

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ ЦИФРОВЫХ САУ С ПРОДУКЦИОННЫМИ АЛГОРИТМАМИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Г.Н. Рогачев

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Представлен метод синтеза регуляторов цифровых САУ в виде системы правил их работы. Рассматриваются основные этапы процедуры синтеза, описываются преимущества такого подхода.

Ключевые слова: *оптимальный синтез, система правил работы регулятора, непрерывно-дискретная система управления.*

Одним из важных направлений современного развития теории управления является исследование непрерывно-дискретных систем [1, 2]. В таких системах компоненты с непрерывными сигналами отражают физические законы, технологические или технические принципы, которым подчинено функционирование объектов управления, а дискретные элементы моделируют работу цифровых управляющих устройств.

В статье рассмотрена постановка нового класса актуальных задач структурного и параметрического синтеза непрерывно-дискретных систем управления, отличающаяся тем, что определению подлежит алгоритм функционирования регулятора, представленный в явной продукционной форме – в виде системы правил вида «условие – действие». Наполнение системы правил работы регулятора и, возможно, их количество находятся в процессе синтеза посредством автоматически формируемых специализированных вычислительных операций.

Известные методы формирования и использования продукционных вариантов описания регулятора (в частности, на основе четкой и нечеткой логики) [3] не предполагают формирования алгоритма управления с учетом всего комплекса взаимосвязанных принципиальных особенностей, присущих цифровым характером управляющих устройств, сетевым способом обмена информацией между ними и необходимостью построения вычислительной технологии с учетом указанных факторов. Кроме того, известные алгоритмы с фиксированной логикой не обеспечивают автоматического формирования алгоритма управления в темпе с управляемым процессом на основе рабочей информации о поведении объекта, получаемой по сигналам обратных связей.

Продукционная (алгоритмическая) форма описания регуляторов позволяет унифицировать задачу их синтеза. Действительно, процедура синтеза регулятора может быть описана единообразно: вне зависимости от конкретной задачи определению подлежат количество элементов системы продукций (пар типа «условие – действие») и ее наполнение (рис. 1).

При этом вместо классической многоступенчатой процедуры синтеза системы продукций регулятора (рис. 2), включающей последовательность операций по выбору структуры регулятора, определению его параметров, разработке реализующих этот регулятор алгоритма и программного кода, используется прямой синтез (рис. 3)

Геннадий Николаевич Рогачев (к.т.н., доц.), доцент кафедры «Автоматика и управление в технических системах».

программы действий регулятора – системы правил, т. е. алгоритма его работы в виде псевдокода.

Элементами продукционной модели регулятора, изменяющимися в процессе поиска оптимальных решений и, возможно, в процессе работы регулятора, являются: количество n правил; antecedent A_i каждого i -того правила и консеквент C_i каждого i -того правила.



Рис. 1. Блок-схема системы управления с продукционной моделью регулятора

Существенной особенностью предлагаемого метода является допущение вариативности не только консеквентной части системы правил, но и antecedентной их части, условий срабатывания регулятора. Этим наряду с непрерывно-дискретными системами с переключениями в заранее заданные тактовые моменты времени (time-based control) в число потенциальных решений включаются также логико-динамические системы с переключениями в произвольные (обусловленные наступлением некоторых событий) моменты времени (event-based control). А для непрерывно-дискретных систем допустимой становится аритмия, колебания шага квантования регулятора по времени вследствие изменений условий работы системы. Причем такие колебания могут быть следствием изменения времени вычисления и передачи информации по каналам связи и иметь негативные последствия либо обуславливаться алгоритмом управления, носить детерминированный характер и повышать качество работы системы управления. Классическая схема требует $k \cdot m \cdot n$ циклов итерационного процесса синтеза регулятора; в предлагаемом варианте необходимо лишь $k \cdot m$ циклов – исключается выделенный серым цветом на рис. 2 цикл выбора структуры регулятора.

Предельно универсальная форма описания обеспечивает полную свободу выбора структуры регулятора и закона управления. Любой иной подход предполагает, что мы заранее определяем вид регулятора. Как правило, решающим фактором при

этом является то, какой метод решения задачи синтеза планируется использовать. Применение продукционного метода синтеза такое ограничение снимает. Выбор структуры регулятора и законов управления осуществляется в зависимости от поставленной задачи, а не от метода ее решения. Более того, в ходе синтеза структура регулятора и законы управления могут многократно меняться. При определении в процессе синтеза системы продукции можно заранее задать разрешенный набор составляющих ее компонентов (допустимый тезаурус элементов-«условий» и элементов-«действий»). Все это выгодно отличает рассматриваемый метод от известных.

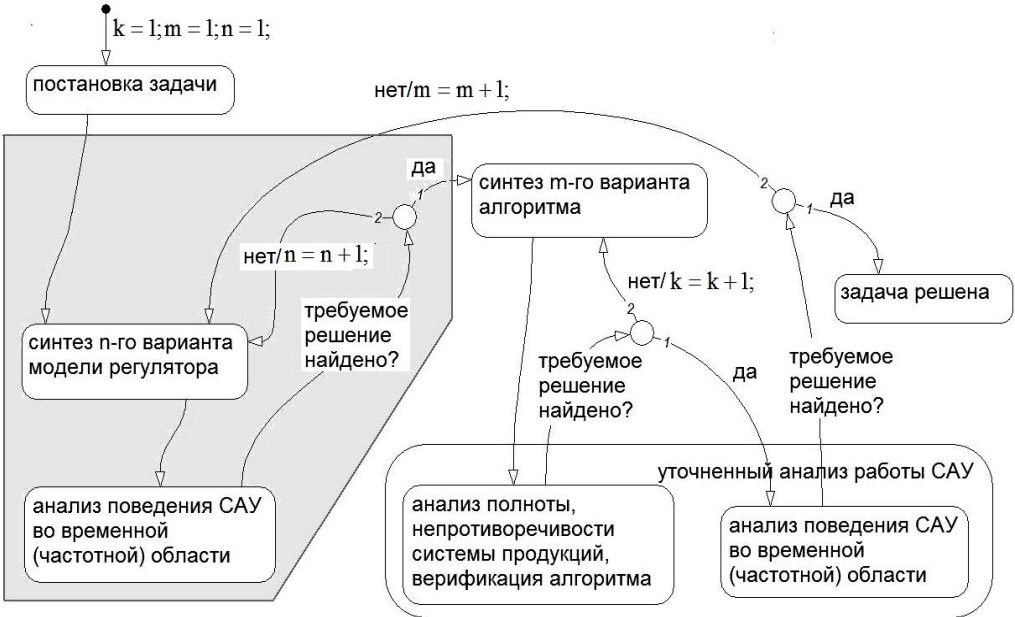


Рис. 2. Блок-схема традиционного варианта синтеза регуляторов

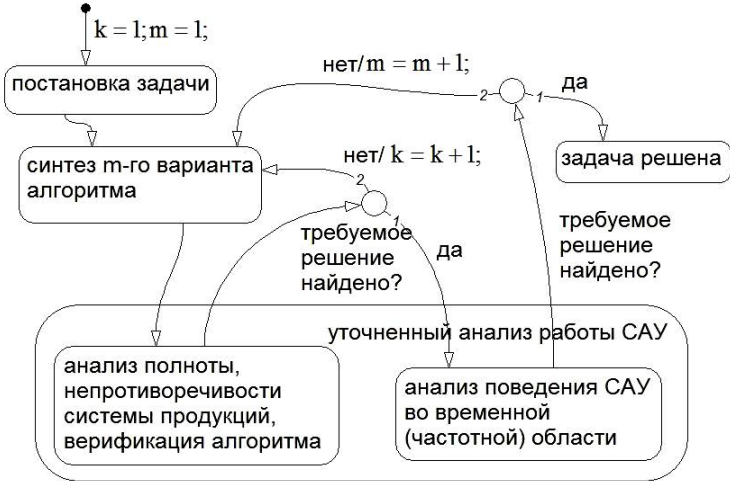


Рис. 3. Блок-схема продукционного варианта синтеза регуляторов

Не исключено привнесение неформального творческого элемента в практику проектирования систем управления. Процесс синтеза можно организовать с исполь-

216

зованием знаний эксперта. В качестве системы продукций могут использоваться правила, полученные эмпирически или аналитически. За счет применения этого подхода обеспечивается учет принципиальных особенностей, привносимых цифровым характером устройств управления и сетевым способом обмена информацией между ними.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что в настоящее время общий формализованный метод решения задачи синтеза регуляторов в продукционной форме отсутствует. Здесь можно пока указать лишь некоторые частные способы, базирующиеся на различных подходах к синтезу системы продукций (т. е. определение количества пар типа «условие – действие» и конкретного содержания каждого элемента-условия и каждого элемента-действия) [4-7]. Поскольку большинство задач науки и техники относятся к обширному классу проблем поиска оптимальных решений, в основе этих подходов к синтезу системы правил работы регулятора лежит процедура оптимизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Murray R.M.* Future Directions in Control in an Information-Rich World / R.M. Murray [et al.] // IEEE Control Systems Magazine. – 2003. – Vol. 23, No. 2. – P. 20-33.
2. *Caspi P.* From Control Loops to Real-Time Programs / P. Caspi, O. Maler // Handbook of Networked and Embedded Control Systems. – Basel: Birkhauser, 2008. – P. 395-418.
3. *Беллман Р., Заде Л.* Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976. – С. 172-215.
4. *Рогачев Г.Н.* Численно-аналитическая процедура оптимального синтеза гибридных систем / Г.Н. Рогачев, В.А. Егоров // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2010. – № 7 (28). – С. 32-36.
5. *Рогачев Г.Н.* Использование генетического алгоритма с отсечением по времени в задаче синтеза программного регулятора для машины Дубинса / Г.Н. Рогачев // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2011. – № 3 (31). – С. 27-33.
6. *Рогачев Г.Н.* Синтез системы правил работы регулятора в задаче управления с нечеткими целями и ограничениями / Г.Н. Рогачев // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2011. – № 4 (32). – С. 34-42.
7. *Продукционный метод синтеза регуляторов систем управления непрерывно-дискретными объектами / Г.Н. Рогачев // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2013. – № 1 (37). – С. 22-27.*

Статья поступила в редакцию 30 сентября 2013 г.

SYNTHESIS PRODUCTION RULE SYSTEM OF DIGITAL CONTROLLERS

G.N. Rogachev

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

The article is devoted to the synthesis of digital controllers as systems of their rules. The article considers the main stages of the synthesis procedure, describes the benefits of such an approach.

Keywords: *optimal synthesis, the system of rules of the controller, continuous-discrete control system.*