Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung zur Ringvorlesung „Next Media“

Carolyn Moyé

Visual Analytics

Fakultät Technik und Informatik
Department Informatik

Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Computer Science

Carolyn Moyé

Visual Analytics

Ausarbeitung eingereicht im Rahmen der „Grundlagen der Informatik“

im Studiengang „Next Media
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer : Prof. Dr. Kai von Luck

Abgegeben am 28.02.2014

Carolyn Moyé

Thema der Hausarbeit

Visual Analytics

Stichworte

Visual Analytics, Big Data, Informationsvisualisierung, Wissensvisualisierung, Datenvisualisierung

Kurzzusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den Forschungsgebiet Visual Analytics. Sie versucht einen Überblick über das Forschungsfeld und deren Protagonisten, den Forschungsstand und die Geschichte zu geben.

Carolyn Moyé

Title of the term paper

Visual Analytics

Keywords

Visual Analytics, Big Data, Information Visualization, Scientific Visualization, Data Visualization

Abstract

The paper on hand delves into the research area of Visual Analytics. It attempts to give a review on the field of research and its protagonists, the current state of research and its history.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 6

1.1 Motivation 6

1.2 Aufbau der Arbeit 6

2 Definitionen 7

2.1 Visual Analytics 7

2.2 Data Mining 7

2.3 Interaktionsdesign 8

2.4 Informationsvisualisierung/Datenvisualisierung 8

2.5 Datentransformation 8

2.6 Kognition 9

2.7 Wahrnehmung 9

3 Hauptteil 10

3.1 Historie 10

3.2 Einsatzgebiete 10

3.2.1 Physik und Astronomie 10

3.2.2 Meteorologie 10

3.2.3 Notfallmanagement 11

3.2.4 Biologie und Medizin 11

3.2.5 Finanzwesen, Versicherungen und Banken 11

3.2.6 Europe Media Monitor 11

3.3 Prozess 12

3.4 Stand der Forschung 12
3.5 Bearbeitende Gruppen/Personen/Konferenzen 13
3.5.1 Personen 14
3.5.2 Gruppen 14
3.5.3 Konferenzen 14
4 Ausblick 15

1 Einleitung

1.1 Motivation

Wir ertrinken in Daten. Schon lange ist es nicht mehr möglich alle Informationen respektive Daten, die uns über den Tag erreichen, zu verarbeiten und einzuordnen. In Unternehmen und Institutionen erreichen die täglich neu hinzukommenden Daten eine Größenordnung, die ein Privatmensch (und somit auch ein Mitarbeiter) nicht mehr überblicken und verarbeiten kann. „Forscher an der Universität Berkeley haben berechnet, dass jedes Jahr ca. 1 Exabyte (= 1 Million Terabyte) Daten generiert werden - ein großer Teil davon in digitaler Form.“[1] Um mit diesen Daten umzugehen schaffen wir immer bessere und größere Datenspeicher, die es möglich machen, die Daten nicht zu verlieren. Doch das macht es noch lange nicht einfacher sie zu betrachten und zu interpretieren. Und wie schnell gehen wichtige Erkenntnisse in der Datenflut verloren, weil unsere menschlichen Möglichkeiten es nicht zulassen, dass wir die Rohdaten komplett erfassen und Rückschlüsse daraus ziehen. „The scale of data is staggering, and our ability to collect data is increasing at a faster rate than our ability to analyze it.“[2] Hier kommt das relativ neue Forschungsgebiet der „Visual Analytics“ ins Spiel. Visual Analytics soll genau das ermöglichen – riesige Datenmengen unterschiedlicher Herkunft sollen zukünftig, grafisch aufbereitet den Betrachter dazu befähigen schnell Muster und Unstimmigkeiten zu erkennen, um schneller Entscheidungen treffen oder Prozesse anpassen und optimieren zu können. Es soll dem Benutzer erlauben effizienter zu arbeiten und ist aus diesem Grund Thema dieser Hausarbeit.

1.2 Aufbau der Arbeit

In Kapitel 2 werden Begriffe definiert, die für das Verständnis der Arbeit wichtig sind. Fachverwandte Gebiete und Begriffe die innerhalb der Arbeit wiederholt genannt werden, werden hier erklärt. Kapitel 3 bildet den Hauptteil der Hausarbeit und stellt Facetten des Forschungsgebietes vor, versucht den Stand der Forschung festzuhalten und benennt schließlich Akteure, Gruppen und Konferenzen, die sich mit dem Forschungsgebiet beschäftigen. In Kapitel 4 wird ein Ausblick beziehungsweise eine persönliche Einschätzung gegeben.

2 Definitionen

Visual Analytics ist ein interdisziplinäres Forschungsgebiet. Es vereint unter anderem Schwerpunkte aus Forschungsgebieten die sich mit dem analytischen Denken, der visuellen Kommunikation und Techniken der Interaktion, der Datenmanipulation und -transformation sowie Techniken zur computergestützten Produktion, Präsentation und Veröffentlichung befassen.

2.1 Visual Analytics

Laut „Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics“[2] ist Visual Analytics „the science of analytical reasoning facilitated by interactive visual interfaces.“[2] Bezugnehmend auf dieses Buch stellt „Mastering the Information Age – solving problems with visual analytics“ eine weitere Definition auf: „Visual Analytics combines automated analysis techniques with interactive visualizations for an effective understanding, reasoning and decision making on the basis of very large and complex datasets.“ [3]
Während die erste Definition das Produkt, also eine computergenerierte, grafische Ansicht in den Mittelpunkt stellt, bezieht die zweite Definition den Faktor „Mensch“ stark mit ein und stellt ihn letztendlich in den Mittelpunkt. Das Endprodukt und damit jedes Forschungsbestreben muss so gestaltet sein, dass Menschen es bestmöglich wahrnehmen, rezipieren und verarbeiten können.

2.2 Data Mining

„Data Mining ist eine Datenfilterung bei der die gespeicherten Daten auf themenspezifische Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten hin untersucht werden. Durch Extraktion, Filterung und Aggregation der gespeicherten Daten können produktions-, vertriebs- oder marketingrelevante Erkenntnisse gewonnen und umgesetzt werden. Die durch das Data Mining extrahierten Daten sind nur durch die neuen Verknüpfungen erkennbar.“[4]
Auf den ersten Blick könnte man meinen, das Data Mining letztendlich das gleiche ist wie Visual Analytics. Data Mining funktioniert aber nur, wenn man bereits ein Problem verstanden hat, beziehungsweise weiß wonach man sucht, um dann einen entsprechenden Algorithmus zu programmieren. Visual Analytics macht sich allerdings zu Nutze, dass der Anwender (der Mensch) besonders gut darin ist Muster zu erkennen. Indem Visual Analytics Daten optimal grafisch aufbereitet bietet es dem Anwender die Möglichkeit Daten gesammelt zu betrachten und Schlüsse daraus zu ziehen. Ist die grafische Aufbereitung dann auch

noch interaktiv, kann er seinen Erkenntnissen durch gezielte Abfrage direkt auf den Grund gehen.

2.3 Interaktionsdesign

„[...] Interaktionsdesign ist ein benutzerorientierter Entwicklungsansatz [...] zur Gestaltung der Interaktion mit digitalen Systemen unter besonderer Betonung der iterativen Lösungsentwicklung auf der Basis sukzessive zu elaborierender, konkreter Artefakte [...]. Häufig auch synonym zu „User-Centered Design“ verwendet.“[5]
Eine allgemein verständlichere Definition wird in „Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction“ formuliert: „By interaction design, we mean designing interactive products to support people in their everyday and working lives. In particular, it is about creating user experiences hat enhance and extend the way people work, communicate and interact.“[6] Das bedeutet, dass das Interaktionsdesign Produkte und ihre Oberflächen so gestaltet, dass sie den Nutzer entlasten indem sie individuell auf den einzelnen Anwendungsfall zugeschnitten sind.[vgl. 7]
Für das Forschungsgebiet Visual Analytics bedeutet das ebenfalls, dass die Endprodukte den Benutzer wirklich entlasten und keine zusätzliche Hürde darstellen sollen. Es sollte sich daher die Erkenntnisse des Interaktionsdesigns zu Nutze machen. In diesem Zusammenhang spielen unter anderem auch Erkenntnisse der Usability, des Grafikdesigns und der visuellen Kommunikation (die nicht näher definiert werden sollen) eine große Rolle und können bereichernde Erkenntnisse zum Forschungsgebiet beitragen.

2.4 Informationsvisualisierung/Datenvisualisierung

Die Begriffe Informationsvisualisierung und Datenvisualisierung werden gern synonym verwendet, sind es aber bei genauer Betrachtung nicht. Informationsvisualisierung ist nach „Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization“ der weiteste Begriff, dem man Wissenschafts-Visualisierung, Grafikdesign, Informationsgrafik, Datenvisualisierung und andere Bereiche der Visualisierung unterordnen kann. Doch heutzutage wird der Begriff allgemein angewendet als „the visual representation of large-scale collections of non-numerical information, such as files and lines of code in software systems, library and bibliographic databases, networks of relations on the internet, and so forth.“[8]
Datenvisualisierung wird definiert als "information which has been abstracted in some schematic form, including attributes or variables for the units of information."[9]
Die Erkenntnisse beider Bereiche fließen in das Forschungsfeld Visual Analytics ein.

2.5 Datentransformation

Datentransformation meint die Umwandlung von Datenwerten eines bestimmten Formats eines Quellsystems, in das Format eines Zielsystems.

Datentransformation spielt insofern eine Rolle für Visual Analytics, als auch hier die Daten, aus der eine Grafik entstehen soll, entsprechend dem System umgewandelt werden müssen.

2.6 Kognition

Kognition ist „der allgemeine Begriff für alle Formen des Erkennens und Wissens. Dazu gehören etwa: Aufmerksam sein, Erinnern, Urteilen, Vorstellen, Antizipieren, Planen, Entscheiden, Problemlösen und das Mitteilen von Ideen. Es umfasst auch die Prozesse der mentalen Repräsentation.“[10]
Alle Bereiche der Kognition - wie sie funktionieren und warum sie funktionieren – spielen bei der Forschung um Visual Analytics eine Rolle, denn die Produkte die daraus entstehen sollen auf den Menschen zugeschnitten und optimal nutzbar sein.

2.7 Wahrnehmung

„Wahrnehmung ist das Produkt zweier nacheinander ablaufender Prozesse, dem Prozess der Informationsaufnahme und dem Prozess der Informationsverarbeitung.“[11]
Wie wir Dinge wahrnehmen und warum ist für das Forschungsgebiet Visual Analytics elementar wichtig. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Endprodukte „funktionieren“, also einen Mehrwert für den Nutzer darstellen.

3 Hauptteil

3.1 Historie

Die Anfänge der Visual Analytics liegen in der explorativen Datenanalyse. Also der Interaktion mit Daten und Ergebnissen, die sich aus der bestätigenden Datenanalyse, also dem reinen Präsentieren von Daten in Form von Resultaten, zum Beispiel in Tabellen, entwickelt hat. Mit der Entwicklung und Verbesserung von grafischen Benutzerschnittstellen und Interaktionsgeräten wurde die Informationsvisualisierung vorangetrieben. Aus diesem Forschungsfeld entwickelten sich die Forschungsgebiete der visuellen Datenexploration und des visuellen Data Minings, indem der Benutzer in den Prozess eingebunden wurde.
Visual Analytics wurde erstmals 2004 erwähnt in „Visual Analytics“[12] und ein Jahr später in der Entwicklungsagenda „Illuminating the Path: Research and Development Angenda for Visual Analytics“[2] definiert. Fünf Jahre später wurden die Entwicklungen und Bemühungen der Forschungsgemeinde, die sich mit Visual Analytics beschäftigt, in „Mastering the information age – solving problems with Visual Analytics“ zusammengefasst und beschrieben als „new multidisciplinary field that combines various research areas including visualisation, human- computer interaction, data analysis, data management, geo-spatial and temporal data processing, spatial decision support and statistics.“[2]

3.2 Einsatzgebiete

Visual Analytics hat facettenreiche Einsatzgebiete. Sie können überall dort Anwendung finden, wo riesige Datenmengen verarbeitet und analysiert werden müssen. Diese sind unter anderem:

3.2.1 Physik und Astronomie

Mit herkömmlicher Datenanalyse können Astrophysiker bereits große Datenmengen von Streuungen bereinigen, Ähnlichkeiten analysieren und komplexe Muster filtern, doch es ist dabei schwierig unerwartete Phänomene zu identifizieren. Diese können mit den Standard-Algorithmen nicht gefunden werden.[vgl.3]

3.2.2 Meteorologie

Klima- und Wetteraufzeichnungen bestehen ebenfalls aus riesigen Datenmengen, die von Sensoren und Satelliten in kurzen Zeitabständen erzeugt werden. Die visuelle und interaktive Aufbereitung dieser Daten kann helfen, Abhängigkeiten der Klimaveränderungen, Klima-

faktoren und sogar Wetterkatastrophen zu identifizieren beziehungsweise vorherzusagen.[vgl.3]

3.2.3 Notfallmanagement

Visual Analytics kann, wie in Kapitel 3.2.2 erwähnt, helfen Katastrophen – nicht nur meteorologischer Natur – vorherzusagen und damit bei der Entscheidungsfindung helfen. Ein Szenario: Im Falle einer Epidemie können Daten ausgewertet, der Verlauf der Ausbreitung prognostiziert und rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden.[vgl.3]

3.2.4 Biologie und Medizin

Im Bereich der Biologie und Medizin erzeugen unter anderem bildgebende Untersuchungsverfahren und DNS-Sequenzierung Gigabytes von medizinischen Daten. Auch neue Gebiete wie Proteomik, Metabolomik oder Kombinatorische Chemie erzeugen riesige Datenmengen, die mit Visual Analytics schneller und effizienter untersucht werden können. [vgl.3]

3.2.5 Finanzwesen, Versicherungen und Banken

Am Beispiel zum Thema Banken findet sich in Kapitel 3.5. Es soll den Stand der Forschung veranschaulichen.

3.2.6 Europe Media Monitor

Der Europe Media Monitor ist ein europäisches Projekt, das Dokumente sammelt und aufbereitet. Laut „Mastering the information age – solving problems with visual analytics“[3] kommen täglich 80.000 bis 100.000 neue Artikel aus 2.500 Quellen in 43 Sprachen hinzu. Wenn man diese Daten mit Visual Analytics aufbereitet, kann man Kommunikationsmuster entdecken und die Erkenntnisse für die Entwicklung neuer und die Weiterentwicklung bestehender Medien nutzen. [vgl.3]

3.3 Prozess

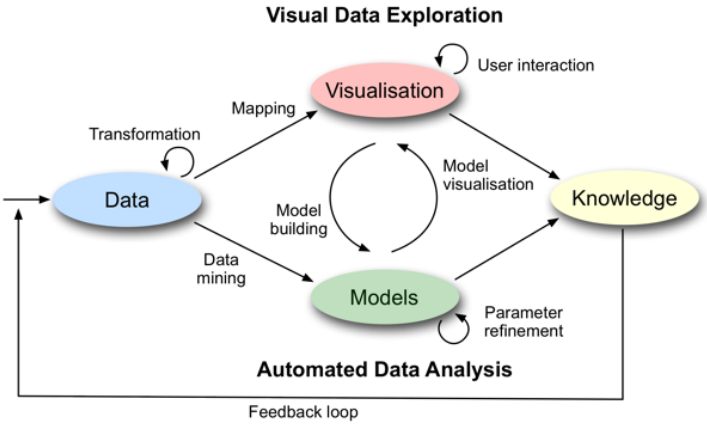

Abb.1: Der Visual-Analytics-Prozess: Interaktion zwischen Daten, Visualisierung, Modelle der Daten und Benutzer (Quelle: [3] S. 10)

3.4 Stand der Forschung

„Visual Analytics kombiniert automatische Analysetechniken mit interaktiven Visualisierungen für ein schnelles Verstehen, Schlussfolgern und Entscheiden auf Basis extrem großer Datenmengen“, erläutert Dr. Jörn Kohlhammer in seinem Gastbeitrag „Visual Analytics: Die Brücke zu besseren Entscheidungen“.[13] Eine Bank kann beispielsweise mit Visual Analytics ein Risikoportfolio in Echtzeit erstellen. Aus den Daten des Kundenbestands und der Marktentwicklungen kann mit Hilfe von Algorithmen ein visuelles Netzwerk erstellt werden, welches das zentrale Risikomodell nachvollziehbar und genau visualisiert (siehe Abb.3).

Die Größe des Kreises steht für die Größe des Kunden. Die Farben und Richtung der Pfeile zeigen das aktuelle Rating und die Tendenz des Risikos an. Die Verknüpfungen der Kreise zeigen die Beziehungen der Kunden. [vgl.13]

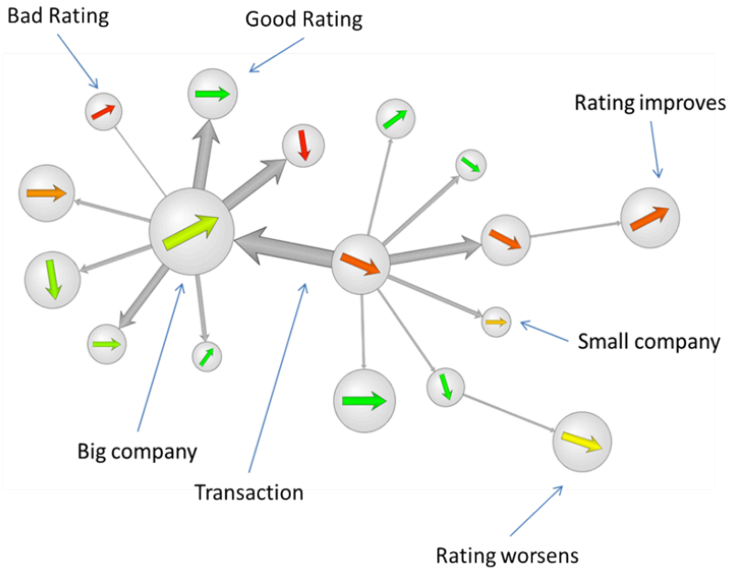

Abb.2: Risikoportfolio als Netzwerk visualisiert (Quelle: Fraunhofer IGD)

Das Fazit einer Studie der Blueforte GmbH und des Fraunhofer IGD Ende 2012 gemeinsam mit dem TDWI e.V ist, „dass immer mehr Unternehmen, für die Big Data relevant ist, Visual Analytics-Technologien im Testbetrieb haben oder sie bereits nutzen.“[13] Es sind bereits einige Technologien auf dem Markt erhältlich, die Visual-Analytics-Tool anbieten. Beispielhaft wären hier SAS Visual Analytics, TIBCO Spotfire oder Tableau zu nennen. „Für Datenprobleme, für die es bisher noch keine kommerziellen Lösungen gibt, sind spezifischere Visualisierungen wie die in obiger Abbildung gefragt. Hier bieten sich im Vorfeld so genannte Designstudien an, um zu einem gegebenen Problem die geeignet[e]ste Visualisierungs- oder Visual Analytics-Technik zu finden oder zu entwickeln.“[13]

3.5 Bearbeitende Gruppen/Personen/Konferenzen

Unzählige Forscher, Forschungsgruppen und Konferenzen beschäftigen sich mit dem Thema Visual Analytics. Entweder direkt oder in fachverwandten Forschungsgebieten. Die nachfolgende Aufzählung erhebt daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern gibt nur einen Überblick über die wichtigsten Institutionen und Personen.

3.5.1 Personen

⇒ **Jim Thomas**: Visionärer Informatiker. Mit-Entwickler von IN-SPIRE, einer Software zur Informationsvisualisierung. Leiter des Teams wissenschaftlicher Forscher, welches das Forschungsgebiet Visual Analytics definierte. Mitherausgeber des Buches „Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics“. Gründer des National Visualization and Analytics Center (NVAC) im Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) im Auftrag des U.S. Departments of Homeland Security (DHS) im Jahr 2004. Arbeitete als Chefredakteur beim Magazin IEEE Computer Graphics and Applications bis 2006. Mitbegründer des IEEE Visual Analytics Science and Technology (VAST) Symposium, das 2006 begann. Verstorben 2010.

⇒ **Daniel Keim**: Informatiker und Professor an der Universität Konstanz. Schwerpunkte: Datenbanken, Data Mining und Visualisierung. Herausgeber des IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE) und des Information Visualization Journal. Autor von „Mastering the Information age – solving problems with visual analytics“. Wissenschaftlicher Koordinator des Projektes VisMaster.

⇒ **Jörn Kohlhammer**: Promovierter Informatiker. Abteilungsleiter „Informationsvisualisierung und Visual Analytics“ am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD) seit 2004. Schwerpunkte: entscheidungsbasierte Informationsvisualisierung unter Nutzung von Semantik, Visual Business Analytics sowie simulationsbasierte Visualisierung großer Datenmengen. Mitherausgeber von „Mastering the information age – solving problems with visual analytics“. Koordinator des Projektes VisMaster.

3.5.2 Gruppen

⇒ **National Visualization and Analytics Center (NVAC)**: Team aus Wissenschaftlern, die das Feld Visual Analytics untersuchen und Erfindungen veröffentlichen. Produkte, die aus dieser Forschungsgruppe hervorgingen sind unter anderem die Software-Produkte „IN-SPIRE“ und „Canopy“.

⇒ **VisMaster**: Ergebnis des europäischen VisMaster-Projektes ist das Buch „Mastering the information age – solving problems with visual analytics“. Eine Forschungsgemeinschaft, die das Forschungsgebiet Visual Analytics europaweit stärken und ausbauen möchte.

3.5.3 Konferenzen

⇒ **Conference on Visualization and Data Analysis (VDA)**: 02. bis 06. Februar 2014 in San Francisco. Findet jährlich statt seit 1994. Deckt alle Forschungs- und Entwicklungsaspekte von Datenvisualisierung und neuerdings auch Visual Analytics ab.

⇒ **VAST / InfoVis / SciVis**: Zusammengefasst zu IEEE VIS. 09. bis 14 November 2014 in Paris. IEEE VIS ist die „Information Visualization Conference“ des „Institute of Electrical and Electronics Engineers“ (IEEE). Findet jährlich seit 1999 statt. Besteht aus drei Hauptkonferenzen: der „Visual Analytics Science and Technology“ (VAST), der Konferenz für Informationsvisualisierung (InfoVis) und der Konferenz für Wissenschaftsvisualisierung (SciVis).

4 Ausblick

Forschungsergebnisse und Lösungen beziehungsweise Strategien werden – wie fast alle wissenschaftlichen Ergebnisse – früher oder später Einzug in „Privathaushalte“ halten. Die Lösungen, wie Softwareprodukte und Applications, werden zukünftig auch Einzelperson helfen mit der Datenflut fertig zu werden und bei der Verarbeitung und Sichtung von Daten Zeit zu sparen.
Von den Medien werden uns immer mehr große, unüberschaubare Datenmengen in Form ansprechender und auch interaktiver Grafiken angeboten werden. Die interaktiven Darstellungen erlauben es dem Rezipienten die Daten so zu manipulieren, dass er die für sich interessanten herausfiltern kann. Beispielhaft wurde das schon versucht umzusetzen in einer interaktiven Karte von Berlin auf der Kriminaldelikte aufgelistet wurden. Der Nutzer konnte die Karte so manipulieren, dass er die für sich relevanten Informanten filtern konnte, zum Beispiel nach Art oder Ort.

Auch der Trend zu „Mitnahmegeräten“ wie Tablets und Smartphones, die auch immer mehr zum Arbeiten eingesetzt werden, erfordern eine neue Art der Informationsvermittlung. Es ist schwer sich mit dem Smartphone durch eine Excel-Tapete zu wühlen – bekomme ich die Exceldaten in einer Grafik geliefert oder habe eine Application, die diese Daten on demand in eine Grafik verwandelt, kann ich auch unterwegs mit den Daten arbeiten.

Denkbar wäre auch, dass die Software-Lösungen, die aus dem Forschungsgebiet Visual Analytics entstehen, sich der Erkenntnisse der Künstlichen Intelligenz bedienen. Sie könnten so dem Benutzer Handlungs- und Denkschritte abnehmen, indem sie von vornherein Daten auf eine bestimmte Weise sortieren, Daten filtern oder die „Vorlieben“ des Benutzers ler-

nen. Damit würde Visual Analytics seinem Ziel entsprechen, Fehlinterpretationen zu unterbinden.

Literaturverzeichnis

1. Keim, Daniel: Datenvisualisierung und Data Mining. In: Datenbank-Spektrum 2, Nr. 2, 2002, S. 30-39
2. Thomas, James J. & Cook, Kristin A.: Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics. IEEE CS Press, 2005
3. Keim, Daniel; Kohlhammer, Jörn; Ellis, Geoffrey; Mansmann, Florian: Mastering the information age – solving problems with visual analytics. Eurographics Association, 2010
4. ITWissen – Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie: Data Mining. URL: http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Data-Mining-data-mining.html
   Stand (Datum des Abrufs): 2014-02-20
5. Institut für Mittelstandsforschung: Glossar „Usability in Germany“. URL: http://www.usability-in-germany.de/definition/interaction-design-ixd
   Stand (Datum des Abrufs): 2014-02-22
6. Preece, Jenny; Rogers, Yvonne; Sharp, Helen: Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction. John Wiley & Sons, New York, 2002, S. 6
7. Bode, Christian: Die Bremer U-Bahn – Interaktionsdesign für den Auftritt eines fiktiven Unternehmens. Diplomica GmbH, Hamburg, 2005, S. 3
8. Eick, Stephen G.: Graphically displaying text. In: Journal of Computational and Graphical Statistics, 1994, S. 127-142
9. Friendly, Michael: Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization. 2009, S. 2
10. Zimbardo, Philip G.: Zimbardo Psychologie. Verlag Springer, Berlin Heidelberg, 1995, S. 357
11. Lexikon online für Psychologie und Pädagogik: Wahrnehmung. Stand: 2012, URL: http://lexikon.stangl.eu/4674/wahrnehmung/
    Stand (Datum des Abrufs): 2014-02-20
12. Wong, Pak Chung; Thomas, James J.: Visual analytics. IEEE Computer Graphics and Applications, 2004, S. 20-21
13. Kohlhammer, Jörn: Visual Analytics: Die Brücke zu besseren Entscheidungen. Curtalo Datenstories, Stand: 2013, URL: http://www.curtalo.de/keynote/visual-analytics-kohlhammer/
    Stand (Datum des Abrufs): 2014-02-26

Versicherung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Hamburg, den __28.02.2014___ _____Carolyn Moyé_____