

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ СИСТЕМ КОЛЛЕКТИВНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Абабий Виктор, Судачевски Виорика, Подубный Марин

Технический Университет Республики Молдова

Аннотация

В работе рассмотрена задача поиска оптимального алгоритма для систем коллективного принятия решения. Для решения данной задачи процесс поиска оптимального алгоритма представлен в виде эволюционной системы, которая производит отбор и адаптацию к внутренним и внешним условиям состояния системы. В качестве примера выбрана система мобильных роботов, поведение которой описано системой линейных уравнений. Поиск оптимального алгоритма осуществляется методом отбора оптимального значения целевой функции, который определяет показатель качества алгоритма. В процессе эволюции системы происходит замена алгоритма с меньшим показателем качества на алгоритмы с большим показателем качества.

Abstract

In this paper the problem of optimal algorithm finding for collective decision systems is considered. To solve this problem the process of optimal algorithm finding is represented in the form of an evolutionary system that produces the selection and adaptation to internal and external conditions according to the system state. As an example, a mobile robots system is chosen, whose behavior is described by a system of linear equations. The optimal algorithm finding is carried out by selection of the optimal value, which determines the quality index of the algorithm. In the evolution process of the system, the algorithms with lower quality indexes are replaced by the algorithms with greater quality indexes.

Введение

Процесс решения задачи поиска оптимального алгоритма для систем коллективного принятия решения относится к эволюционным системам [1] или, в частности, к генетическому и эволюционному программированию [2,3,4].

В процессе эволюции системы происходит самоорганизация, которая проявляется согласованным функционированием за счет связей с внешней средой. В процессе самоорганизации системы можно выделить две основные фазы: эволюционное развитие (перепрограммирование вычислительной системы) и отбор (поиск оптимального значения целевой функции). Процесс самоорганизации системы обладает механизмом непрерывной адаптации к меняющимся внутренним и внешним условиям системы. Система преобразует свою структуру и логику функционирования для того, чтобы при минимальных затратах выполнить заданные функции в условиях меняющейся внешней среды [6].

Адаптация системы к меняющимся условиям происходит благодаря появлению технических средств и алгоритмов обладающих соответствующими функциональными свойствами. В результате адаптации системы происходит нарастание универсальности, что упрощает сложность системы и снижает затраты на проектирование и эксплуатацию.

Постановка задачи поиска оптимального алгоритма

Пусть дана система мобильных роботов, $\mathbf{MR} = \{MR_m, m = \overline{1, M}\}$, которые выполняют общую задачу \mathbf{W} . Задача \mathbf{W} распределена на подзадачи, где $\mathbf{W} = \{W_m, m = \overline{1, M}\}$, то есть, каждому роботу из множества \mathbf{MR} распределена подзадача, которая решается алгоритмом $\mathbf{A} = \{A_m, m = \overline{1, M}\} \Rightarrow (A_m \Leftrightarrow W_m, \forall m = \overline{1, M})$.

Система мобильных роботов **MR** активирует в заданном пространстве и определено условиями задачи $W \in \mathbf{R}^{N+3+1}$, где: N - мерность пространства состояния задачи W и ограничено $\mathbf{R}^N \leq \mathfrak{R}^N$; 3 - мерное пространство координат $Oxyz$, положение роботов по координатам Ox, Oy, Oz и ограничено $\mathbf{R}^3 \leq \mathfrak{R}^3$; и 1 - координата времени $t \leq T$.

Поведение системы мобильных роботов **MR** и процесс решения задачи W описывается системой линейных уравнений (1):

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{x}}(t) = A\mathbf{x}(t) + B\mathbf{u}(t), \\ \mathbf{y}(t) = C\mathbf{x}(t) + D\mathbf{u}(t) \end{cases} \quad (1)$$

где: $\mathbf{x}(t) \in \mathbf{R}^{N+3}$ - вектор состояния системы, $\mathbf{u}(t) \in \mathbf{R}^3$ - вектор управления, $\mathbf{y}(t) \in \mathbf{R}^{N+3}$ - вектор ввода, A, B, C, D - матрицы постоянных коэффициентов.

Процесс отбора оптимального алгоритма основан на минимизации системы нелинейных уравнений (2), которые определяют показатель качества поведения системы.

$$S = \max_{\mathbf{x} \in \mathbf{R}^N} (Q(\mathbf{x})) \quad (2)$$

В результате определения оптимального алгоритма происходит замена менее эффективных алгоритмов на оптимальный алгоритм.

Если предположить, что $\frac{\partial \mathbf{x}}{\partial t} = \mathbf{0}$ и $\frac{\partial \mathbf{x}}{\partial x} \neq \mathbf{0}, \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial y} \neq \mathbf{0}, \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial z} \neq \mathbf{0}$ то система является постоянной в пространство времени и изменяет свое состояние в пространстве координат Ox, Oy, Oz . Такие процессы характерны для систем поиска постоянных или условно постоянных источников радиации, излучения или загрязнения.

Синтез топологии сети для поиска оптимального алгоритма

Проектируемая система представляет собой сеть **WLAN** (Wireless Local Area Network) на базе технологии **MESH**. На Рисунке 1 представлена топология сети, где: **CM** - модуль конфигурации системы мобильных роботов, $CS_m, m = \overline{1, M}$ - вычислительные модули, интегрированные в структуру мобильных роботов **MR**.

Принцип функционирования системы заключается в конфигурации вычислительных модулей **CS**. Данная операция осуществляется модулем **CM**, который поочередно передает каждому модулю $CS_m, m = \overline{1, M}$ алгоритм функционирования $A = \{A_m, m = \overline{1, M}\}$. В процессе эволюции системы алгоритмы могут мигрировать с одного модуля **CS** на другой, в зависимости от показателя качества алгоритма. Таким образом, осуществляется отбор оптимального алгоритма и его распространение для управления системой.

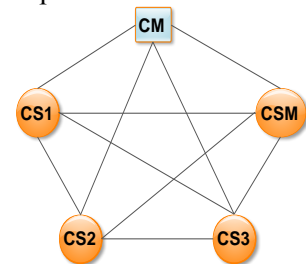


Рисунок 1 – Топология сети на базе технологии **MESH**.

Синтез вычислительной структуры мобильных роботов

Вычислительная структура мобильного робота представлена на Рисунке 2, где: **CSMR** - вычислительная система для управления мобильным роботом на базе системы уравнений (1) и вычисления параметров оптимизации (показатель качества алгоритма) на базе выражения (2); **WNNM** (Wireless Network Node Module APC230N-47) – модуль для реализации сети **WLAN**; **PLC** (Program Load Controller) – контроллер управления

процесом загрузки программы в **MCU**; $x(t) \in \mathbb{R}^{N+3}$ - вектор состояния системы; **MCU ATmega2560** - микроконтроллер; **MCD** (Motor Control Device) – блок управления двигателями перемещения робота; **LS** (Locomotion System) – система перемещения робота.

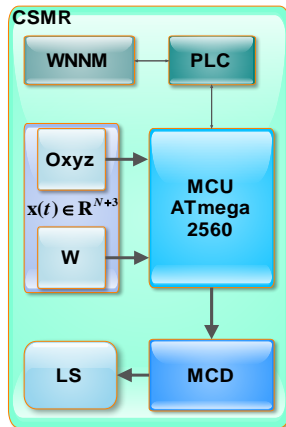


Рисунок 2 – Вычислительная структура мобильного робота.

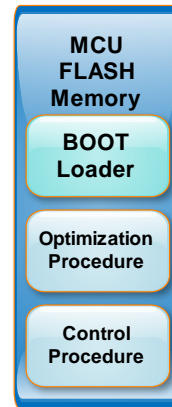


Рисунок 3 – Структура памяти программ микроконтроллера ATmega 2560.

На Рисунке 3 представлена структура памяти программ микроконтроллера ATmega 2560, которая содержит следующие блоки: **BOOT Loader** - процедура загрузки памяти программ; **Optimization Procedure** - процедура оптимизации, которая решает выражение (2); **Control Procedure** - процедура управления роботом на базе системы уравнений (1).

Выводы

В данной работе представлены результаты проектирования системы и способ отбора оптимального алгоритма управления для систем коллективного принятия решения. Система управления представляет собой сеть на основе технологии **MESH**, реализованная на базе микроконтроллеров AVR ATmega2560. В качестве системы коллективного принятия решения выбрана система мобильных роботов, которые решают общую задачу поиска источника излучения.

В работе представлены методология поиска оптимального алгоритма, топология сети, структура системы управления мобильным роботом и структура памяти программ управления роботом.

Список использованных источников:

1. Емельянов В. В., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Теория и практика эволюционного моделирования. — М.: Физматлит, 2003. — С. 432. — ISBN 5-9221-0337-7.
2. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие. — 2-е изд.. — М.: Физматлит, 2006. — С. 320. — ISBN 5-9221-0510-8.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. — 2-е изд.. — М.: Горячая линия-Телеком, 2008. — С. 452. — ISBN 5-93517-103-1.
4. Скобцов Ю. А. Основы эволюционных вычислений. — Донецк: ДонНТУ, 2008. — С. 326. — ISBN 978-966-377-056-6.
5. Авакумов С. Н., Киселев Ю. Н., Некоторые алгоритмы оптимального управления, Управление, устойчивость и обратные задачи динамики, Сборник научных трудов, Тр. ИММ УрО РАН, 12, № 2, 2006, 3–17.
6. Аруцев А.А., Ермолаев Б.В. и др. Концепции современного естествознания. — Ростов: Феникс, 2008. — 412 с. ISBN: 978-5-222-13776-5.