New Books

Kybernetika, Vol. 20 (1984), No. 5, 423--426

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/124483

FRANK M. CALLIER, CHARLES A. DESOER

Multivariable Feedback Systems

Springer Text in Electrical Engineering. Springer-Verlag, New York—Heidelberg—Berlin 1982.

ix + 275 pages; 20 illustrations; DM 86,—.

F. M. Callier is a Professor at the Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur, Belgium and C. A. Desoer is a Professor at the University of California, Berkeley, USA. Multivariable Feedback Systems is the result of their teaching of a first-year graduate course on multivariable feedback systems addressed to control engineers. The text covers finite-dimensional time-invariant linear multivariable systems, described by polynomial matrix fractions, with strong emphasis on control problems. The prerequisites are modest: some acquaintance with concepts, terms and design goals in control and working knowledge of linear systems.

The book is reproduced in hard cover from typewritten mats which appear to be error-free.

The polynomial matrix fractions emerged during the last decade as a generalization of polynomial fractions to represent transfer functions of finite-dimensional time-invariant linear systems. The idea is simple and natural, but it took some time to appreciate and master it. Indeed, if $T(s)$ is a $p \times q$ rational transfer matrix, then

$$T(s) = N(s)/d(s)$$

where d is a scalar polynomial and N is a matrix polynomial, is perhaps the most straightforward generalization of scalar polynomial quotients associated with $p = q = 1$. The trouble is that this representation has little to say about the structure and properties of the underlying system. It is the two polynomial matrix fractions,

$$T(s) = N_r(s)\, D_r^{-1}(s) = D_l^{-1}(s)\, N_l(s)$$

with N_r, D_r right coprime and D_l, N_l left coprime, that do the job neatly. They reflect and display the dynamics as well as the structure and invariants of the system. It is not an exaggeration to say that structure is the most distinctive feature of multivariable systems over the sinhle-input single-output ones.

This volume is one of the first to treat multivariable systems exclusively by polynomial matrix fractions. In addition to complex-domain features such as poles and zeros, particular attentúon has been paid to the time-domain behaviour of the system (differential equations, pseudo-state, reachability, observability, exponential stability and well-formedness). Needless to say, the exposition cannot cover the multivariable system and control theory as a whole; the subject matter is too vast and still growing. It is rather a modern view on "polynomial matrix systems" in the feedback control context.

A brief outline of the contents is as follows. Chapter 1 explains the main engineering motivations for using feedback: desensitization to plant variations and noise reduction by large loop gain. Chapters 2 and 3 cover the mathematical tools for handling transfer functions as polynomial matrix fractions and for studying systems described by polynomial matrices. This is done in time domain. Thus, if the system is described by the differential equation

$$D(p)\,\xi(t) = 0\,, \quad t \geq 0$$

where D is a nonsingular polynomial matrix in the differential operator p, then $\xi(t)$ is called its pseudo-state trajectory. The behaviour of $\xi(t)$ at $t = 0$ and for $t \to \infty$ is of special interest. While the latter amounts to the investigation of exponential stability, the former exhibits the impulsive motions. The absence of such motions is called well-formedness; the concept itself is of key importance but the term seems to be undescriptive.

Chapter 4 uses the above tools to cover the general theory of interconnected systems. In the opinion of this reviewer, this is the highlight of the book. Well-formedness and exponential stability of an interconnected system are characterized in terms of polynomial matrix description of the component subsystems; the results are then applied to feedback systems. Chapters 5–8 deal with feedback control theory: compensator design for controlling the dynamics, for tracking, and special design techniques for stable plants.

The text is completed with three appendices. The first two briefly cover various algebraic topics, the last one covers the division by polynomial matrices. The list of symbols and abbreviations used throughout the text (and there are perhaps too many) are listed at the end. The subject index is complete but, unfortunately, some items are not followed by the page number and hence difficult to locate.

As a textbook, this work provides a rapid introduction to some of the main results on multivariable systems and control theory and provides access to the current literature. Each chapter contains a number of examples, exercises and comments which help reinforce the concepts presented. In summary, this is an interesting and welcome addition to the library on multivariable systems.

Vladimír Kučera

C. J. HARRIS, J. M. E. VALENCA

The Stability of Input-Output Dynamical Systems

Mathematics in Science and Engineering, vol. 168.

Academic Press, London 1983.

xi + 268 pages; £ 27·20.

One of the best results of the feedback theory have been the Nyquist stability criterion from 1932. Evaluating the Laplace transform of the open-loop at the stability boundary, i.e. evaluating the open-loop frequency response, it permits to judge on the stability according to the number of the encirclements of the critical point -1. If the open-loop frequency response is unstable or close to the critical point, it is easy to introduce a tandem compensator to obtain the feasible closed-loop response. The new impetus to the extension of the Nyquist criterion came from a problem of an absolute stability. Here, for the linear system in tandem with a static nonlinearity lying in some sector, the problem is to find a sufficient condition of closed-loop stability. (This separation of the linear dynamics from the static nonlinearity is general, as the used dynamical elements — integrator, differentiator and delay, are linear.) The attempts to solve the absolute stability problem using the time-domain Lyapunov method had been unsuccessful. During 1959–1962 Popov published the frequency-domain solution of the latter problem which extends the Nyquist criterion with the help of a tandem lead compensator. In 1964 Sandberg and Zames gave the circle criterion solution of an extension of the absolute stability problem: the sector nonlinearity is extended to the sector relation which may be even time-varying. The critical point -1 of the Nyquist criterion is replaced by a circle given by the sector boundaries.

The reviewed monography of Harris and Valenca is concerned with multi-input multi-output (MIMO) extensions of the Nyquist, Popov and circle criteria and to large extent with the mathematical apparatus for these extensions.

In the chapter "Linear Input-Output Stability Theory" (22 pp.) are given the extensions of Nyquist criterion using the topology of Riemann surfaces. In the chapter "Stability of Nonlinear Multivariable Systems-Circle Criteria" (43 pp.) the three small gain theorems are given, one of them applies even to nonlinearities with discontinuities and hysteresis. Despise the heavy apparatus behind, the authors take analytical results as useful only if they can be interpreted graphically. Both the frequency-dependent eigenvalues and their bounds by the Gershgorin circles are considered. The last chapter "Stability of Nonlinear Multivariable Systems — Passivity Results" (43 pp.) treats off-axis MIMO circle criterion and MIMO extension of Popov criterion.

Moreover to these three chapters on the stability, the monography contents four chapters on the apparatus: the chapters "Mathematical Preliminaries" (40 pp.), "Ricmann Surfaces and the Generalized Principle of the Generalized Principle of the Argument" (41 pp.), "Representation of Multipliers" (40 pp.) and "Extended Space Theory in the Study of Systems Operator" (29 pp.)

The comparison of the extent of the formal apparatus part and the stability part shows where is the authors' emphasis. The monography is a Volume 168 in Mathematics in Science and Engineering, R. Bellman, Ed. The topic have been very well selected. The book is finely printed and bound.

Antonín Vaněček

PATRICK C. PARKS,
VOLKER HAHN

Stabilitätstheorie

Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1981.
viii + 164 Seiten, 69 Abbildungen; DM 48,—.

Das Buch stellt eine Einführung in die Stabilitätstheorie dynamischer Systeme dar. Es entstand aus des Vorlesungen, die Prof. P. C. Parks als Gastprofessor an der Ruhr-Universität Bochum hielt, und ist vor allem den Studenten sowie auch den Fachmännern auf dem Gebiete der Regelungstechnik bestimmt.

Das erste Kapitel des Buches ist der Stabilitätstheorie linearer Systeme gewidmet. Da findet man das klassische Leonhard-Michailov Kriterium, das Routh-Kriterium uns seine verwandte algebraische Kriterien, nämlich die von Hurwitz, Orlando und Liénard-Chipart. Weiter führen die Verfasser das Nyquist-Kriterium als Stabilitätsbedingung des geschlossenen Systems ein und zeigen seine Anwendung auf Systeme mit der Totzeit. Für diese Systeme ist auch ein algebraisches Kriterium von Pontryagin vorgestellt. Man findet hier auch die kurze Erläuterung weniger bekannten Kriterien für die Systeme mit komplexen Koeffizienten. Für diskrete Systeme sind drei Typen des Stabilitätsbedingungen angeführt, nämlich die Kriterien nach Routh-Hurwitz, Schur-Cohn und Jury.

In dem zweiten Kapitel werden zunächst ausführliche Stabilitätsdefinitionen angebracht und die Beziehungen allen angeführten Stabilitätsbegriffen dargestellt. Der Stabilitätssatz nach Ljapunow ist als hinreichende Bedingung für gleichmäßig asymptotische Stabilität des nichtautonomen Systems (ohne Beweis) vorgestellt. Die entsprechende Kombination der Bedingungen für andere Stabilitätsbegriffe kann man mit Hilfe der übersichtlichen Tafel leicht erkennen. Aus der Methoden der Konstruktion von Ljapunow-Funktionen findet der Leser die Lösungsmethoden der Matrix-Ljapunov-Gleichung, die Gradientenmethoden von Schulz und Gibson, von Ingwerson und von Brockett. Als wichtiger Beitrag in der nichtlinearen Stabilitätstheorie ist das Kriterium in Frequenzbereich nach Popow und Kalman erläutert.

In dem dritten Kapitel ist die Stabilität von linearer Mehrgrössensystemen betrachtet. Zwei Stabilitätskriterien sind angeführt, nämlich das nach Rosenbrock, das auf dem Gergorinschen Satz begründet ist, und das verallgemeinerte Nyquist-Kriterium von MacFarlane.

Das kurze vierte Kapitel zeigt die Form des Ljapunow-Funktionals für ein System, das durch eine hyperbolische partielle Differentialgleichung zweiter Ordnung beschrieben ist. Dieses Funktional wird für das Ableiten der Stabilität und der asymptotischen Stabilität der Ruhelage angewendet. Der Anhang enthält dreißig gut ausgewählten Übungsaufgaben mit der Lösungen.

Das vorliegende Buch ist bündig, gut übersichtlich, verständlich und dabei ausführlich genau geschrieben. Es erfordert keine besonderen Vorkenntnisse und man kann hoffen, dass es viele Leser und Gönner findet.

Antonín Tuzar

Р. Х. ЗАРИПОВ:

Машинный поиск вариантов при моделировании творческого процесса

Наука, Москва 1983.
Стр. 232.

Использование вычислительных машин для моделирования художественного творчества представляет собой интересную область создания искусственного интеллекта. Настоящая работа основана главным образом на изучении закономерностей музыки и на заметном предположении, что большинство элементов творческой деятельности можно алгоритмизовать.

Читатель не встречается в первый раз с решением проблемы алгоритмического строения музыкальных сочинений. Автор монографии Х. Р. Зарипов издал уже в 1971 г. книгу „Кибернетика и музыка" с подробным анализом механических способов сочинения музыки, анализом решений задач по гармонии на вычислительной машине и дальнейших возможностей методов моделирования музыкальных понятий. В отличие от этой книги, методы описанные в настоящей книге являются несколько более общими. Автор описывает принцип варьирования, суть которого состоит в преобразовании структуры с сохранением некоторых ее инвариантов и показывает, что применение этого метода в творческом процессе является одной из его существенных частей.

Книга разделена на семь основных частей. Глава 1 содержит введение в концепцию варьирования ситуации. Несколько примеров из разных областей показывает объяснение понятия инварианта и трансформанта — основных элементов варьирования.

В главе 2 обстоятельно рассмотривается метод имитационного моделирования с помощью вычислительной машины. Результаты полученные после окончения этапов анализа и синтеза модели оценены экспериментами реализующих тест Тьюринга. Особое внимание посвещено иерархии понятий и иерархии уровней определений понятий. Эти иерархии являются принципиальными при моделировании творческой деятельности. Глава завершается описанием моделирования музыкальных сочинений методом марковских цепей, который конечно неотражает главные музыкальные стороны мелогии. Автор вводит понятие „вес звука в мелодии" с помощью которого улучшает возможности основного алгоритма.

В главе 3 объединены некоторые основные музыкальные понятия и разобран принцип вариационного развития мелодии в духе идеей главы 1. Тоже обсуждаются три условия необходимые для раскрытия закономерностей переноса инвариантных элементов (главным образом для объективизацию выводов из экспериментов служащих оценке синтезированных сочинений).

Целью 4. главы является введение особенностей вероятностных алгоритнов которые употреблены в самой важной главе книги — главе 5. Здесь рассматриваются подробно структуры данных и алгоритм для сочинения мелодических вариящий на вычислительной машине. Параметризация алгоритма позволяет исследовать отношения между набором значений параметров и эстетических особенностей машинных сочинений.

Последнее две части книги посвещены использованию показанных принципов в евристической деятельности на примере игры в 5 (глава 6) и дискуссии по понятии аналогии, которая являетя инвариантом при переходе от одного вида деятельности к другому.

Книга дополнена работой титульного редактора книги М. Г. Гаазе-Рапопорта о поиске вариантов в сочинении сказок.

Книга написана ясным понятным языком, хотя и ее внутренная структура имеет некоторые незначительные недостатки (например, музыкальные понятия использованные в разделе 2.7 полно определены в контексте главы 3, пример плетения кружев можно было лучше поместить в дополнении).

Автор выходит из некоторых предположений, которые для ряда читателей являются дискуссионной темой. Так, например, из диапазона тональной музыки полученные результаты касаются только диатонической музыки и их не легко обобщить на хроматичекие композиции. Тоже тезис о познании природы творчества проблематичный. Найденные алгоритмы только эквивалентны (в смысле одинаковости результатов) собственному творческому процессу.

Наконец, можно сказать, работа показывает, что прочный фундамент новой области исследования заложен и есть все основания быть оптимистичным в озидании дальнейших результатов.

Ярослав Покорны