

Cut-Cell-Methoden in der biomedizinischen Quellanalyse

Autoren: Andreas Nüßing^a, Carsten H. Wolters^b, Christian Engwer^b, Heinrich Brinck^a
(a) Westfälische Hochschule, (b) Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Moderne mathematische Methoden verbessern Simulations-Pipeline

Die biomedizinische Quellanalyse ist ein verbreitetes Werkzeug zur Untersuchung elektrischer Aktivität im menschlichen Gehirn. Insbesondere das Verfahren der Elektroenzephalografie (EEG) findet Anwendung im klinischen Bereich und in der biomedizinischen Forschung. Basierend auf der Messung von Potentialdifferenzen an der Kopfoberfläche wird mittels mathematischer Modelle auf den Ursprung dieser Differenzen geschlossen. Zur Erhöhung der Genauigkeit werden patientenspezifische Modelle genutzt, welche durch bildgebende Verfahren, etwa Magnetresonanztomografie (MRT) erstellt werden. Die Lösung der mathematischen Modelle erfolgt mittels numerischer Methoden am Computer.

Ein Standardverfahren zur Lösung der mathematischen Modelle ist die Finite-Elemente-Methode. Durch die Erstellung eines Rechengitters, bestehend aus Tetraedern oder Hexaedern, lässt sich das Modell computergestützt lösen. Die Generierung von akkuraten Rechengittern ist jedoch aufwändig und kann unter Umständen nicht vollständig automatisch erfolgen, sondern benötigt ein manuelles Eingreifen.

Cut-Cell-Methoden verwenden eine andere Art das Rechengebiet zu beschreiben und ermöglichen so einen flexibleren und einfacheren Rechenablauf. Basierend auf einer Darstellung des Gebiets durch sogenannte Levelset-Funktionen, kann das mathematische Modell gelöst werden, ohne ein an die Geometrie angepasstes Rechengitter zu erstellen.

Ergebnisse aus numerischen Studien zeigen, dass Cut-Cell-Methoden die hohe Genauigkeit von Tetraeder-Gittern erhalten, dabei jedoch den Aufwand der Modellgenerierung reduzieren. Im Vergleich zu Hexaeder-Gittern wird eine deutlich höhere Genauigkeit durch die bessere Oberflächenrepräsentation erzielt.

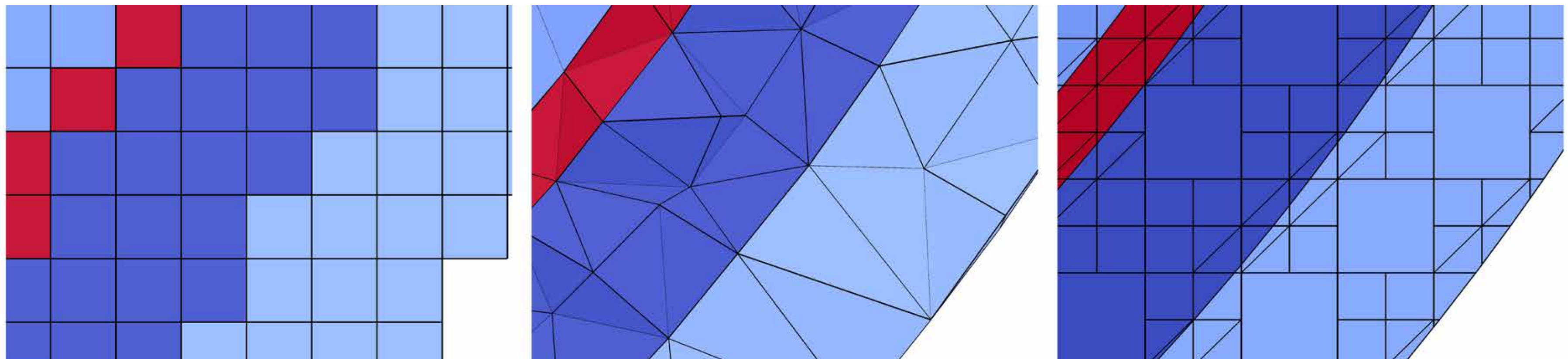


Abb. 1: Darstellung verschiedener Rechengitter. Von links nach rechts: Hexaeder-Gitter, Tetraeder-Gitter und Cut-Cell-Gitter.



Abb. 2: Simulation einer auditorischen Quelle in einem realistischen Kopfmodell mittels Cut-Cell-Methoden.

Quelle für beide Bilder:

Nüßing, A., Wolters, C. H., Brinck, H., & Engwer, C. (2016).

The Unfitted Discontinuous Galerkin Method for Solving the EEG Forward Problem. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 63(12), 2564-2575.

Kontakt

Prof. Dr. Heinrich Brinck
August-Schmidt-Ring 10
45665 Recklinghausen
Tel.: 02361/915-445
E-Mail: heinrich.brinck@w-hs.de

Westfälische Hochschule
Fachbereich Elektrotechnik und angewandte Naturwissenschaften
www.w-hs.de