

# Структуры и модели интеллектуального управления многофункциональной робототехнической платформой

О.Н. Сухоручкина<sup>1</sup>

*Abstract – The problems on realisation of the activ component of multifunction robotic platform intelligent control and suitable structures and mathematical models are considered.*

*Keywords – Robotics Control Systems, Artificial Intelligence, Information Technology.*

## I. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы существенно возрос интерес к разработкам интеллектуальных систем управления в таком практическом применении как робототехника. Изменение рынка робототехнических изделий в сторону массового потребителя, происходящее в связи с появлением широко доступных микропроцессорных и сенсорных комплектов, развитием информационных и компьютерных технологий в области систем управления, выдвигает на первый план задачи повышения уровня автономности таких систем и упрощения их использования неподготовленным пользователем.

Рассмотрим структуру управляющей системы (УС) многофункциональной робототехнической платформы (МРП), предназначенной для автономного выполнения различных заданий в помещениях и оснащенной захватным устройством, видеокамерой и рядом сенсоров.

## II. СТРУКТУРА УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

В общем случае совокупность функций управляющей системы МРП предполагает восприятие информации о внешнем мире, управление выполнением действий МРП и человеко-машинный интерфейс. В зависимости от контекста целевого задания и текущей ситуации, возможными автономными действиями МРП являются: интерпретация информации, поступающей от внешнего мира; перемещения платформы; изменения состояния захватного устройства; определенные сообщения человеку-пользователю либо другим техническим системам.

Основное отличие интеллектуального управления от традиционного кибернетического состоит в наличии активирующей подсистемы, которая контролирует и корректирует цель управления и соответственно целесообразное поведение системы в целом [1].

Для формирования активирующей составляющей УС предложено использовать принцип акцептора действия [2], согласно которому развитым системам живой природы свойственен механизм предсказания и оценки результатов их действий. Умение строить модель будущего результата действия как «информационного эквивалента результата» позволяет затем слить с ней

параметры реально выполненного действия и в случае существенного несовпадения ожидаемых и фактических параметров состояния системы принимать решение об активизации необходимых дополнительных исследовательских действий.

Для моделирования будущего результата действий МРП созданы математические модели внешнего мира, МРП как объекта управления со всеми его функциональными возможностями и модели – алгоритмы целенаправленной деятельности МРП. Программно реализована иерархическая трехуровневая структура библиотеки правил поведения (БПП), содержащая алгоритмы исполнительного (Команды) и тактического (Поведения и Задания) уровней управления.

Исполнительный уровень обеспечивают два варианта алгоритмов – для управления всеми физическими модулями МРП и для формирования математических моделей соответствующих процессов.

Верхний уровень БПП – задания – являются единицей языка общения пользователя с МРП и содержат алгоритмы достижения МРП определенных целей в некоторых идеализированных условиях.

Моделирование результатов действий МРП должно происходить в режиме реального времени параллельно реальным процессам. Кроме того, обслуживание управляемого движения и анализ разнообразной текущей информации о внешнем мире и самом объекте управления требуют также параллельного использования вычислительных ресурсов. Поэтому предложена двухмодульная структура программного обеспечения УС, обслуживаемая двумя персональными компьютерами (ПК) – бортовым (ПК<sub>1</sub>) и ПК<sub>2</sub> супервизора, связанными беспроводной сетью Wi-Fi (рис. 1). Несоответствие фактической ситуации этим условиям фиксируется базовой функцией интеллектуального управления, отвечающей за стратегический уровень УС и предназначенной для принятия решений о текущей цели деятельности МРП. Для этого созданы соответствующие структуры представления информации и программно реализованы такие механизмы как синхронизация параллельных информационных процессов (С), регистрация текущих активных компонентов БПП (Р), компарирование ожидаемых по моделям и фактически наблюдаемых переменных (К) и диспетчирование (Д) деятельности МРП.

<sup>1</sup> Международное научно-учебное сотрудничество информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, проспект Академика Глушкова, 40, Киев, 03680 ГСП, УКРАИНА, E-mail: sukhoru@irtc.org.ua

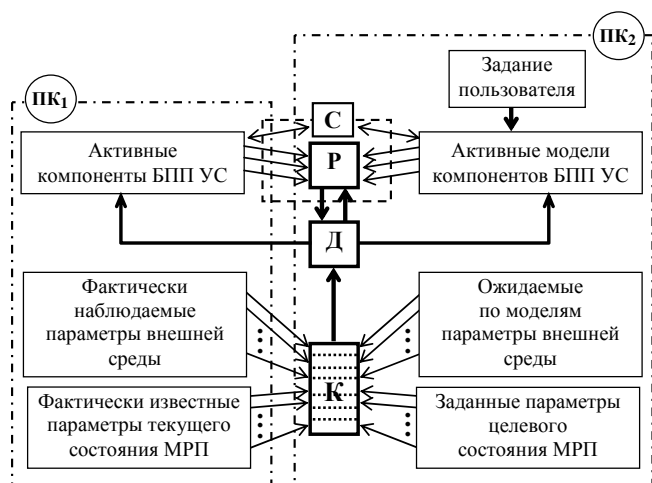


Рис. 1. Структура двухмодульной УС

Наличие в УС алгоритмов выполнения имеющихся миссий МРП в идеализированных условиях фактически является предварительным планом действий по достижению цели. Активирующая составляющая УС, подобная акцептору действия, позволяет динамически перепланировать деятельность МРП по мере выявления ситуаций, отличающихся от ожидаемых по информационной модели результата. Задание пользователя содержит глобальную цель функционирования МРП, достижение которой в общем случае происходит через выявление и достижение локальных целей, реализуемых совокупностью механизмов базовой функции интеллектуального управления.

### III. МОДЕЛИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ И ВНЕШНЕГО МИРА

Декларативная часть знаний интеллектуальной УС состоит из моделей объектов внешнего мира в виде пространственных конструкций со стационарными внутренними связями и модели собственно объекта управления, которая отражает его пространственную конструкцию, кинематические связи и функциональные свойства. Эти модели позволяют УС дать ответ на вопросы «что» и «где». Все 3D-модели состоят из выпуклых многогранников, заданных своими вершинами в связанных системах координат. Введены понятия объектов, которым присвоены имена на естественном языке. Объекты могут состоять как из единственного многогранника так и из их совокупности. Каждый многогранник имеет параметры цвета в цифровой модели RGB. Положение каждого объекта в пространственной сцене описывается матрицей  $[4 \times 4]$  положения собственной системы координат родительского многогранника данного объекта относительно неподвижной системы координат сцены. Реализованы программные средства синтеза пространственных сцен, соответствующих рабочей зоне МРП.

Второй тип моделей относится к формализованному представлению процедурных знаний о правилах поведения объекта управления. Как сказано выше, эти модели образуют три уровня иерархии БПП. На исполнительном уровне программного модуля УС, работающего с моделями, имеются математические модели движения платформы по горизонтальной плоскости, движения захватного устройства, определения расстояния до объекта, попадающего в зону чувствительности сенсора-дальномера, наличия объекта в зоне датчика безопасности движения, определения списка объектов, попадающих в зону визуального восприятия камеры МРП и т.п. Эти модели позволяют формировать информационную модель результата действий МРП в виде ожидаемых значений всех наблюдаемых параметров состояния МРП.

Помимо обеспечения информационного прогноза ожидаемого состояния МРП, пространственные модели одновременно используются и для динамической визуализации в главном окне интерфейса пользователя компьютерных 3D-моделей среды функционирования и МРП в ней, что повышает информированность пользователя о текущем состоянии МРП.

### VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные структурные решения получили практическое воплощение в разработанном программном обеспечении двухмодульной УС многофункциональной робототехнической платформы двухколесного типа, имеющей захватное устройство, видеокамеру, сенсоры дальномеры и безопасности движения. Данная МРП способна автономно выполнять такие миссии (задания) как определение своего положения относительно визуальных ориентиров, целенаправленные движения в помещениях, поиск объектов по заданному имени и их целевое перемещение, исследование формы и цвета объектов и т.п. Функционирование МРП сопровождается построением динамически обновляемой пространственной модели рабочей среды и синтезированными голосовыми докладами о текущих действиях МРП и состоянии окружающей среды.

### СПИСОК ССЫЛОК

- [1] Чечкин А.В. Активирующая подсистема интеллектуального управления и теория функциональных систем П.К. Анохина. — Web-ресурс: <http://www.keldysh.ru/pages/BioCyber/RT/Chechkin.htm>
- [2] Анохин П.К. Теория функциональных систем // Успехи физиол. наук, 1970, т. 1, № 1. — С. 19–54.
- [3] Сухоручкина О.Н. Структуры функциональной организации интеллектуализированного управления мобильной системой // Управляющие системы и машины. — 2007. — № 3. — С. 26–33, 63.