



Рис. 2. Построение правил принятия решений

Для того чтобы минимизировать вероятность появления ошибки при принятии решения агентом, предложено использовать вместо имеющегося механизма принятия решения нечеткий контроллер [5], созданный на основе нечеткой логики и генетического алгоритма, описанный в предыдущих статьях.

#### Библиографические ссылки

1. Громов Ю. Ю., Иванова О. Г., Алексеев В. В. Интеллектуальные информационные системы и технологии : учеб. пособие. М. ; Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. 244 с.
2. Что такое интеллектуальные агенты [Электронный ресурс]. URL: [http://aivanoff.blogspot.co.uk/2007/12/blog-post\\_18.html](http://aivanoff.blogspot.co.uk/2007/12/blog-post_18.html) (дата обращения: 20.05.2015).
3. Интеллектуальные интернет-технологии [Электронный ресурс]. URL: [http://lib.alnam.ru/book\\_bki.php?id=88](http://lib.alnam.ru/book_bki.php?id=88) (дата обращения: 20.05.2015).

4. Общие принципы построения интеллектуальных систем управления на основе нечеткой логики [Электронный ресурс]. URL: <http://texproc.ru/index.php/biblioteka/90-o-intellektualnykh-sistemakh-upravleniya/nechlog/140-ppis> (дата обращения: 20.05.2015).

5. Генетическое программирование [Электронный ресурс]. URL: <http://www.codenet.ru/progr/alg/smart/Genetic-Programming.php> (дата обращения: 20.05.2015).

#### References

1. Gromov Yu. Yu. *Intellectualnye informacionnye sistemi i tehnologii: uchebnoe posobie* [Intelligent information systems and technologies: a tutorial]. Tambov, TSTU, 2013. 244 p.
2. What is (intellectual) agents. Available at: [http://aivanoff.blogspot.co.uk/2007/12/blog-post\\_18.html](http://aivanoff.blogspot.co.uk/2007/12/blog-post_18.html) (accessed: 20.05.2015).
3. Intellectual the Internet-technologies. Available at: [http://lib.alnam.ru/book\\_bki.php?id=88](http://lib.alnam.ru/book_bki.php?id=88) (accessed: 20.05.2015).
4. The general principles of creation of intellectual control systems on the basis of fuzzy logic. Available at: <http://texproc.ru/index.php/biblioteka/90-o-intellektualnykh-sistemakh-upravleniya/nechlog/140-ppis> (accessed: 20.05.2015).
5. Genetic programming. Available at: <http://www.codenet.ru/progr/alg/smart/Genetic-Programming.php> (accessed: 20.05.2015).

© Сажина Ю. В., Липинский Л. В., Свиридова А. С., 2015

УДК 004.45

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ АВТОНОМНОЙ КОЛЕСНОЙ ПЛАТФОРМЫ

А. В. Саяпин, А. Г. Зотин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: alstutor@gmail.com

*Рассматриваются особенности реализации управляющей микропрограммы аппарата, имитирующего автономную платформу для исследования поверхности иных планет, используемого при проведении занятий в Международной летней технической школе.*

*Ключевые слова:* система управления, Arduino, микроконтроллер, конечный автомат, автоматное программирование.

## MOVEMENT CONTROL SYSTEM FOR AN AUTONOMOUS WHEELED PLATFORM

A. V. Sayapin, A. G. Zotin

Reshetnev Siberian State Aerospace University  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: alstutor@gmail.com

*We have considered the features of the control firmware for an extraterrestrial exploration vehicle simulator for the International summer technical school.*

*Keywords: control system, Arduino, microcontroller, finite automaton, automata-based programming.*

**Введение.** При исследовании космического пространства и поверхности иных небесных тел широко применяются автоматические и автоматизированные системы. Разработка подобных систем требует от специалиста знаний и навыков в различных областях знания, в том числе и в области микроконтроллерных систем.

Обучение подобных специалистов должно включать в себя не только теоретическую подготовку, но и получение практических навыков работы с автоматизированными системами и разработки таких систем. В рамках Международной летней технической школы, проходившей в СибГАУ в 2013–2014 годах, студентам было предложено разработать программное обеспечение автономного колесного исследовательского аппарата, предназначенного для имитации отбора проб грунта на поверхности иных небесных тел [1]. В состав системы управления данного аппарата входил бортовой компьютер, роль которого исполнял микрокомпьютер RaspberryPi, а также микроконтроллер Arduino Duemilanove, связанный с бортовым компьютером посредством USB-интерфейса и управлявший колесным приводом аппарата [2; 3].

**Состав системы управления движением аппарата.** Выбор направления движения аппарата осуществляет связка из нейронной сети (определяющей, в каком направлении находится маркер, обозначающий конечную точку маршрута) и системы нечеткой логики, выбирающей направление движения аппарата на основе данных нейронной сети и датчиков расстояния до препятствий. Выбранное направление движения преобразуется в команды и передается в систему управления движением. Система включает в себя микроконтроллер ArduinoDuemilanove на основе ATmega 328. Для управления работой двигателей предназначен силовой модуль расширения Ardumoto L298P MotorDriverShield. На модуле расширения для дополнительного прототипирования установлен модуль датчиков, оборудованный магнетометром и акселерометром. Кроме того, именно к этому модулю подключены ультразвуковые датчики расстояния, оценивающие расстояние до препятствий перед платформой слева и справа по направлению движения. По центру платформы в передней части расположен инфракрасный датчик препятствий, выдающий сигнал в случае, если препятствие находится прямо перед платформой на расстоянии 800 мм и менее.

**Программное обеспечение микроконтроллера.** Движением аппарата управляет микроконтроллер, микропрограмма которого включает в себя блок инициализации, в котором производится настройка датчиков, а также основной цикл, в котором последовательно производится опрос датчиков аппарата, определение возможности движения в данный момент, остановка движения в случае наличия препятствия в непосредственной близости, передача телеметрической информации в бортовой компьютер, а также

прием и анализ команд, поступивших от бортового компьютера.

Одним из важнейших требований к программному обеспечению микроконтроллера являлась высокая надежность работы и устойчивость к возникновению прерываний и сбоев в канале передаче данных между бортовым компьютером и микроконтроллером. Исходя из этих требований, для реализации программного обеспечения микроконтроллера была выбрана концепция автоматного программирования [4]. Часть программного кода, ответственная за командно-информационный обмен с бортовым компьютером, представляет собой конечный частично определенный детерминированный автомат-распознаватель [5]. Автомат содержит 13 состояний и 26 переходов между ними. Прием числовых данных реализован отдельной процедурой, причем возникновение ошибки в ходе приема информации немедленно переводит автомат в исходное состояние, что обеспечивает высокую устойчивость системы к ошибкам и сбоям. Программное обеспечение на стороне бортового компьютера, принимающее телеметрические данные от микроконтроллера, реализовано по такому же принципу. Таким образом, сбой работы микроконтроллера так же не приводит к прекращению обмена информацией между бортовым компьютером и управляющим микроконтроллером или зависанию программы. Для возобновления нормального функционирования системы достаточно перезагрузить микроконтроллер либо бортовой компьютер, других специальных шагов предпринимать не требуется.

**Выводы.** Описанная выше система является частью мобильной платформы и была использована для обучения студентов по дисциплинам «Основы обработки изображений», «Нейронные сети» и «Нечеткая логика». Использование показало высокую эффективность предложенной системы, отсутствие сбоев во время работы и заинтересованность студентов в процессе обучения. В дальнейшем предполагается участие студентов в разработке программного обеспечения микроконтроллера, также возможна интеграция в состав системы управления, основанной на ROS (RoboticOperatingSystem [6]).

Данная система может быть использована для проведения исследований и опытно-конструкторских работ в области робототехники, разработки автономных исследовательских систем и систем автоматического управления, а также для проведения практических занятий со студентами, бакалаврами и магистрантами соответствующих направлений.

#### Библиографические ссылки

1. Мобильные системы для исследования космических объектов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.summerschools.sibsau.ru/index.php/ru/zhizneobespechenie-kosmicheskikh-sistem> (дата обращения: 09.09.2015).

2. Зотин А. Г., Саяпин А. В. Разработка полуавтономной исследовательской системы с использованием видеоданных и сенсорных устройств // Решетневские чтения. 2013. Т. 2, № 17. С. 203–204.

3. Саяпин А. В., Зотин А. Г. Автономная колесная платформа и ее использование для изучения основ обработки изображений, нейронных сетей и систем нечеткой логики // Евразийский союз ученых. 2015. № 2(11), ч. 3. С. 38–40.

4. Поликарпова Н., Шалыто А. Автоматное программирование. СПб. : Питер, 2011. 176 с.

5. Брауэр В. Введение в теорию конечных автоматов. М. : Книга по требованию, 2012. 272 с.

6. Kerr J., Nickels K. Robot operating systems: Bridging the gap between human and robot // System Theory (SSST), 2012: 44th Southeastern Symposium on. 2012. P. 99–104.

### References

1. Mobil'nye sistemy dlya issledovaniya kosmicheskikh ob'ektov [Mobile systems for an extraterrestrial exploration]. Available at: <http://www.summerschools.sibsau.ru/index.php/ru/zhizneobespechenie-kosmicheskikh-sistem> (accessed: 09.09.2015).

2. Zotin A. G., Sayapin A. V. Razrabotka poluavtonomnoy issledovatel'skoy sistemy s ispol'zovaniem videodannykh i sensornykh ustroystv [The semiautonomous exploration vehicle equipped with video sensor development] // Reshetnevskie chteniya. 2013. T. 2, no. 17. 203–204 p.

3. Sayapin A. V., Zotin A. G. Avtonomnaya kolesnaya platforma i ee ispol'zovanie dlya izucheniya osnov obrabotki izobrazheniy, neyronnykh setey i sistem nechetkoy logiki [The autonomous wheeled platform for study in Neural networks, Image handling and Fuzzy logic systems] // Evraziyskiy soyuz uchenykh. 2015. No. 2(11), part 3, pp. 38–40.

4. Polikarpova N., Shalyto A. Avtomatnoe programmirovaniye. SPb. : Piter, 2011. 176 p.

5. Brauer V. Vvedeniye v teoriyu konechnykh avtomatov. M. : Kniga po trebovaniyu, 2012. 272 p.

6. Kerr J., Nickels K. Robot operating systems: Bridging the gap between human and robot // System Theory (SSST), 2012: 44th Southeastern Symposium on, 2012. P. 99–104.

© Саяпин А. В., Зотин А. Г., 2015

УДК 004.051

## КЛАССИФИКАЦИЯ И УНИФИКАЦИЯ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ПРОИЗВОДСТВА И ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ

А. С. Свиридова<sup>1</sup>, О. А. Эмилова<sup>2</sup>, Ю. В. Сажина<sup>1</sup>, И. В. Жуковская<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Красноярский машиностроительный завод»

Российская Федерация, 660123, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 29

E-mail: SviridovaAS@Krasm.com

<sup>2</sup>Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: mayckova@mail.ru

*Рассматривается методика организации номенклатуры ресурсов предприятия в автоматизированной системе учета производства и планирования ресурсов. Поскольку от сущности и модели размещения во многом зависит скорость обработки и получения данных, то этот процесс заслуживает внимания со стороны исследователей и разработчиков.*

*Ключевые слова:* информационные системы, ресурсы предприятия, данные, классификатор, нормативно-справочная информация.

## CLASSIFICATION AND STANDARTDIZATION OF ENTERPRISE RESOURCE ON THE BASIS OF AN AUTOMATED ACCOUNTING SYSTEM OF PRODUCTION AND RESOURCE PLANNING

A. S. Sviridova<sup>1</sup>, O. A. Emilova<sup>2</sup>, Yu. V. Sazhina<sup>1</sup>, I. V. Zhukovskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JSC “Krasnoyarsk Machine Building Plant”

29, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660123, Russian Federation

E-mail: SviridovaAS@Krasm.com

<sup>2</sup>Reshetnev Siberian State Aerospace University

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: mayckova@mail.ru