

Drei- dimensionales Puzzle

Juniorprofessor Dr. Tobias Schreck entwickelt mit seiner Nachwuchsgruppe im EU-Projekt PRESIOUS Algorithmen, mit denen sich 3D-Modelle archäologischer Bruchstücke zu ihrer angenommenen Ausgangsform zusammenfügen lassen

In gewisser Weise steht Juniorprofessor Dr. Tobias Schreck am Anfang seiner Arbeit vor einem Scherbenhaufen. Tausende von Einzelteile warten darauf, wie in einem Puzzle zu einem Gesamtbild zusammengefügt zu werden. Nur dass es Tobias Schreck im EU-Projekt PRESIOUS nicht mit Bildern, sondern mit dreidimensionalen Objekten zu tun hat. Ziel von PRESIOUS ist es, durch digitale Technologie zum Erhalt von kulturellem Erbe beizutragen. Konkret heißt dies, aus dem Ertrag beispielsweise von Ausgrabungsstätten das wiederherzustellen, was die Einzelteile einmal dargestellt haben – eine Vase, einen Fensterbogen oder gar eine Kathedrale. Der Informatiker entwickelt mit seiner Nachwuchsgruppe

„Die Techniken können alle Kombinationen durchrechnen und die Bruchstellen, die zusammenpassen, finden.“

Juniorprofessor Dr. Tobias Schreck

Algorithmen, die berechnen, wie ein Gegenstand einmal ausgesehen hat oder plausiblerweise ausgesehen haben könnte.

Zum Beispiel eine Grabsteinplatte, die nur noch zur Hälfte vorhanden ist, oder das Bruchstück einer Säulenbasis. Das Team von Tobias Schreck am Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft arbeitet an zwei Methoden, um unvollständige 3D-Artefakte zu rekonstruieren: Bei der musterbasierten Reparatur wird zuerst nach vergleichbaren vollständigen Modellen gesucht, die bereits vorhanden und in einer Beispieldatenbank gespeichert sind. Die fehlenden Teile werden nach solch einem Muster rekonstruiert. Die alternative Methode beruht auf der Analyse von Symmetrien, die an den bruchstückhaften Objekten feststellbar sind. „Spiegelung“ nennt Tobias Schreck die Technik, mit deren Hilfe an den unvollständigen Objekten automatisch erkannte Symmetrien dazu genutzt werden, die ursprüngliche Gestalt des Artefakts zu rekonstruieren.

Die Digitalisierung der Objekte ist noch sehr aufwändig

Am mit insgesamt 2,7 Millionen Euro geförderten EU-Projekt sind insgesamt fünf Informatikteams aus drei Ländern beteiligt:

Neben Tobias Schreck und seiner Nachwuchsgruppe arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Norwegian University of Science and Technology (NTNU) Trondheim, Norwegen, der Athens University of Economics and Business, Griechenland, des Research and Innovation Centre in Information, Communication and Knowledge Technologies Athena in Xanthi, Griechenland, sowie das Meersburger Unternehmen für 3D-Messtechniken Breuckmann mit. Letzteres ist für das Scannen der einzelnen Fragmente zuständig. „Die hochqualitative 3D-Digitalisierung der Objekte ist im Moment noch ein aufwändiger Prozess. Um ein konsistentes Modell auch nur von einem Bruchstein zu fertigen, brauchen wir von einigen Minuten bis mehreren Stunden“, merkt Tobias Schreck dazu an. Auf der empirischen Basis dieses 3D-Datenmaterials, der sogenannten Digitalisate, werden die Algorithmen entwickelt, die erkennen, welches Teil in einem großen Satz von Fragmenten an welche Stelle des dreidimensionalen Puzzles gehört. „Die im Projekt entwickelten Techniken können alle Kombinationen durchrechnen und die Bruchstellen, die zusammenpassen, finden. Je mehr Rechenzeit eingesteckt wird, desto besser sind die Ergebnisse“, sagt Tobias Schreck. Er vergleicht die Entwicklung der digitalen Technik

1.



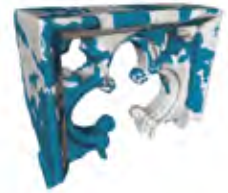
2.



3.



4.



Die Methode für 3D-Reparatur erkennt robust vorhandene Symmetrien und kann geeignete unvollständige Objekte (1,2) automatisch vervollständigen (3,4).

zum dreidimensionalen Abgleich von Bruchstellen mit dem Abgleich von zweidimensionalen Fingerabdrücken. Am Anfang war dies ein langer Suchprozess. „In diesem Stadium befindet sich unsere Forschung.“

Datenmaterial erhält Schrecks Arbeitsgruppe für Visuelle Analyse von den Kolleginnen und Kollegen aus Trondheim, die das EU-Projekt koordinieren und mit dem Restaurationsworkshop der Nidaros-Kathedrale in Trondheim sowie einer Ausgrabungsstätte in Griechenland kooperieren. Die Methoden der sogenannten 3D-Ähnlichkeitssuche, die in diesem Projekt zum Einsatz kommen, haben zusätzlich auch den Faktor Zeit zu berücksichtigen. „Unsere Fundstücke lagen zum Teil Jahrhunderte in der Erde und haben sich während der langen Zeit verändert beziehungsweise sind erodiert. Auch das müssen wir bei unserer Suche nach passenden Reparaturmustern und Symmetrien für die Rekonstruktion

Universität Konstanz mithin ein Alleinstellungsmerkmal für sich beanspruchen.

Es können auch fehlende Teile per 3D-Drucker hergestellt werden

Nach Abschluss der digitalen Rekonstruktion im Rechner können auch die entsprechenden realen Fragmente zum Beispiel für Ausstellungszwecke zusammengesetzt werden. Für fehlende Stücke besteht die Möglichkeit, berechnete Ersatzstücke mittels 3D-Drucktechnik zu erzeugen und zur Vervollständigung der realen Objekte zu verwenden. Bei aller automatischen Rekonstruktion hat das letzte Wort allerdings die Archäologie. „Die Herausforderung der Informatik besteht darin, in datengetriebener Weise plausible Formen vorzuschlagen. Wie korrekt das im jeweiligen archäologischen Kontext ist, muss uns letztlich die Archäologie sagen“, so der Konstanzer Nachwuchsgruppenleiter. Am Ende des

dreijährigen Projekts soll eine Evaluation der neuen Techniken durch die kooperierenden Archäologen erfolgen.

Der Beruf des Archäologen wird somit ganz und gar nicht überflüssig. „Wir verstehen uns auch als Werkzeuglieferanten für die Archäologie“, sagt Tobias Schreck. Und: „Es freut mich immer, wenn ich sehe, dass Lösungen der Informatik anderen Wissenschaften weiterhelfen können.“

| msp.

Mehr Informationen zum Projekt PRESIOUS finden sich auf der Projektwebseite unter – presious.eu/ Aktuelle Publikation: Ivan Sipiran, Robert Gregor, Tobias Schreck: Approximate Symmetry Detection in Partial 3D Meshes. Computer Graphics Forum 33 (7): 131 – 140 (2014).

„Es freut mich immer, wenn ich sehe, dass Lösungen in der Informatik anderen Wissenschaften weiterhelfen können.“

Juniorprofessor Dr. Tobias Schreck

berücksichtigen“, so Tobias Schreck. Die Forschung im Bereich 3D-Ähnlichkeitssuche und -Objektverarbeitung mit Anwendung in der Archäologie kann im Projekt und an der



Die Forschungsbereiche von Juniorprofessor Dr. Tobias Schreck (Mitte), hier mit seinen Mitarbeitern Dr. Ivan Sipiran (links) und Robert Gregor (rechts), umfassen die 3D-Ähnlichkeitssuche sowie die visuelle Analyse großer Datenmengen. Über letzteres wurde er 2006 an der Universität Konstanz promoviert. Daraufhin leitete er von 2007 eine Nachwuchsgruppe an der Technischen Universität Darmstadt, an die sich 2011 die Nachwuchsgruppe an der Universität Konstanz anschloss. Tobias Schreck hat einen Ruf auf eine Professur an die TU Graz erhalten und diesen zum Mai 2015 angenommen.