

Thorsten Buring

Interaktionsstrategien für Punktdiagramm-Visualisierungen auf kleinen Bildschirmen

Interaction Strategies for Scatterplot Visualizations on Small Screens

Punktdiagramme_Zoomable User Interface_Kleine Bildschirme_PDA_Fischaugen_Informationsvisualisierung

Zusammenfassung. Es werden zwei neuartige Systeme zur Darstellung und Exploration großer Datenräume auf kleinen Bildschirmen vorgestellt. Die Basis der Applikationen bildet ein Punktdiagramm, welches aufgrund seiner komprimierten Datenkodierung eine effektive Ausnutzung der Präsentationsfläche kleiner Bildschirme erlaubt. Ein weiterer Vorteil des Diagramms ergibt sich aus seiner Übersichtlichkeit. Selbst unerfahrene Nutzer können Trends und Ausreißer im Datenraum leicht identifizieren.

Die beiden vorgestellten Applikationen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Interaktionsstrategien. Das geometrisch-semantische ZUI (Zoomable User Interface) steht für einen metaphor-basierten, intuitiven Ansatz und erinnert in vielen Eigenschaften an ein Computerspiel. Mittels Zoom kann der Nutzer das Verhältnis von Übersicht und Detail seinem jeweiligen Informationsbedürfnis anpassen. Das alternative Fischaugen-Interface bietet hingegen die Möglichkeit einen freidefinierbaren Ausschnitt des Punktdiagramms zu vergrößern. Durch die Verzerrung können unter Erhaltung des Kontexts unübersichtliche Datencluster aufgelöst werden. Der Kontext verschafft dem Nutzer eine bessere Orientierung im Datenraum und ermöglicht zudem zusätzliche Navigationsfunktionalität.

Summary. This article presents two novel systems for the visualization and exploration of large information spaces on small screens. The applications feature a scatterplot view that encodes abstract data to small-scale visual representations and thus provides a valuable solution to enhance the limited screen real estate of small devices. Another benefit of the scatterplot is that it provides an overview of the information space. Looking at the diagram, even novice users are able to quickly identify trends and statistical outliers.

The two systems presented here differ in their interaction strategies. The geometric-semantic ZUI stands for a metaphor-based, intuitive approach and, in some aspects, it reminds of a computer game. Users can dynamically adjust the ratio of overview and detail information according to their current need. The alternative system features a fisheye view and allows users to magnify any portion of the diagram. Based on a distortion algorithm, data clutter can be removed while, at the same time, the context of the diagram is preserved. The preservation of context supports users in navigating the information space and also allows for the implementation of additional interaction facilities.

1. Einleitung

Aufgrund verbesserter Leistungsmerkmale und Netzwerkeigenschaften werden kleinformatige mobile Endgeräte wie Smart Phones und Personal Digital Assistants (PDAs) zunehmend zur Abfrage großer Datenräume wie Kundendatenbanken oder dem Internet genutzt. Zur Informationsdarstellung kommen bei mobilen Anwendungen jedoch in der Regel konventi-

onelle visuelle Formalismen wie Listen und Tabellen zum Einsatz. Diese bieten zwar effiziente Vergleichsmöglichkeiten von Einträgen, sind aber nicht zur Darstellung großer Datenmengen geeignet. Der Nutzer ist in vielen Fällen gezwungen, die für ihn interessanten Elemente über mühsames und zeitaufwendiges Scrolling oder Paging zu identifizieren – ein Vorgang dessen Fehleranfälligkeit mit der Quantität der Ergebnismenge ansteigt.

Demgegenüber werden zwei Interaktionsstrategien vorgestellt, die speziell

zur Navigation, Exploration und Suche in großen Informationsräumen auf kleinen Bildschirmen konzipiert wurden. Beide Strategien beruhen auf einer Punktdiagramm-Visualisierung und sind als vollfunktionale Applikationen mit dem .Net Framework und .Net Compact Framework 1.1 für PDA und Windows Plattform implementiert. Nachfolgend werden die theoretischen Grundlagen sowie Besonderheiten in der Umsetzung der Visualisierung und Interaktionsansätze diskutiert sowie abschließend kurz auf

die Bedeutung der implementierten Animationen eingegangen.

2. Punktdiagramm-Visualisierung

Um die Darstellung abstrakter Daten auf elektronischen Medien zu verbessern, wurden im Rahmen der Informationsvisualisierung bereits eine Vielzahl erfolgreicher Methoden entwickelt. Oftmals fußen diese Methoden auf klassischen Visualisierungen. Eine der bekanntesten Vorlagen ist das Punktdiagramm, welches bereits seit dem 18. Jahrhundert verwendet wird und bis heute zu den populärsten Grafiken in der wissenschaftlichen Literatur zählt (Tufte 1983). Es beruht auf dem Prinzip, abstrakte Datenstrukturen durch reduzierte, visuelle Repräsentationen darzustellen und über ihre Position zu kodieren. Durch diese ökonomische Ausnutzung von Bildschirmplatz können selbst auf kleinformatigen Geräten umfangreiche Datenmengen abgebildet werden. Die kognitive Belastung der Nutzer wird durch den Wegfall von Scroll- und Paging-Mechanismen stark reduziert. Weiterhin lassen sich durch die übersichtliche Darstellung Cluster, Trends sowie statistische Ausreißer leichter erkennen.

Trotz des großen Potentials ist wenig über die Skalierbarkeit interaktiver Punktdiagramme bekannt. Gerade die wenigen für PDAs entwickelten Forschungsprototypen beschränken sich allesamt auf die Darstellung von wenigen hundert Datenobjekten. Demgegenüber haben wir eine Punktdiagramm-Visualisierung entwickelt, die mittels zweier neuartiger Interaktionsstrategien den Zugriff auf zehntausende von Datenobjekten ermöglicht. Die Interaktionsstrategien beruhen auf einem geometrisch-semantischen ZUI sowie einer Fischaugen-Verzerrung und bieten alternative Ansätze zur Exploration des Diagramms. Als Beispieldatenraum dient eine aktuelle Buchdatenbank mit 7500 Artikeln welche in einem Punktdiagramm mit den Dimensionen Veröffentlichungsdatum (X-Achse) und Verkaufspreis (Y-Achse) visualisiert wird (Bild 1). Jeder Punkt im Diagramm steht also für ein Buch aus der Datenbank und seine Position ergibt sich über seine Attributwerte. Das Veröffentlichungsdatum (Jahr und Monatsangabe) kann zwi-

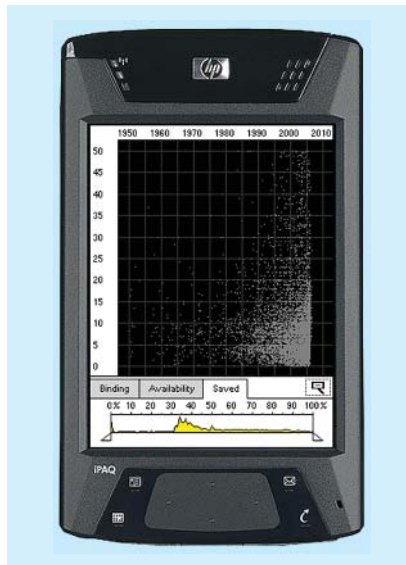


Bild 1: Punktdiagramm-Visualisierung einer Buchdatenbank

schen 1950 und 2010 liegen, der Verkaufspreis zwischen EUR 0,00 und EUR 50,00. Aus der Anzahl an möglichen Ausprägungen an Attributkombinationen sowie der Anzahl der zur Verfügung stehenden Pixel der Diagrammfläche ergibt sich eine potentielle Informationsdichte von über 150. Dies bedeutet, dass jeder Pixel in der Ausgangsskalierung zur Visualisierung von bis zu 150 Datenobjekten dient. Das Ziel der Interaktionsstrategien ist es, dem Nutzer einen möglichst schnellen, gezielten aber auch intuitiven Datenzugriff auf jedes einzelne Element des Informationsraumes zu ermöglichen – unabhängig davon ob das gesuchte Element isoliert oder als Teil einer Aggregation von Objekten positioniert ist.

Der unterhalb der Visualisierung befindliche Slider in Bild 1 ist Teil eines dynamischen Filterkonzepts, auf das in diesem Artikel jedoch nicht näher eingegangen wird. Für weitere Information siehe Ahlberg et al. (1992).

3. Geometrisch-semantisches ZUI

Zoomable User Interfaces (ZUIs) basieren auf der Annahme, dass die Navigation in Informationsräumen durch eine metaphorhafte Anlehnung an die Bewegung im realen Raum erleichtert werden kann. Befindet sich beispielsweise ein Betrachter in einem Abstand zu einer Häuser-

ansammlung, so sieht er lediglich die Umrisse des gesamten Blocks. Verringert er kontinuierlich den Abstand, kann er nach und nach immer mehr Details erkennen, von der Unterscheidung einzelner Häuser bis hin zum Lesen eines Klingelschilds. Das gleiche Prinzip gilt auch für ZUIs. Die Interaktion erfolgt hierbei über Zoom-in (in den Raum vordringen), Zoom-out (den Abstand zu den Objekten vergrößern) und Panning (das Sichtfenster bei gleich bleibender Skalierung verschieben). ZUIs ermöglichen es dem Nutzer sich gemäß dem von Shneiderman formulierten Mantra „Overview first, zoom and filter, then details-on-demand“ (Shneiderman 1996) zunächst einen Überblick über den Datenraum zu verschaffen, bevor der Fokusbereich über Zoomen schrittweise eingegrenzt wird. Je weiter der Nutzer dabei in den Informationsraum vordringt, desto mehr Bildschirmplatz steht für die Daten im Fokusbereich zur Verfügung. Es lassen sich zwei Zoomarten unterscheiden: Am bekanntesten ist der geometrische Zoom, bei dem Objekte beim Hereinzoomen vergrößert und beim Herauszoomen wieder verkleinert werden. Beim semantischen Zoom ändert sich die Darstellung eines Objektes abhängig von seinem Skalierungsgrad – je mehr Bildschirmplatz zur Verfügung steht, umso komplexere Informationen können für das jeweilige Objekt angezeigt werden (Perlin und Fox 1993). Um den speziellen Restriktionen kleiner Bildschirme besser gerecht zu werden, wurden für das geometrisch-semantische ZUI beide Zoomvarianten kombiniert. Eine Vorgängerversion dieses Systems wird in (Büding und Reiterer 2005) beschrieben.

3.1 Interaktion

Wie bereits erwähnt, weisen beide Diagrammdimensionen in der Ausgangsskalierung eine hohe Informationsdichte auf, bei der viele der weißen Pixel jeweils mehr als ein Element in der Datenbank repräsentieren. Will der Nutzer nun einen Teilbereich des Punktdiagramms genauer untersuchen, ein bestimmtes Buch innerhalb eines Datenclusters lokalisieren oder auch Detailinformationen zu einem Ausreißerobjekt einsehen, bestimmt er zunächst durch Stiftdruck und anhand der Achsenbeschriftungen das ungefähre Ziel der Zoom-Operation. Hierbei wird das Datenobjekt, welches der Stiftposition

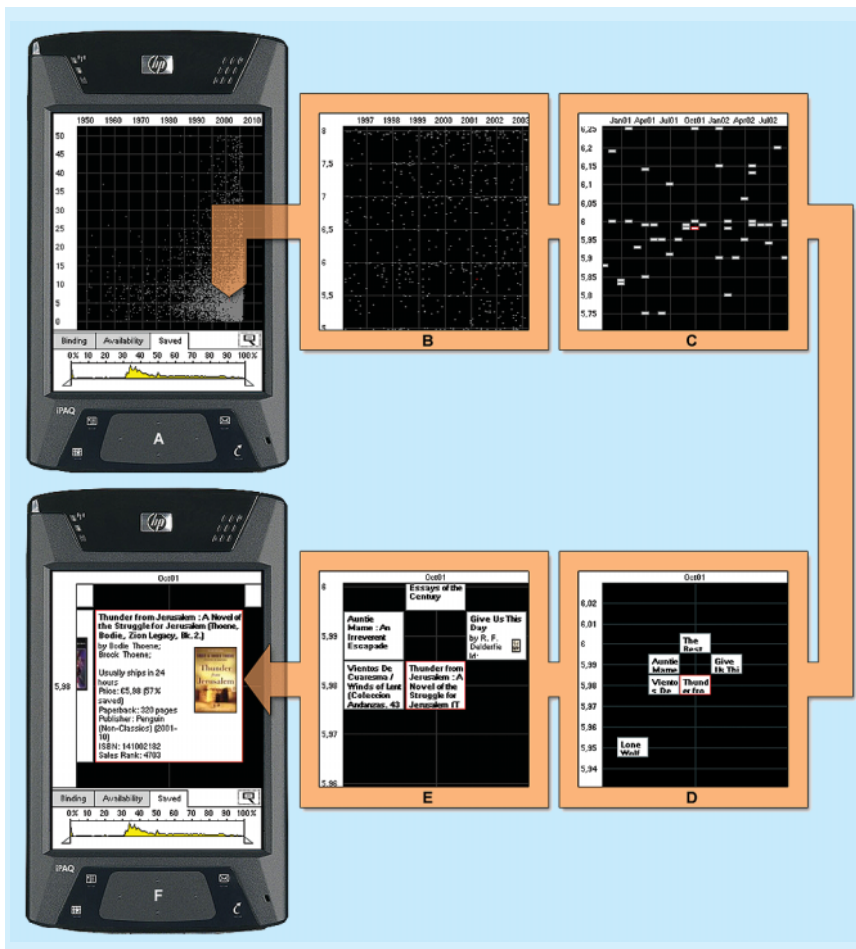


Bild 2: Geometrisch-semantischer Zoom: Fließender Übergang von der Überblick- zur Detailansicht

räumlich am nächsten ist, automatisch als Fokusobjekt definiert. Dieser simple Mechanismus gewährleistet, dass der Nutzer nicht versehentlich in den Leerraum zwischen den Objekten zoomen kann (siehe Desert Fog Problem, Jul und Furnas 1998).

Bei gehaltenem Stiftdruck startet nach einem Schwellwert von 0.15 Sekunden die Zoom-Operation, welche sich jedoch vorerst nur auf die Fläche des Punktdiagramms, nicht aber auf die Pixel-Repräsentationen auswirkt. Mit anderen Worten: die Distanz zwischen den Datenobjekten wird vergrößert. Während das rot hervorgehobene Fokusobjekt dabei schrittweise ins Zentrum des Bildschirms rückt, wandern die Pixel welche am weitesten vom Fokusobjekt entfernt sind in den Off-Screen-Bereich des Diagramms (vgl. Bild 2). Dieser Vorgang spiegelt die Annahme wieder, dass Bücher deren Repräsentationen räumlich nahe am Fokusobjekt liegen von größerem Interesse für den Nutzer sind, als Objekte deren Attributwerte sich stark von denen des Fokus-

objektes unterscheiden. Der zusätzlich gewonnene Bildschirmplatz wird auf die verbleibenden Datenobjekte verteilt, wodurch sich Objektcluster im Fokusbereich auflösen lassen. Sobald ausreichend Platz vorhanden ist, um jedes Objekt im Sichtfenster durch mehrere Pixel zu repräsentieren, erfasst der Zoom auch die Datenobjekte. Mit der stetig wachsenden Zahl der ihnen zur Verfügung stehenden Pixel nehmen sie an Größe zu und ändern gleichzeitig ihre 1-Pixel-Darstellung hin zu einer Karteikartenvisualisierung (Semantischer Zoom, Bild 2c–f). Die Karteikarte dient zur Darstellung der Detailinformationen des jeweiligen Buches.

Ein Zoom-In von der niedrigsten zur höchsten Skalierungsstufe dauert 1,8 Sekunden. Währenddessen kann der Nutzer die Operation jederzeit durch ein Heben des Stiftes unterbrechen – beispielsweise um ein neues Fokusobjekt zu wählen. Geschieht dies nicht, endet die Animation automatisch, wenn das gezoomte Datenobjekt eine Größe von 50 % der Punktdiagrammfläche erreicht

hat (Bild 2f). In dieser Skalierungsstufe ist das gezoomte Fokus-Objekt immer zentriert ausgerichtet. Es lassen sich alle Informationen des Objektes einsehen und gleichzeitig noch Teile angrenzender Buchrepräsentationen ausmachen. Um heraus zu zoomen, muss der Nutzer die rechts unterhalb des Diagramms befindliche Schaltfläche mit dem Lupen-Icon antippen und gedrückt halten. Die Animation wird automatisch beendet wenn der Datenraum und die Objekte auf ihre ursprüngliche Größe zurückgeschrumpft sind. Abhängig von der Ausgangsskalierung dauert der Zoom-Out maximal 1.3 Sekunden.

3.2 Verzerrung des Datenraums

Die beiden Dimensionen des Punktdiagramms weisen für den gewählten Datenraum eine stark unterschiedliche Informationsdichte auf. Pixel auf der Y-Achse müssen ein Vielfaches der auf der X-Achse möglichen Ausprägungen visualisieren. Um dennoch einen scheinbar gleichmäßigen Zoom und damit das schachbrettähnliche Muster von angrenzenden Objekten wie in Bild 2c–f zu erzielen, werden die Dimensionen während des Zoomvorgangs mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten vergrößert. Durch die für den Nutzer weitgehend unmerkliche Verzerrung des Diagramms wird der Leerraum zwischen den Datenobjekten und damit auch der Navigationsaufwand minimiert.

3.3 Karteikartendarstellung

Die Darstellung der Buchdaten auf den gezoomten Karteikarten (Bild 2f) hat den Vorteil, dass kein zusätzliches Fenster zur Ausgabe benötigt wird. Ein solches Fenster würde bedeuten, den ohnehin äußerst begrenzten Bildschirmplatz für das Punktdiagramm weiter zu beschneiden und dadurch die ungewollte Clusterbildung der Datenobjekte zu forcieren. Stattdessen ist der Übergang von der Übersicht über den Datenraum bis hin zur Detailansicht für ein einzelnes Buch als konsistenter, fließender Prozess gestaltet. Zeitraubende und desorientierende Brüche im Suchprozess werden vermieden.

Für jedes Element der Datenbank existieren drei Informationseinheiten: Buchtitel, Buchumschlagsbild, und Detailinformationen. Die Zuteilung von Bildschirmplatz innerhalb der Karteikarte erfolgt nach Priorität: Zunächst wird soviel wie möglich vom Titel des Buches angezeigt

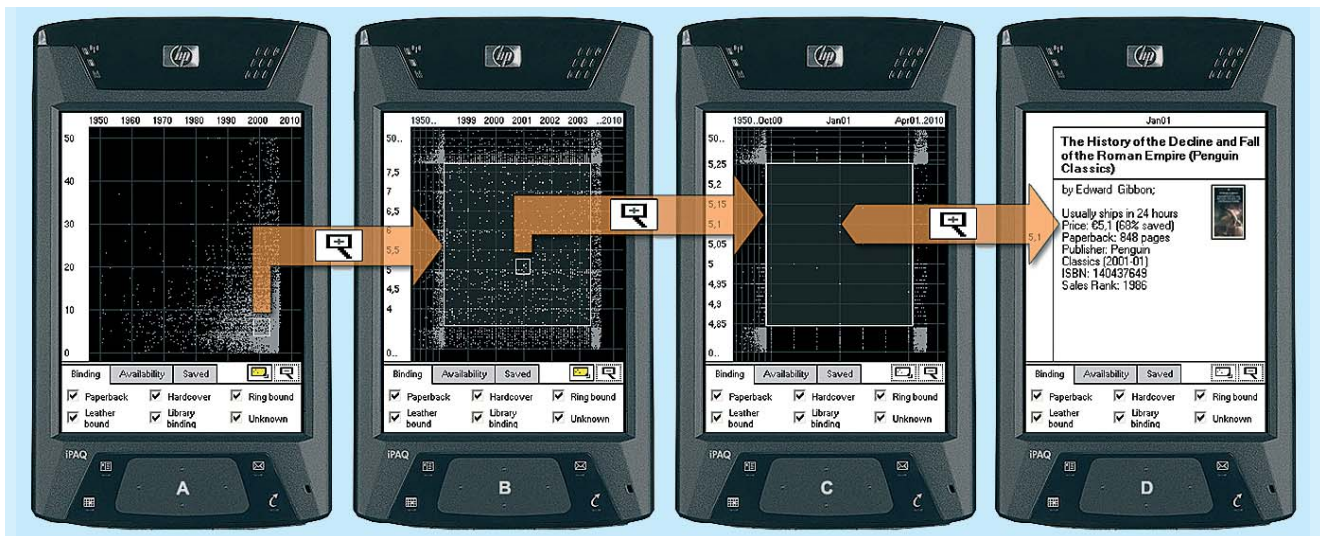


Bild 3: Iterative Fischaugen-Verzerrung und einstufiger Detailzoom

(Bild 2d). Hat der Nutzer eine Zoomstufe erreicht, in der die Karteikarte groß genug zur Anzeige des kompletten Titels ist und ist darüber hinaus noch Platz in der Vertikalen vorhanden, so wird das Artikelbild unterhalb des Titels in der passenden Skalierung am rechten Rand platziert. Der Bildschirmplatz, der nun noch links neben dem Bild und unterhalb des Titels frei ist, wird abschließend mit Detailinformationen aufgefüllt (Bild 2e,f). Während der Zoom-Operation ergibt sich somit für jedes Datenobjekt ein individuell optimiertes Layout. Da der Nutzer für Informationen höherer Priorisierung weniger tief in den Raum vordringen muss, wird der Suchprozess in vielen Fällen beschleunigt.

3.4 Dimensionseinheiten

Die Orientierung des Nutzers im Datenraum erfolgt nahezu ausschließlich über die Achsenbeschriftung. Diese wird während einer Zoom-Operation kontinuierlich der jeweiligen Skalierungsstufe angepasst. So ist das Punktdiagramm anfänglich in Jahrzehnte auf der X-Achse und 5-EUR-Einheiten auf der Y-Achse unterteilt (Bild 2a). Während des Zoomens driften die noch sichtbaren Achseneinheiten zunehmend auseinander. Neue Unterteilungslinien werden in den Zwischenräumen eingeblendet und, sobald ausreichend Platz vorhanden ist, mit den Beschriftungen der nächstkleineren Dimensionseinheit versehen. Dieser Algorithmus setzt sich fort, bis die Beschriftungen auf beiden Achsen die jeweils kleinste Einheit erreicht haben (Bild 2f). Für die X-Achse lauten die Einheiten:

Jahrzehnte, 5 Jahre, Jahr, Quartal (z.B. Jan01) und für die Y-Achse: 5 EUR, 1 EUR, 10 Cent, 5 Cent, 1 Cent.

3.5 Pannen und Springen

Pannen, die Bewegung im Datenraum bei konstanter Skalierung, ist als ein Gleitmechanismus umgesetzt und wird über eine Stiftgeste gesteuert: Der Nutzer setzt den Stift auf den Bildschirm und zieht ihn in die Richtung, in der das Ausschnittsfenster über den Datenraum bewegt werden soll. Die Geschwindigkeit der Animation ergibt sich aus der Distanz, die der Stift, gemessen an der Ausgangsposition, zurücklegt. Während des Pannens kann der Nutzer Richtung und Geschwindigkeit in Echtzeit über die Stiftposition variieren. Zieht er beispielsweise den Stift wieder in Richtung der Ausgangsposition, so wird die Fahrt entsprechend verlangsamt. Dieser Gleitmechanismus, welcher insbesondere bei einer explorativen Umfeldsuche von Vorteil ist, gibt dem Nutzer die Möglichkeit kurze als auch weite Strecken schnell und akkurat zurückzulegen. Um benachbarte Objekte wie in Bild 2f zu zentrieren, ist es alternativ auch möglich, über ein Antippen zu der jeweiligen Karteikarte zu springen. Das somit neu gewählte Fokusobjekt rückt über eine schnelle Animation ins Zentrum des Sichtfensters.

4. Fischaugen

Die Fischaugen-Verzerrung beschreibt eine Darstellungstechnik, bei der ein vom Nut-

zer direkt oder indirekt definierter Fokus auf Kosten des Kontexts hervorgehoben wird. Varianten dieser Visualisierung wurden bereits für unterschiedlichste Anwendungsdomänen realisiert, beispielsweise zum Browsen von Websites (Baudisch et al. 2004) oder Editieren von Programmcode (Furnas 1986). Die folgende Visualisierung wendet jedoch erstmalig eine Fischaugen-Verzerrung auf ein Punktdiagramm an.

4.1 Interaktion

Um in der Fischaugen-Visualisierung Detailinformationen über ein räumlich isoliertes Datenobjekt abzurufen, tippt der Nutzer es mit dem Stift an. Das der Stiftposition am nächsten gelegene Datenobjekt wird fokussiert und in einer schnellen Animation (0,2 Sekunden) von der 1-Pixel-Darstellung auf Diagrammgröße gezoomt. Hierbei ist zu beachten, dass nicht der gesamte Datenraum wie beim geometrisch-semanticen ZUI sondern lediglich ein einzelnes Datenobjekt vergrößert wird. Das gezoomte Datenobjekt wird wie bereits zuvor zur Darstellung der Buchinformationen verwendet (Bild 3d). Tippt der Nutzer auf eine beliebige Stelle, zoomt das Objekt in einer ebenso schnellen Bewegung wieder zurück zu seiner ursprünglichen Größe und Position. Die Animation führt das Auge des Nutzers an die zuletzt fokussierte Stelle und erleichtert dadurch die Reorientierung innerhalb des Diagramms.

Die Antipp-Interaktion ermöglicht zwar den schnellen Zugriff auf isolierte Objekte, die meisten der 1-Pixel-Reprä-



Bild 4: Fischaugen-Verzerrung im Punktdiagramm

sentationen sind jedoch von anderen Objekten überlagert oder zumindest dicht umringt. Um also ein Buch innerhalb eines Bereichs mit hoher Informationsdichte präzise auswählen zu können, muss der Nutzer zunächst den Datenraum verzerren. Hierzu tippt er auf die unterhalb des Diagramms neu hinzugekommene Schaltfläche mit dem Auswahlbox-Icon und zieht anschließend auf dem Diagramm ein weißes Rechteck auf (Bild 3a). Sobald der Stift vom Display genommen wird, vergrößert und zentriert die Applikation den durch das Rechteck definierten Fokusbereich (0,6 Sekunden Animation). Die umliegenden Bereiche werden entsprechend gestaucht (Bild 3b). Durch den zusätzlich gewonnenen Bildschirmplatz, der den Datenobjekten nun innerhalb der Fokusregion zur Verfügung steht, ist es möglich Überlappungen und Verdeckungen aufzulösen. Je nach Informationsdichte sind dabei iterative Verzerrungsoperationen nötig (Bild 3c,b). Objekte, die außerhalb des Fokus liegen (Kontext), werden nicht ausgeblendet, sondern auf weniger Bildschirmplatz zusammen geschoben. Um das Diagramm zu entzerren, tippt der Nutzer auf die Schaltfläche mit der Lupe und dem Minuszeichen. In 0,5 Sekunden bewegen sich alle Punkte schrittweise zurück zu ihrer Ausgangsposition.

Die Achsenbeschriftungen und Gitternetzlinien passen sich wie im geometrisch-semantischen ZUI dem Skalierungslevel des Diagramms an. Um irritierende Überlappung von Beschriftungen zu vermeiden, werden in den Kontextbereichen jedoch nur die Start- und Endeinheiten

abgebildet. Die Dimensionseinheiten sind dieselben wie in 3.4.

4.2 Verzerrung

Durch den Fischaugen-Zoom lassen sich anders als beispielsweise bei einer radialen Verformung Achsenwerte und Objektpositionen über das gesamte Punktdiagramm hinweg problemlos zuordnen. Zudem bleiben innerhalb der Kontextbereiche die räumlichen Relationen der Objekte zueinander erhalten. Verlängert man gedanklich die Randlinien des Fokusbereichs, so kann das Punktdiagramm wie in Bild 4 in neun Segmente unterteilt werden. War zum Beispiel im Segment rechts unterhalb des Fokusbereichs vor der Zoom-Operation ein Objekt A gleich weit entfernt von B wie ein Objekt C, so gilt diese Aussage auch nach der Verzerrung.

4.3 Pannen

Im Gegensatz zum geometrisch-semantischen ZUI ist das Pannen in der Fischaugen-Variante als eher konventionelles Drag&Drop realisiert: Der Nutzer zieht den gezoomten Diagrammbereich schrittweise in die gewünschte Richtung. Diese Methode ist langsamer als die Gleit-Methode, verspricht aber in Anbetracht der 1-Pixel-Repräsentationen eine höhere Kontrolle für den Nutzer.

4.4 Vorteile der Kontext-Darstellung

Neben der allgemeinen Orientierungshilfe hat die Fokus+Kontext Darstellung weitere Vorteile. So kann der Nutzer auf einen Blick feststellen, ob außerhalb des Fokusbereichs Informationsobjekte vor-

handen sind, welche für ihn von Interesse sind. Auch ist es möglich, ohne vorheriges Zoom-Out direkt in den Kontextbereich springen. Hierzu muss der Nutzer lediglich ein neues Fokusrechteck an der entsprechenden Stelle aufziehen. Eine ähnliche Übersichts- und Navigationsfunktion kann im geometrisch-semantischen ZUI nur über ein zusätzliches Übersichtsfenster realisiert werden. In einer früheren Arbeit konnten wir jedoch zeigen, dass dies weder im Sinne der Interface-Performance noch der Nutzerzufriedenheit sinnvoll ist (Büring et al. 2006).

5. Animation

Beide der vorgestellten Interaktionsstrategien beruhen stark auf der Einbindung von Animation. Abrupte Übergänge nehmen zwar weniger Zeit in Anspruch, die Gefahr wäre jedoch groß, dass die Übergänge zwischen den Systemzuständen von den Nutzern anfänglich nur schwer oder gar nicht verstanden werden. Längere Eingewöhnungsphasen wären nötig und die Anlehnung an physische Metaphern wie beim geometrisch-semantischen ZUI hinfällig.

Entscheidend für den Nutzen einer Animation ist die Ablaufgeschwindigkeit. Ist sie zu kurz, wird die Animation vom Nutzer nicht nachvollzogen, ist sie zu lang, verringert sie die Produktivität der Software. In der Literatur finden sich zwar Zeitrichtwerte, diese sind jedoch stark anwendungsspezifisch und lassen sich nicht ohne weiteres auf die Punktdiagramm-Visualisierung übertragen (für Richtwerte siehe zum Beispiel Bederson und Boltman 1999; Robertson et al. 1991). Die Implementierung folgte daher einem heuristischen Ansatz. Die entstandenen Animationsgeschwindigkeiten wurden anschließend in einem informellen Benutzertest mit vier Probanden auf ihre Verständlichkeit hin überprüft.

Neben der Erklärungsfunktion erfüllt eine Animation noch eine weitere Anforderung. So wird bei moderner Software nicht nur eine hohe Gebrauchstauglichkeit sondern zunehmend auch die Befriedigung hedonistischer Bedürfnisse erwartet (Norman 2004; Jordan 2000). Animation und unmittelbare Reaktion auf Nutzereingaben gelten dabei als wichtige System-Eigenschaften, welche den Spieltrieb der Nutzer wecken und zu



Bild 5: Benutzertest mit Wacom-Board

einem insgesamt positiven Nutzungserlebnis führen können.

6. Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieses Artikels wurden zwei neuartige Interaktionsstrategien zur Exploration großer Datenräume auf kleinen Bildschirmen vorgestellt. Beide Strategien beruhen auf derselben Punktdiagrammvisualisierung und wurden speziell mit Hinblick auf ihre Skalierbarkeit entwickelt. Während beispielsweise eine kleinformatige Tabelle mit zehntausend Datenobjekten aufgrund der erhöhten Sensibilität des Scrollbalkens nahezu unbedienbar wird, bietet das Punktdiagramm in Kombination mit den vorgestellten Interaktionsstrategien Zugriff auf prinzipiell noch sehr viel größere Datenräume. So hat eine erhöhte Informationsdichte abgesehen von einem gestiegenen Zoomaufwand keinerlei Auswirkung auf die Präzision oder Konsistenz der Lösungen.

Die vorgestellten Interaktionsstrategien unterscheiden sich vor allem in Bezug auf ihren Informationszugriff. Während das geometrisch-semantische ZUI einen fließenden Übergang von der Übersichts- darstellung des Punktdiagramms bis hin zu den Detailinformationen einzelner Datenobjekte ermöglicht, setzt die Fischauge-Variante auf einen einstufigen Objektzoom unter Erhaltung des Kontexts. In vielen Fällen kann somit ein schnellerer Datenzugriff als im geometrisch-semantischen ZUI realisiert werden. Auf der anderen Seite ist das Fischauge jedoch weniger intuitiv und erfordert zudem eine komplexere Interaktion.

Um die Effizienz und Benutzerfreundlichkeit der Strategien zu untersuchen, wird zurzeit eine Studie mit 24 Probanden an der Universität Konstanz durchgeführt. Da die Grafikleistung gängiger PDAs noch nicht ausreichend ist, um komplexe Animationen darzustellen, wir aber andererseits nicht auf die Stiftinteraktion verzichten wollten, wird der Test, wie auf Bild 4 zu sehen, auf einem Wacom-Board mit angeschlossenem PC durchgeführt.

Bezüglich der weiteren Entwicklung der Applikationen existieren bereits diverse Ideen. Für das geometrisch-semantische ZUI wäre es beispielsweise sinnvoll, die statische Gewichtung der Informationseinheiten durch eine intelligente Lösung zu ersetzen. So könnte der Nutzer nicht nur den Detailgrad eines Datenobjekts steuern, sondern auch bestimmen, welche Informationen eines Datenobjekts mit welcher Priorität dargestellt werden. Vorrang hat jedoch die Kenntlichmachung von Überdeckungen innerhalb des Punktdiagramms. Ohne eine entsprechende Erweiterung lassen sich aus der Visualisierung nur eingeschränkt Aussagen über die Datenverteilung ableiten. Im Rahmen der aktuellen Nutzerstudie kann dieser Aspekt vernachlässigt werden, da alleine die unterschiedlichen Interaktionsstrategien den Untersuchungsgegenstand bilden.

Danksagung

Die vorgestellte Forschungsarbeit wird durch das DFG Graduiertenkolleg 1024 „Explorative Analysis and Visualization of large Information Spaces“ unterstützt.

Literatur

- Ahlberg, C.; Williamson, C.; Shneiderman, B.: Dynamic queries for information exploration: an implementation and evaluation. *Proceedings of Human factors in computing systems (CHI)* (1992).
- Baudisch, P.; Lee, Bongshin; Hanna, Libby: Fishnet, a fisheye web browser with search term popouts: a comparative evaluation with overview and linear view. *Proceedings of Advanced visual interfaces (AVI)* (2004).
- Bederson, B. B.; Boltman, A.: Does Animation Help Users Build Mental Maps of Spatial Information? *Proceedings of Information Visualization Symposium (InfoVis)* (1999).
- Büring, T.; Reiterer, H.: ZuiScat: Querying and Visualizing Information Spaces on Personal Digital Assistants. *Proceedings of Human computer interaction with mobile devices & services (MobileHCI)* (2005).
- Büring, T.; Gerken, J.; Reiterer, H.: Usability of Overview-Supported Zooming on Small Screens with regard to Individual Differences in Spatial Ability. To be published in: *Proceedings of Advanced Visual Interfaces (AVI)* (2006).
- Furnas, G.: Generalized Fisheye Views. *Proceedings of Computer-Human-Interaction (CHI)* (1986).
- Jordan, P. W.: *Designing Pleasurable Products: An Introduction to the New Human Factors*. Taylor and Francis, London, 2000.
- Jul, S.; Furnas, G. W.: Critical zones in desert fog: aids to multiscale navigation. *Proceedings of User Interface Software and Technology (UIST)* (1998).
- Norman, D. A.: *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*. New York: Basic Books, 2004.
- Perlin, K.; Fox, D.: Pad: an alternative approach to the computer interface. *Proceedings of Computer graphics and interactive techniques* (1993).
- Robertson, G.; Mackinlay, J.; Card, S.: Cone Trees: Animated 3D Visualizations of Hierarchical Information. *Proceedings of Human Factors in Computing Systems (CHI)* (1991).
- Shneiderman, B.: The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. *Proceedings of Visual Languages (VL)* (1996).
- Tufte, E. R.: *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, Cheshire, Connecticut, U.S.A., 1983.



Thorsten Büring MSc IT, Dipl. Designer Electronic Business, seit 2004 Doktorand im Graduiertenkolleg 1024 an der Universität Konstanz, Fachbereich Informatik/Informationswissenschaften. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Gestaltung und Evaluierung von Benutzeroberflächen für mobile Geräte.
E-Mail: buering@inf.uni-konstanz.de