

УДК 681.5+004.8

## МОБИЛЬНЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ РОБОТ

Н.В. Ким (*nkim2011@list.ru*)

Московский авиационный институт, Москва

В.Н. Жидков (*vladimir\_zhidkov@mail.ru*)

Московский авиационный институт, Москва

В.Н. Пименов (*vladimir.pimenov@oaoapz.com*)

Арзамасский приборостроительный завод, Арзамас

**Аннотация.** В статье обсуждаются вопросы разработки социального мобильного робота, обеспечивающего поддержку больным, людям с ограниченными возможностями, одиноким пожилым людям. Робот предназначен для передачи лекарств, напитков, небольших предметов ограниченному в перемещении пользователю. Поведение робота основано на выполнении ряда базовых сценариев и механизме адаптации к конкретному пользователю. Приведены примеры реализации отдельных этапов выполнения сценариев.

**Ключевые слова:** социальный мобильный робот, сценарии поведения, навигация робота, планирование, адаптация, БТС-ИИ.

### Введение

В последние годы широкое распространение в ряде стран получила социальная робототехника. Социальные роботы (СР) обеспечивают психологическую, информационную и физическую поддержку больным, людям с ограниченными возможностями, одиноким пожилым людям [1, 2].

К данной категории роботов относят, в частности, мобильных роботов андроидного типа [3, 4, 5] которые могут двигаться, с помощью манипуляторов брать и передавать различные лекарства, напитки, небольшие предметы ограниченному в перемещении пользователю:

**Promobot («Промобот», Россия)** [6] – автономный робот, способный общаться с людьми, распознавать лица, отвечать на вопросы, перемещаться, избегая столкновений, двигать руками и головой, транслировать различные материалы на своём дисплее.

**Asimo (Honda, Япония)** [7] умеет взаимодействовать с людьми, следовать за ними, избегая столкновений, может переносить различные предметы, например, поднос с напитками.

**Nexi** (MIT, США) понимает эмоции собеседника и имитирует свои. Передвижение робота обеспечивается посредством мобильной базы на двух колёсах. Руки робота выдерживают груз до 3,5 кг. Этот социальный робот успешно тестировался в нескольких американских домах престарелых.

**RIBA-II** (RIKEN, Япония) [8, 9] может поднять пациента с пола, перенести пациента с кровати в коляску и обратно.

На основании анализа функциональных возможностей известных социальных роботов авторами была сформирована концепция разработки мобильного социального помощника пользователя.

## 1 Архитектура и алгоритмы

Данный социальный робот (СР) оснащен системой технического зрения (СТЗ), транспортной (колесной) платформой (ТП), двумя манипуляторами (руками) и предназначен для доставки и передачи пользователю/пациенту (П) необходимых объектов, например, лекарств, напитков и пр. Проектные характеристики СР: высота – 1200 мм, вес – 12 кг, длина манипулятора – 600 мм, номинальная скорость – 30 мм/с.

Поведение СР основано на выполнении базовых сценариев. Разработано 12 сценариев, определяющих поведение СР в случае различных обращений, воздействий на СР пользователя, при необходимости ответов на запросы, выполнении задаваемых функций и пр. Определены этапы выполнения сценариев.

Например, *Сценарий 1* определяет действия при передаче пользователю объектов ( $O_i$ ), не размещенных на СР, где  $i$  – индекс объекта; *Сценарий 2* – организация связи с внешними абонентами; *Сценарий 5* – организация диалогов; *Сценарий 7* – диагностика состояния пациента и т.д.

*Сценарий 1* реализуется по речевому запросу П, например, «Принеси воды» или «Дай лекарство» и т.д. или *без запроса*, например, при наступлении времени принятия лекарств.

Выполнение данного сценария производится по этапам:

1. Оценка собственного положения ТП,
2. Поиск  $O_i$ ,
3. Планирование маршрута к  $O_i$ ,
4. Перемещение к  $O_i$  и захват  $O_i$  манипулятором,
5. Поиск и оценка положения П,
6. Планирование маршрута к П,
7. Перемещение СР к пользователю в область допустимого контакта,
8. Передача  $O_i$  пользователю.

Если требуется передача пользователю  $O_j$ , размещенных на СР, то из *Сценария 1* исключаются этапы 2, 3, 4.

*Выполнение этапа 1* (оценка собственного положения ТП) реализуется с использованием внешних, по отношению к ТП средств измерения. Измерительная система состоит из нескольких ультразвуковых приемников, установленных по периметру рабочего пространства и ультразвукового излучателя, установленного на ТП. Работа излучателя и приемников синхронизирована во времени. Измеряются задержки времени между моментом излучения сигнала излучателя, на основании которых определяются дальности до соответствующих приемников.

На основании измеренных дальностей, при известных координатах приемников излучения оцениваются координаты ТП с помощью обобщенного фильтра Калмана.

*Поиск  $O_i$  и П* (этапы 2, 5) производится СТЗ в рамках технологии сплошного поиска. Сложность решения данной задачи связана с необходимостью поиска в условиях изменяемой освещенности, неопределенности положения  $O_i$  и П и состава наблюдаемых сцен.

*Планирование маршрутов* (этапы 3, 6) и управление перемещением ТП (этапы 4, 7) реализованы известными методами с использованием волнового алгоритма планирования.

Реализация указанных процедур на разрабатываемом роботедемонстраторе показало недопустимо высокую загрузку бортовых вычислителей СР при его работе в реальном времени.

Сокращение вычислений, необходимых для решения поставленных задач, в частности, планирования, оптимизация траекторий движения ТП могут быть реализованы за счет классификации возникающих ситуаций.

При этом, если однотипные действия робота повторяются регулярно можно говорить об обычном поведении. Обслуживание в рамках обычного поведения пользователя имеет ряд преимуществ:

- возможность решения навигационных задач в локальных заранее определенных областях;
- переход к алгоритмам вторичного поиска, более компактным, чем сплошной поиск;
- использование базовых траекторий движения с локальными коррекциями маршрута;
- оптимизация движений манипуляторов и схватов;
- сокращение словаря признаков и рабочего алфавита классов объектов интереса и пр.

В любом случае робот должен уметь отслеживать повторяющиеся просьбы и задания, и находить причинно-следственные связи между просьбами и заданиями, получаемыми от пользователя и возможными причинами этих заданий, т.е. привязывать их ко времени дня, дню недели, перечню предшествующих событий. Для нахождения причинно-следственных связей могут использоваться хорошо известные методы и

алгоритмы, такие как ID3, ДСМ-метод и другие. При невозможности автоматического определения причинно-следственных связей, например, потому что в базе знаний робота отсутствует информация о факторе, который оказался определяющим, вполне допустим вопрос к пользователю о причинах полученного задания и введение нового фактора в базу знаний робота.

Классификация ситуаций и выполняемых операций позволяет оптимизировать планирование действий и сформировать «характер» робота, ориентированный на обслуживание конкретного пользователя.

## **2 Адаптация к пользователю**

Позволяет оптимизировать траектории движения робота, количество перемещений, время общения (количество задаваемых вопросов), повысить дружелюбность общения, услужливость, тактичность робота.

Адаптация может быть реализована как с использованием механизмов самообучения, так и обучения с учителем. Если поведение робота не нравится человеку, то робот фиксирует цепочку принятия решения и значения сопутствующих факторов, которая привела к выполнению роботом действий, не понравившимся человеку. Эта цепочка принятия решения может быть использована как пример для обучения системы выбора сценария поведения робота. При обучении "без учителя" человек непосредственно не принимает участия в процессе обучения, и робот самостоятельно дает оценку выбранному сценарию поведения, основываясь на зафиксированной реакции человека. Система выбора сценария поведения робота может быть реализована как экспертная система основанная на правилах (в том числе и нечетких), на основе искусственных нейронных сетей, или как "нейро-нечеткая". Схема обучения "без учителя" представлена на Рис.1.

Система контроля эмоций клиента - автоматическая система, которая на основании анализа изображения лица клиента, анализа голоса клиента оценивает степень удовлетворенности клиента действиями робота.

Алгоритм принятия решения определяет сценарий поведения робота.

Блок "формализация окружающей среды" создает формальное описание окружающей среды на языке, понятном блоку принятия решения.

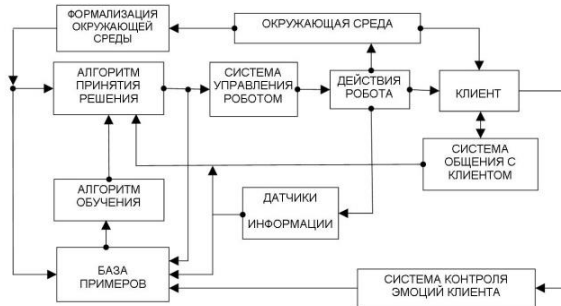


Рис. 1. Обучение социального робота "без учителя"

При обучении "с учителем" (Рис.2) в роли учителя выступает человек - клиент, с которым робот общается. Получив информацию, что его действия не нравятся клиенту, робот должен спросить его о том, почему выбранный сценарий поведения вызвал негативную реакцию. Если клиент называет соответствующие факторы, то они вместе с описанием текущей ситуации и предшествующими этой ситуации событиями, также используются как пример для обучения системы выбора сценария поведения робота.

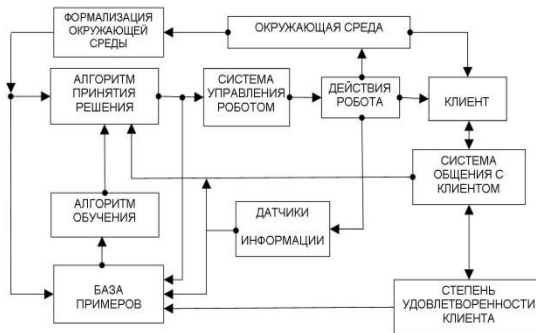


Рис.2. Обучение социального робота "с учителем"

В роли учителя также может выступать внешний эксперт, который имеет возможность дистанционно оценивать действия робота в той или иной ситуации и вносить изменения в базу знаний управляющей экспертной системы.

## Заключение

На основе анализа характеристик известных мобильных роботов определена структура социального робота, предназначенного для обеспечения помощи ограниченным в перемещении пользователям. Разработаны базовые сценарии поведения роботов. Показано, что для эффективной работы необходимо классифицировать поведение робота с учетом предпочтений пользователя. Подобная классификация позволит сформировать «характер» робота, ориентированный на обслуживание конкретного пользователя.

## Список литературы

1. <http://topor.info/tops/socialnyjj-robot>
2. <https://robotics.ua>
3. <http://jujo.ru/style/gaget/8477-jarpet-virtualnii-pitomec-v-banke-innovacionnii-tamagochi-dlya-sovremen-nogo-rebenka.html>,
4. <http://www.pvsm.ru/news/93221>
5. <http://www.rusmedserver.ru/med/bolezni/articles/20.html>
6. <https://tymolod59.ru/2999>
7. <https://masterok.livejournal.com/4573997.html>
8. <http://roboting.ru/1448-robot-sidelka-riba-ii.html>
9. <http://miuki.info/12/yaponskie-roboty-video-foto/>