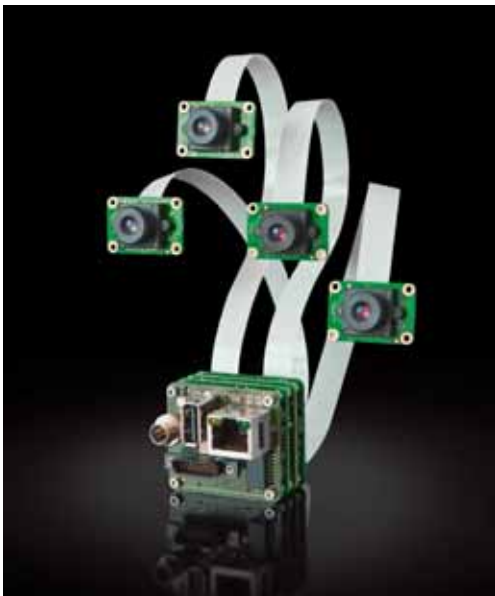


3D-Bildverarbeitung in Echtzeit

Was für Piloten selbstverständlich ist, setzt sich zunehmend auch in der medizinischen Ausbildung durch: Training an Virtual-Reality-Simulatoren. Um präzises Echtzeit-Tracking in den Trainingssystemen zu realisieren, sind Multisensor-Kameras im Einsatz



← Bild 1: Die intelligente Multisensor-Kamera mit einem eigenen Linux-Betriebssystem bietet Entwicklern eine offene Plattform

In der virtuellen Realität können prozedurale und mikrochirurgische Fertigkeiten beliebig oft und ohne Risiko für Patienten geübt werden. Einer der Pioniere in der Entwicklung von Virtual-Reality-Technologie für medizinisches Training ist die Mannheimer Firma VRmagic. Seit 2001 ist das Unternehmen mit Simulatoren für die Ausbildung von Augenchirurgen am Markt. Um das erforderliche präzise Echtzeit-Tracking in den High-Tech Trainingssystemen realisieren zu können, entwickelt VRmagic seit 2003 eigene USB2.0-Kameras. So besteht ein zweiter Geschäftsbereich mit Kamerakomponenten für Machine-Vision-Anwendungen.

Intelligente Kamerasysteme

Inzwischen reicht das Kameraportfolio von externen Analog-Digital-Konvertern über FPGA-Kom-

ponenten mit integrierter Bildvorverarbeitung bis zu programmierbaren, intelligenten Kameras mit eigenem Linux-Betriebssystem. Für 3D-Anwendungen wie das optische Tracking in den Virtual-Reality-Simulatoren hat VRmagic Multisensor-Kameras entwickelt, die mit bis zu vier externen Sensoren pixel-synchrone Aufnahmen aus mehreren Positionen ermöglichen (Bild 1). In der Medizintechnik kommen diese Kamerasysteme beispielsweise in der 3D-Messtechnik, der Orthopädie und Zahntechnik, der navigierten Chirurgie oder im Blick- und Gesten-Tracking in Mensch-Maschinen Schnittstellen zum Einsatz.

Simulation in Echtzeit

In den Augenoperations-Simulator „Eyesi“ hat VRmagic alle wesentlichen Aspekte einer echten Operationsumgebung integriert: Der Chirurg sitzt an einem Operationsmikroskop und führt frei bewegliche Operationsinstrumente in das mechanische Auge eines Modellkopfs ein (Bilder 2a und 2b). Ohne wahrnehmbare Zeitverzögerung berechnet das Trainingssystem das Verhalten von Flüssigkeiten und Gewebe während der

virtuellen Operation. Statt eines realen Bildes sieht der Operateur auf den Stereo-Displays des Mikroskops die täuschend echte Simulation. Trainierende tauchen dabei manchmal so tief in die virtuelle Welt ein, dass sie die reale Situation fast vergessen: „Es kommt immer wieder vor, dass Ärzte die Instrumentenspitze abwischen, obwohl ja kein reales Gewebe daran hängen kann“, schmunzelt Markus Schill, Vorstand von VRmagic. Damit dieser sogenannte Immersionseffekt eintritt, muss die Zeitverzögerung der Simulation unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle von 50 bis 100 Millisekunden liegen.

Bildvorverarbeitung pixelsynchroner Bilddaten

Möglich ist die minimale Latenz des Systems durch den Einsatz einer vierköpfigen Multisensor-FPGA-Kamera, die im Innenraum des Modellkopfs die Bewegungen der Operationsinstrumente genau verfolgt. Sowohl das drehbar gelagerte, mechanische Modellauge als auch die Spitzen der Operationsinstrumente sind farbige gekennzeichnet.

Durch Abgleich der 2D-Bilder der vier Kamerasensoren können



Bilder 2a und 2b: Im Patienten-Modellkopf des Operationsimulators wird optisches Echtzeit-Tracking auf kleinstem Bauraum umgesetzt

die 3D-Koordinaten der farbigen Instrumentenspitzen präzise bestimmt werden. Dazu erfolgt auf dem FPGA der Multisensor-Kamera zunächst eine Synchronisation und parallele Vorverarbeitung der pixelsynchronen Bilddaten. Der verlustfrei komprimierte Datenstrom wird über ein einziges USB-Kabel an den Computer weitergeleitet, wo die Auswertung der Daten erfolgt. Eine Blobsegmentierung liefert die 2D-Koordinaten für jeden Farbmarker. Daraus werden die präzise Lage und Ausrichtung des Modellauges und der Instrumente in 3D rekonstruiert. Biomechanische Simulationsalgorithmen berechnen das Gewebeverhalten bei Berührung durch die Instrumente in Echtzeit, so dass die virtuelle Operation ohne wahrnehmbare Verzögerung auf den OLED-Displays des Stereomikroskops abgebildet werden kann.

Ein vollwertiges Embedded-System

Für Applikationen, die ohne einen Host-PC auskommen müssen, hat VRmagic eine programmierbare, intelligente Variante der Multisensor-Kamera entwickelt. Mit dem DaVinci Prozessor von Texas Instruments enthält die Kamera

einen 300 MHz ARM9-Prozessor, auf dem Debian Linux als autarkes Betriebssystem läuft, und einen 600 MHz DSP mit 4800 MIPS, der komplett für Bildverarbeitungsaufgaben zur Verfügung steht. Entwickler können eigene Applikationen mit C/C++ oder jeder gängigen Skript-Sprache programmieren. Algorithmen können mit Standard-Umgebungen wie Visual Studio oder Code Composer Studio entwickelt und über Cross-Compiler auf die Kamera übertragen werden. Host-System und Kamera verfügen über die gleiche API. Die Kameras sind mit 256 MB RAM und einem 512 MB Flash-Baustein ausgestattet.

Unterstützte Schnittstellen sind Ethernet, USB 2.0 Host, RS232 und General Purpose I/O, Analog-Video-Ausgang sowie optional digitaler Video-Ausgang und Audio-Schnittstelle. Die Kamera ist damit ein vollwertiges Embedded-System und in der Lage, auch komplexe Bildverarbeitungs- und Steuerungsaufgaben autark zu übernehmen.

VRmagic GmbH
D-68165 Mannheim
www.VRmagic.com

Your Flow Experts

Für sichere & zuverlässige Medizingeräte!

Durchflusssensoren für Flüssigkeiten



- Für sehr kleine Flussraten
- Nicht-invasiv
- Höchste Geschwindigkeit und Sensitivität

Massenflussmesser für Gase



- Kein Drift
- Grosser dynamischer Messbereich
- Multigas-Funktion

Differenzdrucksensoren



- Ausgezeichnete Stabilität
- Analog oder digital (I²C)
- Für geringste Druckdifferenzen

SENSIRION
THE SENSOR COMPANY

SENSIRION AG 8712 Stäfa ZH
Schweiz ☎ +41 44 306 40 00
www.sensirion.com

humidity | gas flow | differential pressure | liquid flow

Besuchen Sie uns an der Compamed 2011,
Halle 8a, Stand, H19.6!