

# Body Scanning für Jedermann? Evaluation eines Low-cost Systems

Christian Zagel, Jochen Süßmuth

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

## **Zusammenfassung**

Der Trend zur Verschmelzung der realen mit der virtuellen Welt hält Einzug in eine Vielzahl von Anwendungen. Neue Technologien ermöglichen es in Zukunft jedermann, persönliche Avatare des eigenen Körpers zu erstellen. Dafür kommen beispielsweise Body Scanner auf Basis kostengünstiger Tiefenkameras zum Einsatz. Der vorgestellte Prototyp verwirklicht einen derartigen Body Scanner auf Basis von sechs Tiefenkameras und ermöglicht die automatische Erstellung und Vermessung virtueller Avatare. Das erzeugte menschliche Modell kann zudem virtuell angekleidet und so die Passform der Kleidung simuliert werden. Ein experimenteller Nacktscanner erlaubt auch die Erfassung angekleideter Personen. Ein Vergleich mit einem professionellen Body Scanner gibt Aufschluss über die Genauigkeit des vorgestellten Systems.

## 1 Einleitung

Avatare dienen traditionell der digitalen Repräsentation echter Personen in der virtuellen Welt, beispielsweise in Computerspielen. Seit einiger Zeit erfahren neben nicht-aufgabenorientierten Anwendungen (z.B. in sozialen Netzwerken) jedoch auch aufgabenorientierte Einsatzmöglichkeiten zur Durchführung spezifischer Aufgaben (z.B. Onlineshopping) zunehmende Bedeutung. Suh et al. (2011) stellen in diesem Kontext heraus, dass realitätsnahe Abbilder, welche die physischen Erscheinung der erfassten Person wiedergeben, eine positive Wirkung auf emotionale Aspekte und folglich auf die Nutzungsbereitschaft entsprechender Anwendungen haben. Bislang ist die Erstellung realitätsnaher, insbesondere dreidimensionaler Avatare, mit großem Aufwand verbunden. Während kommerzielle Körperscanner teuer und meist unflexibel in der Handhabung sind, ermöglichen aktuelle technologische Entwicklungen, insbesondere im Bereich neuartiger Tiefenkameras, den Bau kostengünstiger und leicht verfügbarer 3D Scanner (Zagel & Süßmuth, 2013). Es wird der Prototyp eines Body Scanners auf Basis beliebiger Tiefensensoren und am Beispiel des Kleiderkaufs präsentiert.

## 2 Methode und Funktionalität

Im vorgestellten Aufbau des Körperscanners kommen sechs Tiefenkameras des Modells Asus Xtion Pro zum Einsatz. Die Gesamtkosten des Systems belaufen sich auf ca. 2.000 Euro. Die Kameras sind in drei Säulen verbaut, welche im Abstand von etwa einem Meter um die Person platziert werden. Dies erlaubt die Erfassung von Personen bis zwei Metern Größe (Abb. 1).



Abbildung 1: Physischer Aufbau des Body Scanners

Zum Einsatz kommt ein weiterentwickeltes Software-System welches ursprünglich zur Rekonstruktion von Gesichtern (Zollhöfer et al. 2011), bzw. zur Rekonstruktion von Körpermodellen auf Basis eines einzelnen Tiefensensors (Zagel et al. 2013) entwickelt wurde. Der Scanvorgang erfordert es, dass die Person für knapp eine Sekunde still steht. Dabei wird eine Reihe von Einzelbildern aufgenommen und zu einer gemeinsamen Punktwolke fusioniert (Abb. 2). Anschließend wird ein menschliches Körpermodell (Durchschnitt aus mehr als 100 professionellen Einzelscans) durch nicht-rigide Registrierung so verformt, dass dessen Körperform und Pose der der gescannten Person entsprechen. Ziel ist es, die erfasste Punktwolke bestmöglich zu approximieren. So werden auch mögliche Artefakte (z.B. durch Rauschen) eliminiert und gegebenenfalls vorhandene Erfassungslücken geschlossen. Die Anpassung eines generischen Körpermodells an die Scan Daten ermöglicht außerdem ein einfaches Vermessen des entstandenen Avatars an beliebigen, vordefinierten Landmarken.

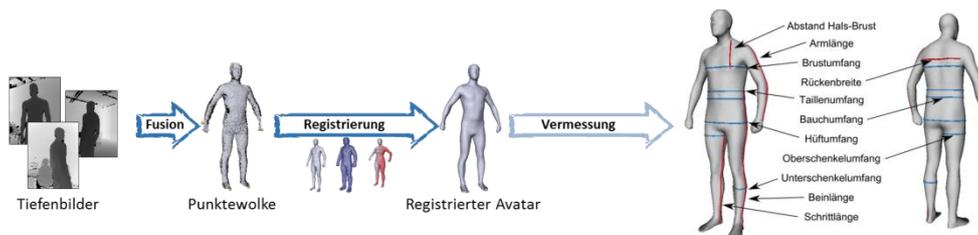


Abbildung 2: Erzeugung und Vermessung des digitalen Avatars

Neben der reinen Vermessung des erstellten Avatars erlaubt es das System auch, diesen mit Kleidungsstücken unterschiedlicher Konfektionsgrößen anzukleiden (Abb. 3, links). Dazu kommt eine Physiksimulation auf Basis der Nvidia PhysX Engine zum Einsatz, welche den Fall der Kleidung und damit auch den entsprechenden Faltenwurf in Abhängigkeit zur

Körperform berechnet. Da der Kleiderkauf zu einem nicht unerheblichen Teil auf persönlichen Präferenzen (z.B. enge/weite Kleidung) beruht, ermöglicht eine Heatmap-Darstellung die visuelle Repräsentation der Passform. Rote Einfärbungen entsprechen eng anliegenden, grüne weitere Bereiche (Abb. 3, Mitte). Die zuvor beschriebene Methode zur Registrierung eines generischen Körpermodells eignet sich in begrenztem Maße auch für die Entwicklung eines experimentellen „Nacktscanners“, bei dem Personen in angekleidetem Zustand erfasst und ein nacktes Körpermodell berechnet wird (Abb. 3, rechts).

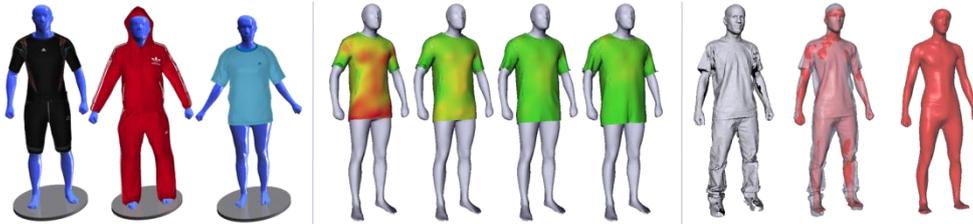


Abbildung 3: Kleidersimulation (links), Heatmap-Darstellung (mittig) und experimenteller „Nacktscanner“ (rechts)

Weiterhin ist es möglich, menschliche Körperformen auf Grundlage der erstellten Scans zu lernen und beispielsweise ein neues generisches Körpermodell auf Basis einer ausgewählten Stichprobe zu erstellen (Abb. 4).

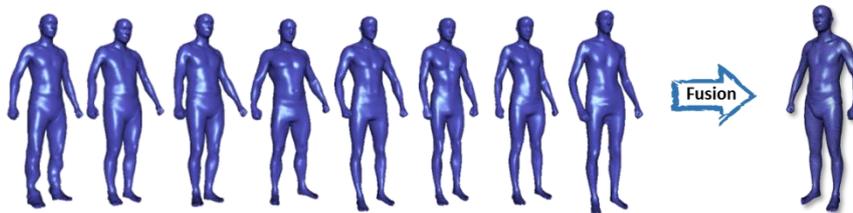


Abbildung 4: Fusion mehrerer Körperformen zu einem Durchschnittsmenschen

### 3 Messgenauigkeit

Zur Ermittlung der Messgüte dient eine Evaluation mit Fokus auf *Präzision* und *Genauigkeit*, sowie eine Vergleichsmessung mit einem professionellen Body Scanner der Firma Human Solutions GmbH. Dabei ist *Präzision* als Reproduzierbarkeit zu verstehen, also das Erreichen gleicher Resultate bei mehreren Messungen unter identischen Bedingungen. Die *Genauigkeit* gibt an, zu welchem Ausmaß die errechneten Werte den tatsächlichen Körpermaßen entsprechen. Damit von Objekten bekannter Größe ausgegangen werden kann und um eventuelle Abweichungen durch Bewegungen menschlicher Probanden zu vermeiden, wurde das Experiment mit Schneiderbüsten unterschiedlicher Größen (Männer: 42, 50, 54, 58, 66; Frauen: 36, 48; Kinder: 170, 176) durchgeführt. Jede Puppe wurde mehrfach an fünf markanten Punkten (Brust, Taille, Hüfte, Oberschenkel, Wade) vermessen und die Ergebnisse mit den Herstellerangaben der Büste verglichen. Über insgesamt 99 digitale Aufnahmen konnte

folgende *Präzision* ermittelt werden: Brustumfang  $\pm 3,5\text{mm}$ ; Taille  $\pm 1,7\text{mm}$ ; Hüfte  $\pm 7,2\text{mm}$ ; Oberschenkel  $\pm 3,3\text{mm}$ ; Wade  $\pm 5,5\text{mm}$ . Die durchschnittliche *Messgenauigkeit* des Systems im Vergleich zu den Herstellerangaben der verwendeten Büsten ist in Abbildung 5 gezeigt.

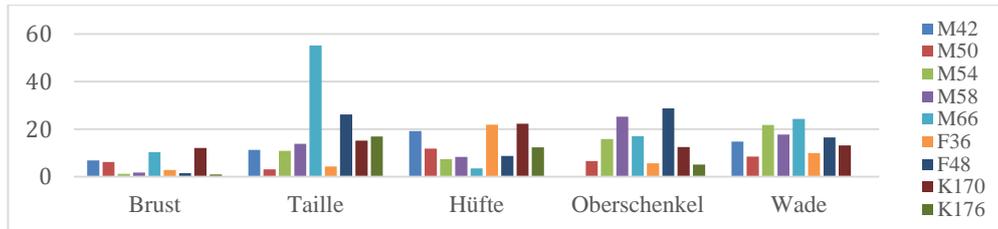


Abbildung 5: Genauigkeit in Millimetern im Vergleich zu den Herstellerangaben der Büsten

## 4 Diskussion

Brust und Hüfte werden mit einem durchschnittlichen Fehler von 1,5cm relativ genau erfasst. Derzeit ergibt sich jedoch, insbesondere bei übergewichtigen Personen, bei Erfassung des Taillenumfanges ein überdurchschnittlich großer Messfehler. Dieser ist darauf zurück zu führen, dass die definierten Landmarken durch das System auf Basis der Körperform dynamisch bestimmt werden und im vorliegenden Fall nicht genau mit den Messpositionen des Büstenherstellers übereinstimmen. Ein Vergleich der Variationskoeffizienten mit Studien zur Handvermessung durch Experten (z.B. Davenport et al. 1934) zeigt jedoch eine mindestens gleich hohe Genauigkeit. Im Verhältnis zum kommerziellen Scanner ergibt sich zwischen beiden Geräten ein maximaler Fehler von kleiner 0,6cm (Hüfte) bzw. 1,3% (Unterschenkel). Eine entsprechende Evaluation des experimentellen Nacktscanners ist für die Zukunft geplant.

### Literaturverzeichnis

- Davenport, C., B., Steggerda, M., & Drager, W. (1934). Critical Examination of Physical Anthropometry on the Living. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 69(6), 265-284.
- Suh, K.-S., Kim, H., & Suh, E. K. (2011). What If Your Avatar Looks Like You? Dual-Congruity Perspectives for Avatar Use. *MIS Quarterly*, 35(3), 711-729.
- Zagel, C. & Süßmuth, J. (2013). Nutzenpotenziale maßgetreuer 3D-Avatare aus Low-Cost-Bodyscannern. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 50(6), 48-57.
- Zagel, C., Süßmuth, J., & Bodendorf, F. (2013). Automatische Rekonstruktion eines 3D Körpermodells aus Kinect Sensordaten. *10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, 551-564.
- Zollhöfer, M., Martinek, M., Greiner, G., Stamminger, M., Süßmuth, J. (2011). Automatic Reconstruction of Personalized Avatars from 3D Face Scans. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 22(2-3), 195-202.