

Masterarbeit

Analyse des Einflusses der Raum-Zeit-Diskretisierung auf die Approximationsgüte von Space-Time Finite-Element-Formulierungen*Analysis of the Influence of Space-Time Discretization on the Approximation Quality of Space-Time Finite Element Formulations*

Im Rahmen dieser Masterarbeit soll der Einfluss der Raum-Zeit-Diskretisierung auf die Approximationsgüte von Space-Time Finite-Element-Formulierungen untersucht werden.

Während bei herkömmlichen Verfahren die räumliche Diskretisierung mittels Finite-Elemente-Methode (FEM) und die zeitliche Diskretisierung mithilfe von Zeitintegrationsverfahren erfolgt, wird bei der Space-Time FEM eine simultane Raum-Zeit-Diskretisierung auf FEM-Basis durchgeführt [1]. Dadurch wird unter anderem eine problemangepasste Raum-Zeit-Diskretisierung ermöglicht, die sich mit Standardverfahren nicht realisieren lässt.

Am Beispiel der Wellenausbreitung in einem Dehnstab soll in einem ersten Schritt der Einfluss des verwendeten FE-Netzes auf die Approximationsgüte untersucht werden. Dabei soll ein problemangepasstes FE-Netz mit einem regulären Netz gleicher Elementanzahl verglichen werden. Zur Diskretisierung sollen zunächst isoparametrische 9-Knoten-Elemente verwendet werden, da diese als relativ unempfindlich gegenüber Netzverzerrungen gelten [2].

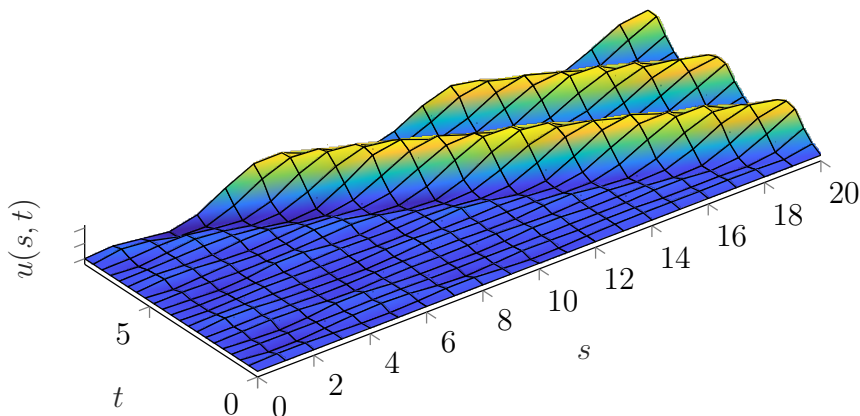


Abbildung 1: Wellenausbreitung in einem Dehnstab im diskretisierten Raum-Zeit-Gebiet

In einem weiteren Schritt sollen dann 8-Knoten-Elemente betrachtet werden. In diesem Zusammenhang soll insbesondere auch eine Petrov-Galerkin Elementformulierung implementiert werden, die für ihre geringe Empfindlichkeit gegenüber Netzverzerrungen bekannt ist [3, 4]. Die daraus hervorgehende Formulierung soll ausführlich getestet und mit den Standardverfahren verglichen werden.

In einem letzten Schritt soll anhand der Wellenausbreitung im Dehnstab geprüft werden, wie vorteilhaft die problemangepasste Raum-Zeit-Diskretisierung im Vergleich zu einem herkömmlichen Vorgehen der getrennten Raum- und Zeitdiskretisierung ist.

Arbeitsplan

Im Rahmen der Masterarbeit ist folgender Arbeitsplan vorgesehen:

- a) Einarbeitung in die Space-Time FEM,
- b) Implementierung der Space-Time FEM für den Dehnstab in MATLAB oder PYTHON,
- c) Entwicklung und Vergleich unterschiedlicher FE-Netze,
- d) Implementierung und Analyse der 8-Knoten-Elemente,
- e) Vergleich der problemangepassten Raum-Zeit-Diskretisierung und der herkömmlichen, getrennten Diskretisierung,
- f) Dokumentation der Theorie und Ergebnisse mittels L^AT_EX.

Voraussetzungen

Grundlagen Finite Elemente, grundlegende Programmierkenntnisse in MATLAB oder PYTHON.

Ansprechpersonen

Marvin May (marvin.may2@kit.edu)

Felix Zähringer (felix.zaehringer@kit.edu)

Bearbeiter*in

Name:

Matr.-Nr.:

Termine

Ausgabedatum:

Soll-Abgabedatum:

Ist-Abgabedatum:

Vortrag gehalten am:

Literatur

- [1] HUGHES, T. J. R. and HULBERT, G. M. Space-time finite element methods for elastodynamics: Formulations and error estimates. In: *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, 66(3): 339–363, 1988. DOI: 10.1016/0045-7825(88)90006-0.
- [2] LEE, N.-S. and BATHE, K.-J. Effects of element distortions on the performance of isoparametric elements. In: *Int. J. Numer. Methods Eng.*, 36(20): 3553–3576, 1993. DOI: 10.1002/nme.1620362009.
- [3] RAJENDRAN, S. and LIEW, K. M. A novel unsymmetric 8-node plane element immune to mesh distortion under a quadratic displacement field. In: *Int. J. Numer. Methods Eng.*, 58(11): 1713–1748, 2003. DOI: 10.1002/nme.836.
- [4] XIE, Q., SZE, K. Y., and ZHOU, Y. X. Modified and Trefftz unsymmetric finite element models. In: *Int. J. Mech. Mater. Des.*, 12: 53–70, 2016. DOI: 10.1007/s10999-014-9289-3.