

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ И САМОСОХРАНЕНИЯ РОБОТА AR-600

С.С. Магазов (ЗАО "Андроидные роботы")

Рассматриваются программно-технические принципы, заложенные в подсистему, обеспечивающую безопасность и самосохранение робота AR-600. Представленные разработки имеют большое практическое значение и могут использоваться при создании ПО для промышленных робототехнических систем.

Полноразмерный робот AR-600 ростом 140 см и весом 50 кг разработан в ЗАО "Андроидные роботы" (Москва). Интеллект робота позволяет ему вести диалоги на заданные темы, например, познакомиться с посетителем, выполнить функции гида или спросить впечатление об увиденном и т.д. Робот способен двигаться по заданному маршруту. Программное обеспечение робота позволяет создавать новые сценарии диалогов и двигательных реакций. Шасси и система управления двигательными функциями позволяет роботу исполнять танцы и другие сложные перемещения.

Во время движения робота в режиме on-line решается задача обеспечения безопасности окружающих людей и задача самосохранения. В настоящей статье рассматриваются принципы, заложенные в подсистему, обеспечивающую безопасность и самосохранение, реализованные в AR-600.

### Структура программного обеспечения AR-600

ПО робота AR-600 состоит из двух систем: решателя задач искусственного интеллекта и системы управления движением. Система искусственного интеллекта находится на удаленном компьютере, а система управления движением — на бортовом компьютере. Эти системы тесно взаимодействуют друг с другом по каналу Wi-Fi. Функциональные возможности этих систем определяют интеллектуальные и двигательные способности робота.

Система, ответственная за решение задач искусственного интеллекта (ИИ), состоит из: подсистемы распознавания лиц посетителей, интерпретатора простых голосовых команд, распознавания и классификации объектов на основании сенсорной информации и т.д. (рис. 1). Задачи безопасности и самосохранения решаются также и в системе искусственного интеллекта. В систему входит редактор, позволяющий создавать новые сценарии диалогов.

Система управления движением робота отвечает за решение задачи поддержания равновесия, движения по заданному маршруту, а также обеспечивает слож-

ные движения рук, туловища и головы. В систему входит редактор сценариев двигательных реакций.

Системы разработаны с использованием технологии Microsoft® Robotics Studio и языков программирования C++ и C#.

### Датчики AR-600

Робот снабжен следующими датчиками: ультразвуковым дальномером, датчиками наклона, датчиком скорости, инфракрасным термометром и техническим бинокулярным зрением. Около сотни тактильных датчиков покрывают поверхность корпуса робота. Тактильные датчики делятся на две группы: датчики, реагирующие на предметы при расстоянии <15 см, и датчики, реагирующие на непосредственное прикосновение. Помимо этого у робота есть датчики специального назначения. Подсистема обеспечения безопасности и самосохранения может получать информацию от любого из датчиков. Для работы с датчиками разработаны специальные контроллеры МК-65, МК-66.

### Классификация объектов по степени опасности

Любой обнаруженный роботом объект классифицируется по следующей шкале: опасный, менее опасный, безопасный. При классификации объекта учитывается, прежде всего, его расположение относительно робота. Окружающее пространство поделено на три зоны: *опасная, менее опасная и безопасная* (рис. 2). Для определения степени опасности объекта в режиме on-line решается задача встречи робота с объектом. Также учитывается класс, к которому относится объект (живое существо или неодушевленный предмет). В зависимости от степени опасности объекта включается тот или иной сценарий реакции. Сценарии подготовлены заранее.

Сенсорная система может выдать сигнал "*очень опасно*". Этот сигнал поступает только в процессе движения робота от тактильных датчиков, расположенных на передней части туловища робота. Приняв сигнал "*очень опасно*" робот останавливает движение с сохранением равновесия корпуса и затем отключает все сервоприводы.

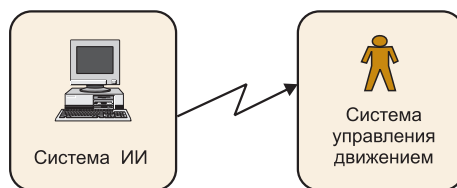


Рис. 1. Структура программного обеспечения AR-600

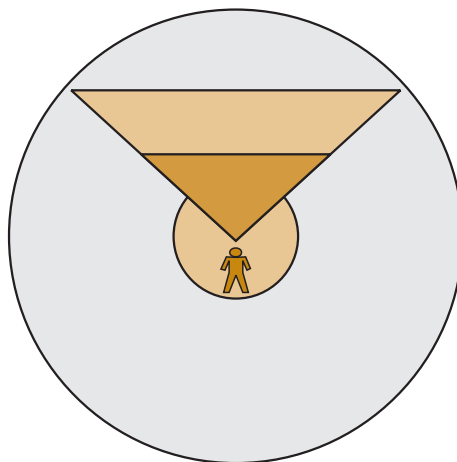


Рис. 2. Зоны безопасности

### Комплексирование информации и принципы выделения объекта

Кратко рассмотрим принципы комплексирования разнородной сенсорной информации в задаче классификации объекта, реализованной в AR-600.

В работе реализовано комплексирование двух видов информации: визуальной и полученной от датчиков измерения физических величин и датчиков касания. Визуальная информация поступает от системы технического зрения и определяет геометрические свойства объекта. Эта информация совмещается с данными, полученными от лазерного сканера. Система комплексирования визуальной информации выделена в отдельную подсистему, которая не рассматривается в данной статье.

Датчики измерения физических величин определяют свойства (характеристики), которые мы поделим на два класса: *измеряемые свойства*, которые определяются вещественным числом, и *качественное свойство*, которое либо присуще объекту, либо не присуще. Примером измеримого свойств может быть температура; качественное свойство выдает датчик касания (есть/нет).

Для решения задачи классификации объекта интеллектуальная система робота имеет в своем распоряжении древовидную конструкцию, в которой представлены описания всех известных роботу объектов. Иерархия устроена по принципу от общего к частному, то есть описание объекта производится на разных уровнях абстракции. "Листья" дают максимально уточненное описание объекта. Описание объекта назовем псевдоконцептом, который задается *кодом объекта* и именем. *Код объекта* — это множество свойств  $v = \{p_1(\alpha_1) \dots p_n(\alpha_n)\}$ , где  $p(\alpha)$ ,  $\alpha_i$  — переменная или число. При описании объекта часто бывает удобно указать на факт наличия свойства и диапазон его изменения, а при идентификации свойства конкретно объекта определить точное значение. Напомним, что каждому свойству соответствует датчик.

Из псевдоконцептов строится дерево, в котором псевдоконцепты являются узлами. В корне дерева находится наиболее общий псевдоконцепт, то есть описание объекта вообще, листьями этого дерева — наиболее точ-

ные описания объектов. Эта древовидная конструкция получила название *E-каркас*. Классифицировать код объекта означает дать ему имя. Алгоритм классификации осуществляет просмотр *E-каркаса*, который формируется заранее и может пополняться либо автоматически самим роботом, либо оператором.

Работа алгоритма идентификации объекта заключается в следующем. Вначале проверяются коды объектов для псевдоконцептов, лежащих ниже корня. Если полученные данные от соответствующих сенсоров подтверждаются хотя бы для одного из них, то считается, что объект обнаружен и ему назначено имя соответствующего псевдоконцепта (например, имя объекта А). Это будет общее описание объекта. Псевдоконцепты из *E-каркаса*, лежащие под именем А, назовем *гипотезами*, и они определяют план дальнейшего обследования: то есть только свойства этих псевдоконцептов будут проверяться на обнаруженном объекте. Далее процесс повторяется для выбранных псевдоконцептов. Таким образом, происходит пошаговое уточнение имени объекта.

В результате работы алгоритма объект получит либо имя, которое невозможно уточнить ввиду того, что оно соответствует листу, в этом случае назовем его *полностью распознанным* кодом; или имя, которое соответствует некоторой промежуточной вершине, в этом случае объект считаем *частично распознанным*. Если в результате работы алгоритма у объекта получится несколько имен, то выбирается имя с самой большой глубиной уточнения. В случае *частично распознанного объекта* формируется новый псевдоконцепт и добавляется в *E-каркас*. Он будет уточнять тот псевдоконцепт, на котором произошла остановка процесса уточнения. В его описание включается новое свойство, не позволившее его уточнить. Таким образом, происходит комплексирование информации от многих датчиков при исследовании объекта с элементами самообучения.

Таким образом, решить задачу безопасности движения робота в динамически меняющейся обстановке невозможно без использования методов искусственного интеллекта, а также классических методов и теории динамических систем. Отработка принятых решений в настоящее время проводится на роботе AR-600.

*Магазов С.С. — зам. генерального директора по науке и инновациям ЗАО "Андроидные роботы".*

*Контактный телефон (912) 805-97-45. [Http://www.rusandroid.com](http://www.rusandroid.com)*

### Технологии HONEYWELL обеспечат подготовку персонала кувейтского завода по производству ароматики

Компания Honeywell объявила о том, что она была выбрана для разработки, настройки и внедрения своего решения UniSim® Operations на заводе по производству ароматики компании Kuwait Paraxylene Production Company (KPPC) (Кувейт). UniSim Operations — это система динамического моделирования, разработанная для компьютерного тренинга операторов и обслуживающего персонала непрерывных ТП. Данное решение позволяет операторам завода ознакомиться с новой системой управления еще до ее ввода в эксплуатацию, а также проводить быстрый тренинг новых сотрудников. Кроме того, UniSim Operations обеспечивает возможность тестирования системы уп-

равления. Все эти преимущества могут приводить к более безопасному и надежному функционированию завода, повышению производительности и улучшению коммерческих показателей.

Система UniSim Operations для KPPC также включает встроенные модели реактора компании Universal Oil Product (UOP), которые обеспечивают более высокую функциональную надежность системы моделирования. Компания UOP, входящая в состав Honeywell, является ведущим мировым лицензиатом ТП и поставщиком катализаторов, адсорбентов, оборудования, а также консалтинговых услуг для нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газоперерабатывающей отрасли.

[Http://www.honeywell.com](http://www.honeywell.com)