

## E-Learning für Blinde und hochgradig Sehbehinderte am Beispiel histologischer Schnittpräparate

Linder R<sup>1</sup>, Weichert F<sup>2</sup>, Streng A<sup>2</sup>, Groh A<sup>3</sup>, Liese W<sup>4</sup>, Richards T<sup>5</sup>, Diefenbach M<sup>2</sup>, Wagner M<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Institut für Medizinische Informatik, Universität zu Lübeck, Deutschland

<sup>2</sup>Fachbereich Informatik VII, Universität Dortmund, Deutschland

<sup>3</sup>Institut für Angewandte Mathematik, Universität des Saarlandes, Deutschland

<sup>4</sup>Deutsche Blindenstudienanstalt e.V., Marburg, Deutschland

<sup>5</sup>The Main Library, University of the West Indies, Mona, Kingston, Jamaica, West Indies

<sup>6</sup>Institut für Allgemeine und Spezielle Pathologie, Universität des Saarlandes, Deutschland  
linder@imi.uni-luebeck.de, frank.weichert@udo.edu

**Einleitung und Fragestellung:** Die Prävalenz von hochgradiger Sehbehinderung (Visus < 0,1) bis hin zur Blindheit (Visus < 0,05) liegt in Industrieländern bei ca. 0,2%, d.h. allein in Deutschland leiden ca. 160.000 Menschen unter schweren visuellen Defiziten. 30 % der Betroffenen (ca. 50.000) sind jünger als 60 Jahre (<http://www.dbsv.org/infothek/Statistik.html#Anzahl>, <http://www.woche-des-sehens.de/presse/zahlen.htm>). Zumindest bei dieser Gruppe kann davon ausgegangen werden, dass sie regen Anteil am Alltagsleben nimmt und aufgeschlossen ist für elektronische Hilfsmittel, die den Zugang zu visueller Information erleichtern. Im Bereich des E-Learning werden Studierende mit elektronischen Texten und Bildern konfrontiert. Textuelle Bildschirminhalte können von Vorleseystemen (Screenreader) in synthetische Sprache umgesetzt werden oder mittels einer speziellen Übersetzungssoftware (z.B. Blindows) ein so genanntes Braille-Display ansteuern, mit dem der Bildschirmtext in Brailleschrift Zeile für Zeile ertastbar wird. Trotz einiger Bemühungen [1] existieren für die direkte Übersetzung von digitalen Bilddateien (Fotos, Landkarten) in haptisch erfahrbare Reliefs bislang keine praktikablen Lösungen, die den Anforderungen gerecht werden. Am Beispiel der Überführung (visueller) histologischer Schnittpräparate in taktile Informationen wird ein erster prototypischer Ansatz vorgestellt.

**Material und Methoden:** Als haptisches Gerät mit sechs Freiheitsgraden wird das PHANTOM® Desktop™ Haptic Device (SensAble Technologies, Inc., Woburn, MA, USA) eingesetzt. Das Haptic Device berücksichtigt Kinästhetik und Taktilität, wobei Kinästhetik die Krafrückkopplung an den Benutzer bei Kollision mit virtuellen Reliefstrukturen bezeichnet, Taktilität hingegen den Tastsinn, der zum Erfühlen von Oberflächenstrukturen notwendig ist [2]. Die Berechnung der Kräfte ist für die Erzeugung der Rückkopplung essenziell. Dieser Vorgang wird als haptisches Rendering [3] bezeichnet und wurde im vorliegenden Fall unter Verwendung der OpenHaptics™ Library (SensAble Technologies, Inc., Woburn, MA, USA) realisiert.

Ausgangspunkt für das haptische Rendering waren histologische Schnittpräparate der Leber, die mit einer auf einem BX41 Lichtmikroskop befestigten OLYMPUS CAMEDIA C-3030 Zoom Digitalkamera (beides OLYMPUS OPTICAL CO Europa GmbH, Hamburg) digitalisiert, segmentiert und anschließend mittels der prototypischen C++ Software `make2Dhaptic` in taktile Informationen überführt werden. Die Gradienten der Farb- und Texturinformationen werden dabei primär als 3D-Informationen interpretiert und durch Triangulierung in ein 3D-Mesh für das taktile Relief überführt. Auf Basis der Segmentierungsinformationen kann ergänzend ein Materialkoeffizient definiert werden, der eine modulierte Kollisionsbehandlung ermöglicht (Tensegrity [4-7]). Die derart generierte Szene ermöglicht hochgradig sehbehinderten Probanden mittels des Haptic Device, histologische Schnittpräparate zu ertasten (Abb. 1).

Neben der Bereitstellung einer optionalen Tensegrity wird mit der Segmentierung ein zweiter wesentlicher Aspekt verfolgt. Visuelle Daten, wie auch die hier vorliegenden histologischen Schnittbilder, sind in ihrer Gesamtheit vielfach zu kompliziert. Speziell in einer für hochgradig Sehbehinderte didaktisch korrekten (E-) Lernumgebung ist es notwendig, die Granularität auf ein geeignetes Maß zu reduzieren bzw. sie selektiv einstellen zu können. Beispielsweise könnten nur die Konturen einzelner Zellen innerhalb der taktilen Szene repräsentiert werden.

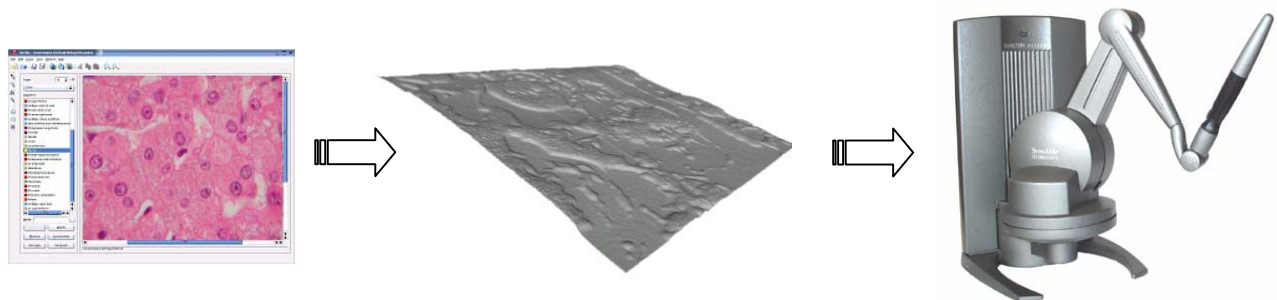


Abb. 1. Die `make2Dhaptic` Software generiert zu einem Bild (hier: histologisches Schnittpräparat) ein 3D-Relief, das mit dem Haptic Device ertastet wird.

**Ergebnisse:** Im Anschluss an die Überführung der virtuellen Schnitte in taktile Informationen stehen unterschiedliche Szenarien bereit. Neben der Basisfunktionalität, die Graustufengradienten als 3D-Relief bereitzustellen, können auch einzelne Farbkanäle separiert präsentiert werden. Die Granularität (Auflösung) der 3D-Szene ist parametrisierbar, um den unterschiedlichen taktilen Fähigkeiten der sehbehinderten Anwender gerecht zu werden. Durch eine Zoomfunktionalität ist die Region of Interest frei wählbar. Wird bei dieser Gradienten-basierten Repräsentierung der virtuelle Schnitt in seiner gesamten Komplexität und nur auf Basis der Farb- und Textureigenschaften analysiert, erlauben die Segmentierungsinformationen eine Zuweisung spezifischer Materialeigenschaften (Tensegrity) und selektiver „Betrachtungsweisen“. Neben einzelnen Objekten (anatomische Primitive) können auch Hierarchien tastbar gemacht werden - anatomische Objekte (Beispiel: Cytoplasma, Zellkern, Nucleus) werden konform zu ihrer Hierarchieebene durchdrungen. Navigierte in den bisher genannten Modi der Sehbehinderte durch die Szene, kann die Aktivität auch invertiert werden und das Haptic Device führt den Sehbehinderten aktiv um ein Objekt herum. Hierdurch kann das Vorstellungsvermögen für einzelne Objekte verbessert werden, da die Konzentration entfällt, das Objekt in der Szene nicht zu „verlieren“.

**Diskussion:** Der vorbeschriebene prototypisch realisierte Ansatz wurde von blinden und hochgradig sehbehinderten Probanden als viel versprechend betrachtet. Diese Einschätzung wird systematisch an größeren Kollektiven von Sehbehinderten zu verifizieren sein. In einem Feldversuch wird dieser Ansatz derzeit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülern der Carl-Strehl Schule (Deutsche Blindenstudienanstalt e.V.) in Marburg zur Testung überlassen. Zudem erlauben virtuelle Schnitte eine Dimensionserhöhung durch Hinzufügen der Tensegrity, wodurch ein für Blinde und hochgradig Sehbehinderte positiver Informationsgewinn gegeben ist, der Sehenden vielfach (aufgrund ihrer eingeschränkten taktilen Fähigkeiten) verschlossen bleibt. Sollte sich dabei die Nützlichkeit von `make2Dhaptic` bestätigen, wird ein breiter Einsatz dieser Lösung angestrebt, der die Möglichkeiten des E-Learning für Sehbehinderte und Blinde bereichern wird. In diesem Zusammenhang ist angedacht, auditive Informationen ergänzend bereitzustellen.

### Literatur

- [1] Liese W. Moderne elektronische Hilfsmittel im naturwissenschaftlichen Unterricht blinder und sehbehinderter Schüler. Verein zur Förderung der Blindenbildung e.V. Bleekstr. 26, 30559 Hannover-Kirchrode; Kongressbericht: XXX Kongress für Sehgeschädigtenpädagogik in Baar/Zug/Schweiz, 1988: 191-9.
- [2] Srinivasan MA: Haptic Interfaces. In: Durlach N, Mavor AS, Hrsg. Virtual Reality: Scientific and Technical Challenges. Nat Acad Press 1995; 161-87.
- [3] Salisbury JK, Brock D, Massie T, Swarup N, Zilles C. Haptic Rendering: Programming touch interaction with virtual objects. Proceedings of the ACM Symposium on Interactive 3D Graphics, Monterey, CA, USA, 1995.
- [4] Galli C, Guizzardi S, Passeri G, Macaluso GM, Scandroglio R. Life on the wire: on tensegrity and force balance in cells. Acta Biomed Ateneo Parmense 2005; 76:

5-12.

- [5] Ingber DE. Tensegrity I. Cell structure and hierarchical systems biology. *J Cell Sci* 2005; 116: 1157-73.
- [6] Ingber DE. Tensegrity II. How structural networks influence cellular information processing networks. *J Cell Sci* 2003; 116: 1397-408.
- [7] Ingber DE. Cellular tensegrity: defining new rules of biological design that govern the cytoskeleton. *J Cell Sci* 1993; 104: 613-27.