Interaktive Bildanalyse mit dem Fovea-Tablett

R. Eck*, Dipl.-Geophys.; N. Rehfeld, Dr. rer. nat.
Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung

Kurzfassung

Der digitale Lagetisch ist als Arbeitsplatz für ein Expertenteam mit einer horizontalen, tischartigen Arbeitsfläche sowie einer vertikalen tafelartigen Anzeige ausgelegt. Die Ortsauflösung auf der horizontalen Arbeitsfläche ist aufgrund geringer Pixeldichte nur für eine Übersichtsdarstellung geeignet. Um diesen Nachteil zu überwinden, wird die vom IITB entwickelte Technik des Fovea-Tabletts (FT) eingesetzt. Eine kleine, portable Displayeinheit mit hoher Ortsauflösung, wird auf den Kartentisch gelegt. Über eine Messvorrichtung wird dessen Lage und Drehung bezüglich des Kartentischs bestimmt. Das FT stellt dann den verdeckten Bereich so dar, dass die Betrachter den Eindruck haben, sie würden durch das FT hindurch auf die Gesamtansicht blicken mit einer an dieser Stelle wesentlich höheren Auflösung. Das FT kann auf dem Arbeitstisch beliebig verschoben und gedreht werden. Somit kann jeder Experte aus dem Team seinen Interessenschwerpunkt frei und schnell mit seinem eigenen FT wählen. Neben dem Vorteil der höheren Ortsauflösung kann der FT auch ein anderes Thema, wie weitere Karten oder Sensoren ortsbezogen darstellen.

Abstract

The digital situation table is conceived as a work station with a horizontal work table and a vertical screen for cooperative working of mixed expert teams. The horizontal work table serves as a map table and work space for overview only with average image resolution because of its low pixel density. The vertical compound displays side views of the areas of interest. The local resolution on the table display is suitable for overview presentation only. To overcome this problem, the Fovea-Tablett technology, developed at Fraunhofer-IITB is used. A small, portable display unit, a so-called tablet PC with high local resolution, is simply placed on top of the horizontal table. A measuring device determines its position and rotation. These data are transmitted wireless to the Fovea-Tablett. This then displays its images in such a way that the viewer has the impression of looking through the Fovea-Tablett onto the overall image, but with a much higher resolution at this particular position. The Fovea-Tablett can be moved around on the work table, easily and independently. This allows each expert to freely and quickly choose the area of interest. It is possible to use several Fovea-Tabletts simultaneously.

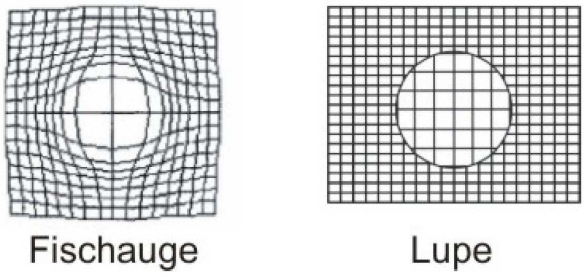
Ausgangssituation

Kartenbasierte Suche, Auswertung von Satellitenbildern aller Spektralbereiche und deren Durchmusterung sind wesentlicher Bestandteil von Umweltinformationssystemen. Die in diesen Systemen verwaltete Information ist größtenteils raumbezogen und muss häufig zur Auswertung im geografischen Kontext, z. B. topografischer Karten oder digitalen Geländemodellen, visualisiert werden. Auswertung bedeutet den Einsatz von Spezialisten der Bereiche Geografie, Wasser, Luft und anderer, kombiniert mit Entscheidern. Diese diskutieren das Spektrum der möglichen Maßnahmen mit den Auswertern, aber auch den Ausführenden wie Feuerwehr, THW, Polizei usw. Die unterschiedlichen Sichten auf die vorhandene Informationsbasis müssen von diesen Personen als Team unter hohem Zeitdruck kooperativ ausgewertet werden.

Ausgehend von einer integrierten kartografischen Darstellung werden verschiedene Interessensgebiete ausgewählt und in variablen Sichten zusammengeführt. Diese Darstellung erlaubt eine gemeinsame Entscheidungsfindung. Dabei ist sowohl eine ständig präsente Lage als auch eine lokale Detailinformation gefordert.

Gängige, Desktop-orientierte Bildschirmarbeitsplätze erreichen zwar die erforderliche Detailauflösung an den Interessenschwerpunkten, sie behindern aber die Übersicht und eignen sich nicht für die Zusammenarbeit in größeren Teams. Großbildschirme oder Projektionen, ob horizontal oder vertikal, erlauben die gemeinsame Übersicht im Team, leiden aber unter schlechter Detailauflösung. Zwischen der Sicht auf die allgemeine, großräumige Lage auf der einen Seite und der Detailauflösung am Interessenschwerpunkt, z.B. ein Brand, besteht bei den heutigen Systemen ein Konflikt. Einschränkungen in Auflösung, Anzeigefläche und Blickwinkel beschränken die Arbeit des Teams. Bestehende Lösungsansätze für diese Problematik betreffen Visualisierungsmedien und –techniken:

- Visualisierungsmedien
  - Große LCD- und Plasmabildschirme
    Moderne Großbildschirme haben zwar Bildschirmdiagonalen bis zu 100“, aber ihre Auflösung ist vom Fernsehmarkt bestimmt und geht kaum über die von HDTV (1920x1080 Pixel) hinaus. Sie haben dann Pixelgrößen im Bereich von Millimetern, während für einen Arbeitsplatz zur Bildauswertung ca. 0,15 mm besser wäre (*Knöpfle und Stricker 2004*).
  - Zusammengesetzte Anzeigen
    Zusammengesetzte Anzeigen (tiled displays) haben entweder das Problem der Ränder zwischen den Displays, oder es handelt sich um extrem kostenintensive Speziallösungen, die zusätzlich mehrere Graphikkarten erfordern.
  - Projektionsverfahren
    Projektionsverfahren sind kostengünstiger und einfacher zu realisieren als zusammengesetzte Displays. Es wird zwischen Auf- und Rückprojektion unterschieden. Je mehr Projektoren eingesetzt werden, umso schwieriger wird der Farbabgleich zwischen den Projektoren und es entsteht das Problem einer angemessenen Klimatisierung. Eine weit gehende Ausbaustufe stellt hier HEyeWall mit 7186 x 3072 Bildpunkten dar (*Knöpfle 2004*).
- Visualisierungstechniken
  - Übersicht und Detailansicht
    Es wird entweder mit 2 Monitoren gearbeitet, von denen einer die Übersicht zeigt, während ein zweiter die Detailansicht präsentiert. Aber der zweite Monitor kann auch durch Fenstertechnik ersetzt sein, mit dem Problem der Abdeckung eines Teils der Lage. Nachteilig ist, dass der Benutzer ständig zwischen beiden Ansichten wechseln muss (*Hornbaek und Frokjaer 2001*).
  - Fischauge und Lupe
    Das Fischauge (*Geiser 1990*) stellt eine nichtlineare Visualisierungstechnik dar, welche es erlaubt, einen Teil des Bildes höher aufgelöst darzustellen. Während beim Fischauge ein weicher Übergang zwischen Lage und Detail besteht, hat die Lupe hier einen harten Übergang. Dazu kommt, dass bei der Lupe zwischen der Detaildarstellung und deren Umgebung abbildungsbedingt eine Darstellungslücke entsteht. Von Vorteil bei der Lupe ist der Erhalt der Längenverhältnisse.



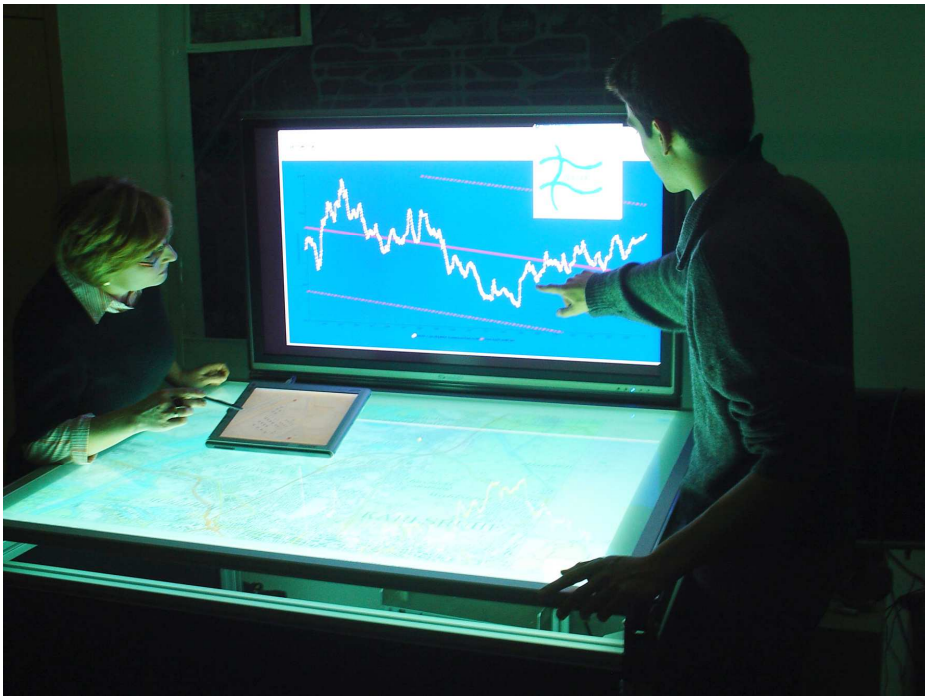
Fischauge und Lupe (*Bader 2004*).

- Fokus plus Kontext
  Hier wird mittels Projektion (Auflicht) die Lage dargestellt und durch einen zweiten Projektor, der das Lagebild (Kontext) überstrahlt, eine Detailansicht eines kleineren Gebiets (Fokus) ermöglicht (*Ashdon and Robinson 2003*). Ähnlich ist der Einbau eines kleinen LCD-Displays in die Projektion, welches die Detailansicht präsentiert (*Baudisch et al. 2002*). Beide Methoden haben den Nachteil, dass der Nutzer Lage und Detailansicht nicht frei wählen kann. Immer muss zur Auswahl des gewünschten Details die Lage verschoben werden.

Hinsichtlich einer optimalen Visualisierung ist eine spezielle, auf das Szenario zugeschnittene Mensch-Maschine-Schnittstelle, die hier eher Gruppe-Maschine-Schnittstelle heißen könnte, unumgänglich. Nachstehend wird die Konzeption einer derartigen Schnittstelle und ihr derzeitiger Entwicklungsstand zur kooperativen, computerunterstützten Auswertung von Karten-, Bild- und Sekundärdaten vorgestellt.

Ergebnis

Um den Auswertern und Entscheidern eine gemeinsame und flexible Mehrbenutzer-Schnittstelle bieten zu können, wurde ein so genannter digitaler Lagetisch entwickelt, welcher zum einen durch seine große Fläche das Zusammenspiel der beteiligten Personen erlaubt, zum anderen aber auch, über die neue Technik des Fovea-Tabletts, Detailansichten ermöglicht, die in dieser Form und Flexibilität bisher nicht möglich waren. Durch den Lagetisch, kombiniert mit Fovea-Tabletts, ist es möglich, Lage-erhaltend Detailsichten und Sekundärinformation zeitgleich im Team zu bearbeiten.



Kooperatives Arbeiten am digitalen Lagetisch mit Fovea-Tablett.

Der digitale Lagetisch

Der digitale Lagetisch ist als Arbeitsplatz mit einer horizontalen tischartigen Arbeitsfläche von ca. 60“ sowie einer vertikalen tafelartigen Anzeige von 45“ ausgestattet. Die Horizontalkomponente dient als Kartentisch und Arbeitsfläche zur Lageübersicht und ist mit Rückprojektionstechnik realisiert. Der vertikale Bildschirm dient der Visualisierung von Sekundärinformation. So kann zum Beispiel als Lage aus einem geografischen Informationssystem eine Karte mit eingezeichneten Brunnen gewählt werden. Mit dem unten

beschriebenen Fovea-Tablett kann beispielsweise ein Brunnen ausgewählt und der Verlauf von Wasserständen oder Schadstoffen auf dem vertikalen Monitor dargestellt werden.

Die Ortsauflösung auf der horizontalen Arbeitsfläche ist aufgrund geringer Pixeldichte, begrenzt durch die Auflösung des Projektors, nur für eine Übersichtsdarstellung geeignet. Sie stellt eine erweiterte, digitale Form der Lagedarstellung im Sandkasten dar. Neben der statischen Lage erlauben heute geografische Informationssysteme mittels Layertechniken, die Lage in unterschiedlichster Form darzustellen. So können Karten-basierte Lagen mit Luftbildern verschiedener Sensoren kombiniert werden, um eine detailliertere Darstellung zu gewinnen. Dabei wird die Karte von unten auf den Tisch projiziert und das Fovea-Tablett stellt ein aktuelles Luftbild dar.

Das Fovea-Tablett

Um den Nachteil einer geringen Auflösung im Bereich von Interessenschwerpunkten zu überwinden, wird die vom IITB entwickelte Technik des Fovea-Tabletts (FT) eingesetzt. Eine kleine, portable Displayeinheit, z. B. ein Tablett-PC der eine hohe Ortsauflösung ermöglicht wird auf den Kartentisch gelegt. Über eine Messvorrichtung wird dessen Lage und Drehung bezüglich des Kartentischs bestimmt. Diese Daten werden drahtlos übertragen. Das FT stellt dann die Abbildung so dar, dass die Betrachter den Eindruck haben, sie würden durch das FT hindurch auf die Gesamtansicht blicken mit der an dieser Stelle wesentlich höheren Auflösung. Das FT kann auf dem Arbeitstisch leicht verschoben und gedreht werden. Jeder Experte aus dem Team kann seinen Interessenschwerpunkt frei und schnell mit seinem eigenen FT wählen.

Das Fovea-Tablett auf dem digitalen Lagetisch.

Tracking und Registrierung

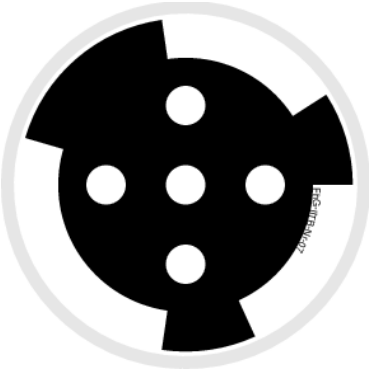
Jedes FT trägt auf seiner Unterseite eine Messmarke mit integriertem Nummerncode. Eine Kamera unterhalb des digitalen Leuchttischs verfolgt alle Marken der auf der Fläche aufliegenden FTs. Zur Identifizierung und Vermessung kommt das vom IITB entwickelte Multi-Cursor-MarkerXtrackT (MC-MXT)-Verfahren zum Einsatz. Der Nummerncode identifiziert das FT, die Messmarke gestattet eine Positions- und Drehungsmessung. Zur Vermeidung von Störeinflüssen, insbesondere durch die auf dem Lagetisch dargestellte Bildinformation, arbeitet die Messkamera in dem für den Benutzer unsichtbaren Nahen

Infrarot. Die durch den Projektor des Lagetisches erzeugte Beleuchtung stört also den Trackingprozess nicht.

Bei der Einrichtung des Lagetischs wird über einen Kalibriervorgang die Koordinatentransformation des Tracking-Koordinatensytems in das Koordinatensystem der Bilddarstellung auf dem Lagetisch und in das der Bilddarstellung auf dem FT bestimmt. Hierzu wird das FT nacheinander in wohldefinierte Positionen und Drehlagen auf dem Lagetisch gebracht und jeweils ein Kalibrierbild durch das Tracker-System aufgenommen. Aus der Folge der Kalibrierbilder werden dann die gesuchten Koordinatenabbildungen berechnet.

Der MC-MXT-Tracker-Server arbeitet in einer unabhängigen Kamera-Rechner-Einheit als Embedded System mit einer TCP/IP-Socket-Schnittstelle und XML-Protokoll. Eine interaktive Bedienung des Systems während des laufenden Betriebs ist nicht notwendig. Der Tracker arbeitet mit einer zeitlichen Scannrate von 5 Hz. Die Positionsgenauigkeit ist besser als 2 mm und die Genauigkeit der Drehablage ist besser als 2°.

Das auf dem FT darzustellende Bild ist in der gewünschten Bildauflösung dort gespeichert. Es wird aus der vom Tracker übermittelten Lageinformation des FT der aktuell richtige Ausschnitt berechnet und dargestellt. Die Bilddarstellung folgt jeder Bewegung des FT auf der Displayfläche. Nachteil dieses Vorgehens ist die spezielle Konfiguration des FT für seine Displayaufgabe, welche eine zusätzliche Speicherung des Bild- und Kartenmaterials auf dem FT erfordert. Eine Alternative stellt die alleinige Bilddatenhaltung auf dem Server dar. Dazu muss dann aber der Bildausschnitt für das FT kabellos und vor allem mit hoher Datenrate übertragen werden, um neben einer einfachen Datenhaltung eine effektive Interaktion des Benutzers mit dem FT zu gewährleisten.



Beispiel einer MC-MXT-Marke.

Ausblick

Der digitale Lagetisch und das Fovea-Tablett stehen noch am Anfang ihrer Entwicklung. Neben der in dieser Ausführung vorgestellten Idee der Maßstab-erhaltenden Verbesserung der Auflösung birgt das Fovea-Tablett noch einige Möglichkeiten als Informationseingabe- bzw. –ausgabeinstrument. So werden zurzeit erste Ideen für komplexere Steuermöglichkeiten den Lagetisch und das Fovea-Tablett untersucht und prototypisch realisiert. Ihnen soll ein für das Gesamtsystem aus Lagetisch und Fovea-Tablett einheitliches Interaktionskonzept zu Grunde liegen. Ein wichtiger Schritt wird der Übergang zur zentralen Datenhaltung auf dem System des Lagetischs sein. Danach können auch komplexe Interaktionsmechanismen, wie Mitnahme einer lokalen Lage zur dezentralen Auswertung und danach Einspielen der Ergebnisse zurück in das System des Lagetischs, angedacht werden. Des Weiteren ist in Planung, den Lagetisch um eine stereoskopische Bilddarstellung zu erweitern.

Zahlen / Fakten

Fovea-Tablett DE-Patentanmeldung 10 2004 046 151.1

Fovea-Tablett Markenanmeldung 304 64 105.7 / 09

Beide Anmeldungen sind eingereicht, aber noch nicht erteilt.

Literatur

Bader 2004
Echtzeitkopplung von Kartendarstellungen auf verteilten mobilen Displays. Bader, T.; Studienarbeit am Fraunhofer-IITB; 11. November 2004; 50 S.; 2004

Ashdon and Robinson 2003
The Escritoire: A Personal Projected Display. Ashdon, M; Robinson, P.; Journal of WSCG, No. 11, Vol. 1; 2003

Baudisch et al. 2002
Keeping Things in Context: A Comparative Evaluation of Focus plus Context Screens, Overviews, and Zooming. Proceedings of SIGCHI 2002, S. 259-266, 2002

Geiser 1990
Darstellung von Straßenkarten auf rechnergestützten Bildschirmen bei Navigationssystemen im Kraftfahrzeug. Geiser, G. Fraunhofer IITB; Hausbericht Nr. 10224; 1990

Hornbaek und Frokjaer 2001
Reading of Electronic Documents: The usability of linear, fisheye and overview+details interfaces. Hornbaek, K.; Frokjaer, E.; CHI, S. 293-300. 2001

Knöpfle und Stricker 2004
HEyeWall. Perfect Pictures for New Business Solutions. Knöpfle, C.; Stricker, D. COMPUTER GRAPHIK topics, Issue 1 2004; 2004

Knöpfle 2004
HEyeWall: Von der Idee bis zur Realisierung. Knöpfle, C. HEyeWall Day 2004 am 29.04.2004, Fraunhofer IGD in Darmstadt; 33 S. 2004