

# TURN TO ZOOM

Ein Vergrößerungsglas für Mobile Devices – umgesetzt mit Multi-Touch

*Albert Demeter*

Interaction Engineering, Prof. Dr. Michael Kipp  
Hochschule Augsburg, Wintersemester 2013/2014  
[albert.demeter@hs-augsburg.de](mailto:albert.demeter@hs-augsburg.de)

## ABSTRACT

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, mit physikalischen Objekten neue Eingabemöglichkeiten auf Touchscreens zu schaffen, um für bereits bekannte Aktionen bessere Userinterfaces bauen zu können. Konkret wird die Aktion „Pinch-to-Zoom“ durch eine physikalische Lupe ersetzt, die auf der Oberfläche wie ein Drehregler benutzt werden kann, um das Bild stufenlos vergrößern zu können. Die Vergrößerung wird dabei nur innerhalb der Lupe dargestellt; drumherum bleibt das Bild unvergrößert. Die Erkennung der Lupe wird durch drei Touchpunkte auf der Unterseite des Objekts umgesetzt.

Die partielle Vergrößerung des Bildschirms ist speziell für Senioren interessant, die sich trotz Vergrößerung in einer Anwendung weiterhin zurechtfinden wollen.

## EINLEITUNG

Mobile Geräte haben heutzutage schon einen sehr großen Marktanteil auf dem IT-Markt und werden „in den kommenden Jahren zum wichtigsten digitalen Gerät werden“<sup>1</sup>. Daher ist es

von großer Relevanz auch für weniger versierte PC-Nutzer (beispielsweise Senioren) einen einfachen Zugang zu diesen Geräten durch intuitive User-Interfaces zu schaffen.

Die vorliegende Arbeit versucht sich den bereits bekannten Umgang mit physikalischen Objekten zu Nutze zu machen, um bessere Userinterfaces für kapazitive Touchscreens zu schaffen.

## KONZEPT UND FUNKTIONALITÄT

Konkret wird eine passive digitale Lupe umgesetzt, die durch einfaches Aufsetzen auf den Touchscreen aktiviert werden kann, um Texte und Bilder größer darstellen zu können. Die Lupe kann wie ein Drehregler auf der Oberfläche gedreht werden, womit der Vergrößerungsfaktor der Darstellung innerhalb der Lupe stufenlos eingestellt werden kann. Der Rest des Bildschirms um die Lupe herum bleibt unverändert, so dass eine Orientierung, wo der Benutzer sich gerade im Text befindet, immer gegeben ist. Außerdem ist es möglich durch Bewegen der Lupe an den Bildschirmrand den kompletten Text zu scrollen. So kann auch der Text am linken oder rechten Rand

---

<sup>1</sup> Schwan, Ben - heise.de (2013)

noch gut gelesen werden, aber auch längere Texte, die nach unten über den Bildschirmrand hinausgehen.

Ein weitere Funktionalität besteht darin, die Vergrößerung des Bildes auch mit drei Fingern auslösen zu können. Hierbei ergibt sich der Durchmesser der Vergrößerung aus dem Abstand der Finger zueinander. Die Position und Vergrößerung kann, wie bei der eigentlichen Lupe, durch Verschieben der Finger geändert werden.

## RECHERCHE

Die Idee einer passiven Lupe ist nichts neues. Brygg Ullmer und Hiroshi Ishii setzten bereits 1997 eine passive Lupe für die Interaktion mit Tabletops um<sup>2</sup>. Das Tracking erfolgte mit optischen Sensoren. Innerhalb der Lupe wurde eine zusätzliche Informationsebene dargestellt.

Als weitere interessante Arbeit ist „Paper-Lens“ von Martin Spindler et al.<sup>3</sup> zu nennen. Die Darstellung auf der Oberfläche wird vergrößert auf die darüber gehaltene passive „Lupe“ projiziert. Anders als in der Arbeit von Ishii und Ullmer findet das Tracking im dreidimensionalen Raum statt. Die Entfernung der Lupe zum Tabletop bestimmt dabei den Vergrößerungsfaktor. Es ist außerdem möglich sich verschiedene Informationsebenen auf der Lupe darstellen zu lassen. Für medizinische Anwendungsfälle können beispielsweise Röntgenbilder im Querschnitt

dargestellt werden, durch die man sich durch Bewegungen der Lupe im Raum navigieren kann.<sup>4</sup>

Die Arbeit „GaussBits“ von Ring-Hao Liang et al.<sup>5</sup> ist eine neue Arbeit zum Thema Tangibles in Verbindung mit mobilen Geräten. Das Tracking der Tangibles wird mit Hilfe magnetischer Sensoren auf der Rückseite des Bildschirms umgesetzt. Die Tangibles selbst sind ebenfalls magnetisch, wodurch sich beim Näherkommen an den Bildschirm das magnetische Feld ändert und die Tangibles lokalisiert werden können. Selbst die Erkennung der Orientierung der Tangibles auf der Oberfläche ist hiermit möglich.

Meine Arbeit verwendet die vorhandene Technik des Multi-Touch auf mobilen Geräten zur Umsetzung eines Tangibles in Form einer Lupe zur Vergrößerung des dargestellten Bildes. Die Darstellung erfolgt direkt auf dem Bildschirm unterhalb der Lupe. Eine Projektion ist somit nicht nötig, was die Anwendung ortsunabhängig verwendbar macht. Benötigt wird lediglich ein Multi-touch-fähiges Gerät.

## UMSETZUNG HARDWARE

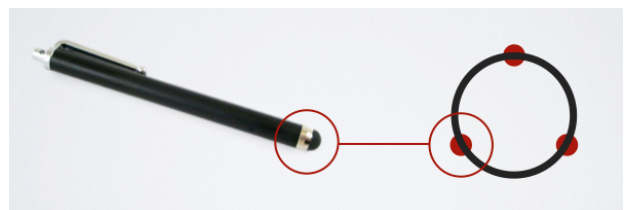


Fig. 1: Stylus-Pen als Basis der Lupe

Die Basis der Lupe bilden drei Stylus-Pens mit kapazitiver Spitze, welche entnommen und

<sup>2</sup> Ullmer, Brygg u. Ishii, Hiroshi (1997)

<sup>3</sup> Spindler, Martin et al. (2009a)

<sup>4</sup> Spindler, Martin et al. (2009b)

<sup>5</sup> Liang, Ring-Hao et. al (2013)

an einen Ring aus Pappe montiert wurden. Die Spitze solcher Stylus-Pens besteht aus ESD-Kunststoff (elektrostatisch leitend)<sup>6</sup>, die Stifte selbst aus leitfähigem Metall. Dadurch wird der Stift, hält man in ihn der Hand, zur Verlängerung des Fingers und kann somit Eingaben auf Touchdisplays auslösen. Um diese Funktionalität bei ausgebauter Stiftspitze ohne leitenden Metallkörper des Stiftes dennoch beibehalten zu können, wurde der Prototyp mit leitfähigem Material (hier Alufolie) ausgestattet.



Fig. 2: Der Prototyp

Die Touchpunkte sitzen dabei in Form eines gleichschenkligen Dreiecks, um den Mittelpunkt und davon abgeleitet den Drehwinkel der Lupe berechnen zu können. Um den Eindruck einer realen Lupe noch zu verstärken wurde im Prototyp noch eine Folie innen angebracht, durch die der Benutzer die Vergrößerung unterhalb sieht.

<sup>6</sup> [Kunststoff-Magazin.de](http://Kunststoff-Magazin.de) (2014)

<sup>7</sup> [processing.org](http://processing.org) (2014)

<sup>8</sup> Kipp, Michael, Prof. Dr. (2013)

Bei dem verwendeten Tablet handelt es sich um ein Nexus 7 (2012) mit Android-Version 4.4.2.

## UMSETZUNG SOFTWARE

Umgesetzt wurde die Arbeit mit Processing 2.0.3<sup>7</sup>, basierend auf Java. Die Processing IDE bietet einen speziellen Android-Modus, bei dessen Ausführung die programmierte Anwendung für Android kompiliert wird und direkt auf ein angeschlossenes Android-Gerät übertragen wird. Zur Verarbeitung der Touch-Eingaben auf dem Endgerät stehen somit auch Android-Klassen zur Verfügung. Speziell verwendet wurde die Klasse MotionEvent im Android-Package. Hiermit lassen sich alle Touchpunkte einsammeln und verarbeiten<sup>8</sup>.

Zur Positionsbestimmung der Vergrößerung werden die drei Touchpunkte der Lupe benutzt. Das arithmetische Mittel der x- und y-Werte ergibt den Schwerpunkt des Touchpunkt-Dreiecks und, im Fall eines gleichwinkligen Dreiecks, dessen Mittelpunkt. Mithilfe des Mittelpunkts und der Position eines der drei Touchpunkte lässt sich der Drehwinkel berechnen, der dann auf den Vergrößerungsfaktor umgerechnet wird.

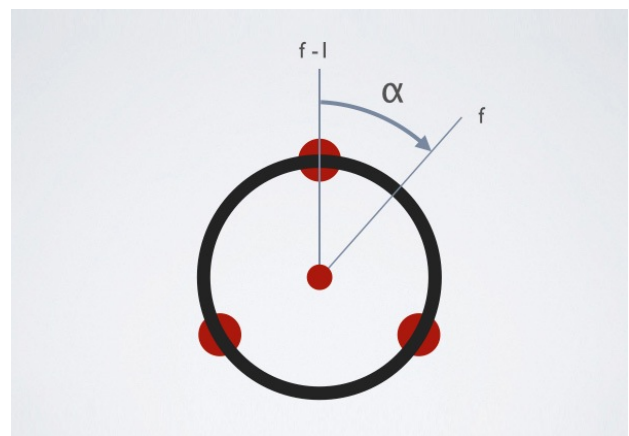


Fig. 3: Der Drehwinkel wird durch Winkelberechnung der Vektoren  $\vec{MP}_f$  und  $\vec{MP}_{f-1}$  berechnet.

Processing stellt hier einige bequeme Methoden zur Verfügung: z. Bsp. `map()`, was einen Wertebereich auf einen anderen abbildet.

Zur vergrößerten Darstellung des Bildes wird die Matrix mit eben diesem Vergrößerungsfaktor skaliert und um die Position des Mittelpunkts der Lupe verschoben, damit die Vergrößerung genau unterhalb der Lupe gezeichnet wird. Da der Vergrößerungsfaktor ausschlaggebend für die Position des vergrößerten Bildes ist, muss er bei der Translation mit eingerechnet werden. Es ergibt sich hieraus:

```
translate( - ( xPos * (scaleFactor-1) / scaleFactor ),  
- ( yPos * (scaleFactor-1) / scaleFactor ));
```

Die Maskierung als Kreis erfolgt mit der Processing-eigenen Methode `mask(PGraphics graphicalMask)`, wobei `graphicalMask` einen Kreis beinhaltet. Der Radius der Maskierung ergibt sich aus dem Abstand des Mittelpunkts zum Rand. Hier wird die Funktionalität des Vergrößerns mit drei Fingern eingebaut: je weiter die Finger auseinander sind, umso größer der Maskierungskreis.

Die Lupe wird nur gezeichnet, solange mindestens 3 Touchpunkte vorhanden sind. Um nun zu verhindern, dass ein kurzzeitiger Verlust einer der Touchpunkte die Lupe ausblenden lässt, wird bei weniger als 3 Touchpunkten für 0,5 Sekunden eine Backup-Liste der vorherigen Touchpunkte zur Darstellung verwendet.

Das Scrollen des gesamten Bildes funktioniert durch Verschiebung der Zeichenmatrix. Hierbei sind 3 Zonen definiert, die entsprechend die Scrollgeschwindigkeit definieren. Sobald sich der Mittelpunkt der Lupe in einem der Bereiche befindet, scrollt das Bild. Nach außen hin wird die

Scrollgeschwindigkeit größer. Im mittleren Bereich findet keine Verschiebung mehr statt und der Benutzer kann sich auf den Text konzentrieren, wenn er seine Wunschstelle erreicht hat.



Fig. 4: Schematische Darstellung der Scrollzonen.

## PROBLEME

**Usability** – Die Verwendung der Stylus-Pen-Spitzen als Touchpunkte setzt voraus, dass der Benutzer die Lupe ständig berühren muss, damit die Funktionalität gewährleistet ist. Dies könnte zum einen programmiertechnisch abgefangen werden, so dass die Lupe immer die letzte Position zeichnet, auch wenn keine Touchpunkte mehr vorhanden sind. Zum anderen funktionieren eventuell Knopfbatterien als Touchpunkte, die keinen Hautkontakt des Benutzers benötigen. Dies blieb allerdings ungetestet.

**Processing** – Obwohl der Android-Mode der Processing IDE sehr praktisch ist, bedarf es doch relativ umständlichen Workarounds, bis das gewünschte Bild auf dem Android-Gerät dargestellt wird. Die in dieser Arbeit umgesetzte Lösung wandelt ein Android Bitmap (`BitmapDrawable`), das das Bild bei Export auf das Gerät erstmal ist, auf Byte-Ebene in ein Processing Image (`PImage`) um. Eventuell gibt es hier elegan-

tere Lösungen. Meine Recherche hat allerdings keine andere Möglichkeit ergeben.

**Hardware** – Da es bei der Maskierung des Bildes zu aufwendigen Grafikberechnungen kommt war die Bildgröße des Versuchsbildes begrenzt. Eine Bildgröße von 970 px x 900 px war vertretbar, ohne einen OutOfMemoryError zu provozieren. Hier hätte die Verwendung eines leistungsstärkeren Tablets Abhilfe geschaffen.

## ERWEITERUNGEN

Mögliche Erweiterungen für das System wären beispielsweise die Darstellung von zusätzlichen Bedienungsflächen rings um die Lupe, mit der der Benutzer das Bild innerhalb der Vergrößerung ändern kann. Denkbar wäre eine Schwarz-Weiß-Darstellung, oder eine Darstellung mit höherem Kontrast für Sehbehinderte.

## DEMO

Ein Demovideo, das die Funktionalität des Systems zeigt, ist [online](#)<sup>9</sup> verfügbar.

## QUELLENVERZEICHNIS

Bilder und Grafiken: Albert Demeter

Schwan, Ben - [heise.de](#) (2013)  
*Gartner: iPad und Co. lösen PC dauerhaft ab*, 04.04.2013  
Online verfügbar unter: <http://heise.de/-1834740>  
(zuletzt geprüft: 02.02.2014)

Ullmer, Brygg u. Ishii, Hiroshi (1997):  
*The metaDESK: Models and Prototypes for Tangible User Interfaces*, ACM-Paper, 14.10.1997  
Online verfügbar unter: <http://tangviz.cct.lsu.edu/papers/ullmer-uist97-metadesk.pdf>  
(zuletzt geprüft: 02.02.2014)

Spindler, Martin et al. (2009a):  
*PaperLens: Advanced Magic Lens Interaction Above the Tabletop*, ITS-Paper, 2009  
Online verfügbar unter:  
<https://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/uise/Forschung/Publicationen/2009-ITS-PaperLens.pdf>  
(zuletzt geprüft: 02.02.2014)

Spindler, Martin et al. (2009b):  
*[ITS 2009 Demo] PaperLens: Advanced Magic Lens Interaction Above the Tabletop*, 17.11.2009  
<http://www.youtube.com/watch?v=Ac1Ing07TEc>  
(zuletzt geprüft: 02.02.2014)

Liang, Ring-Hao et. al (2013):  
*GaussBits: Magnetic Tangible Bits for Portable and Occlusion-Free Near-Surface Interactions*  
National Taiwan University, Academia Sinica, National Taiwan University of Science and Technology, 2013  
Online verfügbar unter: <http://www.cmlab.csie.ntu.edu.tw/~howieliang/GaussBits.html>  
(zuletzt geprüft: 02.02.2014)

[Kunststoff-Magazin.de](#) (2010)  
*ESD-Werkstoffe - Damit uns nicht der Schlag trifft*,  
01.02.2010  
<http://www.kunststoff-magazin.de/Spezialcompounds/Spezialcompounds---ESD-Werkstoffe.htm>  
(zuletzt geprüft: 04.02.2014)

[processing.org](#) (2014)  
Ben Fry, Casey Reas  
Dokumentation verfügbar unter:  
<http://processing.org/reference/>  
(zuletzt geprüft: 04.02.2014)

Kipp, Michael, Prof. Dr. (2013)  
*Interaction Engineering – Multitouch/Sensorik mit Android*  
<http://michaelkipp.de/interaction/android.html>  
(zuletzt geprüft: 04.02.2014)

Demeter, Albert (2014)  
*TURN TO ZOOM*, Youtube, 05.02.2014  
Online verfügbar unter: <http://youtu.be/OcZzDPXY430>  
(zuletzt geprüft: 05.02.2014)

---

<sup>9</sup> Demeter, Albert (2014)