

**Automatische Wahl der sphärischen
Entwicklungsfunktionen für die
3D-MMP Methode**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von
PETER REGLI
dipl. El.-Ing. ETH
geboren am 22. März 1962
von Andermatt /UR

Angenommen auf Antrag von:
Prof. H. Baggenstos, Referent
PD Dr. Ch. Hafner, Korreferent
Prof. Dr. W. Zaengl, Korreferent

Kurzfassung

Die MMP-Methode (Mehrfach-Multipol-Methode) berechnet Näherungslösungen für elektromagnetische Randwertprobleme mit Hilfe einer Linearkombination von vorgegebenen Basisfunktionen. Im dreidimensionalen Fall sind dies hauptsächlich die sphärischen Multipolfunktionen.

In dieser Arbeit wird ein Verfahren vorgestellt, welches die Wahl der sphärischen Entwicklungsfunktionen (Ansätze) für die dreidimensionale MMP-Methode aufgrund einer vorgegebenen Diskretisierung der Gebietsgrenzen sowie der vorgegebenen Materialparameter besorgt.

Das Verfahren besteht im wesentlichen darin, aus einer grösseren Menge von gezielt konstruierten Ansatz-Orten eine geeignete Auswahl so zu treffen, dass einerseits eine genügend vollständige Approximationsbasis zur Verfügung steht und andererseits numerische Abhängigkeiten zwischen den Entwicklungsfunktionen vermieden werden.

Nach einer kurzen Zusammenfassung der relevanten Aspekte der MMP-Methode sowie der Eigenschaften der Ansatzfunktionen wird das Problem der numerischen Abhängigkeiten zwischen Ansatzfunktionen dargestellt. Die (bekannten) Massnahmen zu deren Vermeidung werden theoretisch begründet und die daraus resultierenden geometrischen Abhängigkeitskriterien zusammengestellt.

Anschliessend wird die auf den Krümmungseigenschaften der Randfläche basierende geometrische Konstruktion zur Platzierung der Multipol-Ansätze beschrieben. Im Hinblick auf die Wahl der Ansatz-Orte werden Bewertungskriterien eingeführt. Im weiteren wird auf die Wahl der Entwicklungsgrenzen und der Orientierung des Ansatzkoordinatensystems eingegangen. Zum Schluss folgen einige Bemerkungen zur Diskretisierung der Gebietsgrenzen sowie ein Reihe von numerischen Beispielen, welche die praktischen Aspekte des Verfahrens beleuchten.

Abstract

The MMP-Method (Multiple-Multipole-Method) uses a pre-defined set of basis functions - mainly the spherical multipole expansions in the three-dimensional case - to compute a "best approximation" to the solution of electromagnetic boundary value problems.

In this thesis, a general method is presented which automatically creates and initializes a set of three-dimensional spherical expansions from the given domain properties and discrete boundary data.

The method essentially consists in constructing a large set of appropriate expansion locations from which the best are picked to obtain a sufficient set of basis functions and to prevent numerical dependencies between expansion functions.

After a brief summary of the relevant aspects of the MMP-Method, the characteristics of the expansion functions and the problem of numerical dependencies between expansion functions are treated. The (known) measures for the prevention of dependencies are theoretically explained and the resulting geometrical dependency rules are defined.

Further on, a geometrical construction for the multipole locations is described which is based on the curvature properties of the boundary surface. Quality measures are introduced to enable to choose the best locations. The setting of the expansion limits and the orientation of the expansion coordinate system is pointed out. Finally, a few comments on the discretization of the domain boundaries are given and some numerical examples are presented to show the practical aspects of the method.