

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

1

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2015

ҚАҢТАР
ЯНВАРЬ
JANUARY

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Моход Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.
ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

DESIGNING AND ANALYSIS OF MOBILE ROBOTS FOR MULTI-AGENT SYSTEMS

A. A. Kuandykov¹, D. K. Kozhamzharova², N. Karimzhan¹, O. A. Baimuratov

¹International Information Technologies university, Almaty, Kazakhstan,

²Kazakh National Technical university named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

³Suleyman Demirel University, Kazakhstan.

E-mail: abu.kuandykov@gmail.com; dinara887@gmail.com; nkarimzhan@gmail.com;
olimzhon.baimuratov@sdu.edu.kz

Key words: mobile robot, multi-agent systems, remote control, Arduino, Raspberry Pi.

Abstract. Theory and technology of multiagent systems (MAS) develops at the junction of a number of sciences, scientific and technical fields, the main among them are: artificial intelligence, object-oriented design and programming, distributed computing, systems theory and systems analysis, sociology, linguistics, cognitive science, analytical philosophy. At the heart of the MAS is the notion of an artificial agent - special software or hardware-software system - which implements a unique model of behavior in the real world or in the information environment.

The article describes the main stages of the construction and management of a mobile robot using a mobile device, the connection between the robot and the device that controls the robot, as well as the codes of the mobile robot control program.

The paper describes the control of the mobile robot using a mobile device, the connection between the robot and the device, as well as provides program codes for remote robot control.

УДК 004.896

КОНСТРУИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

А. А. Куандыков¹, Д. Х. Кожамжарова², Н. Каримжан¹, О. А. Баймуратов³

¹Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан,

²Казахский Национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,

³Университет им. Сулеймана Демиреля, Каскелен, Казахстан.

Ключевые слова: мобильный робот, мультиагентные системы, дистанционное управление, Arduino, Raspberry Pi.

Аннотация. Теория и технология мультиагентной системы (МАС) развивается на стыке ряда наук и научно-технических направлений, главные среди которых: искусственный интеллект, объектно-ориентированное проектирование и программирование, распределенные вычисления, теория систем и системный анализ, социология, лингвистика, когнитология, аналитическая философия. В основе МАС лежит понятие искусственного агента – специальной программной или аппаратно-программной системы, – которая реализует модель некоторого уникального поведения в реальном мире или в информационной среде.

В статье рассмотрены основные этапы конструирования и управления мобильным роботом с помощью мобильного устройства, связь между роботом и устройством, управление роботом, а также приводятся коды программы управления мобильным роботом.

Введение. Анализ современных мультиагентных систем [1-13] показывает, что с каждым годом МАС достигают нового совершенного уровня благодаря следующим аспектам:

- Простоте управления;
- Оптимизации алгоритмов управления;

- Усовершенствованию комплектующих (улучшение технических характеристик);
- Программам для различных типов роботов;
- Программам для управления роботами;
- Увеличению функциональных задач (мультифункциональности);
- Мобильности и т.д.

Мультиагентная система встречается во многих научно-технических направлениях, в различных отраслях промышленности, в компьютерных науках [1-5], в медицине [6], в робототехнике, в охране природы, в сельском хозяйстве и др. [7-15, 20-23]. МАС играет важную роль с точки зрения практического применения и создания программ для мобильных роботов.

Ряд преимуществ МАС достигается с помощью программного обеспечения разрабатываемых для самих агентов (роботов, мобильных роботов, информационных роботов и т.д.) и для управления ими.

В данной работе мы акцентировали внимание на простоте управления мобильным роботом через мобильное устройство, на связь между мобильным роботом и мобильным устройством и на разработку программ.

Разработка программ для мобильных роботов на данный момент представлено во многих трудах зарубежных ученых [2, 6-8, 10-12, 20-23].

В Казахстане разработка программ и конструирование мобильных роботов набирает обороты, благодаря таким мероприятиям, как международная выставка-конференция ASTEX (Astana Smart Technologies Exhibition) и многие другие международные конференции и семинары. На сегодняшний день представлены роботы, разработанные в лаборатории IT университета, такие как робот-гуманоид «Шолпан», робот-терминал «PSM» и т.д.

Рассматриваемый мобильный робот представляет собой робот, на котором размещена видеокамера, свободно перемещающаяся с помощью шасси. Получаемая информация через видеокамеру передается через Интернет на мобильное устройство или компьютер. Беспроводное управление, перемещение мобильного робота осуществляется с помощью программы, разработанной для мобильных устройств, также управление можно осуществить и с помощью персонального компьютера. Далее мобильный робот – мобильный видеорегистратор (МВР).

1. Разработка и программная реализация. При разработке системы мы должны учитывать такие параметры, как простота и легкость управления. То есть предполагается, чтобы любой пользователь мог управлять роботом: включать-выключать, подключать мобильное устройство к роботу и управлять роботом.

Управление следует распределить между человеком и машиной «роботом-МВР». Распределение может быть следующим:

Первый уровень: человек задает/указывает цель, робот выполняет все необходимые действия в автономном режиме.

Второй уровень: человек задает цель и пути достижения (план) поставленной цели, тогда робот выполняет прослеживание/мониторинг (непрерывный процесс наблюдения и регистрации параметров объекта, в сравнении с заданными критериями) и выполнение плана (осуществление движения по заданному пути (траектории)).

Третий уровень: человек указывает действие, а робот исполняет заданное действие.

В данной работе решение проблемы взаимодействия рассмотрим снизу вверх, то есть самый нижний уровень взаимодействия – уровень указания действий – выполнения.

На рисунке 1 представлены действия, которые может совершать пользователь с помощью разработанного программного обеспечения для мобильных устройств.

В данной статье мы представляем два основных устройства, для которых необходимо разработать программу:

- 1) программное обеспечение для МВР;
- 2) программное обеспечение для управления МВР.

Как было указано выше, для разработки МВР необходимо выбрать архитектуру системы для управления роботом.

А также необходимо разработать:

- Программное обеспечение для мобильных устройств.

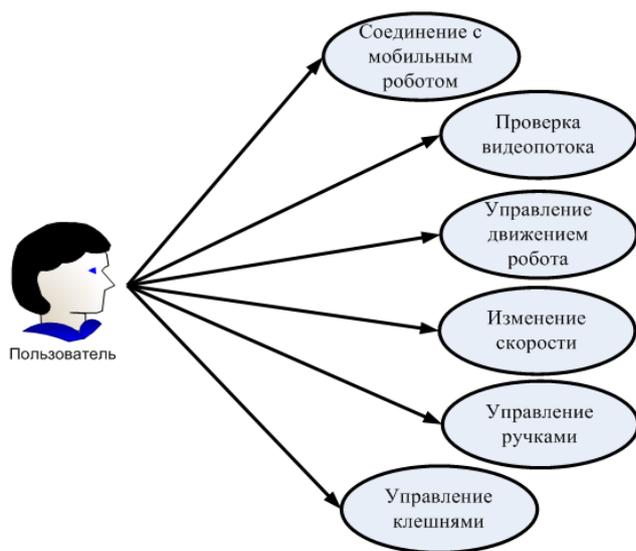


Рисунок 1 – Схема управления роботом

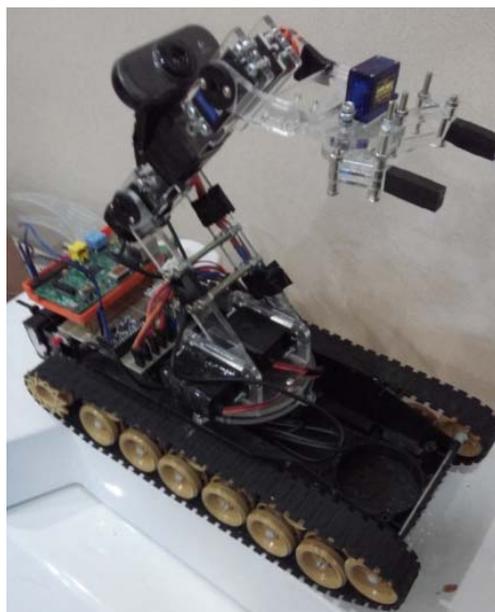


Рисунок 2 – Мобильный видеорегистратор (МВР)

- Панель управления роботом:

- а) джойстик управления двигателем для выбора направления робота;
- б) кнопка изменения скорости;
- в) кнопки управления веслом;
- г) кнопка для клешни;
- е) форма выборки для показа потокового видео.

- Панель настройки соединения.

2. Структура робота и основные коды программ. Рассмотрим подробнее структуру нашего объекта – МВР, который представлен на рисунке 2.

В таблице 1 приведены основные характеристики данного объекта.

Таблица 1 – Основные характеристики МВР

Название	Модель/Версия
Видеокамера	Logitech C210
Микрокомпьютер	Raspberry Pi B 2011.12 ver
Сервоприводы	Tower pro sg90*1 шт. [14] XQ-S3006S *4 шт. [15]
Регуляторы напряжения	7806 *5 шт. 7805 *1 шт.
Электропривод	L298 [16]
Аппаратно-вычислительная платформа	Arduino Board Mini Pro [17]
Аккумулятор	LiPo 11.1V
WiFi:	TP-Link wn725n

На основе математических моделей и принципов, описанных в работах [1, 5, 10, 11, 18] была разработана система управления мобильным роботом. По описанным выше деталям был сконструирован «Мобильный видео- регистратор» и программное обеспечение (мобильное приложение-ПО) для управления МВР. Управление МВР осуществляется с помощью мобильных устройств различных типов. Программное обеспечение обеспечивает связь между мобильным устройством и МВР.

Одним из основных блоков в работе МВР является микроконтроллер Arduino. На рисунке 3 показана блок-схема микроконтроллера Arduino, подключенного к L298.

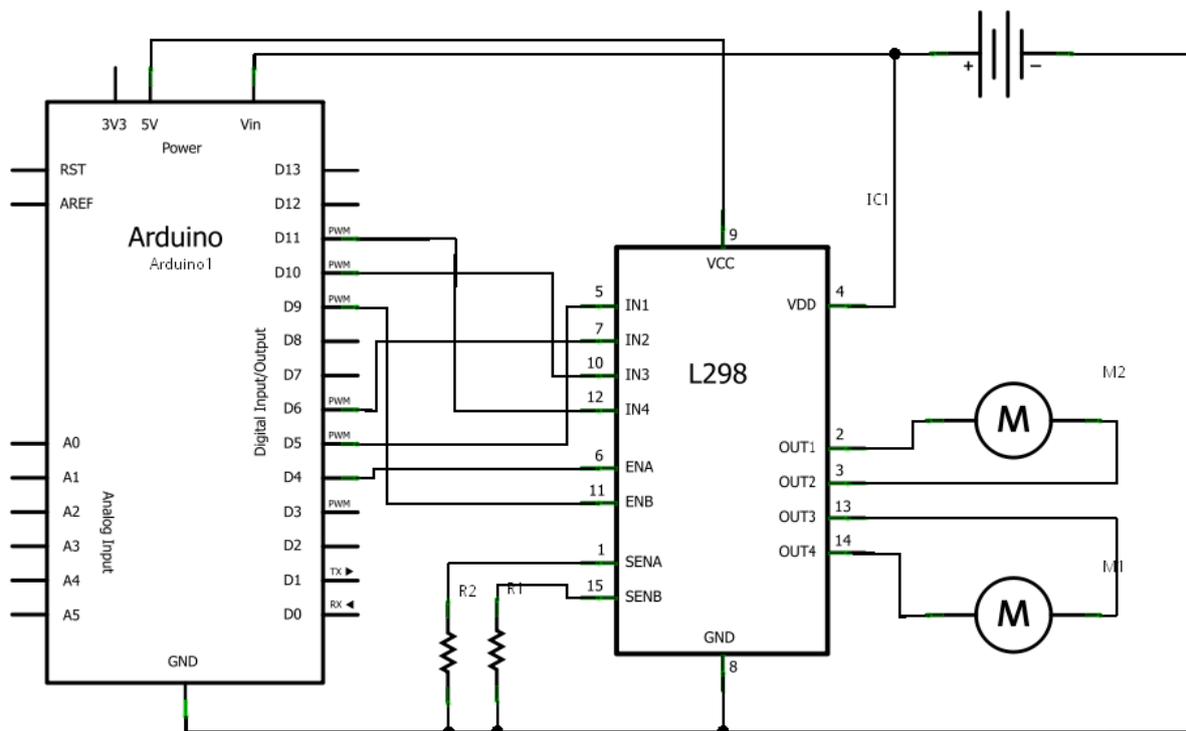


Рисунок 3 – Микроконтроллер Arduino, подключенный к L298

Разработка ПО осуществляется через программную оболочку (IDE). Язык программирования Arduino - C++. При разработке ПО можно использовать библиотеки C++. Arduino IDE не нуждается в дополнительных настройках компилятора, что уменьшает риск появления ошибок.

Для управления мобильным роботом был создан класс - *class Driver*. Данный класс описывает движение робота. В листинге 1 представлен код, определяющий направления движения каждого двигателя и функций созданные для определенного движения:

```
class Driver{
public:
// motors forward
int firstForDir, secondForDir;
// motors backward
int firstBackDir, secondBackDir;
//determination PWM for motors
int firstPwm, secondPwm;
//class constructor
Driver(int ffDir, int fsDir, int
fPwm,
int sfDir, int ssDir, int sPwm){...}
//function for the movement robot forward
void forward(int newPwm){
stop();
_HIGH(firstForDir); _LOW(firstBackDir);
_HIGH(secondForDir);_LOW(secondBackDir);
analogWrite(firstPwm, newPwm);
analogWrite(secondPwm, newPwm);
}
}
```

```
void backward(int newPwm){...}  
void toLeft(int newPwm){...}  
void toRight(int newPwm){...}  
void stop(){...}  
};
```

Листинг 1 – Описание направления движения каждого двигателя

Программа имеет две функции с именами `void setup()` и пустот `loop()`. Их присутствие является обязательным в любой программе в C++ для Arduino. Эти функции ни делают ничего, их в обязательном порядке нужно прописывать в коде программы, в противном случае при компиляции появиться ошибка. В данной программе, функции установлены в контакты, которые будут посылать сигналы двигателями и приводам. В листинге 2 приведен код, который открывает флажки обозначены буквами (A, C, D, E):

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  A.attach(6);  
  C.attach(5);  
  D.attach(7);  
  E.attach(8);  
  F.attach(9);  
  defaultPos();  
  _A.is = true;  
  delay(1000);  
}
```

Листинг 2 – Функции для определения флажков

Листинг 3 содержит основную функцию `void loop()`, которая запускается на неопределенный промежуток времени и вызывает другие функции:

```
void loop() {  
  if(Serial.available() > 0){  
    ch = Serial.read();  
    ...  
    else if(ch == 'b') driver.backward(wheelPwm); //go backward  
    else if(ch == 'f') driver.forward(wheelPwm); //go forward  
    else if(ch == 'l') driver.toLeft(rotatePwm); //turn to the  
left  
    else if(ch == 'r') driver.toRight(rotatePwm); //go to the  
right  
    else if(ch == 's') driver.stop(); //stop wheels  
    else if(ch == 'w') stopAllServos(); //stop all servos  
    else if(ch == 'x') wheelPwm = 80, rotatePwm = 75;  
    else if(ch == 't') wheelPwm = 180, rotatePwm = 100;  
    else if(ch == 'y') wheelPwm = 255, rotatePwm = 120;  
    ch = '0';  
  }  
  ...  
}
```

Листинг 3 – Функция `void loop()`

Arduino удобен для управления роботизированными частями и для мониторинга датчиков. Тем не менее, имеются некоторые проблемы с потоками передачи и обработки видео. По этой причине мы должны были использовать аппаратные средства, которые могут обрабатывать большое количество данных и работать с ними. Для решения этого вопроса мы использовали Raspberry Pi.

Для потокового видео мы применили программу захвата видео и трансляции в сеть – MJPG-streamer. С помощью этого приложения на платформе Raspberry Pi может передавать изображения на сеть через USB-камеру. Для запуска программы необходимо запустить bash-скрипт *mjpg-streamer.sh* и добавить команду для старта. В листинге 4 представлены основные настройки для потокового видео:

```
VIDEO_DEV="/dev/video0" - device
identifier.
FRAME_RATE="30" - frame rate (FPS).
RESOLUTION="640x480" - resolution
PORT="8080" - http port for use
```

Листинг 4 – Основные настройки bash-скрипта *mjpg-streamer.sh*

Для подключения и передачи команд от микроконтроллера Raspberry Pi через UART использовалась библиотека языка Python – *RPi.GPIO*. Программа должна ожидать подключения клиента (мобильного устройства), затем перенести полученные данные в микроконтроллер Arduino.

В листинге 5 описывается метод создания серверного сокета для подключения клиентского сокета с мобильным устройством:

```
# module for connection to the socket
import socket
# port for connecting
...
PORT = 9090
# create a new socket
sock = socket.socket()
sock.bind('', PORT)
# listen to only one client
sock.listen(1)
conn, addr = sock.accept()
print 'connected:', addr
...
conn.close()
```

Листинг 5 – Фрагмент кода для подключения к сокетам

3. Структура управления МВР. На рисунке 4 представлена структура взаимодействия мобильного устройства с МВР.

Принцип построения приложения для управления роботом на базе Android такой же, как и для ОС Windows. Приложения созданы для основных четырех классов: *MjpegActivity*, *SettingsActivity*, *MjpegInputStream* и *MjpegView*. Классы *MjpegInputStream* и *MjpegView* предназначены для обработки потокового видео. Класс *SettingsActivity* используется для настройки подключения к серверу (к мобильному роботу). Этот класс определяет IP-адрес для подключения, разрешение видео, потоковое видео порт и ссылку на него. На рисунке 5а представлен интерфейс настройки программы.

Последний класс *MjpegActivity* сочетает в себе все классы. В этом классе мобильное устройство, подключенное к роботу, обрабатывает и передает данные с помощью кнопок и джойстика, обрабатывает и отображает видеопотоки.

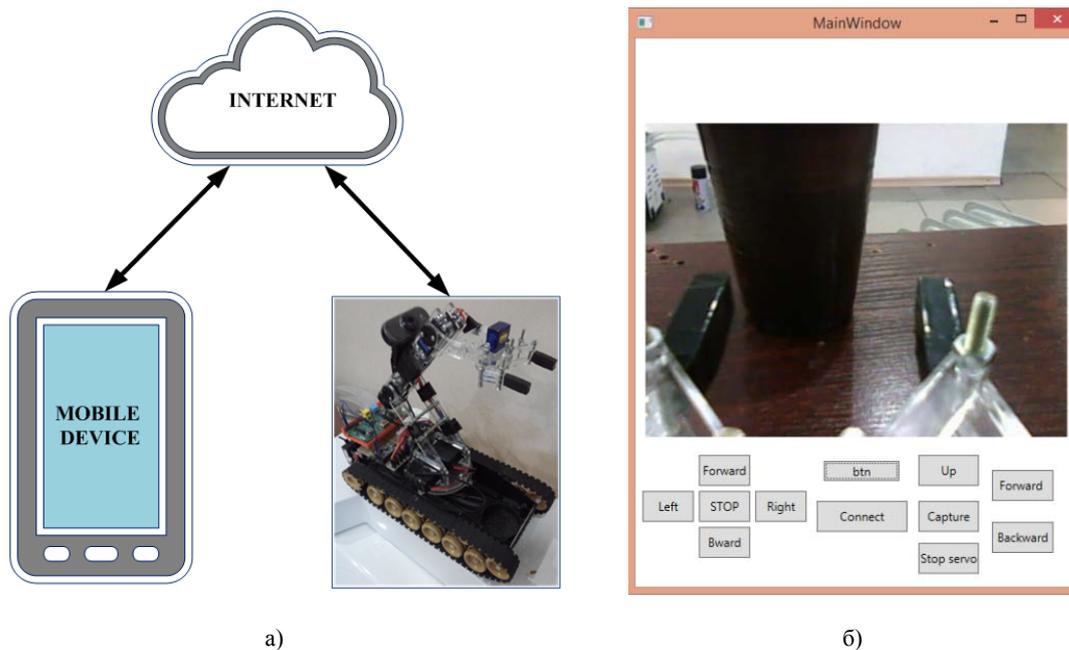


Рисунок 4 – а) общая структура взаимодействия мобильного устройства с МРВ;
 б) окно приложения для управления мобильным роботом на базе ОС Windows

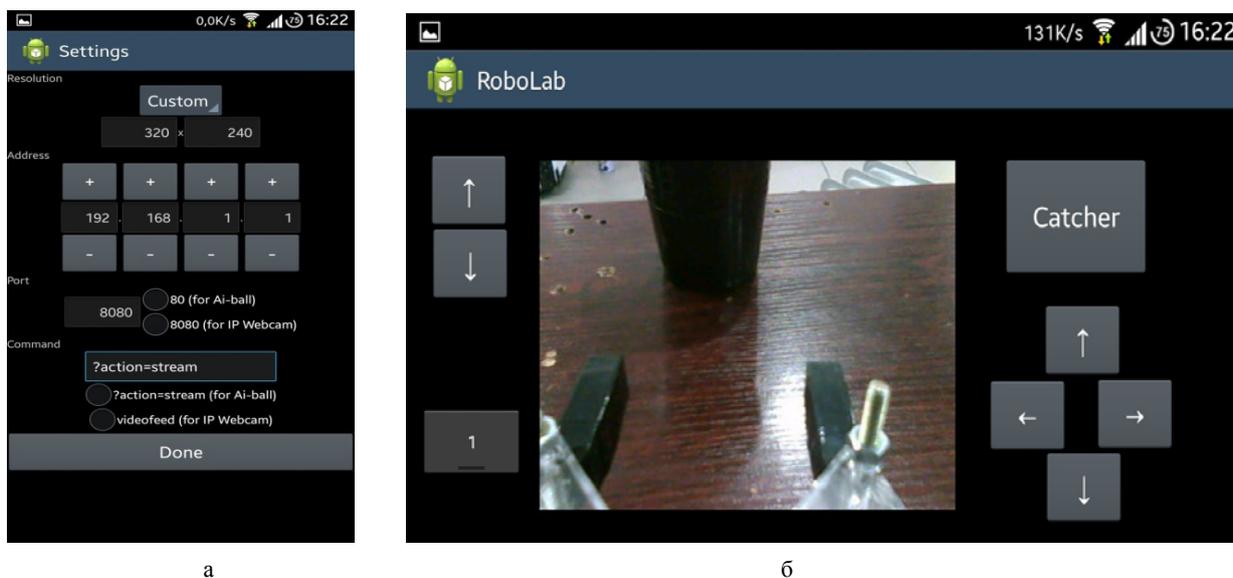


Рисунок 5 – а) интерфейс настройки программы на базе Android;
 б) мобильное приложение для управления роботом

Для подключения к мобильному роботу через сокет был создан класс *ClientThread* (), который реализуется в интерфейсе *Runnable*. *Runnable* абстрагирует блок исполняемого кода. Может разработать поток любого объекта, реализующегося через интерфейс *Runnable*. В листинге 6 показан класс *ClientThread* (), где IP-адрес *server_ip Raspberry Pi* (тест IP адрес 192.168.1.1) и *ServerPort* – 9090:

```
...
public class ClientThread implements Runnable {
    public void run() {
        try {
            InetAddress serverAddr =
InetAddress.getByName(SERVER_IP);
            socket = new Socket(serverAddr, SERVERPORT);

            out = new PrintWriter(new
BufferedWriter(new
OutputStreamWriter(socket.getOutputStream()), true);
        } catch (UnknownHostException e1) {
            e1.printStackTrace();
        } catch (IOException e1) {
            e1.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Листинг 6 – Класс подключения к серверу

Интерфейс мобильных приложений управления роботом, как в окне приложения на базе ОС Windows, имеет 4 кнопки управления движением робота, 2 кнопки для управления манипулятором, одну кнопку для клешней и 1 кнопку для контроля скорости робота. Интерфейс для мобильных устройств в действии показано на рисунке 5б.

Заключение. Из анализа современных мультиагентных систем мы определили современные направления исследования в области МАС и проблемы, которые возникают во время проектирования, создания и тестирования МАС, а так же определили некоторые затруднения, с которыми часто сталкиваются при программировании.

Простота управления роботом через мобильное устройство, связь между роботом и мобильным устройством и создание для них программ также является важной задачей, математические основы которых были рассмотрены в [5, 18]. В ранее изданных работах [1, 3, 18] был проведен сравнительный анализ по производительности каждой из моделей. Полученные результаты подтвердили эффективность применения агентного подхода.

В данной работе приведены разработанные коды программ, структура действия и основные характеристики.

Представленная работа актуальна в области создания программ для мобильных устройств, управляющих мобильными роботами; в области создания мультиагентных систем; в области организации управления группой агентов; разработчикам, инженерам и всем пользователям, которые интересуются данным техническим направлением.

Результаты, представленные в данной работе, упрощают процесс проектирования/сборки и разработки ПО для МВР, так как коды основных узлов мобильных роботов во многих случаях являются идентичными.

REFERENCES

[1] Kuandykov A.A., Kassenkhan A.M, Mukazhanov N.K., Kozhamzharova D.K and others. The Formalization of the Problem area, Implementation and Maintenance of Business process by a group of unmanned vehicles. International Journal of Computer Technology and Applications (IJCTA 2013). India. Vol. 4(5). P. 79-82.

[2] Drogoul A., Vanbergue D., Meurisse T. Multi-Agent Based Simulation: Where are the Agents? LIP6 – Universit? Paris 6, 2002. P.1-16.

[3] Uskenbayeva, R.K., Kuandykov, A.A., Cho Young Im, Kalpeyeva, Zh.B. Kozhamzharova, D.K. Organization of computing processes in the large heterogeneous distributed systems. 44th International Symposium on Robotics. 2013. P. 1-4.

[4] Jennings N.R. and Bussmann S. Agent-Based Control Systems. IEEE Control Systems Magazine. 2003. Vol. 23(3). P. 61-74.

[5] Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A , Cho Young, Kozhamzharova D.K., Kalpeyeva Zh.B. Models and Methods of Joint Work Management of Group of Unmanned Vehicles. 2013. 13th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCA 2013), Kimdaejung Convention Center, Gwangju, Korea, Oct. 20-23, 2013. P. 552-555.

- [6] Zieller A., Braubach L., Pokahr A., Rothlauf F., Paulussen T.O., Lamersdorf W., Heinzl A. Evaluation of a Multi-Agent System for Hospital Patient Scheduling. *International Transactions on Systems Science and Applications*. 2006. Vol. 1(4). P. 375-380
- [7] Hadzic M., Dillon D.S., Dillon T.S. Use and Modeling of Multi-agent Systems in Medicine. 2009. P. 303-307.
- [8] Moreno A. Medical applications of Multi-Agent Systems //Computer Science & Mathematics Department, Universitat Rovira i Virgili, ETSE. Campus Sescelades. Av. dels Països Catalans. Spain, 2003. P. 1-15.
- [9] Gabel T., Riedmiller M. Scaling Adaptive Agent-Based Reactive Job-Shop Scheduling to Large-Scale Problems. *Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Scheduling (CI-Sched 2007)*, 2007. P. 259-266.
- [10] Gabel T., Riedmiller M. Joint Equilibrium Policy Search for Multi-Agent Scheduling Problems. 2007. P. 61-72.
- [11] Agnetis A. Multi-agent scheduling problems. 2011. 100 p.
- [12] Vidal J.M. Fundamentals of Multiagent Systems. 2010. March. 155 p.
- [13] Kuandykov A.A. Fundamentals of the axiomatic theory of situational management of complex objects. Astana: Vestnik ENU. 2009. 2. P. 57-63.
- [14] Kuandykov A.A. Axiomatic foundations of a formal system of managing complex objects// *Proceedings National Academy of Sciences of RK series of Physics and Mathematics*. 2009. № 5. P.12-15.
- [15] Liu J.J., Chen Q.X., Mao N. and Lin Z.A. A multi-agent-based mould due date setting approach in stochastic production. *International Journal of Production Research*. Vol. 49(5). P. 1353-1371.
- [16] “Electronicoscaldas” electronic devices store for constructing the mobile robots, http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/SG90_Tower-Pro.pdf
- [17] Shenzhen XQ-Power Model Electronics Co., Ltd, http://www.xq-power.com/EnProduct_Show.asp?ID=42
- [18] Online retail store – SparkFun, https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf
- [19] Official Arduino web-site, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini>
- [20] Cho Y.I., Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Kozhamzharova D.K., Baimuratov O.A. The intelligent modeling of unmanned vehicles for solving the tasks of risk management in the business processes. *International Symposium on Artificial Life and Robotics, AROB 19th, B-Con PLAZA, Beppu, JAPAN, January 22-24, 2014*. P. 553-559.
- [21] Weiss G. *Multiagent Systems*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts. London, England, 1999. 609 p.
- [22] DeLoach S.A. and Wood M. Developing Multiagent Systems with agent Tool. *Intelligent Agents VII. Agent Theories, Architectures, and Languages*. 7th. International Workshop, ATAL-2000. Boston, MA, USA, July 7-9, 2000. *Proceedings, Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer-Verlag, Berlin, 2001. P. 1-15.
- [23] Adhau S., Mittal M. L. A Multiagent Based System for Resource Allocation and Scheduling of Distributed Projects. *International Journal of Modeling and Optimization*. 2012. August. Vol. 2(4). P. 524-528.

МУЛЬТИАГЕНТТІК ЖҮЙЕЛЕР ҮШІН МОБИЛЬДІ РОБОТТЫ ҚҰРЫЛЫМДАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

А. А. Қуандықов¹, Д. Х. Қожамжарова², Н. Каримжан¹, О. А. Баймұратов³

¹Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан,

²Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті Алматы, Қазақстан,

³Сүлеймен Демирел атындағы университеті, Қаскелен, Қазақстан

Тірек сөздер: мобильді робот, мультиагенттік жүйелер, қашықтан басқару, Arduino, Raspberry Pi.

Аннотация. Мультиагенттік жүйелердің (МАЖ) теориясы мен технологиясы бірнеше ғылымдар мен ғылыми-техникалық бағыттардың қиылысында дамып келе жатыр, солардың арасындағы ең маңыздысы: жасанды зерде, объектілі-бағытталған жобалау және бағдарламалау, таратылған есептеулер, жүйелердің теориясы мен жүйелі анализ, элеуметтану, лингвистика, когнитология, аналитикалық философия. МАЖ негізінде жасанды агент ұғымы жатыр – ол ақпараттық ортада немесе шынайы әлемде бірегей әрекеттің моделін жүзеге асыратын бағдарламалық немесе аппараттық-бағдарламалық жүйе болып табылады.

Мақалада мобильді роботты құраудың негізгі қадамдары және оны мобильді құрылғылар көмегімен басқару, робот пен құрылғы арасындағы байланыс, сонымен қатар роботты басқару кодтары қарастырылған.

Поступила 15.01.2015 г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

bulletin-science.kz

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 29.01.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,7 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.