



Doctoral Thesis

Semantisches Datenmodell für flächenbezogene Daten

Author(s):

Meier, Andreas

Publication Date:

1982

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000243431> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 7043

Semantisches Datenmodell für flächenbezogene Daten

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Technischen Wissenschaften
der
**EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH**

vorgelegt von
ANDREAS MEIER
dipl. Math. ETH
geboren am 9. September 1951
von Bachenbülach (Zürich)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. C.A. Zehnder, Referent
Prof. Dr. J. Nievergelt, Korreferent

ADAG Administration & Druck AG

Zürich 1982

Abstract:

This thesis introduces concepts for modeling geographic data bases, including both structural (data definition) and behavioral (data manipulation) properties. Geometric objects such as polygons, segments and points can be related in various ways (order, adjacency, connectivity etc.). They can be stored in a computer in the form of raster or vector data or a combination thereof. In the raster mode, geographic data are defined using a regular grid whereas in the vector mode data describe line elements.

It is not sufficient to describe data semantics only statically because rather complex side-effects can be caused by manipulations. As a consequence, data items and topological properties must be analyzed to decide whether certain modifications are allowed or not (pre-conditions of a manipulation). This is especially true for the case of geographic data processing, where geometric objects are embedded in a continuous space and a multitude of topological properties have to be dealt with. This obvious deficiency of the classical relational model can be alleviated by combining its basic mathematical structure with graph-theoretical ideas. Using the concept of a graph-grammar, we are able to design consistent states and manipulation rules on a data base. All graphs derived from the starting graph by applying productions can be used to represent the set of consistent states in a formal manner. Moreover, this approach allows to study the synchronization of several concurrent productions (Church-Rosser properties).

For the sake of illustration, a small geographic data base has been implemented using PASCAL/R installed at the ETH Zurich. PASCAL/R includes a data type "relation" and a first order calculus for relational expressions. A plan (e.g., map of real estate parcels), partitioned by polygons, can be processed in various ways, for example divide and merge segments or polygons, measure segments or polygons etc. These operations require that coincidence questions as well as topological properties are dealt with. The implementation proves that the graph-grammar is well-suited to preserve consistency and general enough for including additional operations at a later time.

The graph-grammar concept developed for geographic data can be used for the formal treatment of other kinds of data as well.

Keywords: geographic data base, data model, spatial data structure, production, consistency, semantics, parallel and sequential independence, maps, polygons.

Zusammenfassung:

Die vorliegende Dissertation untersucht Modellierungs- und Beschreibungsinstrumente für geographisch-geometrische Datenbanken. Dabei müssen statische und dynamische Aspekte (Datendefinition, -manipulation) mitberücksichtigt werden. Geometrische Objekte wie Flächen, Strecken und Punkte stehen oft in wechselseitiger Beziehung (Ordnung, Koinzidenz, Zusammenhang etc.). Sie können in einem Rechner als Raster-, Vektor- oder hybride Datenstruktur dargestellt werden. Im Rastermodus werden die Flächen schachbrettartig dargestellt, der Vektormodus beschreibt Flächen durch Umrisslinien.

Die Bedeutung der Daten (Semantik) beschränkt sich nicht nur auf statische Aspekte, denn auch bei Operationen können verschiedene Seiteneffekte Inkonsistenzen bewirken. Aus diesem Grund müssen zuerst die einzelnen Datenwerte und ihre Nachbarschaftsbeziehungen analysiert werden, bevor eine Manipulation zugelassen wird (Präktion der Operation). Bei flächenbezogenen Daten ist die Prüfung auf Konsistenz besonders wichtig, zeigen doch geometrische Daten neben metrischen auch topologische Eigenschaften. Da das Relationenmodell die Bedeutung der Daten zuwenig erfasst, wird seine mathematische Struktur (Tabellen) mit graphtheoretischen Ideen verknüpft. Eine Graphgrammatik ist durch einen Startgraphen und eine endliche Anzahl von Produktionen gegeben. Die aus dem Startgraphen mittels Produktionen abgeleiteten Graphen bilden die Menge konsistenter Zustände einer Datenbank. Das vorgeschlagene Modell erlaubt eine einheitliche formale Definition konsistenter Zustände inklusive Manipulationsregeln. Darüber hinaus können Synchronisationsfragen bei Mutationsoperationen untersucht werden (Church-Rosser Eigenschaften).

Zur Illustration wurde eine flächenbezogene Datenbank mit PASCAL/R an der ETH Zürich implementiert. PASCAL/R umfasst einen Datentyp "Relation" und einen Relationenkalkül erster Ordnung. Damit lässt sich ein Plan (etwa ein Parzellenplan in der Vermessung) als Ueberdeckung gegenseitig-disjunkter Flächen beschreiben: Teilen und Vereinen von Strecken oder Flächen, Messen von Streckenlängen und Flächeninhalten bilden wichtige Operationen. Diese müssen Koinzidenz- und Zusammenhangsfragen analysieren und entsprechend nachführen. Die Implementation hat gezeigt, dass eine Graphgrammatik die Semantik flächenbezogener Daten gut erfasst und für Erweiterungen offen bleibt.

Die Graphgrammatik wurde hier speziell für flächenbezogene Daten herangezogen, kann aber auch für andere Datenklassen angewandt werden.