Werner Eberl

Modellierung und Steuerung nichtlinearer Oszillatoren mit diskreten Abbildungen

Verlag Kunst und Alltag

Für meinen Vater

Impressum

ISBN 3 88410 061 0

Verlag Kunst und Alltag
Dr. Wolfgang Baur
Gartenstr. 1
8000 München 40

Druck: G.L. Copy-Shop Zentrale GmbH, München

Technische Universität München
Physik-Department

Modellierung und Steuerung nichtlinearer Oszillatoren mit diskreten Abbildungen

Werner Eberl

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Physik der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. T. v.Egidy
Prüfer der Dissertation:
1. Univ.-Prof. Dr. E. Sackmann
2. Univ.-Prof. Dr. L. van Hemmen

Die Dissertation wurde am 11.3.1992 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Physik am 26.6.1992 angenommen.

Zusammenfassung

Poincaré-Abbildungen sind niederdimensionaler und besitzen in vielen Fällen eine erheblich einfachere Struktur als das zugehörige kontinuierliche System und lassen sich leicht mit digitalen Rechenanlagen integrieren. In dieser Arbeit werden neuartige Approximationsverfahren vorgestellt und experimentell getestet, mit denen aus Differentialgleichungen und Zeitreihen physikalisch relevanter kontinuierlicher Systeme diskrete Abbildungen bestimmt werden können, welche die wesentlichen Symmetrien der Originaldynamik wiedergeben und sich zur Vorhersage und Steuerung eignen.

Es wird untersucht, bei welchen Klassen von Differentialgleichungen für die zugehörigen Poincaré-Abbildungen eine besonders einfache Struktur zu erwarten ist. Es zeigt sich, daß derartige Differentialgleichungen so tranformiert werden können, daß für das transformierte Differentialgleichungssystem Poincaré-Abbildungen spezielle stroboskopische Abbildungen sind. Es wird gezeigt, daß sich damit stroboskopische Abbildungen wesentlich vereinfachen. Algebraische und numerische Approximationsmethoden zur Bestimmung von Poincaré-Abbildungen werden dadurch erheblich vereinfacht.

Ferner wird gezeigt, daß sich mit dosiert-asynchronen diskreten Abbildungen Gittereffekte vermeiden lassen und damit raum-zeitliche kontinuierliche dynamische Systeme mit Rauschtermen besonders gut modelliert werden können.

Zeitreihen physikalischer Systeme sind mit Rauschen behaftet. In dieser Arbeit wird eine Methode vorgestellt, die es ermöglicht, aus rauschbehafteten Zeitreihen jene Abbildungen zu ermitteln, für die der Vorhersagefehler minimal wird.

Es wird experimentell und theoretisch gezeigt, daß es möglich ist, kontinuierliche Systeme mit Hilfe von rekonstruierten diskreten Abbildungen rückkopplungsfrei zu steuern. Dies ermöglicht es, Poincaré-Abbildungen experimentell durch Resonanzspektroskopie zu bestimmen.

Inhaltsverzeichnis