Information Murals **Stefan Huber & Reinhard Partmann**

Informationsvisualisierung

Worum es geht

"Data visualization is about comprehension, not graphics. Think of it as a range of techniques that enable you to display abstract numerical data and statistics in graphical form."

BYTE-Magazin. [2]

Informationsvisualisierung

Information Murals

Mural (engl.) = Wandmalerei, Wandgemälde

Murals sind 2D-Repräsentationen von riesigen Datenräumen, die eine *"Gestalt Overview"* über ebendiesen Raum geben sollen und nebenbei in einen einzigen Viewport passen.

Übersicht

1. Motivation
2. Beispiele
3. Algorithmen
4. Implementierung
5. Limits, Beurteilung
6. Ausblick, Philosophisches

Motivation

Probleme

- Große Datenmengen
- Keine Übersicht
- Zurechtfinden im Datenraum
- Abstrakte Daten (zB: Zahlenkolonnen)

Zu viele Daten ⇒ Benutzer überfordert und verwirrt.

Motivation

Informationsräume

- zeitorientiert
- Bilder
- Lieder
- Graphen
- Zahlen
- Textdateien

Motivation

Wunschträume

- Übersicht über Informationsflut

  akustisch (Tonhöhe, Lautstärke, Klangfarbe)

  visuell (Farbe, Form, Schattierung, Sättigung)

- Bandbreitenlimit $\Rightarrow$ möglichst verlustfreie Darstellung
- Browsing, Navigationshilfe
- "Gestalt Overview": Merkmale und Strukturen

Motivation

Lösungsansätze

- 2D Repräsentation eines höherdimensionalen Raumes
- verschiedene Techniken

  Overplotting

  Aggregation

  Mitteln

  Abstraktion

- Informationsverlust (gewollt, aber kontrolliert!)

Motivation

Information Murals

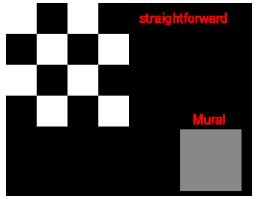
Erfunden von John Stasko und Dean Jerding am GaTech.

- Großen Informationsraum abbilden
- Ganzheit der Information nachahmen
- Datenverlust minimieren
- Soll in einen Viewport passen
- Quintessenzen erkennen

Intensitäten und Farben, um Informationsverlust zu minimieren.

Beispiele

S/W Bild reduzieren



© **Stefan Huber.** Reduktionsvarianten.

Einfach: Pixel aus definierten Zeilen und Spalten 1:1 übernehmen; oder Overplotting.

Besser: Miteinbeziehen anderer Originalpunkte ⇒ Intensität oder Farbregenbogen

Beispiele

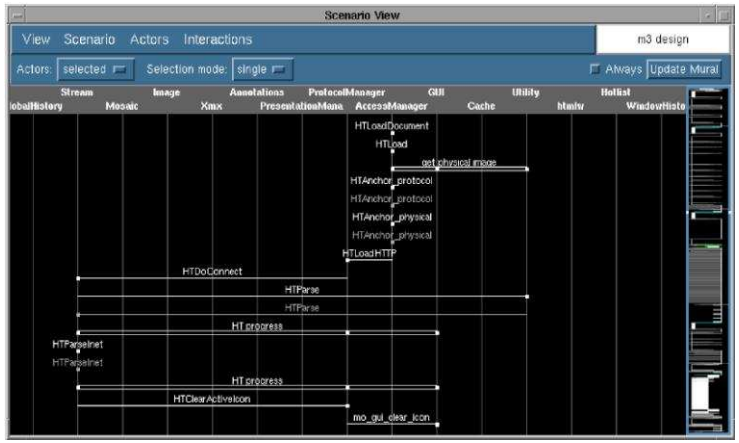
Execution Mural (1)

- Message traces zwischen Objekten (OOP)
- Teile verbergen oder anzeigen
- Sehr tiefgehend
- Erfahrung notwendig ⇒ neue Erkenntnisse

Theoretischer Einsatzbereich: Debugging, etwa im Bereich UI

Beispiele

Execution Mural (2)

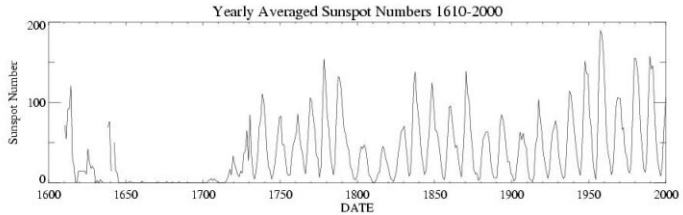


© **John Stasko.** Message trace eines Mosaic browsers. Im Mural ganz unten: PostScript Dokument. [1]

Beispiele

Sonnenflecken (1)

Konventionelle Darstellung



© **NASA.** Sonnenflecken gemittelt. [4]

Nur Mittelwerte pro Zeiteinheit (hier Jahre).

Grafik antialiased ⇒ Graustufen sagen nichts aus!

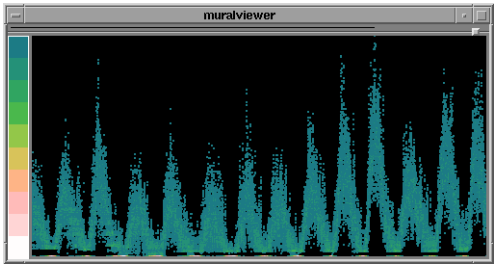
Beispiele

Sonnenflecken (2)

Mural

Jeder Pixel = ein Messwert (täglich)

Farbskala:
dunkel = wenig Flecken
weiß = viele Flecken.



© **John Stasko.** Muralviewer für Sonnenflecken. Interessant: Weiße Pixel bei 0 Messungen. [1]

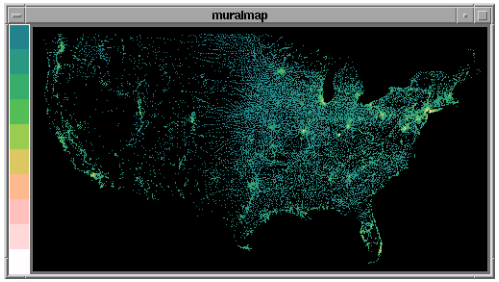
Beispiele

Geographische Daten (1)

Volkszählungsdaten

USA eingeteilt in Zählungsquadrate.

- logarithmische Skala
- Pixel = Zentrum eines Zählungsblockes



© **John Stasko.** Volkszählung 1990. [1]

Beispiele

Geographische Daten (2)

"Realmural"?

- Elektrizität "ist überall"
- Wo Elektrizität, da Licht
- Licht summiert sich wunderbar

"Realmural" nach: www.redrat.net/blackhole/earthlights.htm

Beispiele

Textstruktur und Textsuche (1)

Bell Labratories: **`SeeSoft`**.
Visualisieren von Textdokumenten.

Farben mit definierten Bedeutungen:

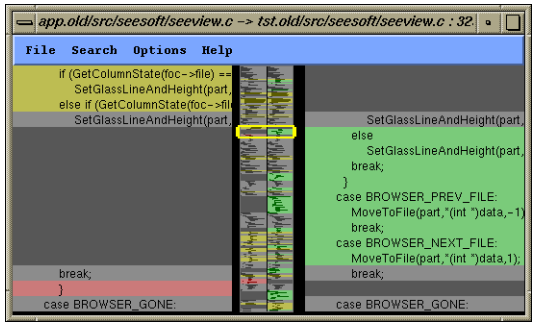
- rot: letze Änderung
- blau: am weitesten zurückliegende Änderung

Problem: Jede Pixelzeile entsprach einer Textzeile $\Rightarrow$ kein Gesamtüberblick.

Beispiele

Textstruktur und Textsuche (2)

SeeSoft - Grafik [3]

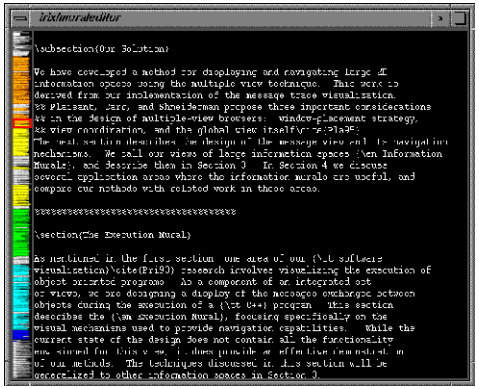


SeeSoft-Screenshot. Man beachte das "app.old".

Beispiele

Textstruktur und Textsuche (3)

- Mural komprimiert gesamtes Dokument auf den Viewport
- Farben stehen für thematische Unterschiede
- Navigationsrechteck



© **John Stasko.** Muraleditor für ein LaTeX Dokument. [1]

Beispiele

Textstruktur und Textsuche (4)

Suche nach Substrings.

Im konventionellen Fall:

- Springen von einer Fundstelle zur nächsten
- Kaum Übersicht (Wo bin ich gerade?)
- Nur eine Suche zur selben Zeit

Beispiele

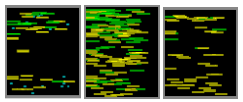
Textstruktur und Textsuche (5)

Suche nach Substrings.

Murals bieten sofort Überblick über Verteilung der Fundstellen.

Suche nach verschiedenen Stichwörtern.

- Farben repräsentieren Schlüsselwörter
- Mehrere Suchen übereinander
- Sofortige Übersicht



© **John Stasko.** Suche nach Stichwörtern in drei Dokumenten. [1]

Algorithmen

Allgemeines

1. Erste Algorithmen für zeitorientierte Daten
2. Optimierungen (Performance)
3. Unterstützung für Graustufen und Farben hinzugefügt

Funktionsweise

NxM Bild in XxY einpassen, wobei $X << N$ und $Y << M$

Datenstruktur

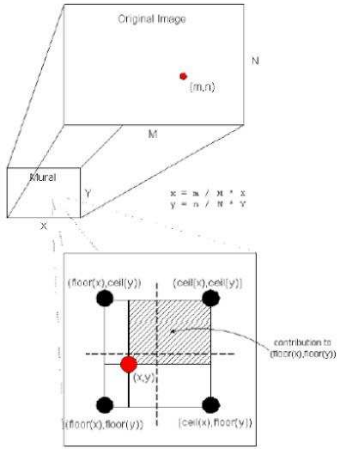
Datenstruktur: Mural + Originaldaten

Algorithmen

Ursprünglicher Algorithmus (1)

Gewichtetes Area Sampling mit überlappenden Gewichtsfunktionen.

Originalpixel trägt proportional zu umgebenden Muralpixeln bei.



© **John Stasko.** Schema des Algorithmus. [1]

Algorithmen

Ursprünglicher Algorithmus (2)

Prinzip

1. Punkt transformieren
2. Enheitsquadrat zu benachbarten 4 Pixeln
3. Intensität jedes Pixels gemäß der gegenüberliegenden Fläche erhöhen
4. Intensität relativieren

Algorithmen

Ursprünglicher Algorithmus (3)

1. **`mural_array[x][y]`** auf *0* setzen
2. für jeden Punkt *(m, n)* des Originalbildes:
   a. Berechne: **`x = m/M * X`** und **`y = n/N * Y`**
   b. Fläche der Quadranten berechnen
   (definiert durch *(x, y)*) und dem Einheitsquadrat: *(f(x), f(y))*, *(f(x), c(y)*, *(c(x), c(y))* und *(c(x), f(y))*
   c. Fläche zum diagonal gegenüberliegenden Eckpunkt (=Bildpunkt) addieren
   d. ggf. **`max_mural_array_value`** erhöhen
3. Für alle *(x, y)* in **`mural_array`**
   a. Wert aus **`mural_array[x,y]`** → Grauwert
   b. Pixel zeichnen

Algorithmen

Ursprünglicher Algorithmus (4)

Bewertung

Implizites Antialiasing durch die Gewichtsfunktion.

Bei photorealistischen Bildern ist Antialiasing angenehm, Murals brauchen das aber nicht ⇒ Gewichtsfunktion eliminieren.

Das Resultat ist ein effizienterer Algorithmus!

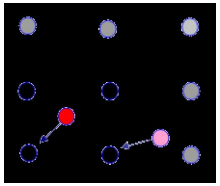
Algorithmen

Effizienter Algorithmus (1)

Prinzip

Gewichtsfunktion eliminiert ⇒ "schärferes" Bild.

Diesmal: Ein Boxfilter mit Ausmaßen $M/X \, x \, N/Y$.



© **Reinhard Partmann.** Schema eines Boxfilters.

Intensität wiederum ein relativierter Wert.

Algorithmen

Effizienter Algorithmus (2)

1. **`mural_array[x][y]`** auf *0* setzen
2. für jeden Punkt *(m, n)* des Originalbildes:
   a. Berechne: **`x = m/M * X`** und **`y = n/N * Y`**
   b. *1.0* zu **`mural_array[f(x)][f(y)]`** addieren
   c. ggf. **`max_mural_array_value`** erhöhen
3. Für alle *(x, y)* in **`mural_array`**
   a. Wert aus **`mural_array[x,y]`** → Grauwert
   b. Pixel zeichnen

Algorithmen

Farbbehandlung (1)

Bisher nur Graustufenbilder.

Farben machen Probleme.

Problem: Verschiedene Farben werden auf einen Muralpixel abgebildet.

Lösungsvorschläge?

Algorithmen

Farbbehandlung (2)

Eine Möglichkeit: RGB mixen.

Nicht schlau, weil der Originalzustand dennoch verschleiert oder verzerrt wird. (Gelb = Rot & Grün)

Kompromiss: Die am häufigsten auf einen Pixel abgebildete Farbe gewinnt.

Aber wie organisiert man das am besten?

Algorithmen

Farbbehandlung (3)

Zwei Ansätze:

1. Intensität jeder Farbe merken:
   Für jede Farbe ein Wert (ansonsten wieder RGB mischen).
   Welchen maximalen Intensitätswert nehmen?
2. Farblistenverwaltung:
   Wie viele Punkte einer Farbe bilden auf denselben Muralpixel ab?

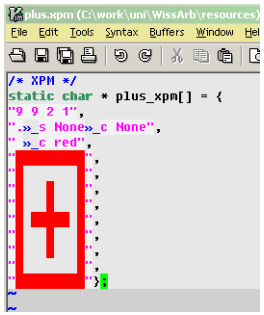
Algorithmen

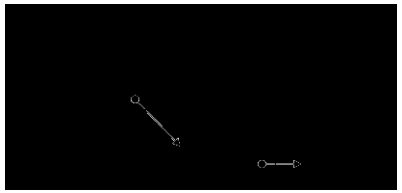
Farbbehandlung (4)

Farbliste

Einfaches Ändern möglich; effizient beim Umgang mit mit vielen Farben.

`mural_array` neu





© **Reinhard Partmann.** Farbliste. Oben: Screenshot gVim mit .xpm Grafikdatei.

Algorithmen

Farbbehandlung (5)

Ohne Gewichtsfunktion: jeder Punkt mit Intensität 1.0.

Mit Gewichtsfunktion müsste man Intensitätswert mitführen
Dennoch verliert man die Information, welche Farbe welchen Teil der Intensität beigetragen hat.

5 blaue mit 0.1 und 1 roter mit 0.8 $\Rightarrow$ 1 roter mit 1.3.

Algorithmen

Farbbehandlung (6)

Schlussfolgerungen

- Nur die häufigste Farbe anzeigen
- Verlust der anderen Farben in Kauf nehmen. Abhilfen:

  Interaktion

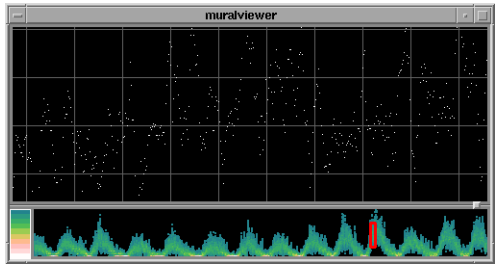
  Rotierende Farbanzeige

Implementierung

Einsatz

Stasko und Jerding haben Murals als Navigations- und Zoomwidgets konzipiert.

Zusätzlich eine Klasse als Zeichenfläche für die Originaldaten.



© **John Stasko.** Muralviewer: eigenständige Anwendung. [1]

Implementierung

Umgebung

- Implementierung als abstrakte C++ Klasse (leider nicht verfügbar)
- Motif/X Window System (unter Irix)
- Verwendung von **`Vz Library`** der Bell Labs

Vz ist tot. Bell Labs führt sie nicht mehr auf ihrer Homepage.

Implementierung

Funktion

- War wie jedes heutige Widget verwendbar
- Stellte bereit:

  Einstellbare Farbskala

  Graustufeneinstellungen

  Navigationsrechteck

  Zoom/Scroll Events

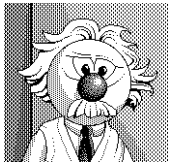
Limits

Intensitäten

Differenzierung von Intensitäten fällt dem Menschen schwer. [5]

Dithering ist besser geeignet.

Dithern ist nicht möglich, da jeder Pixel ausgenutzt werden soll.



Limits

Farben

Farbe wird mit Klasseneinteilung assoziiert
(Parteien bei der Wahl, ...)

Kontinuierliche Werte unangenehm, wie zB beim Muralviewer zu sehen ist.

Murals: Farben für "Klassen"
(LaTeX **`\section`** udgl.: Muraleditor)

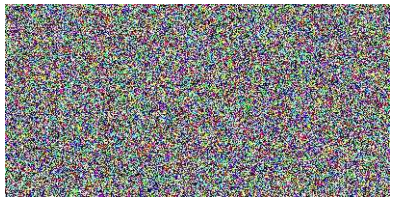
Benachbarte Farben stören sich gegenseitig.

Limits

Datenstrukturierung

Murals für abstrakte, aber strukturierte Daten.

Zufällige Daten → graue Nebelwolke:



...würde in etwa so aussehen:

Logisch denn: Mural soll ja Struktur darstellen.

Limits

Performance

Zur Zeit der Entstehung (1995!) Probleme mit der Performance.

Beim Zoomen oder Scrollen muss das gesamte Quellobject untersucht und angezeigt werden.

Selbst optimierte Algorithmen waren manchmal zu langam.

Heute hätte ein Mural wohl keine Probleme mehr damit.

Zusammenfassung und Ausblick

Erfassungsmethoden

- Sunspots
- Verkehrsmessung
- Geographische Daten
- Textdateien
- Grafiken
- Abstrakte Datenmengen

Zusammenfassung und Ausblick

Aufgaben

- Browsing
- Navigieren
- Strukturen erkennen
- **Überblick**

Plaisant: *"Dense global views provide experts with direct access to details that would otherwise require several zooming operations (even if these global views appear unreadable to others!)"* [6]

Zusammenfassung und Ausblick

Mural (1)

- "Gestalt Overview" bekommen
- Überblick über riesige Datenkonvolute
- Navigationshilfe
- Leider langsam

Schlussfolgerung der Autoren: Information Murals hauptächlich als Browsing- und Navigierhilfe sinnvoll.

Voraussetzung: Gute Datenbasis

Zusammenfassung und Ausblick

Mural (2)

HCI

Gesichtspunkte nach **H**uman-**C**omputer **I**nteraction

- Anwenderzufriedenheit: gut
- Einarbeitungsdauer: kurz
- Benutzerperformance, Fehlerrate, Merkvermögen: hängt von Visualisierung ab

Zusammenfassung und Ausblick

Ähnliche Techniken

- Fisheye lens: Kombiniert mit einem Mural tolle Möglichkeiten
- Cone Trees, Perspective Wall
- SeeSoft (Bell Labs)
- Visual Insights™ [3] (Lucent Technologies)
- POLKA: Animationen, Fraktale. Von Stasko propagiert (scheint Murals abgelöst zu haben)

Zusammenfassung und Ausblick

Diskussionspunkte

- Geeignete Methode um Informationsraum in Farbbild zu transformieren notwendig
- Warum werden Murals nicht verwendet?
  Wo sind die Applikationen?
  Würden Sie sowas verwenden?
- Ist RGB mischen (für den geübten Betrachter) wirklich so schlecht?

Zusammenfassung und Ausblick

Prof.John T.Stasko in einem Mail an uns:

"Dean just created some simple applications for us to use in the work, and we never pushed it any further. I often think about the one with the source code in the scrollbar and wished I had something like it!"

Danke fürs Zuhören!

Literaturhinweise

1. The Information Mural, *Dean F. Jerding and John Stasko*. März 1996. http://www.cc.gatech.edu/gvu/softviz/infoviz/information_mural.html
2. State of the Art, *BYTE*. April 1993. p120-147
3. Visual Insights™, Data Visualization Solutions. *Bell Labs.*. http://www.bell-labs.com/project/visualinsights/brochure/Oindex.html
4. The Sunspot Cycle. *NASA Science Directorate*. http://science.nasa.gov/ssl/pad/solar/sunspots.htm
5. Psychische und Physiologische Aspekte der Visualisierung. *Christian Ziegler u. Michael Marty*. http://www.mysunrise.ch/users/martymichael/visu/content.htm
6. Image-Browser Taxonomy and Guidelines for Designers. *C. Plaisant, D. Carr, and B. Shneiderman*. IEEE Software, vol. 12, no. 2, pp. 21-32, Mar. 1995.