

Taktile Karten für blinde Menschen durch 3D-Drucker

Prof. Dr. Timo Götzelmann
Fakultät Informatik
Technische Hochschule Nürnberg

Zusammenfassung:

Taktile Materialien sind geeignete Mittel, um blinden Menschen das Verstehen räumlicher Sachverhalte zu erleichtern. In der Vergangenheit wurden diese jedoch ausschließlich manuell gefertigt und waren entsprechend teuer und oft nur spärlich verfügbar. Neuerdings gewinnt jedoch der 3D-Druck zunehmend an Bedeutung für die Erstellung von taktilen Materialien für blinde Menschen, da dieser die Nachteile zum Teil beheben kann.

Im Gegensatz zu professionellen 3D-Druckern sind Consumer-3D-Drucker erst seit einigen Jahren verfügbar. Diese sind jedoch bereits jetzt für Endanwender erschwinglich und erlauben es, eine Vielzahl der im Internet verfügbaren 3D-Modelle zu drucken. Es ist denkbar, dass blinde Menschen in Zukunft von dieser Technologie profitieren könnten. Dieses Lehrforschungsprojekt untersuchte einen möglichen Einfluss von Druckartefakten aktueller handelsüblicher 3D-Drucker auf die Lesbarkeit von taktilen Karten.

1. Projektdaten

Fördersumme	4.250 Euro
Laufzeit	März 2015 bis Dezember 2015
Fakultät	Informatik
Projektleitung	Prof. Dr. Timo Götzelmann
Kontaktdaten	E-Mail: Timo.Goetzelmann@th-nuernberg.de



Abbildung 1: Ausschnitt einer für die Vorgängerstudie gedruckten taktilen Karte

2. Ausgangslage

Taktile Materialien sind geeignete Mittel um blinden Menschen das Verstehen räumlicher Sachverhalte zu erleichtern. In Vergangenheit wurden diese jedoch in Handarbeit gefertigt und waren entsprechend teuer und oft nur spärlich verfügbar. Neuerdings gewinnt jedoch der 3D-Druck zunehmend an Bedeutung für die Erstellung von taktilen Materialien für blinde Menschen, da dieser die Nachteile zum Teil beheben kann.

Im Gegensatz zu professionellen 3D-Druckern sind Consumer-3D-Drucker erst seit einigen Jahren verfügbar. Diese sind jedoch bereits jetzt für Endanwender erschwinglich und erlauben es, eine Vielzahl der im Internet verfügbaren 3D-Modelle zu drucken. Nachteilig ist jedoch möglicherweise die teilweise noch begrenzte Druckqualität, die sich darin offenbart, dass die Oberflächenbeschaffenheit der gedruckten Objekte Druckartefakte aufweist. Dies ist insbesondere für blinde Menschen relevant, die taktile Materialien mit den Fingern erkunden.

Dieses Lehrforschungsprojekt basierte auf vorausgegangenen Forschungsarbeiten [1, 2] zu taktilen Karten. Diese untersuchten unter anderem, ob automatisch erstellte taktile Karten auch hinreichend von blinden Benutzern gelesen werden können (siehe Abbildung 1). Dabei ergaben sich nebenbei mehrere Indizien, dass Druckartefakte welche charakteristisch für eine bestimmte Art von 3D-Druckern sind, Einfluss auf die Lesbarkeit dieser Karten haben.

3. Ziele des Forschungsprojekts

In diesem Lehrforschungsprojekt wurde untersucht, ob die bei der 3D-Drucktechnik des Schmelzschichtungsverfahrens auftretenden Druckartefakte bei der Erkundung von gedruckten taktilen Karten für blinde Menschen problematisch sind. Hierzu wurde aus den Mitteln des Lehrforschungsprojektes ein neuartiger Consumer-3D-Drucker mit Druckmaterial beschafft, welcher auf dem Stereolithographie-Verfahren arbeitet und eine deutlich bessere Druckauflösung aufweist als herkömmliche auf dem Consumermarkt erhältliche 3D-Drucker. Um den Vergleich zu bisherigen Forschungsergebnissen zu erlauben wurde ein vorhandener 3D-Drucker, der nach dem Schmelzschichtungsverfahren arbeitet, verwendet. Beide Verfahren weisen unterschiedliche Druckartefakte auf (siehe Abbildung 2). Insgesamt werden die Ausdrücke eines Schmelzschichtungsdruckers jedoch gewöhnlich als uneinheitlicher und unebener wahrgenommen.

Es sollte nun in diesem Lehrforschungsprojekt verglichen werden, ob sich durch unterschiedliche Druckartefakte Abweichungen in der Lesbarkeit der taktilen Karten ergeben.

4. Herangehensweise und Forschungsergebnisse

Zu Beginn des Lehrforschungsprojektes wurden die beteiligten Studierenden vertieft in die Methodik des Testens eingewiesen. Dabei wurde an die Vorlesungsinhalte einer ihrer bereits besuchten Module angeknüpft. Im Anschluss wurden gemeinsam Lösungswege diskutiert und eine umfangreiche Benutzerstudie konzipiert, die die Druckresultate des herkömmlichen 3D-Druckers mit dem neuartigen 3D-Drucker vergleichen sollte. Anschließend entwickelten die Studierenden in mehreren Iterationen unter Anleitung einige Testprototypen und erstellten zugehörige 3D-Modelle. Die Studierenden bekamen eine Einweisung in die Technik des 3D-Druckens und erzeugten anschließend selbstständig die Testprototypen jeweils auf beiden 3D-Druckern.

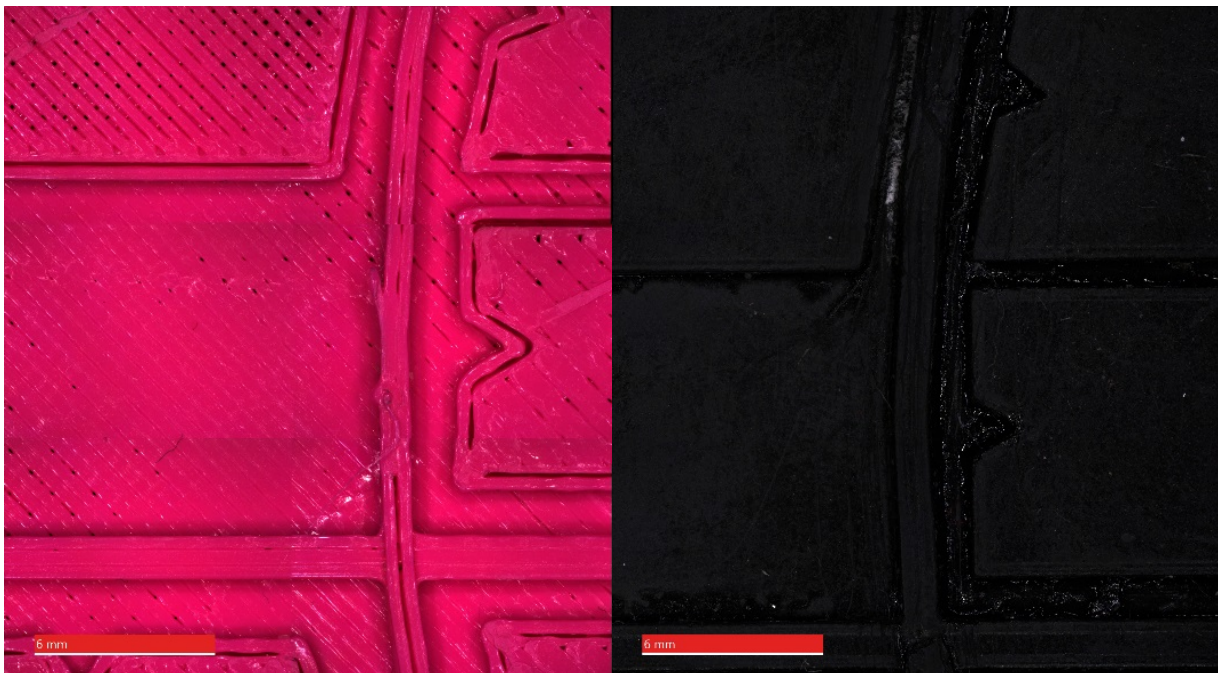


Abbildung 2: Vergrößerte Aufnahme eines 3D-Drucker nach dem Schmelzschichtungsverfahren (links) und dem Stereolithographieverfahren (rechts).

Es wurden insgesamt drei verschiedene Tests zu unterschiedlichen für taktile Karten relevanten Merkmalen durchgeführt. Jeder dieser Testfälle wurde mit jeweils einer einführenden Karte erklärt und mit drei weiteren Karten getestet (siehe Abbildung 3). Jede der Karten wurde sowohl mit dem Schmelzschichtungsverfahren als auch mit dem Stereolithographieverfahren ausgedruckt - damit wurden insgesamt 24 taktile Karten erstellt.

Die Benutzerstudie wurde mit elf Teilnehmenden durchgeführt, die alle Schülerinnen und Schüler der Blindenbildungsanstalt Nürnberg (BBS) waren. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmenden betrug 16,81 (± 1.54) Jahre. Die Teilnehmenden galten als gesetzlich blind, wovon ein Proband noch große Umrisse in Farbe und ein anderer noch grobe Konturen erkennen konnte. Für beide war es jedoch unmöglich, Details der Testkarte optisch zu erkennen. Während sechs Teilnehmende von Geburt an blind waren, erblindeten drei weitere in den ersten vier Lebensjahren. Zwei der Probanden erblindeten erst vor wenigen Jahren. Die Vorerfahrungen mit taktilen Karten waren gemischt. Während vornehmlich die jüngeren Teilnehmenden noch keinerlei Erfahrung mit dem Lesen von taktilen Karten aufweisen konnten, hatten die älteren Teilnehmenden schon einige Erfahrung damit gesammelt.

Die Studie wurde blind und randomisiert durchgeführt. Dabei bekamen die Teilnehmenden für jede der drei Aufgaben eine einheitliche Einweisung und konnten die jeweilige Aufgabe hierbei an einer Testkarte lösen (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Karten zu Testfall 1 (oben: Schmelzschichtungsverfahren, unten: Stereolithographieverfahren). Die beiden Karten auf der linken Seite dienten dabei als zur Erklärung der jeweiligen Aufgaben für die an der Studie Teilnehmenden.

Vor dem Start des jeweiligen eigentlichen Tests wurde den Teilnehmenden die Gelegenheit gegeben, offene Fragen zur Aufgabe zu klären. Bei der Testdurchführung wurden Zeiten für die Aufgabenerledigung sowie Erfolgsraten beim Erkennen bestimmter Kartenmerkmale gemessen. Erste Auswertungen mit teils signifikanten Ergebnissen liefern erste Hinweise darauf, dass die, für das Schmelzschichtungsverfahren aktueller Consumer-3D-Drucker charakteristischen, Druckartefakte den Erkundungsprozess von blinden Menschen stören können.

5. Nachhaltigkeit / Verwertung / wissenschaftliche Arbeiten

Die erhobenen Daten der durchgeführten Benutzerstudie mit der Blindenbildungsanstalt Nürnberg können für mehrere Fragestellungen nützlich sein. Auch der angeschaffte Stereolithographie-Drucker hat weiter Verwendung und ist für die Einbindung in zukünftige Lehrveranstaltungen und Bachelor- bzw. Masterarbeiten vorgesehen.

Die abschließende Auswertung der Daten dauert noch bis zum Ende des Wintersemesters an. Momentan wird dazu eine Veröffentlichung verfasst, welche die Studie beschreibt. Bei entsprechenden Resultaten der Auswertung ist das Einreichen einer gemeinsamen Veröffentlichung auf einer einschlägigen Konferenz im Jahr 2016 geplant.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Götzelmann, T. 2014. Interactive Tactile Maps for Blind People using Smartphones' Integrated Cameras. *Proceedings of the Ninth ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS'14)* (Dresden, Germany, 2014), 381–385.
- [2] Götzelmann, T. and Pavkovic, A. 2014. Towards Automatically Generated Tactile Detail Maps by 3D Printers for Blind Persons. *14th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICHP'14)* (2014), 1–7.

