

Zoomable User Interfaces für Elastic Displays

Mathias Müller¹, Erik Lier¹, Thomas Gründer²

Professur für Mediengestaltung, Technische Universität Dresden¹
Gesellschaft für Technische Visualistik mbH²

mathias.mueller@tu-dresden.de, erik.lier@mailbox.tu-dresden.de,
thomas.gruender@visualistik.de

Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden Papers soll ein kurzer Abriss über verschiedene Prototypen für Zoomable User Interfaces (ZUI) auf Elastic Displays erfolgen, welche in den letzten Jahren realisiert wurden. Auf Basis dieser verschiedenen Systeme soll der Versuch einer Kategorisierung erfolgen, um die Bandbreite der Möglichkeiten unter Berücksichtigung der Spezifika von Elastic Displays aufzuzeigen. Abschließend werden als Ausblick auf zukünftige Arbeiten die Chancen und Herausforderungen in der Umsetzung solcher Systeme dargelegt.

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren hat sich Multi-Touch-Interaktion, vor allem durch die rasante Verbreitung von Smartphones, als Eingabe-Modalität etabliert. Die direkte Manipulation von Bildschirminhalten ist insbesondere bei Zoomable User Interfaces in Kombination mit allgemein bekannten Pinch-To-Zoom und Panning-Gesten einfach und intuitiv möglich. Dem Vorteil, dass vergleichsweise komplexe Vorgänge ohne zusätzliche Hilfsmittel händisch durchgeführt werden können, steht der Nachteil des ungenügenden haptischen Feedbacks und der begrenzten Ausdrucksstärke der vorhandenen Gesten gegenüber.

Diesen Nachteilen kann mit elastischen Displays begegnet werden: diese Systeme nutzen die Verformung einer elastischen Oberfläche zur Interaktion. Dabei wird die Verformung des Displays, welches zumeist aus Stoff besteht, mittels einer Tiefenkamera getrackt und Inhalte werden über eine Rückprojektion dargestellt. Somit verfügen Elastic Displays über eine zusätzliche Interaktionsdimension – die Tiefenverformung – und bieten natürliches haptisches Feedback.

Nachfolgend sollen verschiedene Optionen für die Nutzung von Elastic Displays im Rahmen von Zoomable User Interfaces vorgestellt sowie Chancen und Herausforderungen bei der Konzeption erörtert werden.

2 Zoomable UI – Überblick bisheriger Systeme

Im Kontext des FlexiWall-Experimentalframeworks wurden verschiedene Arten von Interaktionsformen und Datentypen für Elastic Displays erforscht. Neben volumetrischen Datensätzen und 3D-Daten wurden auch Zoombare Visualisierungen als mögliche Inhaltstypen identifiziert. (Franke et al., 2014) Im Rahmen dieser Experimentalumgebung beschränkte sich die Nutzung von Elastic Displays auf die Darstellung und Exploration von hochauflösenden Fotos (Gigapixel-Images).

Elastic Displays bieten die Möglichkeit der stufenlosen und verzögerungsfreien Navigation, indem die Interaktion auf Basis der lokalen Maxima und Minima bei Deformation der Oberflächen erfolgt. Dieser stufenlose Wechsel zwischen einem Ausgangszustand und der kontinuierliche Übergang in einen definierten Endzustand kann zur Umsetzung für schnelle Wechsel zwischen Überblicks- und Detaildarstellung im Sinne des „Information-Seeking-Mantra“ von Shneiderman (Shneiderman, 1996) genutzt werden. In Kombination mit Ansätzen zum semantischen Zoom im Kontext von Zoomable User Interfaces (vgl. Bederson, 2011) ermöglicht dies die interaktive Visualisierung komplexer technischer Zeichnungen oder Diagramme.

Konzeptionell wurde auch dies für die Visualisierung eines Software-Systems durch ein UML-Klassendiagramm an Elastic Displays erarbeitet (Müller, Kammer & Groh, 2016). Vergleichbare Ansätze existieren für Scatterplot-Visualisierungen unter Nutzung von Glyphen mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad und Gruppierungsmethoden zur Kombination von geometrischem und semantischem Zoom (Kammer et al., 2017, vgl. Abbildung 1, rechts).



Abbildung 1: ZUI-Konzepte für Elastic Displays zur explorativen Produktsuche (link, Mitte) und Glyph-Visualisierung abstrakter Daten (rechts).

Im Rahmen von Multi-Touch-Anwendungen hat sich der Begriff der Reality-Based Interaction etabliert, welche unter anderem die Nutzung physik-basierter Metaphern, wie beispielsweise Anziehungs- und Abstoßungskräfte oder Trägheit zur intuitiven Interaktion vorschlägt (Agarwala & Balakrishnan, 2006; Jacob et al., 2008). Dieses Konzept kann für die Selektion und Filterung von einzelnen Elementen innerhalb großer Datenmengen auf Elastic Displays übertragen werden.

Diese Form der Interaktion mit der deformierbaren Oberfläche kann auch für explorative Anwendungsszenarien genutzt werden. Ein Beispiel sind Suchszenarien, bei denen ausgehend von einzelnen, zufällig ausgewählten Elementen eine iterative Verfeinerung der

Ergebnismenge bei stetiger Evaluation der Passfähigkeit einzelner Ergebniselemente erfolgt (vgl. Marchionini, 2006). Dieser Vorgang kann in Kombination mit ZUI-Techniken zum Browsing innerhalb einer umfangreichen Produktdatenbank mithilfe Elastischer Displays realisiert werden (Müller et al., 2017, Abbildung 1, links/Mitte).

3 Darstellungsformen und Interaktion

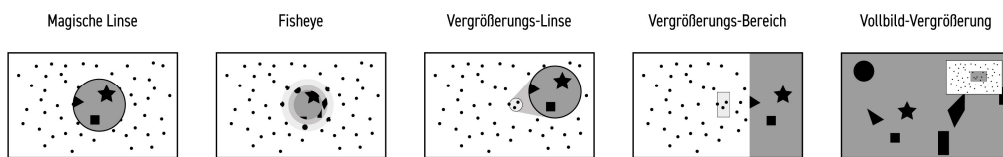


Abbildung 2: Darstellungsformen für Vergrößerungsbereiche. Verschiedene Linsenformen und Positionierung, Nutzung von Teilbereichen oder vollflächige Darstellung mit Mini-Map zur Orientierung.

Für Darstellung und Interaktion mit zoombaren Daten bieten sich verschiedene Möglichkeiten an (s. Abbildung 2). Magische Linsen (vgl. Bier et al., 1993) stellen eine Option dar, wobei die Linse direkt an der Handposition angezeigt und der Vergrößerungsfaktor über die Tiefe abgebildet wird. Im Kontext von Elastic Displays ist anstelle einer klar abgegrenzten Linse auch die Nutzung von Fisheye-Darstellung für die nahtlose Überblendung auf Basis der tatsächlichen Verformung denkbar. Bei diesen Visualisierungsformen besteht insbesondere bei größeren Vergrößerungsfaktoren die Gefahr, dass der Kontext des vergrößerten Bereiches verloren geht, weil angrenzende Elemente verdeckt werden. Vergrößerungslinsen oder -bereiche lösen dieses Problem, die Visualisierung ist dabei aber örtlich von der Interaktion entkoppelt. Als weitere Möglichkeit ist die Vergrößerung des gesamten Bildes auf Basis der maximalen Verformung zu nennen. Zur Orientierung kann dabei auf Mini-Maps oder ähnliche Methoden zurückgegriffen werden (s. Abbildung 4, rechts). Nachteilig ist hierbei, dass die gesamte Visualisierung vergleichsweise unruhig ist und der globale Ansatz die Nutzung unterschiedlicher Zoombereiche oder -stufen verhindert. Weiterhin sind hybride Varianten denkbar: Für Visualisierungen mit vielen einzelnen Datenpunkten könnte eine Darstellung eines Teilbereichs inklusive Min-Map mit der zusätzlichen Nutzung einer Vergrößerungslinse für Detailvisualisierung einzelner Elemente kombiniert werden.

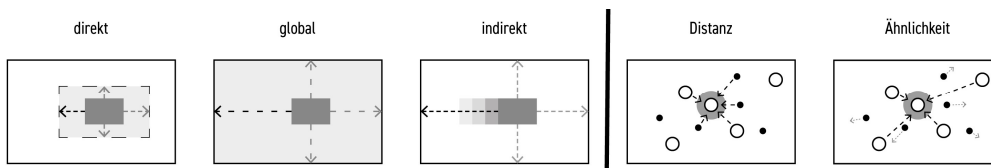


Abbildung 3: Panning-Variationen (linke Seite). Direkt: Verschieben basierend auf aktueller Vergrößerungsstufe - es wird nur ein Teilbereich abgedeckt, Global: Verschiebung basierend auf unvergrößerter Ansicht und Indirekt: Bewegung des Ausschnittes in die gewünschte Richtung, gegebenenfalls mit Beschleunigung. Selektion und Filterung mittels Kraftsimulationen (rechte Seite). Entfernungsbasierte Bewegung der Elemente (z.B. Schwerkraft oder Magnetismus) oder Anziehung ähnlicher und Abstoßung abweichender Elemente.

In Abhängigkeit zur gewählten Darstellungsform ergeben sich verschiedene Ansätze zur Navigation. Insbesondere bei der großflächigen Darstellung eines Teilbereiches ist das Verschieben des Vergrößerungsbereiches notwendig. Auch bei Linsen mit sehr starkem Vergrößerungsfaktor kann die Verschiebung des Bildbereiches innerhalb der Linse sinnvoll sein. Generell bieten sich für Panning drei Variationen an (s. Abbildung 3): Zum einen die direkte Übersetzung, bei der allerdings nur ein Teilbereich des vergrößerten Bildes erreichbar ist oder die Verschiebung auf Basis des Original-Bildes. Letztere ist jedoch insbesondere bei höheren Vergrößerungen unruhig und wenig präzise. Alternativ ist sukzessive Verschiebung, analog eines Joysticks oder Steuerkreuzes, denkbar, durch Bewegung der Hand in die gewünschte Richtung, Halten zur Bewegung und Rückkehr in die Ausgangsposition zur Fixierung. Nachteilig hierbei sind jedoch die relativ großzügigen Toleranzen für unbeabsichtigtes Verschieben und Trackingungenauigkeiten, wodurch schnelle Anpassungen des Bildausschnittes erschwert werden. Aufgrund der Responsivität des Elastischen Displays ist auch der Verzicht auf Panning als Navigation-Operation denkbar. Zur Verschiebung des Bildausschnittes würde in diesem Fall die Rückkehr in die Ausgangsposition erfordern.

Neben der Navigation innerhalb der Visualisierung ist die Manipulation von Objekten als Interaktionsform zu betrachten. Insbesondere bei der Verwendung von Linsen ist die Kombination von ZUI-Techniken mit physik-basierten Interaktionsmetaphern sinnvoll. So kann die Linse als Magnet zum Sammeln von Elementen genutzt werden oder auch die Kollisionsberechnung respektive Abstoßungskräfte zur Vermeidung von Überlagerungen bei der Transformation von Elementen zwischen verschiedenen Level-of-Detail Stufen im Rahmen eines semantischen Zooms genutzt werden (vgl. Müller et al., 2017). Neben der physikalisch korrekten Simulation von Kräften, welche auf der Distanz der Objekte zueinander basieren, können auch semantische Zusammenhänge in Anziehungs- oder Abstoßungskräfte relativ zu einem fokussierten Element zur Selektion und Filterung genutzt werden (s. Abbildung 3, rechts).

Aufgrund der spezifischen Eigenschaften von Elastic Displays ist das Antippen von Objekten nur schwer zu detektieren und überlagert sich in der Regel mit der Verformung der Oberfläche als globale Interaktionsform. Aus diesem Grund werden Sortierung, Filterung und Selektion in den gegenständlichen Betrachtungen durch implizite Aktionen realisiert.



Abbildung 4: Verschiedene Zoom-Darstellungen am Beispiel eines Gigapixel-Bildes (Bildquelle Milchstraße: (Esa Science & Technology, 2018)). Links/Mitte: Vergrößerungs-Linse, rechts: Vollbild mit Mini-Map.

4 Besondere Eigenschaften von Elastic Displays

Basierend auf den Erfahrungen mit der Umsetzung der verschiedenen Systeme, sollen im folgenden einzelne Design-Aspekte für die Umsetzung von ZUIs auf Elastic Displays angesprochen werden, die speziell für dieses Medium relevant sind.

Eine relevante Fragestellung betrifft das Zusammenspiel zwischen der realen Oberfläche und dessen Elastizität. Hierbei sollte zum einen bedacht werden, ob der Vergrößerungsfaktor proportional zur Tiefe des eingedrückten Punktes auf der elastischen Oberfläche oder zur aufgewendeten Kraft gewählt wird, wobei letzteres lediglich als grobe Approximation verstanden werden sollte. Zum anderen ist jedoch zu bedenken, dass der benötigte Kraftaufwand über die Oberfläche stark variiert, ebenso wie die maximal erreichbare Tiefe in der Mitte der Oberfläche deutlich größer ist als am Rand.

In Mehrbenutzer-Szenarien ist zu beachten, dass die Verformung der Oberfläche eines einzelnen Nutzers ebenfalls Auswirkungen auf andere Nutzer hat. Je nach Anwendungsfall lassen sich daraus kollaborative Ansätze oder auch kompetitive Szenarien generieren. Die Ausrichtung des Systems – Wand oder Tisch – hat verschiedene Auswirkungen auf Lesbarkeit, Orientierung des Nutzers innerhalb der Visualisierung, und Verdeckung durch andere Nutzer. Im Falle der Nutzung physikbasierter Interaktionsmetaphern sind mögliche Wechselwirkungen wie beispielsweise Verstärkung, Absorption und andere Formen der Überlagerung von Kräften zu bedenken.

Die Flüchtigkeit der Interaktion an Elastic Displays kann als Vorteil genutzt werden - beispielsweise für den schnellen Wechsel in einen Ursprungszustand als „natürliche Undo-Funktion“ oder eine einfache Navigation auf der Oberfläche. Demgegenüber stehen Herausforderungen wie die exakte Reproduzierbarkeit eines konkreten Systemzustandes, welcher durch Ungenauigkeiten beim Tracking der Oberfläche verstärkt wird, aber insbesondere bei der Simulation von Kräften unvermeidbar ist. Komplexe Gesten und Zustandswechsel sind aufgrund der Flüchtigkeit der Interaktion nur bedingt von gängigen Touch-Systemen übertragbar, da die klassischen Start- und Endphasen einer Geste ungleich schwerer zu erkennen sind oder nur implizit vorhanden sind, da die Hand nicht von der Oberfläche abgesetzt wird.

Die gegenständlichen Prototypen neigen hinsichtlich der Gestaltung des User Interfaces eher zu minimalistischen Ansätzen und beschränken sich auf Kontext-Informationen und die Visualisierung des aktuellen Programmzustandes. Analog zu Multi-Touch-Systemen ist eine direkte Interaktion auch im Falle von Elastic Displays das Mittel der Wahl, wodurch Informationen und Interaktionen direkt am Objekt erfolgen sollte und die Nutzung traditioneller Interface-Elemente nur in Ausnahmefällen sinnvoll ist, auch wenn Mausclicks oder Touch-Events durch das Elastic Display emuliert werden können.

Danksagung

Wir danken den Studenten, die in den vergangenen Jahren an Konzepten und Umsetzungen zu Elastischen Displays mitgewirkt haben. Teile dieser Arbeit von der Europäischen Union und dem Freistaat Sachsen aus den Mitteln des Europäischen Sozialfonds (ESF, Projekt-Nr. 100271686) gefördert.

Literaturverzeichnis

- Agarawala, A. & Balakrishnan, R. (2006). Keepin' it real: Pushing the desktop metaphor with physics, piles and the pen. In *Proceedings CHI '06*. New York: ACM, S. 1283-1292.
- Bederson, B. B. (2011). The promise of zoomable user interfaces. *Behaviour & Information Technology*, 30(6), 853-866.
- Bier, E. A., Stone, M. C., Pier, K., Buxton, W. & DeRose, T. D. (1993). Toolglass and magic lenses: The see-through interface. In *Proc., SIGGRAPH'93*. New York: ACM, S. 73–80.
- Esa Science & Technology - Gaia: Von <http://sci.esa.int/gaia/>, Zuletzt abgerufen am 20.Juni 2018.
- Franke, I. S., Müller, M., Gründer, T., and Groh, R. (2014). FlexiWall: Interaction in-between 2D and 3D Interfaces". In *Proceedings HCI International 2014*. Heidelberg: Springer.
- Jacob, R. J., Girouard, A., Hirshfield, L. M., Horn, M. S., Shaer, O., Solovey, E. T., & Zigelbaum, J. (2008). Reality-based interaction: A framework for post-wimp interfaces. In *Proceedings CHI '08*. New York: ACM, S. 201-210.
- Kammer, D., Keck, M., Müller, M., Gründer, T. & Groh, R. (2017). Exploring Big Data Landscapes with Elastic Displays. In *Mensch und Computer 2017 - Workshopband*. Regensburg: Gesellschaft für Informatik e.V.
- Marchionini, G. (2006). Exploratory search: from finding to understanding. *Communications of the ACM* 49(4), 41-46.
- Müller, M., Kammer, D. & Groh, R. (2016). Elastische Displays im Einsatz. In *Mensch und Computer 2016 – Workshopband*. Regensburg: Gesellschaft für Informatik e.V.
- Müller, M., Keck, M., Gründer, T., Hube, N. & Groh, R. (2017). A Zoomable Product Browser for Elastic Displays. In *Proceedings xCoAx 2017*.
- Shneiderman, B. (1996). The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. In *Proceedings IEEE Symposium on Visual Languages*. Washington: IEEE Computer Society Press, S. 336-343.