

ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**Время выбирать
новые технологии!**

CYGNAL UBICOM

Высокоскоростные микроконтроллеры:

- Silicon Lab's (CYGNAL), ядро 8051 (100 MIPS)
- UBICOM (Scenix), RISC ядро (160 MIPS)



SAMSUNG FUJITSU

RF трансиверы Atmel и Chipcon
на диапазоны частот 430, 860,
930 и 2400 МГц (ZigBee/SmartRF)

ATMEL CHIPCON

ЭЛЕКТРОСНАБ

www.electrosnab.ru

Санкт-Петербург

5/2003

— 5/2003

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Учредитель и издатель:

ФГУП «Издательство «Политехника»»

Главный редактор

М. Б. Сергеев,
доктор технических наук, профессор

Зам. главного редактора

Г. Ф. Мощенко

Редакционный совет:

Председатель А. А. Оводенко,
доктор технических наук, профессор
В. Н. Васильев,
доктор технических наук, профессор
В. Н. Козлов,
доктор технических наук, профессор
Ю. Ф. Подолекин,
доктор технических наук, профессор
Д. В. Пузанков,
доктор технических наук, профессор
В. В. Симаков,
доктор технических наук, профессор
А. Л. Фрадков,
доктор технических наук, профессор
Л. И. Чубраева,
доктор технических наук, профессор, чл.-корр. РАН
Р. М. Юсупов,
доктор технических наук, профессор

Редакционная коллегия:

В. Г. Анисимов,
доктор технических наук, профессор
В. Ф. Мелехин,
доктор технических наук, профессор
А. В. Смирнов,
доктор технических наук, профессор
В. А. Фетисов,
доктор технических наук, профессор
В. И. Хименко,
доктор технических наук, профессор
А. А. Шалыто,
доктор технических наук, профессор
А. П. Шепета,
доктор технических наук, профессор
З. М. Юлдашев,
доктор технических наук, профессор

Редактор: Л. М. Манучарян

Корректор: Е. П. Смирнова

Дизайн: М. Л. Черненко

Компьютерная верстка: Ю. А. Окунева,

А. А. Буров

Ответственный секретарь: О. В. Муравцова

Адрес редакции: 191023, Санкт-Петербург,

Инженерная ул., д. 6

Тел./факс: (812) 312-53-90

E-mail: asklab@aanet.ru

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12412 от 19 апреля 2002 г.

Журнал распространяется по подписке. Подписку можно оформить в любом отделении связи по каталогу агентства «Роспечать». Индекс 15385.

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

Дубаренко В. В. Принципы логического управления динамическими объектами 2

Коновалов А. С., Шумилов П. Е. Применение нечеткой логики в авиационных системах антизловольной автоматики 12

Городецкий А. Е., Тарасова И. Л. Логически прозрачные сети 18

Лукьянова Л. М. Структурно-целевой анализ в управлении системами производственной сферы 21

ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

Шопырин Д. Г., Шалыто А. А. Объектно-ориентированный подход к автоматному программированию 29

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Ерош И. Л. Передача со скрытым смыслом 40

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Изилов Я. Ю. Технологии речевого управления для автоматизации производственных процессов 47

Горбунов Д. А., Мамаев В. Я., Петров К. К. Модель представления учебного материала и способ диагностирования ошибок оператора в автоматизированной обучающей системе 51

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АННОТАЦИИ 61

ЛР № 010292 от 18.08.98.

Сдано в набор 24.10.2003. Подписано в печать 24.11.2003. Формат 60×90/8.

Бумага офсетная. Гарнитура Pragmatica. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,0. Уч.-изд. л. 11,3. Тираж 1000 экз. Заказ 846.

Оригинал-макет изготовлен в ФГУП «Издательство «Политехника»», 191023, Санкт-Петербург, Инженерная ул.; д. 6 и отделе электронных публикаций и библиографии ГУАП, 190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 67.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ООО «Политехника-сервис», 191023, Санкт-Петербург, Инженерная ул., д. 6.

УДК 519.71

ПРИНЦИПЫ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

В. В. Дубаренко,

д-р техн. наук

Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург

Исследуются методы построения систем логического управления, обеспечивающих повышение качества нелинейных динамических объектов, и предлагаются алгоритмы их реализации.

Synthesizing methods of logic control systems are investigated. Methods provide improvement of quality of control by nonlinear dynamic objects. Realizing algorithms of these methods are offered.

Общие принципы построения моделей динамических систем как объектов управления

При управлении динамическим объектом (ДО) в реальном времени ($ДО \rightarrow T^R$) существует несколько подходов к обеспечению требуемого качества управления Ξ . Эти подходы связаны с реализацией в регуляторах законов управления \hat{U} , в которых для вычисления управляющих воздействий $u(t)$ либо используются поисковые процедуры $\exists \mathcal{E}^+$, либо не используются $\exists \mathcal{E}^-$. До последнего времени реализация в регуляторах $\exists \mathcal{E}^+$ наталкивалась на непреодолимые трудности из-за невозможности обеспечения вычислений в заданном темпе \mathcal{T} . Реализация Ξ достигалась при помощи регуляторов, в которых частотными методами обеспечивался заданный уровень усиления в рабочей полосе частот. Точность управления θ гарантировалась только для замкнутого контура элементов системы, охваченных датчиками обратной связи, а значительная часть элементов, подверженных возмущениям, не контролировалась. Поэтому дальнейшее повышение $\theta \in ДО$ обусловлено прежде всего возможностью получения достоверной оценки компонент вектора состояния, недоступных для прямого измерения:

$$\tilde{\mathbf{x}}^- = [\tilde{x}_1^-, \tilde{x}_2^-, \dots, \tilde{x}_3^-].$$

Организация оптимального управления ДО \hat{u} , описывающихся системами нелинейных дифференциальных уравнений высокого порядка (НСДУ), при ограничениях, наложенных на переменные управления $\mathbf{u} \in U$ и состояния $\mathbf{x} \in X$, еще наталкивается на значительные методические и вычислительные трудности. К их числу следует отнести разработку численных методов определения функции оптимального управления при наличии ограничений $\hat{\mathbf{u}}(t) \in U$.

Проблема синтеза системы оптимального управления, как известно [1], связана с решением некоторой вариационной задачи Ψ , являющейся математической формулировкой цели управления при физических ограничениях $J = J(\mathbf{x}, \mathbf{u})$, $\dot{\mathbf{x}} = f(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t)$, $\mathbf{x} \in X$, $\mathbf{u} \in U$, $t_0 \leq t \leq T$. Основная трудность, возникающая при решении этой проблемы, состоит в отсутствии математического аппарата, который давал бы в общем случае решение задачи синтеза в виде оптимального оператора обратной связи $\mathbf{u}(t) = K(\mathbf{x}(t))$.

Исключения составляют задачи синтеза линейных систем управления (LCS) $\dot{\mathbf{x}}(t) = A\mathbf{x}(t) + B\mathbf{u}(t)$, $\mathbf{y}(t) = C\mathbf{x}(t)$, ($A, B, C \in \Pi$) с квадратичными критериями качества J_2 , решение которых может быть получено в замкнутой форме. В этом случае отыскание оператора обратной связи $\mathbf{u}(t) = Q^{-1}B^TP\mathbf{x}(t)$, доставляющего минимум интегральной квадратичной оценке качества $J_2 = \int_{t_0}^T (\mathbf{y}^T(t)R\mathbf{y}(t) + \mathbf{u}^T(t)Q\mathbf{u}(t))dt + \mathbf{x}^T(t)P\mathbf{x}(t)$, осуществляется путем решения матричного дифференциального уравнения, известного как уравнение Риккати $\mathfrak{R} P(t) = C^TRC - P(t)BQ^{-1}B^TP(t) + P(t)A + A^TP(t)$. Однако при таком подходе серьезной проблемой становится выбор значений весовых коэффициентов Q и R в целевой функции квадратичного критерия качества J_2 , обеспечивающего необходимые требования к переходному процессу с учетом ограничений L ($\mathbf{u} \in U$, $\mathbf{x} \in X$).

Очевидно, что возможности применения того или иного метода решения Ψ , в первую очередь, определяются типом самой вариационной задачи, т. е. способом задания функционала J , граничных условий $\mathfrak{Z}(\mathbf{x}(0), \mathbf{x}(t))$ и ограничений L .

Наибольшие достижения теории оптимального управления в области вычислительных методов решения Ψ относятся к методам отыскания