

DISS. ETH Nr. 16977

Benutzerdefinierte Diagramm- signaturen in Karten

Konzepte, Formalisierung und Implementation

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von
OLAF SCHNABEL
Dipl.-Ing. für Kartographie, TU Dresden

geboren am
20. Mai 1977

von
Deutschland

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. Lorenz Hurni, Referent
Prof. Dr. Wolf Günther Koch, Korreferent
Dr. Hansruedi Bär, Korreferent

2007

Zusammenfassung

Diagrammsignaturen werden heute häufig in Karten eingesetzt, um einen Überblick über die Verteilung verschiedener, meist statistischer Daten zu erhalten und damit zur Entscheidungsfindung und Planung beizutragen. Seit der Einführung des Computers in die Kartografie haben sich diese Darstellungsformen jedoch nicht vermehrt, sondern eher auf einfach zu programmierende Signaturen wie grössengestufte Signaturen (Mengensignaturen) und einfache Diagramme (z. B. Kreissektorendiagramme und Balkendiagramme) beschränkt. Ziel dieser Arbeit ist es daher, einen Konstruktionsansatz zu finden, mit dem ein Grossteil der Diagrammsignaturen zur Darstellung statistischer Daten generiert werden kann.

Im ersten Teil dieser Arbeit wurde eine Konstruktionstheorie für Diagrammsignaturen entwickelt. Dazu wurden 49 Diagrammsignaturen aus der kartografischen Literatur katalogisiert und auf ihre Eigenschaften (wie ihren grundlegenden Aufbau, ihre Konstruktions- und Darstellungseigenschaften) untersucht. Dabei konnten die folgenden drei Hypothesen bestätigt werden:

1. Die Diagrammsignaturen bestehen aus kartografischen Primitiven.
2. Diese kartografischen Primitiven können mit wenigen Anordnungsprinzipien arrangiert werden.
3. Die Grösse der kartografischen Primitiven ändert sich in Abhängigkeit von den Datenwerten. Diese Änderung folgt bestimmten Richtungen.

Aufgrund der Analyse der Diagrammsignaturen wurden zehn zweidimensionale kartografische Primitiven extrahiert: Punkt, Polylinie, Kurve, Ellipse, Kreis, Kreisring, Kreissektor, Kreisringsektor, Rechteck und regelmässiges Polygon. In einem nächsten Schritt wurden an Hand der Gemeinsamkeiten und Unterschiede hinsichtlich der Signaturkonstruktion sechs Anordnungsprinzipien dieser kartografischen Primitiven abgeleitet. Die Primitiven können zentriert, gitterförmig, linear, polar, senkrecht oder nach dem Dreiecksprinzip angeordnet werden. Zusätzlich wurden die zwei Skalierungsrichtungen für jede kartografische Primitive definiert. Mit diesen drei Eigenschaften kann jede Diagrammsignaturkonstruktion eindeutig beschrieben werden. Weitere

Signatureigenschaften wie die Transformationsparameter der Gesamtsignatur (z. B. Rotationen), Hilfskonstruktionen und Beschriftungsparameter sowie die grafischen Eigenschaften wurden in den Konstruktionsansatz integriert.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde die XML-basierte Diagrammsignaturbeschreibung DiaML (Diagram Markup Language) ausgearbeitet, mit der die entwickelte Konstruktionstheorie umgesetzt wurde. Mit dieser flexiblen, erweiterbaren und programmunabhängigen Beschreibungssprache können die nutzerdefinierten Diagrammsignaturen über ihre kartografischen Primitiven und Anordnungsprinzipien genau festgelegt werden. Die Definitionen der Primitiven und grafischen Eigenschaften wurden innerhalb der Beschreibung getrennt, um möglichst flexibel zu bleiben.

In einem dritten Teil wurde ein Prototyp namens Map Symbol Brewer programmiert, mit dem sich die Konstruktionstheorie auf ihre praktische Nutzbarkeit überprüfen liess. Dazu wurden der Vektorgrafikstandard SVG sowie die Skriptsprachen PHP und ECMAScript genutzt. In wenigen Schritten und über einfache Menüs können mit Hilfe von Standard-Eingabeelementen (z. B. Buttons) eigene statistische Daten in Text- oder XML-Form importiert, die Diagrammsignaturen festgelegt und eine SVG-Karte sowie die DiaML-Beschreibung exportiert werden. Über ein Vorschaufenster werden die in jedem Schritt festgelegten Änderungen angezeigt.

Auch in Zukunft wird ein erhöhter Bedarf an statistischen Daten in Kartenform bestehen. Diese Arbeit leistet einen Beitrag zur vereinfachten und systematischen Konstruktion von Diagrammsignaturen. Damit soll in digitalen und speziell in Internetkarten die Vielfalt an kartografischen Ausdrucksmöglichkeiten gefördert werden.

Summary

Today, thematic map symbols such as charts and proportional symbols are often used in maps to show the spatial distribution of statistical data. Therefore, they are very helpful for planning purposes and decision-making. Since the introduction of computers, the number of cartographic representation types are surprisingly decreasing in cartography. In digital cartography, only few easy-to-program symbols such as proportional symbols and pie charts are used to portray statistical data. Thus, the aim of this thesis is to develop a new map symbol construction theory to efficiently and easily create complex user-defined map symbols for digital maps.

In the first part of the thesis 49 map symbols from cartographic literature were examined concerning their properties, e.g. their appearance and data representation. As a result of the analysis the following three hypotheses were confirmed:

1. The analyzed map symbols consist of cartographic primitives.
2. The cartographic primitives can be arranged with few arrangement principles.
3. The size of the cartographic primitives changes depending on the data. This change follows a certain direction.

Also, a total of ten two-dimensional cartographic primitives were found: point, polyline, curve, ellipse, circle, pie sector, ring, ring sector, rectangle (bar), and regular polygon. Furthermore, six arrangement principles were derived from similarities and differences regarding the structure of the symbols. With these principles the cartographic primitives could be arranged either centered, as a grid, linear, polar, perpendicular, or triangular. Additionally, each cartographic primitive could be scaled in one or two directions depending on the data values. With these three properties each map symbol can be unambiguously constructed. Additional map symbol properties like transformation parameters (e.g. rotations), guides and labels as well as graphical properties (appearance of the primitives) were integrated in the new construction theory.

In the next part of the thesis a new XML based Diagram Markup Language (DiaML), a map symbol description, was established to realize the construction theory. DiaML is a flexible, extensible and browser and platform independent language to describe user-defined map symbols based on the above mentioned theory. The definitions of the cartographic primitives and the graphical symbol properties were separated from the symbol description in order to allow a high flexibility in the symbol construction.

In the third part of the thesis a prototype called "Map Symbol Brewer" was developed to demonstrate the theory and apply all of the previously described principles. The prototype is based on the web standard SVG and was entirely written in ECMAScript and PHP. With a few steps and the help of standard form elements such as buttons, the user can import his own statistical data as text or XML and create his own map symbol (e.g. a diagram). Based on the user's settings a SVG map with these map symbols is created and shown in a preview area of the prototype. The result can be exported as DiaML description or as SVG map.

In the future the need for visualizations of statistical data in maps will increase. Therefore, this thesis is a contribution towards an easy, user-defined and systematic construction of map symbols. Especially in digital and web maps it allows an improvement of the variety of cartographic representation types.