Matrizen und ihre Anwendungen 1

Springer
Berlin
Heidelberg
New York
Barcelona
Budapest
Hongkong
London
Mailand
Paris
Santa Clara
Singapur
Tokio

Rudolf Zurmühl · Sigurd Falk

Matrizen und ihre Anwendungen 1

Grundlagen

Für Ingenieure, Physiker und Angewandte Mathematiker

Siebente Auflage mit 73 Abbildungen

Springer

Dr.-Ing. Rudolf Zurmühl†
o. Professor an der Technischen Universität Berlin

Dr.-Ing. Sigurd Falk
o. Professor an der Technischen Universität Braunschweig

Die sechste Auflage erschien unter dem Titel: Matrizen und ihre Anwendungen 1 als „Springer-Lehrbuch“.

ISBN 3-540-61436-2 7. Aufl. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
ISBN 3-540-53944-1 6. Aufl. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Zurmühl,Rudolf: Matrizen und ihre Anwendungen: für Ingenieure, Physiker und angewandte Mathematiker/ Rudolf Zurmühl; Sigurd Falk. – Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Budapest; Hongkong; London; Mailand; Paris; Santa Clara; Singapur; Tokio: Springer.
Bis 4. Aufl. u.d.T.: Zurmühl, Rudolf: Matrizen und ihre technischen Anwendungen
NE: Falk, Sigurd:
1. Grundlagen. – 7. Aufl. – 1997
ISBN 3-540-61436-2

Einbandgestaltung: Struve&Partner, Heidelberg
Satzarbeiten: K+V Fotosatz, Beerfelden
Offsetdruck: Saladruck, Berlin; Bindearbeiten: Lüderitz&Bauer, Berlin
SPIN 10542410 60/3020-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort zur siebenten Auflage

Die Konzeption dieses klassischen Mathematikbuches wurde auch bei der 7. Auflage beibehalten. Die neue Einbandgestaltung soll verdeutlichen, daß das vorliegende Werk Lehrbuch *und* Nachschlagewerk zugleich ist, und den Ingenieur über das Studium hinaus durch sein ganzes Berufsleben begleitet.

Braunschweig, im November 1996 Sigurd Falk

Vorwort zur sechsten Auflage

Seit nach dem Erscheinen der fünften Auflage acht Jahre vergangen sind, erschien eine grundlegende Umgestaltung und Erweiterung unerläßlich. Es wurden daher die früheren Paragraphen 10, 18 und 19 fast vollständig gestrichen und Begriffe wie Elementarteiler und Elementarpolynome als nicht computergerecht ebenso wie die schwerfällige und aufwendige Numerik der Hauptvektorketten gestrichen und durch moderne Verfahren ersetzt, wodurch Platz für eine Reihe von Neuerungen geschaffen wurde.

Völlig umgestaltet wurde das II. Kapitel, das eine umfassende Transformationstheorie vorstellt, getrennt nach freien und gebundenen Transformationen, wobei das durch den Gaußschen Algorithmus erzeugte Pivotkreuz als die Grundkonfiguration der gesamten numerischen linearen Algebra herausgestellt wird. Das Rechnen mit beweglichem Pivot und im Zusammenhang damit die (seit Jahrzehnten vergessene) Pivotregulierung erspart nicht nur jegliches Vertauschen von Zeilen und Spalten, sondern ermöglicht darüber hinaus mittels des (ebenfalls lange verdrängten) Euklidischen Algorithmus eine ganzzahlige und damit fehlerfreie Numerik ganzzahliger Matrizen.

Bei den gebundenen (simultanen) Transformationen eines Matrizenpaares $\boldsymbol{A}; \boldsymbol{B}$ wurde die Elementartransformation QUANT in den Vordergrund gerückt, die mittels einer unitären Ergänzung zwanglos zu den unitären (im Reellen orthogonalen) Transformationen führt und unter anderem die sogenannte schnelle Givens-Transformation ohne Zuhilfenahme von Winkelfunktionen auch im Komplexen ermöglicht. Ferner wurde die Ähnlichkeitstransformation einer quadratischen Matrix auf die Begleitmatrix (bzw. Kodiagonalmatrix) von Danilewski durch eine numerisch stabile Transformation ersetzt sowie die ganzzahlige Ähnlichkeitstransformation einer ganzzahligen quadratischen Matrix $\boldsymbol{A}$ auf eine ganzzahlige Hessenbergmatrix (Fastdreiecksmatrix) $\boldsymbol{H}$ erstmalig angegeben.

Dem für die Anwendungen so wichtigen wie für die Theorie grundlegenden Eigenwertproblem habe ich eine vollständige Numerik der Eigenzeilen und Eigenspalten einer singulären (auch rechteckigen) Matrix $\boldsymbol{A}$ vorangestellt, wodurch der Übergang auf das einparametrige Eigenwertproblem $\boldsymbol{F}(\lambda)\boldsymbol{x} = \boldsymbol{o}$ (speziell mit $\boldsymbol{F}(\lambda) = \boldsymbol{A} - \lambda\boldsymbol{B}$) auch in didaktischer Hinsicht wesentlich erleichtert wird. In diesem Zusammenhang wird die Theorie der Flächenpaare zweiter Ordnung und analog dazu die Theorie der linearisierten freien ungedämpften Schwingungen mit n Freiheitsgraden besonders ausführlich dargestellt.

Der Abschnitt 16 ist vorwiegend theoretischer Natur. Hier wird die Jordan-Form $\boldsymbol{J};\boldsymbol{I}_{\mathrm{n}}$ eines Paares $\boldsymbol{A};\boldsymbol{B}$ einschließlich der Jordan-Spektralzerlegung ohne Zuhilfenahme von Hauptvektoren konstruiert, ein Vorgehen, das sich gegenüber den herkömmlichen Methoden auch als numerisch vorteilhaft erweist. Relativ umfassend abgehandelt werden die Matrizengleichungen (Abschnitt 19) mit zum Teil unveröffentlichten Algorithmen und die Matrizenfunktionen (Abschnitt 20), wobei die Heranziehung der bekannten Quasipolynome von Arnold zu überraschend einfachen Sätzen und Algorithmen führt.

Das in der Neuauflage innerhalb der Reihe „Springer-Lehrbuch" erscheinende Buch enthält mehr als 170 vollständig durchgerechnete und zum Teil mit Computerausdrucken versehene Zahlenbeispiele an Matrizen der Ordnung $n = 2$ bis $n = 500$.

Wieder habe ich einigen Mitarbeitern und Helfern für Rat und Tat zu danken. Es sind dies Frau Dr. Anna Lee und Prof. Dr. Paul Rózsa (beide Budapest), Herr Prof. Dr. Gerhard Zielke (Halle), Herr Dr.-Ing. Jörg Schneider (Volkswagenwerk Wolfsburg) und Herr math.-techn. Assistent Horst Budich (Braunschweig). Letzterer verdient ein besonderes Lob für die Erstellung und Kontrolle sämtlicher Zahlenbeispiele.

Schließlich gebührt mein Dank den Damen und Herren des Springer-Verlages für die kollegiale und reibungslose Zusammenarbeit sowie der Setzerei K + V Fotosatz GmbH (Beerfelden-Airlenbach) für die vorbildliche Gestaltung des nicht immer einfachen Satzbildes.

Dem Leser schließlich wünsche ich viel Freude und Gewinn beim Studium eines Kalküls, der durch das Aufkommen der digitalen Rechenautomaten in der Numerischen Mathematik eine zentrale Stellung einnimmt.

Braunschweig, im Sommer 1992 Sigurd Falk
Wendentorwall 15 A

Inhaltsverzeichnis[1]

[1] Die mit dem Zeichen • versehenen Abschnitte bilden in sich ein geschlossenes Ganzes und sollten als erstes studiert werden.

Inhalt des 2. Teils

Numerische Methoden und technische Anwendungen