

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR GRAPHISCHE DATENVERARBEITUNG IGD

## VORWORT

*Sehr geehrte Partner und Freunde des Fraunhofer IGD,*

*im Namen unseres gesamten Instituts wünsche ich Ihnen für das Kalenderjahr 2014 viel Erfolg. Auch im letzten Quartal von 2013, das wir in dieser Ausgabe betrachten, konnten wir unsere Position als führende Einrichtung für angewandte Forschung im Visual Computing weiter ausbauen.*

*Unsere Themen in dieser Ausgabe sind:*

- *Fraunhofer-Forscher sichern Kulturerbe digital*
- *Gegenstände kopieren und exakt ausdrucken*
- *Die virtuelle Fabrik zum Anfassen*
- *Software hilft bei der Behandlung von Tumoren*

*Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.*



*Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner*

## FRAUNHOFER-FORSCHER SICHERN KULTURERBE DIGITAL

Naturkatastrophen oder Kriege zerstören historische Kulturschätze. Fraunhofer-Forscher präsentieren ein mobiles Labor, das Artefakte im Akkord dreidimensional scannt und digitalisiert.

In unseren Museen existieren Millionen von Kulturartefakten. Aber sind diese Kulturschätze dort sicher? Beim Brand in der Herzogin-Anna-Amalia-Bibliothek in Weimar im Jahr 2004 oder beim Einsturz des historischen Stadtarchivs in Köln 2009 wurden zahlreiche Werke unwiederbringlich zerstört. Unsere Kulturschätze digital zu erhalten, ist eine gute Möglichkeit die Auswirkungen solcher Katastrophen zu mildern. Seit etwa zehn Jahren gibt es private, nationale und internationale Initiativen, die sich um die digitalisierte Erfassung und Archivierung des Kulturguts bemühen. Allerdings beschränken sich diese bisher überwiegend auf 2D-Artefakte wie Buchseiten, Gemälde oder Fotografien.

»Mit CultLab3D präsentieren wir zum ersten Mal einen schnellen, ökonomischen Ansatz zur Digitalisierung von Kulturschätzen in der nächsten, der dritten Dimension«, sagt Pedro Santos vom Fraunhofer IGD. Sein Team entwickelt Technologien

zur schnelleren Digitalisierung und virtuellen Reproduktion von Objekten der realen Welt in höchster Qualität. CultLab3D erfasst nicht nur Geometrie und Textur von Artefakten, sondern auch ihre optischen Materialeigenschaften wie Reflektions- und Absorptionsverhalten für eine spätere fotorealistische Darstellung ihrer Anmutung unter jeglichen Beleuchtungsverhältnissen.

Bislang war 3D-Digitalisierung sehr teuer und zeitaufwendig. CultLab3D setzt nun auf die Industrialisierung und Automatisierung des gesamten 3D-Digitalisierungsprozesses von Artefakten mittels modernster Scan- und Beleuchtungstechniken. Das funktioniert so: Die Artefakte durchlaufen auf einem Fließband spezielle Scanbögen. Dabei werden sie vollautomatisch von allen Seiten gescannt. In einem zweiten Schritt lösen an Leichtbauroboterarmen montierte Scanner noch vorhandene Hinterschneidungen und Lücken des bis dahin rekonstruierten virtuellen 3D-Modells auf. Das fertige 3D-Modell kann im Anschluss mit kulturhistorischen Informationen wie dem Entstehungszeitraum, dem Künstler oder ihm verwandten

Artefakten verknüpft werden. Der gesamte Vorgang dauert nur wenige Minuten, gegenüber zuvor mehreren Stunden. Das mobile Digitalisierungslabor CultLab3D ermöglicht, die Millionen vorhandenen Artefakte industriell, kostengünstig und schnell zu scannen und zu archivieren.

### Ausgezeichnetes Exponat

CultLab3D wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert und wurde erstmals auf der Digital Heritage 2013 Konferenz in Marseille unter der Schirmherrschaft der UNESCO präsentiert. Die bisher größte Veranstaltung zum Thema Digitales Kulturgut versammelte rund 700 Vertreter aus Forschung und Lehre, der Industrie und der Politik, um digitale Technologien zur Erhaltung, Dokumentation und dem Verständnis von Kulturgut zu diskutieren und vorzustellen. CultLab3D gewann dort den »2013 DigitalHeritage International Congress and V-MUST.NET«-Preis für das technisch beste Exponat.

## GEGENSTÄNDE KOPIEREN UND EXAKT AUSDRUCKEN

Seien es Museumsstücke, Bauteile für die Luftfahrt oder architektonische Modelle: Dreidimensionale Gegenstände lassen sich scannen, ausdrucken und somit vervielfältigen. Allerdings sind die Nachbildungen nicht immer exakt. Die neue Abteilung »3D-Druck-Technologie« am Fraunhofer IGD soll dies ändern, mit Vorab-Simulationen und einem Druckertreiber.



DR. PHILIPP URBAN

Bei zweidimensionalen Unterlagen und Papieren haben wir uns an das Kopieren längst gewöhnt. Doch auch dreidimensionale Dinge, etwa eine römische Vase aus dem Museum, lassen sich scannen und über einen speziellen Drucker »ausdrucken«. Anders als beim herkömmlichen Druck, spuckt der Drucker dabei kein Blatt Papier

aus, sondern einen echten Gegenstand. Obwohl der 3D-Druck seit rund 30 Jahren bekannt und etabliert ist, sind seine Möglichkeiten begrenzt: Eine Kopie der römischen Vase beispielsweise sieht nur annähernd aus wie das Original.

Philipp Urban will dies ändern und dem 3D-Druck zu einer breiteren Anwendung verhelfen. Er baut daher am Fraunhofer IGD die neue Abteilung »3D-Druck-Technologie« auf. Starthilfe erhält er über das Fraunhofer Attract-Programm, das jungen Forschern ermöglicht, ihre Ideen bei Fraunhofer anwendungsorientiert weiterzuentwickeln. »Bislang wurde kaum untersucht, wie man Materialeigenschaften wie Glanz oder Lichtdurchlässigkeit bestmöglich reproduzieren kann«, sagt Urban. »Genau dies möchten wir in der neuen Abteilung tun. In einem ersten Schritt werden wir uns der Frage zuwenden: Welches Druck-Ergebnis kann man erwarten, wenn man verschiedene Materialien auf bestimmte Weise anordnet?« Hier fließen die Erfahrungen ein, die Urban in den letzten 14 Jahren im 2D-Druck gesammelt hat, unter anderem an der Technischen Universität Darmstadt, wo er eine Emmy-Noether-Forschungsgruppe mit fünf Doktoranden leitete. Ein weiteres Ziel, das Urban sich gesetzt hat: Er möchte die Fehler, die durch physikalische Limitierungen der Drucksysteme

zwangsläufig entstehen, möglichst in Bereiche schieben, die dem Betrachter wenig auffallen. So nehmen Menschen Fehler in der Oberflächenstruktur beispielsweise deutlicher wahr als kleine Farbumterschiede. »Wichtig ist, eine Art Abstandsmaß zu entwickeln.

## DIE VIRTUELLE FABRIK ZUM ANFASSEN

Industrielle Prozesse sind heute mechanisiert, elektrifiziert und digitalisiert. Im nächsten Schritt werden sie intelligent. Die Grenzen zwischen virtueller und realer Welt verschwimmen jedoch erst langsam. Auf der Euromold 2013 in Frankfurt am Main zeigten vom 3. - 6. Dezember 2013 Forscher anhand einer Miniaturfabrik erste Anwendungen für die Industrie 4.0.

Industriebetrieben stehen große Änderungen bevor: Kunden fragen immer individuellere, immer unterschiedlichere Produkte nach. Die Hersteller erleben eine vierte industrielle Revolution: Nach Wasser- und Dampfkraft, elektrischer Energie sowie Elektronik und Informationstechnologie zieht nun vernetzte Sensorik und Simulation in die Fabrikhallen ein: Die Produkte der Zukunft wissen jederzeit, wo sie sind, kennen ihre Historie, ihren aktuellen Zustand und die Produktionsschritte, die ihnen zum fertigen Produkt noch fehlen. Damit das gelingt, müssen sich reale und virtuelle Welt noch enger verzahnen.

---

### Miniaturmodell verbindet digitale und reale Welt

---

Auf der Euromold zeigten Forscher des Fraunhofer IGD, wie man diese Kluft überbrücken kann. Dazu haben die Wissenschaftler eine Miniaturfabrik gebaut – unter anderem mit einem kleinen Roboter, der Tonnen versetzt. Die Forscher beobachten die Abläufe des Modells mit einer Kamera. Sie nimmt zehn Bilder pro Sekunde auf und erfasst kontinuierlich den Status der realen Welt und überträgt diesen ins Virtuelle.

Industriebetriebe können damit beispielsweise die Fahrbahn eines Gabelstaplers planen: Während sich dieser virtuell durch die digitalisierte Fabrikhalle bewegt, analysiert das System, wo und wann es zu einer Kollision zwischen ihm und einem realen Roboter kommt. In der Miniaturfabrik lassen sich Gegenstände umsordieren.

Hält ein Mensch seine Hand in den Weg des virtuellen Staplers, erkennt das System das neue Hindernis. »Dies ist der erste Schritt in Richtung Cyber-physische Äquivalenz. Einem Zustand, indem man beliebig zwischen realer und virtueller Welt hin und her wechseln kann. Bisher bezieht sich dieser Begriff auf die geometrische Ausprägung von realer und virtueller Welt. Weitere Merkmale, die Funktion und

Es soll angeben, wie stark bestimmte Fehler dem Betrachter auffallen«, erläutert Urban. All diese Optimierungen möchte Urban in einem universellen Druckertreiber für alle 3D-Drucker vereinen.



REALE UND DIGITALE WELT VERBINDEN

Verhalten einschließen, sollen folgen«, sagt Professor André Stork, Abteilungsleiter am Fraunhofer IGD.

Cyber-physische Äquivalenz, Industrie 4.0 – was verbirgt sich genau hinter diesen Bezeichnungen? »Während die Herstellungsprozesse heute zentral ausgerichtet sind, soll zukünftig jedes Objekt mit künstlicher Intelligenz ausgestattet sein – sei es Maschine, Anlage, Werkstück und Werkzeug«, ergänzt Professor Uwe Freiherr von Lukas vom Rostocker Standort des Instituts. Im Alltag hieße das: Maschinen und Roboter tauschen gegenseitig Informationen aus, treffen eigene Entscheidungen und steuern sich selbst – alles in Kooperation mit den beteiligten Menschen.

---

### Kleinserien und individuelle Produkte rentabel fertigen

---

Diese »neue« Industrie soll Deutschland und Europa ihre Rolle als Industriestandort sichern. Denn während Asien bei der Massenproduktion die Nase vorne hat, liegt Europas Zukunft in der Produktion von Einzelstücken und Kleinserien. Genau das soll die flexible Industrie 4.0 ermöglichen: Produktionslinien werden schnell umgestaltet und angepasst, dass sich auch Kleinserien und individuelle Produkte rentabel fertigen lassen. Bislang nutzen Betriebe lediglich den umgekehrten Weg: Sie planen und optimieren die Produktionsstraßen im Computer und übertragen sie ins Reale. Der Weg zurück wird nicht oder nur selten beschritten. Ändert sich etwas im Produktionsablauf, überträgt man das nur in Einzelfällen in die virtuelle Anlage. »Unsere Miniaturfabrik zeigt, dass es bereits heute schon anders gehen könnte«, sagt Freiherr von Lukas.



## SOFTWARE HILFT BEI DER BEHANDLUNG VON TUMOREN

Tumore im Kopf oder Hals sind lebensbedrohlich. Die Strahlentherapie ist eine etablierte Form der Krebsbehandlung. Damit Ärzte Karzinome effektiv bestrahlen können, entwickeln Forscher Verfahren zum automatischen Auffinden einer Vielzahl anatomischer Strukturen wie Rückenmark und Kehlkopf, um Behandlungen präzise und schnell planen zu können. So wird der Weg zum Tumor vorgezeichnet.

Die Strahlentherapie ist eine bewährte Möglichkeit, um Tumore bei Krebspatienten zu behandeln. Im Fall einer Krebserkrankung des Kopfes oder Halses sind Ärzte besonders herausgefordert, da viele empfindliche Organe auf engem Raum beieinander liegen. Die Bestrahlung ist deshalb exakt zu planen, um möglichst wenig gesundes Gewebe zu schädigen.

Voraussetzung hierfür ist die Kenntnis über die genaue Lage und Form der verschiedenen anatomischen Strukturen. Hierzu gehören Rückenmark, Blutgefäße und Kehlkopf. »Ein Radiologe musste bisher diese anatomischen Details in 3D-Bilddaten, wie wir sie durch einen Computertomographen erhalten, Schicht für Schicht sichten und die relevanten Organe sowie den Tumor mit der Maus markieren«, erklärt Dr. Stefan Wesarg vom Fraunhofer IGD. »Das dauert mehrere Stunden.«

Das Sana Klinikum Offenbach und das Universitätsklinikum Gießen und Marburg arbeiten zusammen mit der Medcom GmbH aus Darmstadt und dem Fraunhofer IGD an einer Lösung. Ziel des gemeinsamen Forschungsprojektes KOHALA (Kopf-HALS-Atlas für die Strahlentherapie) ist die Automatisierung des bisher so aufwendigen Arbeitsschrittes. Die Fraunhofer-Forscher entwickeln die Software zum automatischen Erkennen und Markieren der anatomischen Strukturen in den Bilddaten. Sie nutzen hierfür das Wissen der Radiologen über die Form und relative Lage der Organe und Knochenstrukturen. Mittels eines statistischen Lernverfahrens werden die anatomischen Unterschiede und die unterschiedlichen Kopfhaltungen aus einer Vielzahl realer anonymisierter Patientendaten in ein Computermodell übernommen. Die Trainingsdaten stammen aus den Kliniken, die in den kommenden Monaten auch die ersten Tests mit dem neuen System angehen.

Durch das neue Verfahren des Fraunhofer IGD lassen sich die von den klinischen Partnern definierten mehr als zwanzig relevanten Strukturen automatisch segmentieren. Doch im Gegensatz zu der bisher benötigten Vielzahl an Stunden ist das Ergebnis nach weniger als fünf Minuten verfügbar. »In Zeiten der steigenden Arbeitsbelastung unserer Ärzte sind solche technologischen Lösungen geeignet, uns mehr Zeit für die Betreuung der Patienten zu geben«, sagt Prof. Dr. med. Hilke Vorwerk vom Universitätsklinikum Gießen und Marburg.

Auf dem Hessischen Transferforum am 30. Oktober 2013 im Schloss Biebrich, Wiesbaden präsentierte das Fraunhofer IGD die im Rahmen der Hessischen LOEWE-Förderlinie 3 entwickelte Lösung erstmals der Öffentlichkeit. Die »Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz«, kurz: LOEWE, ist der Titel des seit 2008 existierenden Forschungsförderungsprogramms des Landes Hessen.

### VERANSTALTUNGEN

7. Deutscher AAL-Kongress (Berlin)  
21. - 22.02.2014

Jugend forscht 2014 (Darmstadt)  
19.02.2014

CeBIT 2014 (Hannover)  
10. - 14.03.2014

Hannover Messe 2014 (Hannover)  
7. - 11.04.2014

### IMPRESSUM

#### Herausgeber:

Fraunhofer-Institut für  
Graphische Datenverarbeitung IGD

Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner  
Fraunhoferstraße 5  
64283 Darmstadt  
Tel: 06151 155-100  
info@igd.fraunhofer.de  
www.igd.fraunhofer.de

#### Redaktion:

Dr. Konrad Baier  
Luisa Rischer

#### Satz, Layout und Druck:

Anja Gollnast

#### Versand:

Katrin Fraunhoffer

Januar 2014



V/03-14-01