

Ein Fehlerschätzer für die Krylov-Unterraum basierende Ordnungsreduktion zeitharmonischer Anregungsprobleme

Y. Konkel[†], O. Farle[†], J. Hansen[‡], R. Dyczij-Edlinger[†]

[†]Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik,
Universität des Saarlandes, Gebäude C6 3, D-66123 Saarbrücken, Germany,
Tel: +49(0)681/302-3195, E-Mail: y.konkel@lte.uni-saarland.de
[‡]Robert Bosch GmbH, CR/ARE1

Die Charakterisierung linearer passiver Mikrowellenstrukturen mittels finiter Elemente (FE) führt im Frequenzbereich zu linearen Gleichungssystemen, die eine explizite Frequenzabhängigkeit aufweisen. Die Dimension der dabei auftretenden Systeme beträgt oftmals mehrere Hunderttausend oder Millionen. Üblicherweise ist man nicht nur an dem Systemverhalten an einem einzigen Frequenzpunkt, sondern über einem ganzen Frequenzbereich interessiert. Da eine Lösung des vollen FE-Systems bei der dabei betrachteten Vielzahl von Frequenzpunkten mit einem hohen numerischen Aufwand verbunden ist, finden Ordnungsreduktionsverfahren bei der elektromagnetischen Feldsimulation immer größere Verwendung [1]. Speziell sind hierbei die Krylov-Unterraumverfahren zu nennen, die sich durch ihre Effizienz bei Systemen auszeichnen, deren FE-Matrix noch direkt faktorisiert werden kann. Bei dieser Art der Ordnungsreduktion wird das Originalsystem durch ein strukturgleiches, niedrigdimensionales Ersatzmodell approximiert, dessen Ableitungen der Übertragungsfunktion mit denen des vollen Systems in einem Entwicklungspunkt bis zu einer vorgegebenen Ordnung übereinstimmen.

Nachteilig an der oben genannten Verfahrensklasse, im Vergleich zu anderen Ordnungsreduktionsverfahren wie dem Balancierten Abschneiden, ist das Fehlen von Abschätzungen der Genauigkeit der Approximation. Zwar wurden z. B. in [2] und [3] erste Ansätze präsentiert, ihnen gemeinsam ist jedoch, dass sie keine beweisbare, effizient zu berechnende Schranke für den Approximationsfehler bereitstellen. In diesem Beitrag wird ein neues, eigenwertbasiertes Verfahren für linear parametrisierte Systeme vorgestellt, das ermöglicht, beweisbare Schranken für den Approximationsfehler in den Ausgangsgrößen des reduzierten Modells anzugeben. Diese Schranken sind effizient zu berechnen und führen zu keinem nennenswerten numerischen Mehraufwand in der Ordnungsreduktion. In der Präsentation wird die zu Grunde liegende Theorie im Detail vorgestellt und die Zuverlässigkeit und Effizienz unseres vorgeschlagenen Verfahrens anhand numerischer Beispiele demonstriert.

- [1]Bracken, J. E.; Sun, D.-K.; Cendes, Z. J.: S-Domain Methods for Simultaneous Time and Frequency Characterization of Electromagnetic Devices, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 46, pp. 1277-1290, Sept. 1998.
- [2]Bai, Z.; Ye, Q.: Error Estimation of the Padé Approximation of Transfer Functions via the Lanczos Process, Electronic Transactions on Numerical Analysis 7 (1998), pp. 1-17.
- [3]Grimme, E. J.: Krylov Projections Methods for Model Reduction, University of Illinois at Urbana-Champaign, Diss., 1997.