Bücher und Computersoftware

Objekttyp: **Group**

Zeitschrift: **Elemente der Mathematik**

Band (Jahr): **50 (1995)**

PDF erstellt am: **11.08.2024**

El. Math. 50 (1995) 0013-6018/95/030134-03$1.50 + 0.20/0

Bücher und Computersoftware

St. Kaufmann: Mathematica als Werkzeug, 396 Seiten, Fr. 48.–. Birkhäuser Verlag, Basel 1992; ISBN 3-7643-2832-0

Mathematica ist ein attraktives Computeralgebrasystem und zudem eine mächtige Programmiersprache für mathematische Anwendungen. Es erlaubt die Kombination von symbolischem und numerischem Rechnen, Grafik (einschliesslich Animation) und Programmierung.

Stefan Kaufmanns Buch füllt eine echte Lücke zwischen Handbuch und verschiedenen Programmierbüchern, indem es mit didaktischem Geschick direkt an interessanten Anwendungsbeispielen die Möglichkeiten des Systems aufzeigt. Es hilft dem/der mathematisch Interessierten, Mathematica von Grund auf zu erlernen, allenfalls auch autodidaktisch. Entstanden ist das Buch aus einer Vorlesung, die der Autor an der ETHZ (er ist am Institut für Mechanik tätig) für Mathematiker, Physiker und Ingenieure hielt. Nach jedem Abschnitt sind Befehle in Tabellen nach Themen zusammengefasst. Es finden sich dort meistens auch Übungsaufgaben. Der Inhalt gliedert sich in drei Teile:

1. Grundlagen (ca. 200 Seiten). An Themen wie Gleichungen, Polynomen und Infinitesimalrechnung werden einzelne Befehle im symbolischen und numerischen Bereich erklärt. Weil das System ohne zusätzlichen Aufwand des Benützers mit grossen Zahlen umgehen kann, wird als Anwendung zudem ein modernes kryptologisches Verfahren (RSA-Code) erlärt, welches sich auf den kleinen Fermatschen Satz stützt und dessen Entschlüsselungsverfahren die Kenntnis der zwei Primfaktoren einer grossen Zahl erfordert. Ab Seite 85 kommen zwei anspruchsvollere Beispiele zur Darstellung: Dreifachpendel und rotierendes Doppelpendel, welche mehrmals aufgegriffen und weiterentwickelt werden. Die Möglichkeiten von Mathematica werden an ihnen aufgezeigt. So füllen etwa die aus der Lagrangefunktion gewonnenen symbolischen Bewegungsgleichungen mehrere Seiten. Zudem werden Grafik und Animation als Mittel der Visualisierung eingesetzt. Animationen lassen sich recht einfach an Hand von Menus und Steuerknöpfen realisieren. Später wird die numerische Integration des Differentialgleichungssystems nach Runge-Kutta (in Mathematica ein einziger Befehl) grafisch verglichen mit derjenigen des linearisierten Systems (welches ebenfalls durch einen einzigen Befehl erzeugt wird). Für das rotierende Doppelpendel wird die Lösung ausserdem auch im Konfigurationsraum, also auf dem Torus, dargestellt. Etwa 30 Seiten sind dem Thema Liste als zentraler Datenstruktur gewidmet, erläutert an Matrizen, Vektoren, Tensoren und Eigenwerten. Das gekoppelte Schwingungsproblem als Beispiel für ein Eigenwertproblem wird im Kapitel über Grafik ebenfalls animiert. Weitere Themen sind: Fourier- und Laplacetransformation, Methode der kleinsten Fehlerquadratsumme zur Datenanalyse (wiederum nur ein einziger Befehl).

2. Struktur (90 Seiten). Mathematica hat eine einfache Grundstruktur: Alle Eingaben sind sogenannte Ausdrücke. Diese werden mit passenden Transformationsregeln und Definitionen umgeformt. Dazu dient insbesondere das Konzept der Mustererkennung. Weitere Stichworte: Transformationsregeln und Definitionen zur Umformung von Ausdrücken, Modularisierung, Formate.

3. Programmierung (60 Seiten). Mathematica als universelle Programmiersprache erlaubt prozedurale, rekursive, funktionale und regelbasierte Programmierung. Der Autor zeigt an gewissen Beispielen die Vorzüge funktionalen Programmierens gegenüber der prozeduralen Programmierung auf. Mathematica liefert sowohl für die Mathematik wie für die Informatik einen wertvollen Beitrag. Die Entwicklung von Programmen wird an Beispielen aus den folgenden Gebieten aufgezeigt: Analytische Störungsrechnung (Potenzreihen), RSA-Code, Fraktale. Numerische Genauigkeit und Fehlersuche sind weitere Themen. Nach Meinung des Autors eignet sich Mathematica durch seine hohe Flexibilität und die vielen eingebauten Hilfen und Befehle besonders gut für Programmentwicklungen. Diese sind bedeutend rascher und bequemer in dieser interaktiven und interpretierenden Umgebung realisierbar als etwa in Sprachen wie C, Pascal oder Modula.

Schlussbemerkung: Sucht eine mathematisch interessierte Person nach einem deutschen Lehrbuch für Mathematica, so ist sie mit dem besprochenen Buch gut bedient, sei sie nun in Schule, Industrie oder Forschung tätig. Etwas schade ist es, dass nicht mehr Übungsaufgaben vorhanden sind und keinerlei Lösungshinweise angegeben wurden.

Albert Fässler, Biel

G. Hämmerlin, K.-H. Hoffmann: Numerische Mathematik (3. Auflage). Springer-Verlag 1992; ISBN 3-540-55652-4

J. Stoer, R. Bulirsch: Introduction to Numerical Analysis (Second Edition). Springer-Verlag 1993; ISBN 0-387-97878-X

Le premier chapitre du livre de Hämmerlin et Hoffmann traite de la base de tout calcul numérique, à savoir de la représentation des nombres dans un ordinateur. Sont exposées la représentation des nombres en virgule flottante, les opérations en arithmétique virgule flottante, des analyses de différents types d'erreurs ainsi que des considérations générales sur certains algorithmes.

Un problème central des mathématiques numériques est la résolution de systèmes linéaires. Ces problèmes sont résolus dans le deuxième chapitre où sont présentées les méthodes d'élimination de Gauss, de Cholesky et la factorisation QR. Les notions de décomposition en valeurs singulières et de pseudoinverse d'une matrice sont introduites. Le troisième chapitre parle de problèmes aux valeurs propres de matrices et de leur résolution numérique à l'aide de la réduction sous forme tridiagonale respectivement de Hessenberg, de la méthode de Jacobi, de la méthode de la puissance et de l'algorithme QR.

Le chapitre suivant traite les questions générales d'approximation, en particulier les théorèmes d'approximation de Weierstrass, l'approximation uniforme, l'approximation dans des espaces dits pré-hilbertiens et la méthode des moindres carrés. Il trouve sa suite dans les chapitres cinq, six et sept qui parlent respectivement d'interpolation, de fonctions splines et d'intégration. Dans chacun de ces chapitres sont exposés les méthodes d'approximation classiques ainsi que les résultats de convergence et d'erreur numérique correspondants. Sont également inclus une petite section sur la transformation de Fourier rapide, des paragraphes sur les B-splines et les extensions des méthodes exposées au cas pluridimensionel.

Les méthodes d'itération, méthodes de Newton, méthode des sécantes, méthodes itératives pour résoudre des systèmes linéaires ainsi que les méthodes de relaxation sont présentées dans le huitième chapitre. Le dernier chapitre sur l'optimisation linéaire contient en particulier la méthode du simplexe.

Les buts des auteurs étaient de présenter les rapports et les aspects communs des différentes disciplines mathématiques, de mettre en évidence les motivations pour des problèmes existants, d'inclure l'évolution historique, de construire des méthodes pour la résolution numérique, d'effectuer les analyses de convergence correspondantes et de fournir une ouverture sur des domaines actuels de recherche tels que par exemple la résolution d'équations différentielles et intégrales, l'optimisation nonlinéaire ou les transformations intégrales. Les auteurs satisfont largement à ces exigences.

La matière présentée dépasse de beaucoup le cadre d'un cours sur deux semestres. Chaque paragraphe contient une série d'exercices qui complètent et illustrent les résultats qui les précèdent. La bibliographie comprend une liste d'ouvrages d'Analyse et d'Algèbre Linéaire qui donnent toutes les notions de base nécessaires à la lecture de ce livre, une liste de livres sur des thèmes speciaux d'Analyse Numérique ainsi qu'une liste des travaux originaux cités dans le texte.

Le livre de Stoer et Bulirsch commence, comme celui de Hämmerlin et Hoffmann, avec la représentation des nombres dans une machine, les différents types d'erreur et l'arithmétique en virgule flottante. Un deuxième chapitre parle de l'interpolation par fonctions polynômiales, fonctions rationnelles, fonctions splines et de l'interpolation trigonométrique. Ce chapitre contient également des sections sur la transformation de Fourier rapide et les fonctions dites B-splines. Le troisième chapitre traite de l'intégration numérique. Les formules de Newton-Cotes, la représentation de Peano de l'erreur d'intégration, la formule de sommation d'Euler-Maclaurin, les méthodes d'extrapolation et les formules du type Gauss sont présentées. Dans un dernier paragraphe de ce chapitre sont proposées des méthodes pour évaluer des intégrales présentant des singularités. Suit un chapitre sur les méthodes d'élimination pour des systèmes d'équations linéaires: méthode d'élimination de Gauss, l'algorithme de Gauss-Jordan, la décomposition de Cholesky, la factorisation QR, la méthode des moindres carrés, la pseudoinverse d'une matrice et la méthode du simplexe. En annexe, les auteurs présentent des méthodes d'élimination pour des matrices dites creuses, c'est-à-dire des matrices qui contiennent beaucoup de zéros.

Dans le chapitre cinq sont développées les méthodes d'itération classiques pour la recherche de zéros ou de minima d'une fonction: méthodes de Newton, suites de Sturm, méthode de la bisection, méthode de Bairstow, méthodes d'interpolation, méthode d'Aitken. La méthode de Newton est appliquée au problème des racines de polynômes et aux problèmes de minimisation sans contraintes. Le chapitre suivant traite de problèmes aux valeurs propres. Les auteurs présentent d'abord des méthodes de réduction de matrices à des matrices ayant des formes plus simples (entre autres la méthode de Lanczos) et ensuite des méthodes pour trouver les valeurs et les vecteurs propres (algorithmes LR, QR et QR avec shifts) et les valeurs singulières.

Dans le septième chapitre, le plus important en volume du livre, les auteurs proposent des méthodes numériques pour résoudre des équations différentielles ordinaires. Dans le paragraphe sur les problèmes à valeurs initiales ils exposent des méthodes à un pas (méthode d'Euler et de Runge-Kutta), montrent leurs propriétés de convergence et le développement asymptotique de l'erreur de discrétisation globale. Ils rendent les lecteurs attentifs à l'influence des erreurs d'arrondi et à l'implémentation pratique de telles méthodes. Ensuite ils introduisent les méthodes multipas, montrent leur convergence et donnent le développement asymptotique de l'erreur globale dans le cas de méthodes linéaires, ainsi que des implémentations pratiques. La méthode d'extrapolation est brièvement abordée et une comparaison des trois classes de méthodes énumérées précédemment est effectuée. Suivent des sections sur des équations différentielles raides, des équations différentielles implicites et des équations différentielles-algébriques. Dans le paragraphe sur les problèmes aux limites sont présentées les méthodes du tir simple, du tir multiple, la méthode générale de Newton, les méthodes des différences finies et variationnelles ainsi qu'une comparaison des toutes ces méthodes. Dans le dernier paragraphe de ce chapitre, les auteurs montrent comment on applique des méthodes variationnelles (méthodes des éléments finis) à des équations aux dérivées partielles. Ceci est illustré au problème de Dirichlet dans R^2.

Le huitième et dernier chapitre donne des méthodes itératives supplémentaires pour la résolution de grands systèmes d'équations linéaires. Les auteurs présentent les méthodes classiques de Jacobi et de Gauss-Seidel ainsi que les méthodes de relaxation, les méthodes itératives par bloc, la méthode ADI de Peaceman et Rachford, la méthode du gradient conjugué, l'algorithme de Bunemann pour la solution de l'équation de Poisson discrétisée dans R^2 et les méthodes multigrid. Toutes ces méthodes sont appliquées à de nombreux problèmes concrets et une section sur la comparaison de ces méthodes termine ce chapitre.

Le livre contient beaucoup d'exemples et d'exercices qui servent à illustrer les méthodes numériques exposées. Très souvent, pour certaines méthodes ou algorithmes, les auteurs donnent des bouts de code en ALGOL 60. Le livre est basé sur un cours d'introduction à l'Analyse Numérique d'une année, cependant la matière présentée dépasse largement le volume d'un cours d'une année. Chaque chapitre contient sa propre liste de références très représentative; à la fin du livre est donnée une liste d'autres ouvrages d'Analyse Numérique.

Les deux livres en question sont très bien écrits et bien lisibles. La matière est bien exposée et traite les problèmes essentiels d'Analyse Numérique. Il est à regretter que le livre de Hämmerlin et Hoffmann ne contienne pas de chapitre sur les équations différentielles ordinaires. Le livre de Stoer et Bulirsch traite beaucoup de problèmes qui ne sont pas contenus dans d'autres ouvrages d'Analyse Numérique: en plus des thèmes classiques d'Analyse Numérique, leur livre présente beaucoup de sujets actuels de recherche, par exemple les équations différentielles raides et différentielles-algébriques, les problèmes aux limites, les systèmes d'équations linéaires creuses. Ainsi, si le livre de Hämmerlin et Hoffmann est un livre qui contient les problèmes et les techniques de résolution classiques d'Analyse Numérique, le livre de Stoer et Bulirsch va plus loin et présente des thèmes un peu plus modernes. C'est pourquoi, les deux livres peuvent très bien se compléter et constituer la base de tout cours de mathématiques numériques.

Jean-Paul Kauthen, Fribourg

Korrektur

Leider hat sich bei den Autorenangaben für das auf Seite 88 von Vol. 50 (Heft 2) besprochene Werk ein Fehler eingeschlichen. Sie lauten korrekt wie folgt:

P. Bolli, M. Humbert: Mathématiques appliquées – l'apport de la géométrie, (3 volumes). Département de l'instruction publique Genève, Collège Rousseau, Dispositif de recherche, 16 av. du Bouchet, 1209 Genève, 1992, 1993

Die *Elemente der Mathematik* bedauern das Versehen.

Typesetting & Layout: *mathScreen online, CH-4123 Allschwil*