

## Internationalisation

> INFORMATION,  
COMMUNICATION &  
COMPUTING

# Die bessere Wirklichkeit *A Better Reality*

Verena Ahne

Vincent Lepetit widmet sich am Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen an der TU Graz dem Fachbereich Augmented Reality and Computer Vision. Ein Spezialgebiet des Franzosen ist die Verbesserung der Bilderkennung in besonders schwierigen Umgebungen wie bei spiegelnden Oberflächen oder schlechten Lichtverhältnissen. Damit sollen Augmented-Reality-Anwendungen unter anderem für Industrie und Großanlagen entwickelt werden.

Die digitale Revolution stellt die Computerwissenschaften vor ständig neue Herausforderungen. Am Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen der Technischen Universität Graz beschäftigen sich seit 2014 bereits vier Professuren mit computerbasierter Bildverarbeitung und Programmen zu deren Anwendung. Einer der vier Männer – Frauen sind in dem Feld nach wie vor stark unterrepräsentiert – ist Vincent Lepetit. Der Experte für Computer Vision, auch maschinelles Sehen genannt, und Augmented Reality wurde im Februar nach Graz berufen, vorerst einmal auf sechs Jahre. In einem kleinen Ort in Nordfrankreich geboren, studierte Lepetit Informatik in Nancy, bevor er im Jahr 2001 ans Computer Vision Lab der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) wechselte, eine der Top-Universitäten Europas; als Gastprofessor ist er der EPFL nach wie vor verbunden.

### Computer Vision und Augmented Reality – eine gute Kombination

„Für Menschen ist es ganz natürlich, auf Bildern Strukturen, Objekte oder Leute zu erkennen und zu sehen, in welche Richtung sie orientiert sind“, erklärt der

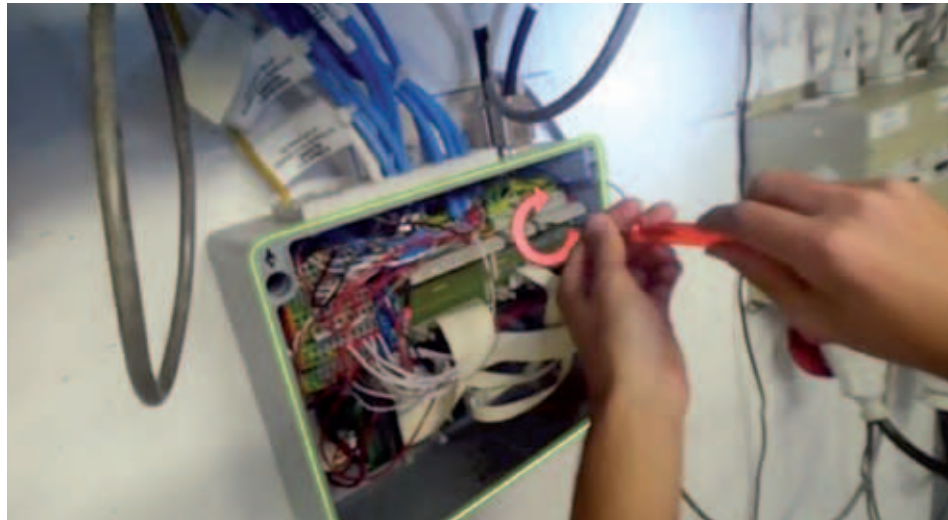
Vincent Lepetit of the Institute of Computer Graphics and Vision at Graz University of Technology is dedicated to the field of augmented reality and computer vision. The improvement of image recognition in particularly difficult environments, such as on reflecting surfaces or in poor light conditions, is a special field of the French scientist. To this end augmented reality (AR) applications are being developed for industry and large-scale plants.

The digital revolution is constantly providing computer science with new challenges. At Graz University of Technology's Institute of Computer Graphics and Vision, four professorships have been focusing on computer-based image processing and software for its application since 2014. One of these four men – women are under-represented in the field as before – is Vincent Lepetit. The expert for computer vision and augmented reality was appointed in February provisionally for six years. Born in a small town in the north of France, Lepetit studied informatics at Nancy before he moved to the Computer Vision Lab at the École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) in 2001 – one of the best universities in Europe. He still has ties to the EPFL as a visiting professor.

### Computer vision und augmented reality: a winning combination

“It’s quite natural for humans to see or recognize in which direction images, structures, objects or people are facing,” explains the 42-year-old, pointing out the biggest obstacle in computer vision. “But for a computer it’s extremely difficult.”

© TU Graz – EPFL



42-Jährige die größte Schwierigkeit beim maschinellen Sehen. „Aber für Computer ist das sehr schwierig.“

Recht gut funktioniert die Analyse bereits bei statischen Bildern, wie Gesichtserkennungsprogramme zeigen, die Gesichter mit hoher Treffsicherheit einzelnen Personen zuordnen können. Doch für Augmented Reality (AR) muss die Objekterkennung in Echtzeit bei bewegten Bildern erfolgen. Denn die namentgebenden computergenerierten „Realitätsverbesserer“ werden Videoaufnahmen live hinzugefügt, also in 20 bis 25 Bildern pro Sekunde hineingerechnet. Die AR reicht dabei von einer einfachen Beschriftungen, wie bei der App, die Berggipfel erkennt und deren Namen einblendet, bis hin zu aufwendigen Grafiken, Figuren oder Filmen. Ebenfalls möglich ist es, Objekte aus dem Video herauszurechnen. Sie verschwinden dann buchstäblich vom Bildschirm.

### Von magischen Büchern und Spielen ...

„Eine unserer Feuerproben war das ‚Magische Buch‘“, erzählt Lepetit von einer Arbeit an der EPFL. Dabei wird in die Leselampe neben einem Fotoband eine Kamera montiert, die das Buch und alle, die es in die Hand nehmen, filmt. Das Video wird in Echtzeit auf einen Bildschirm übertragen. Dort wird das Buch lebendig: Scherenschnitte von Waldtieren, Fischen und Pflanzen beginnen über die Fotos zu huschen. Besonders herausfordernd war es, diese Animationen „mitwandern“ zu lassen, wenn das Buch bewegt wird, wie beim Umlblättern. „Es hat gut funktioniert“, sagt Lepetit. „Wir waren damit in einigen Museen und die Menschen mochten es sehr.“

Als zweites Beispiel für AR zeigt er ein Monopoly-Brett mit den typischen kleinen Spielfiguren und Häusern. Auf dem Bildschirm werden daraus große, bunte Figuren und Grafiken von Häusern. „Man kann also weiterhin mit dem normalen Spielbrett und den kleinen Figuren spielen, bekommt jedoch etwas Neues dazu – ein nettes Anwendungsgebiet.“ >

*The analysis already works very well with static images, as shown by face recognition programmes, which can allocate faces to individual persons with a high degree of accuracy. But with augmented reality (AR), the recognition of objects has to take place in real time in moving images. After all, video recordings are fed to the computer-generated AR unit live at about 20 to 25 images per second. AR ranges from a simple caption, such as with the app which recognises mountain summits and superimposes the relevant name, to complex graphics, figures or films. It is also possible to subtract objects from the video: they literally disappear from the screen.*

### From magic books and games...

*“One of our most important tests was the magic book,” Lepetit says, indicating one of the EPFL tasks. A camera was attached to the reading lamp next to a book of photographs with the intention of filming the book and everyone who picked it up. At the same time, the video was transmitted to a screen in real time. On screen the book became alive: silhouettes of forest animals, fish and plants began to scurry over the photos. It was especially challenging to allow these animations to wander around by themselves when the book was moved, as when the pages were turned. “It worked really well,” says Lepetit. “We were in a few museums and people liked it very much.”*

*As a second example of AR, he showed us a Monopoly board with its typical figures and houses. On the screen they became large, colourful figures and graphics of houses. “You can carry on playing with the normal board and small figures, but you get something new with it. This is a nice field of application.” >*

**Abbildung 1:**  
**Die Anwendung von Augmented Reality in der Schulung von Technikerinnen und Technikern am ATLAS-Teilchendetektor der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN).**

**Figure 1:**  
**Augmented reality application for training technicians in the ATLAS particle detector at the European Organization for Nuclear Research (CERN).**

**Abbildung 2:**  
Auf Basis eines partiellen 3D-Modells der Umgebung, wie in (a) abgebildet, werden die Eingangsbilder durch Abgleich mit einer Referenzansicht der Umgebung registriert. Die korrekte Überlagerung der virtuellen Teekanne und des grünen Modells der Kiste im Bildzentrum zeigt, dass das Eingangsbild mit dem neuen Ansatz richtig registriert wurde (d), obwohl die starke Lichtquelle zu einer veränderten Beleuchtung und teilweisen Verdeckung der Szene führt. Im Gegensatz dazu schlägt der Bildabgleich mittels Pixelintensität fehl, wie in (c) ersichtlich.

*Figure 2:*  
Given a partial 3D model of the environment such as the one shown in (a), we register the input images by aligning them with one reference view of the environment. The virtual teapot and the green model for the box in the middle of the image correctly overlaid in the input image show that our approach registered image (d) correctly, despite the strong lamp changing the illumination and partially occluding the scene. By contrast, aligning the images based on the pixel intensities as it is usually done completely fails, as shown in (c).

## ... bis zur Wartung von Großanlagen

Lepetit, den Apps und Spiele weniger interessieren, tüftelt mittlerweile an kniffligeren Aufgaben: AR für Fabriken und Großanlagen. Die Idee dahinter klingt bestechend: Arbeitsschritte, die hohe Präzision erfordern oder besonders schnell ablaufen müssen, etwa in einer gesundheitsgefährdenden Umgebung, könnten durch die Zusatzinformationen der AR schneller und sicherer werden. „Wir arbeiten beispielsweise an einem Programm für die Wartung des Teilchenbeschleunigers im CERN“, so Lepetit, „in dem sich die Leute wegen der leicht radioaktiven Strahlung nicht allzu lange aufhalten sollen.“ AR könnte das langwierige Nachschlagen in Handbüchern ersetzen und stattdessen virtuell zeigen, welche Arbeitsschritte wie und wo zu tun sind. Ebenso könnte der Bau von Präzisionsgeräten, bei dem keine Fehler passieren dürfen, AR-gestützt präziser und rascher ablaufen. Lepetit arbeitet hier unter anderem für einen Flugzeughersteller, der AR künftig für die Fertigung wichtiger Bauteile nutzen möchte.

„Für solche komplexen, hoch spezialisierten Aufgaben ist AR ein hervorragendes Anwendungsgebiet“, ist Lepetit überzeugt. „Manche finden das ein bisschen erschreckend, aber ich kann mir vorstellen, dass es bald zu einem der wichtigsten Felder für Augmented Reality werden könnte.“

## Hürden erkennen, Hürden nehmen

Voraussetzung dafür ist freilich, dass die maschinelle Objekterkennung in 3D einwandfrei funktioniert. Doch hier kämpfen die Entwickler noch mit so manchem Problem.

Als besonders schwierig erweisen sich Reflexionen und Lichtveränderungen. „In fast allen Fabriken und Anlagen gibt es metallische, glänzende Oberflächen“, weiß Lepetit etwa vom CERN. Ein Alutraum für Computer Vision: Bereits ein etwas hellerer Schimmer auf einer Plastikfolie, den das menschliche Auge kaum wahrnimmt, kann beim maschinellen Sehen zu Fehlern oder Versagen führen. „Wir konnten nun aber eine Technik entwickeln, die deutlich besser abschneidet als der Standardalgorithmus“, gibt es eine Erfolgsmeldung. Selbst wenn in der alufolienglänzenden Umgebung eine Lampe angeschaltet wird, erkennt das neue Programm das Objekt. Ein Meilenstein auf dem langen Weg, die Wirklichkeit tatsächlich besser zu machen. ■

## ... to the maintenance of large-scale plants

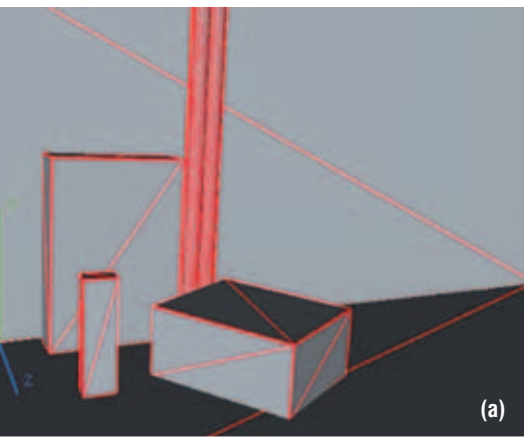
*Being less interested in apps and games, Lepetit is meanwhile working on more ingenious problems: AR for factories and large-scale plants. The idea behind it sounds captivating. Working steps which require high precision or which have to be carried out very quickly, perhaps in an environment hazardous to health, could become faster and safer through additional information via AR. “For example, we’re working on a programme to carry out maintenance on the particle accelerator at CERN, where people shouldn’t hang around for too long due to the slight radioactivity,” explains Lepetit. AR could replace tediously looking things up in manuals and instead show which working steps are to be carried out how and where. Also, in the construction of high-precision devices, where errors are inadmissible, AR could help to carry out the procedures faster and more accurately. Lepetit also works for an aircraft manufacturer which wants to use AR in the future to produce important parts.*

*“AR is an excellent field of application for such complex, highly specialised tasks,” Lepetit is convinced. “Some people find it a bit alarming, but I can imagine that it could become one of the most important fields for augmented reality.”*

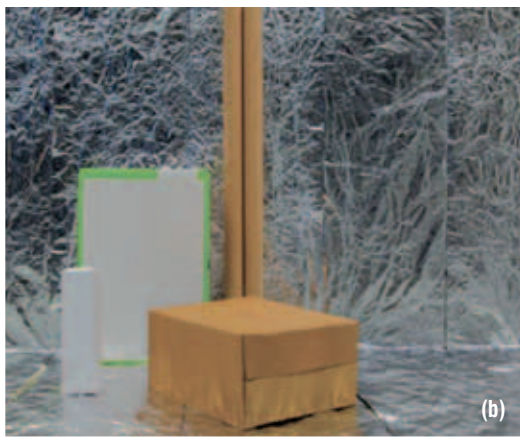
## How to recognise hurdles and overcome them

*This is only possible, of course, if the machine object recognition in 3D works flawlessly. But developers are still working on this and similar problems.*

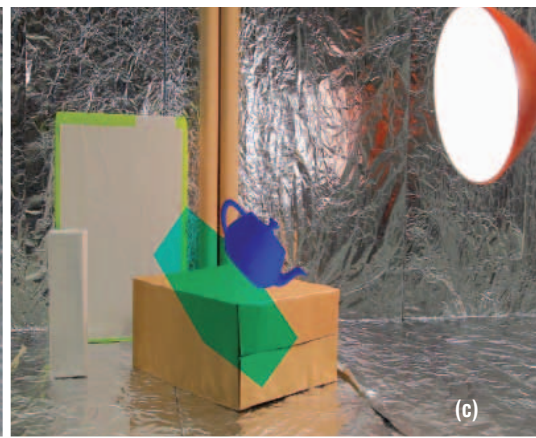
*Reflections and changes in light intensity have proved to be particularly difficult. “There are metallic, shiny surfaces in nearly all factories and plants,” adds Lepetit, referring to CERN. This can present a nightmare for computer vision. Just the bright sheen of a piece of plastic foil hardly perceptible to the human eye can lead to errors or failure in computer vision. “We’ve been able to develop a technique which is definitely better than the standard algorithm,” he says. Even if a lamp is switched on in a shiny aluminium-foil environment, the new programme recognises the object. A milestone in the long journey towards a better reality. ■*



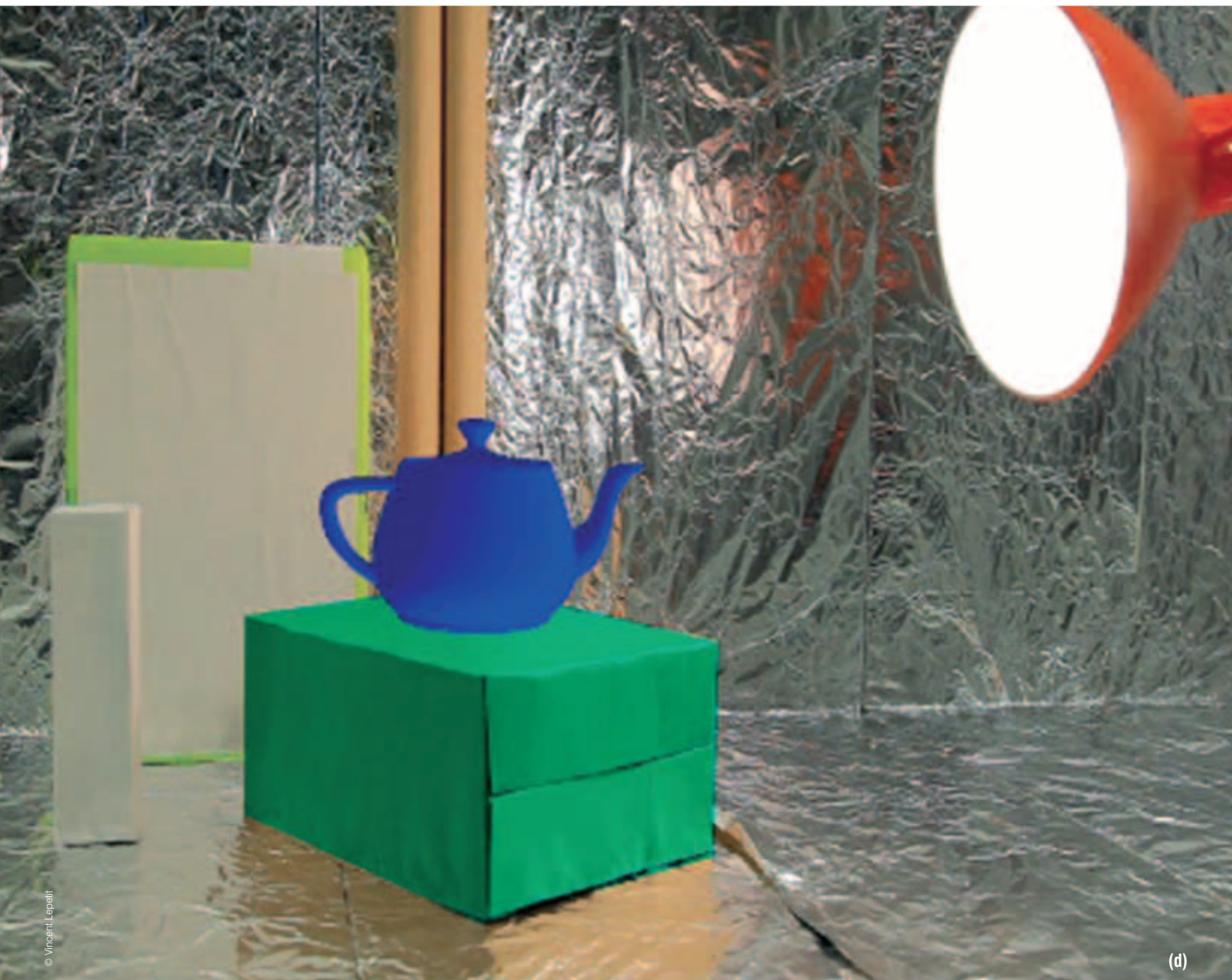
(a)



(b)



(c)



(d)