

Robert Sauer-Preis 2010

Augmented Reality

Wie kann man heute virtuelle Informationen in die physikalische Umwelt einbetten?
Einblicke in aktuelle, preisgekrönte Forschungsarbeiten.

VON GUDRUN KLINKER

DER BEGRIFF „Augmented Reality (AR)“ umschreibt die Vision, die physikalische Umwelt mobiler Nutzer dreidimensional mit virtuellen Informationen anzureichern. Dabei werden die Informationen so in die Umwelt eingefügt, dass die virtuellen Objekte physikalisch konsistent mit den realen Objekten koexistieren: Sie haben einen festen Platz unabhängig vom aktuellen Betrachterstandpunkt. Sie verdecken benachbarte Objekte oder werden von diesen verdeckt, sie werfen Schatten und spiegeln sich. Auch die Gesetze der Mechanik (Schwerkraft, gegenseitige Verdrängung) werden simuliert.

Möglichkeiten der Darstellung

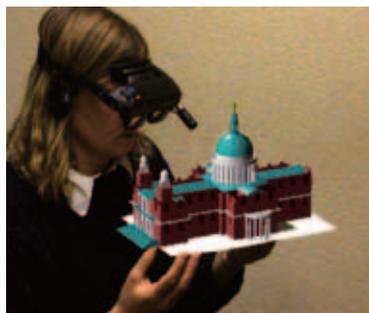
Der prinzipielle Ansatz von Augmented Reality nutzt eine Datenbrille (Abb. 1a). Zwei Monitore und zwei halbtransparente Spiegel sind in der Brille so angeordnet, dass die virtuellen Objekte von den Bildschirmen über die Spiegel in die Augen der Betrachter reflektiert und mit deren Sicht der physikalischen Umgebung vermischt werden. Aktuelle halbtransparente Datenbrillen

sind aber im Vergleich zur Sehfähigkeit des Auges noch nicht gut genug (Auflösung, Sichtbereich). Außerdem scheinen die virtuellen Objekte bei schnellen Kopfbewegungen wegen der zeitlich verzögerten Darstellung im Raum zu „schwimmen“. Deshalb werden auch alternative Darstellungsoptionen untersucht. In opaken Datenbrillen wird das Videobild einer an der Brille befestigten Kamera

als Hintergrundbild für Augmentierungen genutzt. Auch auf mobilen Displays wie Laptops, PDAs und Smartphones wird das Videobild der eingebauten Kamera augmentiert (Abb. 1b). Ein anderer Ansatz projiziert Informationen mit Lasern oder Projektoren direkt auf die physikalischen Oberflächen der Umgebung (Abb. 1c). Des Weiteren werden virtuelle Informationen häufig auch auf stationären Monitoren dargestellt – über dem Videobild einer Kamera in der Nähe des Betrachters (Abb. 1d).

Um virtuelle Objekte ortskonstant in die physikalische Umwelt einbetten zu können, müssen die Pose (Lage und Orientierung) der Datenbrille sowie die Position der Augen hinter der Brille und die Pose aller physikalischen Objekte bekannt sein. Zur Verfolgung (Tracking) der aktuellen Betrachterpose werden diverse physikalische Prinzipien genutzt. Optisches Tracking mit Kameras ist zurzeit am üblichsten. Hierbei wurden zunächst vornehmlich spezielle, leicht erkennbare optische Marker in der Szene platziert. Entweder befinden sich die Marker dabei an festen Stellen, so

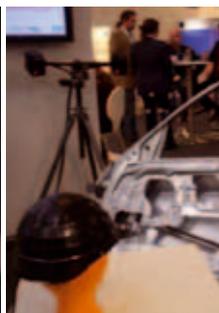
Abb. 1: Verschiedene Darstellungsoptionen für Augmented Reality: in einer Datenbrille (a), auf einem Smartphone (b), projiziert auf physikalische Oberflächen (c), auf einem stationären Monitor (d).



1a



1b



1c

dass sich eine mobile Kamera (z. B. am Kopf des Betrachters) relativ zu ihnen einmessen kann, oder ein oder mehrere Marker sind mobil am Betrachter und anderen Objekten befestigt und werden von einer oder mehreren stationären Kameras verfolgt (s. dazu advanced realtime tracking GmbH, <http://www.ar-tracking.de>). Die aktuelle Forschung befasst sich damit, anstatt der Marker inhärente Szenen- und Objektmerkmale zu verfolgen, wobei gleichzeitig zum Tracking auch eine dreidimensionale Karte aller schon erkannten Merkmale angelegt wird. Zusätzlich zu optischen Ansätzen werden auch andere physikalische Prinzipien wie Inertialmessungen (Beschleunigungsmesser, Gyroskope), mechanische Messungen (Roboterarm), Laufzeitmessungen (Ultraschall, GPS), Feldmessungen (elektromagnetisch, Gravitation, Kompass) und zellenbasierte Funkmessungen (RFID, WLAN) genutzt. Jede Sensormodalität hat Vor- und Nachteile, so dass diverse Ansätze hybrider Sensor Fusion zum Einsatz kommen.

Interaktion mit virtuellen Objekten

In der augmentierten Welt können Betrachter sowohl mit physikalischen als auch mit virtuellen Objekten interagieren: sie bewegen, drehen und Abstände zwischen Objekten sowie andere Informationen abfragen. Insbesondere bei der Verwendung marker-basierter Trackingmethoden können die Posen physikalischer Objekte zu virtuellen Objekten in Beziehung gesetzt werden (Abb. 1a, 1d). Nun geht es zunehmend darum, geeignete Metaphern für die Objektmanipulation und Systemsteuerung zu entwickeln, die intuitiv verständlich und leicht nutzbar sind.

Wo kann man Augmented Reality anwenden?

Augmented Reality hat großes Anwendungspotential. Im Fernsehen werden besonders in Sportübertragungen schon heute virtuelle

Informationen (wie z. B. die Entfernung zum Tor) ins Bild eingeblendet. In der Medizin können Chirurgen während einer Operation Überlagerungen vorher aufgenommener Messdaten (CT, MRI usw.) auf dem Patienten sehen. Auch im Bauwesen und in der Fertigungsindustrie, z. B. im Automobil-, Anlagen- und Flugzeugbau, werden schon seit Jahren Methoden entwickelt, um die gesamte Prozesskette von der Planung über die Fertigung bis zur Wartung und Reparatur mit digitalen Informationen vor Ort zu unterstützen (s. z. B. das BMBF-Projekt AVILUS, <http://www.avilus.de>). In letzter Zeit aber ist das öffentliche Interesse an Augmented Reality ganz besonders im Consumerbereich dramatisch gestiegen: Auf Smartphones werden inzwischen diverse Navigationshilfen sowie Spiele angeboten, die auf Augmented Reality beruhen.

DIE AUTORIN

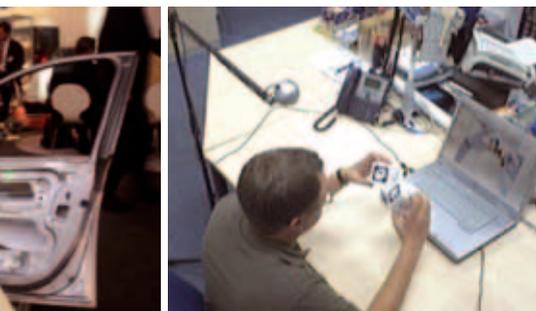
Prof. Gudrun Klinker, Ph. D. hat seit dem Jahr 2000 die Professur für Augmented Reality an der TU München inne. Zuvor war sie u. a. an der Digital Equipment Corporation in Boston, am European Computer-Industry Research Center und am Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung tätig. Am 4. Dezember 2010 erhielt sie für ihre wissenschaftlichen Leistungen im Bereich der Augmented Reality den Robert Sauer-Preis der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Links und Literatur

<http://campar.in.tum.de/Chair/ResearchAr>

- T. P. Caudell, D. W. Mizell, Augmented Reality: An Application of Head-Up Display Technology to manual Manufacturing Processes. Proc. Hawaii Int. Conf. on System Sciences, Vol. 2, 659–669, 1992.
- A. Davison, Real-Time Simultaneous Localization and Map-Building with a single camera. Proc. Int. Conf. on Computer Vision, 2003.
- M. Huber, G. Klinker et al., A System Architecture for Ubiquitous Tracking Environments. IEEE and ACM Int. Symp. on Mixed and Augmented Reality, 2007.
- P. Keitler, G. Klinker et al., Mobile Augmented Reality based 3D Snapshots. 6. Workshop virtuelle und erweiterte Realität der GI-Fachgrupper VR/AR, 2008.
- G. Klein and D. Murray, Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces. IEEE and ACM Int. Symp. on Mixed and Augmented Reality, 2007.
- P. Maier, G. Klinker et al., What do you do when two hands are not enough? Interactive selection of bonds between pairs of tangible molecules. Int. IEEE Symp. on 3D User Interfaces, 2010.
- B. Schwerdtfeger, G. Klinker et al., Using Laser Projectors for Augmented Reality, ACM Symp. on Virtual Reality Software and Technology, 2008.
- I. E. Sutherland, A Head-Mounted Three Dimensional Display. Proc. of the Fall Joint Computer Conference, 1968, 354–356.
- D. Stricker, G. Klinker, D. Reiners, A fast and robust line-based optical tracker for augmented reality applications. IEEE and ACM Int. Workshop on Augmented Reality, 1998.
- G. Welch, E. Foxlin, Motion Tracking: No Silver Bullet, but a Respectable Arsenal. IEEE Computer Graphics and Applications, 22 (6), 24–38, 2002.

ABB.: TUM



1d