



Doctoral Thesis

A hybrid approach to 2D and 3D mesh generation for semiconductor device simulation

Author(s):

Garretón, Gilda

Publication Date:

1998

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-002047013> →

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 No. 12982

A Hybrid Approach to 2D and 3D Mesh Generation for Semiconductor Device Simulation

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH

for the degree of
Doctor of Technical Sciences

presented by
GILDA GARRETÓN
Comp. Science Ingenieur, PUC
born 7 June 1966
citizen of Chile

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. W. Fichtner, examiner
Dr. P. Conti, co-examiner

1998

Abstract

Over the past ten years, mesh generation has been identified as one of the most challenging and key components in diverse areas such as solid modeling, computer-aided design (CAD), graphical rendering, computational fluid dynamics (CFD) and semiconductor device simulation. The generation of meshes for a given geometric domain involves two critical aspects: the adaptation of the mesh to the physical behavior of the solution of the underlying equations, and the correct modeling of the domain shape. In device simulation, special attention is given to both aspects by the particular discretization method applied to the partial differential equations, the Box method. Thus, this thesis is dedicated to these critical aspects but with emphasis on the geometric aspect.

Based on a valid numerical model of the equations, this work aims at a consistent definition of the necessary mesh conditions. These mesh conditions have to guarantee a stable discretization scheme for device simulations in all three spatial dimensions. As a result of this analysis, the required element quality is ensured by the generation of the so-called conforming Delaunay meshes. Once the conditions are identified, they are transformed into a series of major goals to fulfill during the mesh generation. Based on the requirements, three basic meshing techniques are analyzed in terms of these goals.

The experimental research of this work has been done through the development of a multi-dimensional mesh generation tool. The tool is based on a hybrid approach which takes advantage of two basic meshing techniques: the modified quadtree/octree technique and the Delaunay technique. Regarding the required element quality, a multi-dimensional tool ensures similar quality and adapted meshes in all dimensions. From the viewpoint of computer sci-

ence, the development of a unified tool requires dimension-independent algorithms and leads to gains in productivity as any functionality is automatically available in all dimensions. Finally, this thesis includes results which demonstrate experimentally that conforming Delaunay meshes are suitable for device simulations and that they can be generated with success combining two different meshing techniques in a unified approach.

Zusammenfassung

In den letzten zehn Jahren hat sich die Gittergenerierung immer mehr als eine große Herausforderung und eine Schlüsselkomponente in vielen Gebieten der Computersimulation erwiesen: Solid Modeling, CAD, Datenvisualisierung, CFD, Halbleitersimulation. Die Generation eines Simulationsgitters für ein vorgegebenes Gebiet muß zwei Aspekte bedienen: die physikalischen Eigenschaften der zu berechnenden Lösung müssen adäquat aufgelöst werden und die vorgegebene Geometrie muß exakt eingehalten werden. In der Halbleitersimulation wird beiden Aspekten durch die Kombination der verwendeten Diskretisierungsmethode und die Qualitätsansprüche an die verwendeten Gitter Rechnung getragen. Diese Dissertation ist der wechselseitigen Abhängigkeit der verwendeten Methoden gewidmet, jedoch mit besonderer Betonung des Geometrie-Aspekts.

Basierend auf einem vorgegebenen diskreten Modell der Gleichungen, zielt diese Arbeit auf eine konsistente Definition der Forderungen an die Simulationsgitter. Diese notwendigen Bedingungen müssen eine stabile Diskretisierung der Halbleiter-Gleichungen für alle 3 Raumdimensionen gestatten. Im Ergebnis dieser Diskussion wird die geforderte Gitterqualität durch die Generation von sogenannten "konformen Delaunay"-Gittern erreicht. Nach der Ableitung der geforderten Gitter-Eigenschaften werden diese in eine Reihe von Zielen umformuliert, die während der Gittergenerierung zu erreichen sind. Drei verschiedene Techniken zur Gittergenerierung werden hinsichtlich der geforderten Eigenschaften analysiert.

Im experimentellen Teil der Arbeit wurde ein multidimensionaler, einheitlicher Gitter-Generator geschaffen, der 1D-, 2D- oder 3D-Gebiete vernetzen kann. Der Gittergenerator basiert auf einem Hybrid-Zugang und vereinigt zwei Basis-Algorithmen: modifizierte Quad-/Octree Techniken und Delaunay-

Techniken.

Hinsichtlich der geforderten Gitter-Qualität sichert der multidimensionale Zugang die Generierung von Gittern, die ähnliche Verfeinerungs- und Qualitätsanforderungen genügen.

Aus Sicht der Computerwissenschaften erfordert die Entwicklung eines multi-dimensionalen Werkzeugs Algorithmen, die unabhängig von der Raumdimension arbeiten und verspricht zugleich Vorteile, weil alle Weiterentwicklungen sofort für alle Raumdimensionen verfügbar sind.

Schließlich enthält diese Dissertation Ergebnisse, die experimentell verifizieren, dass "konforme Delaunay"-Gitter für die bauelementesimulation geeignet sind und dass solche Gitter durch die Kombination zweier Techniken in einem Hybrid-Zugang generiert werden können.