

## ПЕДАГОГИКА

**Рязанцев Александр Евгеньевич**

канд. физ.-мат. наук, доцент, профессор

ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный

университет им. Витуса Беринга»

г. Петропавловск-Камчатский, Камчатский край

### **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНДРОИДНЫХ РОБОТОВ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ**

*Аннотация: в данной статье приводятся результаты реализации проекта по использованию человекоподобных роботов в социальной сфере. Предлагается использовать андроидных роботов NAO для коррекции психолого-педагогических нарушений у детей с аутизмом. Рассматривается подход, при котором человекоподобный робот является посредником между психотерапевтом и больным ребенком. Описывается система взаимодействия ребенка и робота с помощью жестов. Приводится ряд запрограммированных действий робота, направленных на закрепление некоторых бытовых навыков у ребенка с аутизмом.*

*Ключевые слова: человекоподобный робот, аутизм, распознавание жестов, алгоритм распознавания, компьютерная программа.*

Быстрое развитие экономики России напрямую связано развитием и внедрением робототехники во все сферы деятельности нашей страны. Существует несколько видов робототехники, среди которых выделяют строительную, промышленную, бытовую, авиационную, военную, космическую, подводную и образовательную робототехнику. Центральным звеном каждого вида робототехники является робот, под которым понимают автоматическое устройство, созданное по принципу живого организма и действующее по заранее заложенной программе, получая информацию о внешнем мире от датчиков. На сегодняшний

день существует большое количество различных роботов, среди которых существует особая группа – человекоподобные (андроидные) роботы. Данные роботы должны находиться среди людей и приносить им пользу. Одна из проблем современной робототехники состоит в недостаточном количестве компьютерных программ для управления андроидными роботами, которые позволили бы использовать последних в интересах современного общества.

В конце 2013 года кафедра информатики КамГУ им. Витуса Беринга получила в свое распоряжение два андроидных робота NAO. Наличие современного робототехнического оборудования позволило преподавателям кафедры и студентам физико-математического факультета приступить к реализации проекта «Использование андроидных роботов в социальной сфере». Данный проект предполагает решение следующих задач:

1. Разработка компьютерных программ для управления андроидным роботом NAO с использованием стандартных средств разработки.
2. Разработка аппаратно-программного комплекса распознавания жестов с использованием сенсора Kinect.
3. Разработка компьютерной программы распознавания жестов, основанных на представлении букв с использованием флагковой семафорной азбуки.
4. Разработка аппаратно-программного комплекса управления роботом NAO с помощью жестов.
5. Внедрение разработанных компьютерных программ и систем в процесс психологической коррекции детей с аутизмом.

Можно выделить три уровня актуальности проекта «Использование андроидных роботов в социальной сфере».

1. Переход России от сырьевой экономики к инновационной предполагает широкое использование наукоёмких технологий и оборудования с высоким уровнем автоматизации и роботизации. Все современные производственные и социальные процессы, связанны с электронными технологиями. При этом робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий соприкасаются

с проблемами искусственного интеллекта. При этом системы управления роботами являются составной частью робототехнического направления промышленности и науки.

2. Жесты всегда были неотъемлемой частью взаимодействия людей между собой. Но жесты также являются удобным средством взаимодействия с компьютерными системами. Во многих современных сложных технических системах управление жестами является обязательной дублирующей системой управления. Так, например, в планах Министерства обороны США указано, к 2020 году взаимосвязь между роботами всех типов и человеком должна обеспечиваться с помощью голоса и жестов. Таким образом, управление роботами с помощью жестов в будущем станет стандартным видом управления всеми типами роботов.

3. Реализация проекта предполагает использования робота NAO для реабилитации детей с аутизмом. Аутизм – это тяжелая аномалия психического развития ребенка, при которой особенно заметны нарушения контакта с окружающими. В среднем на 1000 новорожденных – 5 детей страдают аутизмом. Такие дети нуждаются в лечении и психолого-педагогической коррекции нарушений. Международный опыт показывает, что робот NAO можно с успехом использовать для реабилитации детей с аутизмом. В настоящее время под руководством кандидата психологических наук, психотерапевта Литвиновой Галины Владимировны разрабатывается методика эффективного взаимодействие между ребенком и психотерапевтом посредством робота NAO, направленная на психолого-педагогическую коррекцию нарушений. Данная методика содержит ряд упражнений, где каждое упражнение – это запрограммированное поведение робота NAO, направленное на решение конкретной психолого-педагогической задачи.

В проекте предполагается использовать следующее оборудование и программное обеспечение:

– *Робот NAO*

Робот NAO – это программируемый гуманоидный робот, обладающий следующими основными компонентами:

– Тело робота с 25 степенями свободы, ключевые элементы – электрические моторы и приводы.

– Система датчиков, включающая в себя: 2 камеры, 4 микрофона, сонары дальномеры, 2 инфракрасных излучателя и приёмника, 1 инерционную панель, 9 тактильных сенсоров и 8 датчиков давления.

– Различные средства коммуникации, в том числе речевой синтезатор, светодиодные индикаторы и 2 динамика высокого качества.

– Аккумулятор обеспечивает автономность работы робота 1,5 часа.

Робот NAO является универсальной платформой для исследований в области робототехники и позволяет моделировать перемещение человека в пространстве.

– *Программирование робота NAO осуществлялось с помощью следующих программных средств:*

1. Choreography – это диаграммный язык программирования для управления роботом Nao.

2. Visual Studio 2010 с установленным SDK for NAO.

3. Язык программирования Python с установленным SDK for NAO.

Программа Choreography имеет интуитивно понятный графический интерфейс, набор стандартных библиотек поведения робота и расширенные функции. Программа Choreography может взаимодействовать с языками Urbi и Python и оперировать с отдельными модулями языка C++.

– *Сенсор Kinect* – это разработанный фирмой Microsoft бесконтактный сенсорный контроллер, первоначально представленный для игровой консоли Xbox 360. Сенсор Kinect позволяет пользователю взаимодействовать с игровой приставкой без помощи контактного игрового контроллера через устные команды и позы.

Для работы с данным устройством был использован SDK – комплект средств разработки, который позволил создать приложения для Kinect for Windows.

В настоящее время участниками проекта разработаны следующие компьютерные программы для управления андроидным роботом NAO с использованием стандартных средств разработки:

– движение робота по прямой линии;

- обход препятствий;
- поиск красного шара и следование за ним;
- имитация процесса использования кружки;
- имитация процесса использования вилки и ложки;
- звуковое воспроизведение текстов;
- исполнение танцев;
- выполнение упражнений утренней гимнастики;
- выполнение 25 сигналов флаговой семафорной азбуки и т. д.

В рамках проекта создан аппаратно-программный комплекс с использованием сенсора Kinect. С помощью данного комплекса разработана компьютерная программа распознавания жестов, основанных на представлении букв с помощью флаговой семафорной азбуки.

Работа программы основана на анализе данных о взаиморасположении ключевых точек тела оператора. Модуль Skeletal Tracking из пакета Microsoft Kinect SDK генерирует поток Skeleton Stream, который представляет собой набор «скелетов» – массивов данных, содержащих информацию о распознанных узлах человеческого тела, таких как голова, плечи, локти, ладони и т. д. Разработанная программа получает в качестве входных параметров координаты «скелета» оператора, анализирует их и определяет тот или иной жест. Перед авторами проекта была поставлена задача распознавания знаков семафорной флаговой азбуки английского языка.

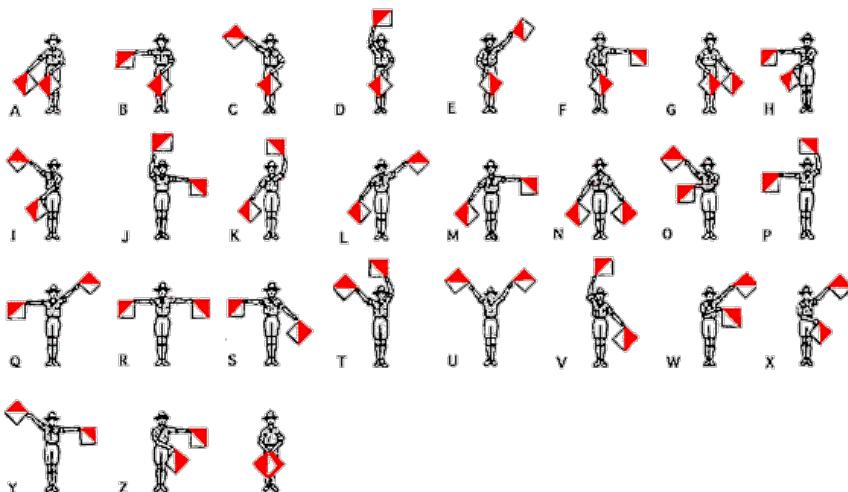


Рис. 1. Семафорная азбука английского языка

При решении данной задачи с помощью сенсора Kinect строится виртуальный образ тела оператора в виде «палочного» скелета. Далее определяются информация о 10 ключевых точках «скелета».

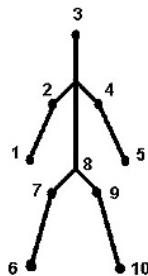


Рис. 2. Палочный скелет оператора

Обозначения координат ключевых точек скелета оператора приведены в таблице 1.

Таблица 1

<i>№</i>	<i>Обозначение координат ключевых точек «скелета»</i>	<i>Описание координат</i>
1.	1.x	Координата x левой руки
2.	1.y	Координата y левой руки
3.	2.x	Координата x правого плеча
4.	2.y	Координата y правого плеча
5.	3.x	Координата x головы
6.	3.y	Координата y головы
7.	4.x	Координата x левого плеча
8.	4.y	Координата y левого плеча
9.	5.x	Координата x правой руки
10.	5.y	Координата y правой руки
11.	6.x	Координата x правой ноги
12.	6.y	Координата y правой ноги
13.	7.x	Координата x левого бедра
14.	7.y	Координата y левого бедра
15.	8.x	Координата x таза
16.	8.y	Координата y таза
17.	9.x	Координата x правого бедра
18.	9.y	Координата y правого бедра
19.	10.x	Координата x левой ноги
20.	10.y	Координата y левой ноги

Используя выявленные закономерности при сравнении координат ключевых точек, было определено соответствие между жестами оператора, представленных в виде сигналов флагкового семафорного алфавита, и буквами английского алфавита. Соотношение координат ключевых точек «скелета» для распознавания знаков флагкового семафора представлены в таблице 2.

Таблица 2

<i>№</i>	<i>Соотношение координат ключевых точек «скелета» для распознавания знаков флагкового семафора</i>	<i>Буква</i>
1.	$(5.y < 3.y) \text{ AND } (5.x < 2.x) \text{ AND } (1.y < 8.y)$	«J»
2.	$(5.y < 3.y) \text{ AND } (5.x \geq 2.x) \text{ AND } (1.y < 8.y) \text{ AND } (1.x < 8.x)$	«Y»
3.	$(5.y > 8.y) \text{ AND } (5.y < 1.y) \text{ AND } (8.x-1.x \neq 5.x-8.x)$	«A»
4.	$(5.y > 8.y) \text{ AND } (1.x \leq 2.x-10) \text{ AND } (1.y > 2.y+40)$	«N»
5.	$(5.y < 8.y) \text{ AND } (1.x \geq 8.x) \text{ AND } (1.y > 8.y)$	«H»
6.	$(5.y < 8.y) \text{ AND } (5.y > 3.y) \text{ AND } (1.x < 8.x)$	«B»
7.	$(1.y < 8.y) \text{ AND } (1.y > 3.y) \text{ AND } (5.x < 9.x+15) \text{ AND } (5.y > 9.y)$	«F»
8.	$(1.y < 8.y) \text{ AND } (5.x \leq 8.x) \text{ AND } (5.y > 8.y)$	«Z»
9.	$(5.y < 3.y) \text{ AND } (5.x \geq 2.x) \text{ AND } (1.y > 8.y)$	«C»
10.	$(1.y < 3.y) \text{ AND } (1.x \leq 2.x) \text{ AND } (5.y < 8.y)$	«Q»
11.	$(5.y < 3.y) \text{ AND } (5.x \leq 2.x+10) \text{ AND } (1.y > 7.y) \text{ AND } (1.x \geq 7.x-15)$	«D»
12.	$(1.y < 3.y) \text{ AND } (5.x \leq 8.x) \text{ AND } (5.y \geq 8.y)$	«X»
13.	$(5.y > 8.y) \text{ AND } (1.y < 3.y) \text{ AND } (5.x > 8.x)$	«L»
14.	$(5.x < 9.x+15) \text{ AND } (5.y > 2.y) \text{ AND } (1.x \leq 2.x-10) \text{ AND } (1.y > 2.y+40)$	«G»
15.	$(5.y < 8.y) \text{ AND } (5.y > 3.y) \text{ AND } (1.x > 2.x-15) \text{ AND } (1.y < 3.y)$	«P»
16.	$(1.y < 3.y) \text{ AND } (1.x \leq 2.x) \text{ AND } (5.y > 9.y) \text{ AND } (5.x \leq 2.x+10) \text{ AND } (5.x > 8.x)$	«E»
17.	$(5.y > 3.y) \text{ AND } (5.y < 2.y+15) \text{ AND } (1.y > 3.y) \text{ AND } (1.y < 2.y+15)$	«R»
18.	$(5.y < 3.y) \text{ AND } (5.x < 2.x) \text{ AND } (1.y \geq 8.y)$	«V»
19.	$(5.y < 3.y) \text{ AND } (5.x \geq 2.x) \text{ AND } (1.x \geq 8.x) \text{ AND } (1.y > 8.y)$	«I»
20.	$(5.y < 8.y) \text{ AND } (5.y > 3.y) \text{ AND } (1.x \leq 2.x-10) \text{ AND } (1.y > 2.y+40) \text{ AND } (1.y < 3.y)$	«S»
21.	$(5.x > 9.x+15) \text{ AND } (5.y > 8.y) \text{ AND } (1.y < 8.y) \text{ AND } (1.y > 3.y)$	«M»
22.	$(5.y < 3.y) \text{ AND } (5.x \geq 2.x) \text{ AND } (1.x > 2.x-15) \text{ AND } (1.y < 3.y)$	«T»
23.	$(5.y > 8.y) \text{ AND } (1.x > 2.x-15) \text{ AND } (1.y < 3.y)$	«K»
24.	$(5.y < 3.y) \text{ AND } (5.x \geq 2.x) \text{ AND } (1.x > 9.x) \text{ AND } (1.y < 9.y)$	«O»
25.	$(1.y < 3.y) \text{ AND } (1.x \leq 2.x) \text{ AND } (5.x < 7.x) \text{ AND } (5.y < 8.y)$	«W»

Данный алгоритм реализован на языке программирования C++. Качество распознавания знаков семафорной азбуки английского языка составило более 85%.

На текущем этапе реализации проекта частично решена задача управления роботом NAO с помощью жестов.

Стандартным способом управления роботом NAO является компьютерная программа «Choreography», которая представляет собой диаграммный язык программирования робота Nao. С другой стороны, система распознавания жестов с помощью сенсора Kinect написана авторами проекта на языке C++. По сценарию программы робот NAO должен выполнять команды, отданные жестами и «понятые» сенсору Kinect, т.е. робот NAO и сенсор Kinect должны управляться из одной системы программирования. Для решения данной проблемы на главный компьютер аппаратно-программного комплекса распознавания жестов был установлен доработанный SDK. Данный комплект средств разработки приложений для робота NAO в системе программирования C++ позволил создавать программы в среде программирования Visual C. Другими словами, была решена проблема создания программы управления роботом NAO с помощью жестов.

Логическая схема работы системы состоит в следующем:

1. Оператор с помощью рук изображает знак флаговой семафорной азбуки.
2. Сенсор Kinect встраивает в образ тела «скелет».
3. Компьютерная программа выделяет ключевые точки «скелета» и распознает соответствующую букву.
4. Система управления роботом NAO в зависимости от распознанной буквы запускает ту или иную процедуру, которая предписывает алгоритм действия робота NAO.

Пример фрагмента процедуры «Развести руки в разные стороны»:

```
AL::ALMotionProxymotion(«192.168.0.103»); // Установка связи с роботом.  
std::vector<float>transformR(6, 0.0f); // Настройка действия правой руки.  
transformR[0] = -0.1f;  
transformR[1] = -1.0f;  
transformR[2] = 0.8f;  
std::vector<float>transformL(6, 0.0f); // Настройка действия левой руки.
```

```
transformL[0] = -0.1f;  
transformL[1] = 1.0f;  
transformL[2] = 0.8f;  
//Выполнение действия правой рукой  
motion.setTransform(«RArm», 2, transformR, 0.5f, 7);  
//Выполнение действия левой рукой  
motion.setTransform(«LArm», 2, transformL, 0.5f, 7);
```

*Внедрение разработанных компьютерных программ и систем  
в процесс психологической коррекции детей с аутизмом*

Разработанные программы управления роботом NAO предполагается использовать для реабилитации детей с аутизмом. Известно, что с одной стороны дети с аутизмом испытывают затруднения при общении с окружающими людьми, однако, с другой стороны – многие из них легко обращаются с техническими средствами: компьютерами и другими техническими устройствами. Расширение контактов и установление разнообразных взаимоотношений с помощью современных технических устройств – важная задача, решение которой может помочь детям с аутизмом. В качестве технического устройства для коммуникаций нами был выбран робот NAO. Исследование литературы по данной проблеме показало, что пока не существует законченной методики использования человекоподобных роботов для психолого-педагогической коррекции детей с аутизмом. В настоящее время в нашем университете данная методика разрабатывается под руководством кандидата психологических наук, психотерапевта, Литвиновой Галины Владимировны. Составной частью этой методики являются упражнения, позволяющие организовывать эффективное взаимодействие между ребенком и психотерапевтом посредством робота NAO, направленное на психолого-педагогическую коррекцию нарушений. Каждое упражнение – это запрограммированное поведение робота NAO, направленное на решение конкретной задачи.

*Примеры упражнений:*

1. *Концентрация внимания.* Сценарий занятия: Робот NAO знакомится с ребенком и, указывая на различные предметы, находящиеся в комнате, рассказывает о них. Данное упражнение отрабатывает навыки «совместного внимания».

2. *Использование столовых приборов (ложки, вилки, кружки).* Сценарий занятия: Робот NAO демонстрирует, как пользоваться столовыми приборами, повторяя свои действия многократно.

3. *Утренняя гимнастика.* Сценарий занятия: Робот NAO, комментируя, многократно выполняет простые гимнастические упражнения. Предполагается, что ребенок будет пытаться повторять данные упражнения, и, таким образом, у него появятся навыки выполнения утренней гимнастики.

4. *Координация движения.* Ребенок управляет направлением движения робота с помощью красного шарика. На данном занятии отрабатывается умение ребенка менять направление движения в зависимости от движения робота. При этом роботом управляет программа распознавания красного шара и движения в его сторону.

5. *Игра в жесты.* Сценарий занятия: Ребенку показывают картинку из флагшковой семафорной азбуки. Задача ребенка – повторить жест. Если жест правильный, то робот повторяет этот же жест и хвалит ребенка. На данном занятии отрабатывается умение ребенка управлять своими руками.

Следует заметить, что описанный выше проект стал победителем регионального этапа Всероссийской выставки научно-технического творчества молодежи НТТМ-2014 «Шаг в будущее» и был представлен на финальном этапе данной выставки во Всероссийском выставочном центре (г. Москва). По решению экспертной комиссии указанный проект был отмечен медалью «Лауреат ВВЦ».

В настоящее время работы по реализации проекта продолжаются.

***Список литературы***

1. Андроидный робот NAO [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<http://nao.nanojam.ru>

2. Изучение NAO-роботов в терапии аутизма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://medgadgets.ru/novosti-2/new-technology/izuchenie-nao-robotov-v-terapii-autizma.html>
3. Программируемый робот, управляемый с КПК [Текст] / Д. Вильяме; пер. с англ. А.Ю. Карцева. – М.: НТ Пресс, 2006. – 224 с.
4. Сенсор Kinect [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Kinect>
5. Юревич Е.И. Основы робототехники [Текст]. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 416 с.