorithmen, die noch nicht auf Graphikprozessoren implementierbar sind, werden beim vorliegenden Verfahren auf den Hauptprozessor ausgelagert, so dass das Verfahren eine größtmögliche Flexibilität auch hinsichtlich Änderungen in der Standardhardware bietet.

Ausführungsbeispiel

[0012] Das vorliegende Verfahren wird nachfolgend nochmals anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung kurz erläutert. Hierbei zeigen beispielhaft:

[0013] Fig. 1 den Datenfluss zur Bildverarbeitung medizinischer Bilddaten nach dem Stand der Technik; und

[0014] Fig. 2 den Datenfluss zur Bildverarbeitung medizinischer Bilddaten gemäß dem vorliegenden Verfahren.

[0015] Fig. 1 zeigt ein Beispiel für die Verhältnisse bei der Bildverarbeitung medizinischer Bilder, wie sie bisher bei der Röntgenbildgebung vorliegen. Hierbei werden die vom Röntgendetektor 1 erhaltenen Rohdaten direkt einem digitalen Signalprozessor 2 (DSP) zugeführt, der die vollständige Bildverarbeitung vornimmt. Der digitale Signalprozessor 2 ist zusätzlich zu einem herkömmlichen PC 3 vorgesehen, über den die Befehlseingabe erfolgt. Die vom digitalen Signalprozessor 2 verarbeiteten Bilddaten werden über eine direkte Verbindung 5 einer Spezial-Grafikkarte 4 zugeführt, über die die verarbeiteten Bilder an einem Monitor 6 dargestellt werden. Der Hauptprozessor des PC 3 ist an der Bildverarbeitung nicht beteiligt, kann jedoch ebenfalls die verarbeiteten Bilddaten vom digitalen Signalprozessor 2 erhalten, um sie bspw. für eine spätere Darstellung oder Weiterverarbeitung abzuspeichern.

[0016] Demgegenüber zeigt Fig. 2 die Verhältnisse, wie sie bei der Umsetzung des vorliegenden Verfahrens vorliegen. In diesem Beispiel werden die Rohdaten vom Röntgendetektor 1 über eine Akquisitionskarte 7 erfasst. Diese Akquisitionskarte dient lediglich der Aufnahme der Bilddaten ohne Bildverarbeitung. Die rohen Bilddaten werden dann auf zwei Komponenten des Bildrechners aufgeteilt. Ein Teil der Bildverarbeitung erfolgt auf dem Hauptprozessor des PC 3. Dieser Teil der Bildverarbeitung ist in der Figur mit dem Bezugszeichen 9 angedeutet. Ein anderer Teil der Bildverarbeitung erfolgt auf dem Grafik-Prozessor der eingesetzten High End Standard-Grafickarte 8, die über ein oder mehrere geeignete Pixel-Shader-Einheiten für die Bildverarbeitung verfügt. Dieser andere Bildverarbeitungsteil ist in der Figur mit dem Bezugszeichen 10 angedeutet. Die Grafikkarte 8 gibt hierbei wiederum die verarbeiteten Bilder am Monitor 6 aus. Weiterhin können die verarbeiteten Bilder von der Grafikkarte 8 auf den PC 3 übertragen und für eine spätere Darstellung oder Weiterverarbeitung dort abgespeichert werden.

[0017] Durch diese Aufteilung der Bildverarbeitungsalgorithmen auf den oder die Prozessoren des PC 3 und den oder die Prozessoren der Grafikkarte 8 kann eine ausreichend schnelle Bildverarbeitung mit kostengünstig verfügbaren Standardkomponenten erreicht werden. Eine Entwicklung von Spezial-Hardware mit den damit verbundenen oben genannten Problemen ist nicht mehr erforderlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur schnellen Bildverarbeitung medizinischer Bilder, insbesondere fluoroskopischer Bildaufnahmen, unter Einsatz bildverändernder Bildverarbeitungsalgorithmen auf einem Bildrechner, bei dem ein erster Teil (10) der Bildverarbeitungsalgorithmen auf einem Grafikprozessor einer Grafickarte (8) und ein zweiter, verbleibender Teil (9) auf einem

DE 10 2004 051 568 A1 2006.05.04

Hauptprozessor des Bildrechners ausgeführt werden.

- 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Ausführung des ersten Teils (10) der Bildverarbeitungsalgorithmen ein oder mehrere Pixel-Shader-Einheiten der Grafikkarte (8) eingesetzt werden.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass für die Ausführung des ersten Teils (10) der Bildverarbeitungsalgorithmen eine Standard-Grafikkarte (8) eingesetzt wird.
- 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (10) der Bildverarbeitungsalgorithmen über eine standardisierte Schnittstelle zur Ausführung auf der Grafikkarte (8) programmiert wird.
- 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Implementierung des zweiten Teils (9) der Bildverarbeitungsalgorithmen über eine bei Standardprozessoren verfügbare Befehlserweiterung zur schnellen parallelen Signalverarbeitung erfolgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

