



CAMIS

Computer Assisted Minimal Invasive Surgery

Minimalinvasive Operationen gehören zum klinischen Alltag. Die Arbeit mit einem Endoskop zeigt dem Operateur jedoch immer nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Inneren des Patienten, sodass die Orientierung zum Teil erheblich erschwert wird. Fraunhofer-Forscher arbeiten daher an computergestützten Hilfsmitteln, die die Entwicklung von Geräten verbessern und den Chirurgen bei der Arbeit unterstützen („computer aided surgery“).

Hardwaresimulator

Mithilfe eines Simulators erproben die Forscher die optischen und mechanischen Eigenschaften zukünftiger Geräte. Dafür entwickeln sie zunächst einen virtuellen Prototypen, der die gewünschten Funktionalitäten des Gerätes nachbildet. So können bereits in einem frühen Stadium Anforderungen und Funktionsweise am

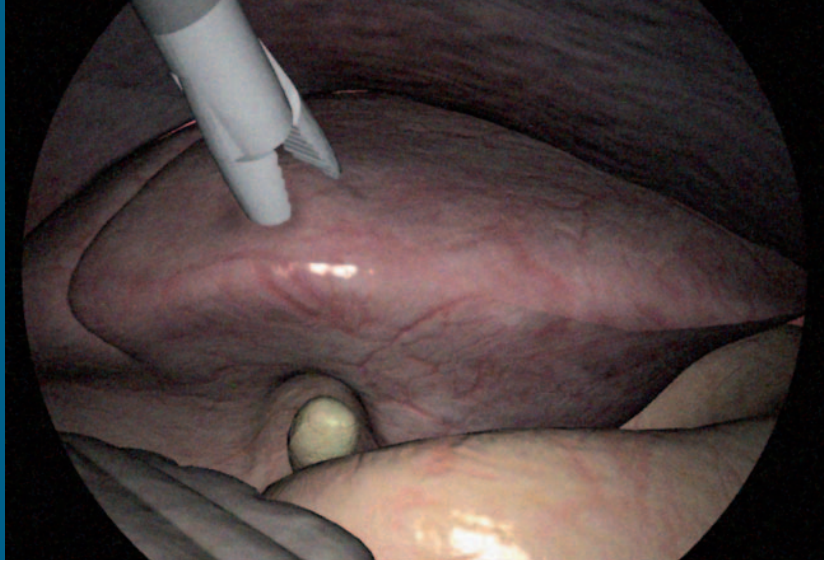
Modell überprüft werden. Auf Basis des Modells wird eine Requirements-Analyse durchgeführt, die die Grundlage für die zu entwickelnden optischen und mechanischen Komponenten bildet. Durch die frühzeitige Evaluierung des virtuellen Systems lässt sich, noch bevor ein physischer Prototyp existiert, die Gefahr fehlender Akzeptanz in der klinischen Praxis deutlich reduzieren. Darüber hinaus kann eine Optimierung einzelner Komponenten mithilfe von Hardware-in-the-Loop-Tests erfolgen, ohne zeitraubend physische Prototypen aufbauen und testen zu müssen.

Modellierung von Organen und Geräten

Die Kernkompetenz der Fraunhofer-Forscher liegt in der Erstellung der benötigten Modelle – zum einen der Hardware zum anderen aber auch des menschlichen Körpers (Gewebe, Organe). Ihr Verhalten – z. B. bei Blutungen, Verletzungen durch das Gerät oder Bewegungen muss exakt

abgebildet werden. Hierzu wurde eine physikalisch basierte Simulation entwickelt, die die Weichkörper (Organe) als Feder-Masse-System (FMS) darstellt. Ein FMS ist ein in der medizinischen Simulation gängiges Verfahren der Computergrafik, das genutzt wird, um das Deformationsverhalten von Objekten zu bestimmen, die auf Polygonnetzen basieren. Dabei werden die Objekte durch Masseknoten, mechanische Federn und Dämpfer abgebildet. Neben der Integration von Weich- und Festkörpern (Knochen, Instrumente) wurden Partikelsysteme zur Simulation von Blutungen, Rauch, der bei der Verödung von Schnittwunden entsteht, und kleinen Gewebeteilen implementiert. Zur Simulation der Endoskopkamera wurden deren optische Eigenschaften (Öffnungswinkel, Linsenverzerrung, Blickrichtung, Tiefenschärfe) sowie die Chipeigenschaften (Bildrauschen, Auflösung) und die komplexe Halogen-Lichtquelle des Endoskops nachgebildet. Der Nutzer kann am Bildschirm die unterschiedlichen Eigenschaften (z. B. optische Eigenschaften, Öffnungswinkel, Bewegungsgrad

Bildverarbeitungstechnologien von Fraunhofer FIRST unterstützen die Entwicklung von Geräten und sorgen für eine bessere Sicht bei minimalinvasiven Operationen



und Geschwindigkeit) des simulierten Endoskop-Prototypen testen. Die GPU-unterstützte Berechnung der Simulationsergebnisse ermöglicht hohe Bildraten und damit die zeitnahe, interaktive Reaktion auf Veränderungen. Zur Visualisierung der Instrumente und Organe wurden spezielle Renderingeffekte (Unterschiede in der Beleuchtung, Feinstruktur von Oberflächen, Modellierung der Lichtquelle des Endoskops) in HLSL Pixelshadern entwickelt. Simulatoren virtueller Geräte lassen sich auch für die Entwicklung anderer medizinischer Produkte einsetzen. Die Entwicklung verläuft schneller und kostengünstiger. Fraunhofer FIRST bietet seinen Kunden aus der Medizintechnik die Erstellung von Modellen sowie die prototypische Entwicklung von Simulatoren an.

Echtzeitbearbeitung von hochauflösenden Bilddaten auf GPUs

Medizinische Geräte wie Endoskope oder Mikroskope erzeugen heutzutage hochauflösende Bilder und Videos in HD Qualität. Aufgrund der hohen Auflösung sind leistungsfähige Bildverarbeitungsverfahren nötig. Durch die langjährige Expertise im Bereich Computergrafik und Parallelprocessing sind die Fraunhofer-Forscher in der Lage, Bildverarbeitung auf GPUs (Graphical Processing Units) umzusetzen. In diversen Projekten wurden komplexe GPU-basierte Lösungen in den Bereichen Autokalibrierung von Multiprojektorsystemen, medizinische Simulation und Visualisierung sowie Computer Vision erarbeitet. Aufgrund ihrer hohen Parallelisierung eignen sich GPUs besonders

gut zur Ausführung rechenintensiver Prozesse wie der Echtzeit-Bildbearbeitung. Da eine Vielzahl von Prozessen gleichzeitig abgearbeitet werden kann, können hohe Datenvolumina effizient und schnell ausgewertet werden. Beispiele sind Denoising, Kantenerkennung, Strukturanalyse und Autofokus. Erst der Einsatz von GPUs ermöglicht die Nutzung von z. B. Fouriertransformationen oder Optical Flow zur Videoanalyse in Echtzeit. Hierbei kommen Technologien wie NVIDIA CUDA, OpenCL oder Shadersprachen zum Einsatz, welche aufgrund ihrer Abstraktion von der Hardwareprogrammierung eine schnelle und flexible Adaption der Algorithmen erlauben. Die Entwicklung von Hardware-Simulatoren und Verfahren zur Echtzeitbearbeitung von Bilddaten werden im Rahmen des Projekts Endoguide vom BMBF gefördert.

Angebote

- Erstellung von Modellen für die Simulation von medizinischen Geräten, Organen und Gewebe
- Entwicklung von Hardware- und Trainingssimulatoren für die Medizintechnik
- Entwicklung kundenspezifischer Algorithmen für die Echtzeitverarbeitung medizinischer Bilddaten
- GPU-Processing (Implementierung und Parallelisierung von Bildverarbeitungsprozessen auf der GPU)

Unterstützte Technologien

- CUDA, OpenCL, HLSL
- PhysX, Simulation Open Framework Architecture
- DirectX, OpenGL
- 3DS-Max, Maya, Blender

Ansprechpartner

Ivo Hausen
Forschungsleiter
Interaktive Systeme (ISY)

Telefon +49 30 6392-1777
Telefax +49 30 6392-1805
ivo.hausen@first.fraunhofer.de

Kekuléstr. 7
12489 Berlin

Weitere Informationen:
www.first.fraunhofer.de