



Doctoral Thesis

Robust algorithms in a program library for geometric computation

Author(s):

Schorn, Peter

Publication Date:

1991

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000604568> →

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. 9519

Robust Algorithms in a Program Library for Geometric Computation

A dissertation submitted to the
Swiss Federal Institute of Technology Zürich
for the degree of
Doctor of Technical Sciences

presented by

Peter Schorn
Dipl.-Inf. TU München
Ms. Sc. UNC Chapel Hill

born August 19, 1961
citizen of the Federal Republic of Germany

Accepted on the recommendation of

Prof. Dr. J. Nievergelt, examiner
Prof. Dr. G. Gonnet, co-examiner

Zürich 1991

Abstract

Computational geometry, dealing with the efficient algorithmic solution of geometric problems, has developed many algorithms and techniques. This dissertation deals with the question of how to produce good software for geometric computation.

Using 2-dimensional problems, we present three novel techniques for coping with the problem of robustness, i.e. how to create algorithms that correctly process even degenerate input data. In the *axiomatic approach* we implement the geometric primitives using rounded arithmetic such that the essential properties needed to maintain an algorithm's invariant are preserved. In the method of *explicitly detecting nearly degenerate configurations* we treat those configurations as exact degeneracies, often resulting in a provably robust implementation. A *topological argument* reduces the precision requirements for an exact result in certain plane sweep algorithms.

We describe the design and implementation of the XYZ GeoBench (eXperimental geometrY Zurich), a workbench for geometric computation. The GeoBench is a programming environment, implemented in an object oriented language, for the rapid prototyping of geometric software and a testbed for experiments. Algorithm animation is used for demonstration purposes and debugging.

As an answer to the problem of robust geometric software we offer the XYZ Library which is based on the GeoBench and has been tested in various experiments.

Kurzfassung

Die algorithmische Geometrie untersucht die effiziente maschinelle Lösung geometrischer Probleme und hat dabei viele Algorithmen und Methoden entwickelt. Diese Dissertation beschäftigt sich mit der Frage, wie gute Software für das geometrische Rechnen geschrieben werden kann.

Wir stellen drei neuartige Methoden vor, das Problem der Robustheit in den Griff zu bekommen. Ein Algorithmus ist robust, wenn er auch degenerierte Eingabedaten korrekt verarbeitet. Beim *axiomatischen Ansatz* implementieren wir die geometrischen Primitive in nicht-exakter Arithmetik derart, daß die Invariante eines Programms dennoch erhalten bleibt. In einer weiteren Methode werden *beinahe degenerierte Konfigurationen* wie degenerierte behandelt. Das Resultat sind oft nachweislich robuste Programme. Ein *topologisches Argument* garantiert für gewisse Plane-Sweep-Algorithmen ein exaktes Ergebnis bei verringerter Genauigkeit der Arithmetik. Wir illustrieren die Methoden anhand ausgewählter Probleme der 2-dimensionalen algorithmischen Geometrie.

Wir beschreiben den Entwurf und die Implementierung der XYZ GeoBench (eXperimental geometrY Zurich). Die GeoBench dient als Testumgebung für Experimente und als Programmierumgebung für das Rapid Prototyping geometrischer Programme. Sie ist in einer objektorientierten Sprache geschrieben. Zu Demonstrationszwecken sowie zur Fehlersuche bietet die GeoBench Animation von Algorithmen.

Als Antwort auf die Frage nach robusten Programmen für das geometrische Rechnen bieten wir die XYZ Bibliothek an. Sie basiert auf der GeoBench und wurde in zahlreichen Experimenten getestet.