

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ СВОЙ-ЧУЖОЙ ДЛЯ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РОБОТОВ-КОМПАЬОНОВ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ КОМАНДЫ АВТОРИЗОВАННЫХ ЛИЦ

Соколов П.Н.

*Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
Москва*

Ключевые слова: коллаборативный робот, распознавание жестов, авторизация оператора, система свой-чужой, RGB-D камера, UWB.

Аннотация. В данной статье рассматривается концепция построения системы «свой-чужой» для коллаборативных роботов-компаньонов. Роботы с возможностью выполнять жестовые команды являются уязвимыми для посторонних людей, имеющих физический доступ. Система «свой-чужой» нужна для ограничения доступа неавторизованных лиц. Для реализации описанной системы применяется RGB-D камера, UWB-датчики.

THE CONCEPT OF BUILDING FRIEND-OR-FOE SYSTEMS FOR COLLABORATIVE COMPANION ROBOTS THAT PERFORM COMMANDS FROM AUTHORIZED PERSONS

Sokolov P.N.

Moscow State University of Technology "STANKIN", Moscow

Keywords: collaborative robot, gesture recognition, operator authorization, friend-or-foe system, navigation, RGB-D camera, UWB.

Abstract. This paper describes the concept of building a "friend-or-foe" system for collaborative companion robots. Robots with the ability to execute gesture commands are vulnerable to unauthorized person with physical access. A "friend-or-foe" system is needed to limit the access of unauthorized person. To implement the described system, RGB-D camera, UWB-sensors are used.

Введение

Сравнительно недавно коллаборативные роботы начали стремительно развиваться. Сейчас это уже тренд мировой робототехники. Для эффективного процесса интеграции робота в тот или иной процесс часто возникают сценарии, когда роботом необходимо управлять максимально естественным для человека способом. Самые простые примеры такого взаимодействия: речь и жесты.

Роботы, специально адаптированные для тесного взаимодействия с человеком, называются коллаборативными. Они должны приобретать и имитировать способности, присущие живым существам.

Как отдельный класс можно выделить роботов-компаньонов. Это разновидность коллаборативного робота, основной задачей которого является сопровождение человека. Для него должны быть реализованы базовые функции следования за человеком и выполнение команд. Такой функционал может быть полезен для социальных роботов, умных тележек и чемоданов, роботов-курьеров, а также автономных средств индивидуальной мобильности (СИМ).

Распознавание жестов и речи широко применяются в робототехнике. Однако в силу того, что эти способы взаимодействия с роботом доступны всем, особо остро стоит вопрос безопасности и правомерного доступа к таким системам. На текущий момент данный вопрос изучен слабо.

Для решения данной проблемы предлагается разработать систему «свой-чужой», которая предназначена для авторизации и осуществления контроля доступа. Основные требования: простота реализации и отказоустойчивость.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках выполнения государственного задания (FSFS-2021-0004).

Функции системы «свой-чужой» для коллаборативных роботов – компаньонов

Задача системы «свой-чужой» определить уровень доступа человека, находящегося в зоне видимости робота. Эта информация поступает в подсистемы, отвечающие за распознавание, обработку и выполнения команд. Команды неавторизованных лиц игнорируются, если не предусмотрено другого сценария поведения.

Для корректной работы системе «свой-чужой» требуются точные координаты оператора относительно робота, которые вычисляются в подсистеме навигации.

Аппаратная часть необходимая для функционирования системы «свой-чужой»

Получения координат оператора осуществляется с помощью беспроводной технологии Ultra-Wideband (UWB). Данная технология специально разработана для систем позиционирования в реальном времени.

Предлагается использовать UWB-датчики Decawave DW1000 [1]. Для измерения расстояния требуется два датчика. Первый датчик располагается на роботе и называется анкер. Второй, до которого ведётся измерение расстояния, называется меткой и находится у оператора. Принцип измерения расстояния аналогичен работе лидара, однако вместо ИК-луча – последовательность коротких импульсов (2 нс). Заявленная погрешность ~10 см [2].

Связка устройств анкер-метка позволяет получить только расстояние. Для вычисления координат применяются метод трилатерации сигнала с нескольких анкером [3] или метод разности фаз (анкер с двумя антеннами) [4].

Для распознавания жестов применяется камера глубины RealSense D435i. Основным преимуществом камер такого вида является возможность построения объемных сцен (рис. 1), то есть у изображения есть координата глубины. Это необходимо для точного определения местоположения человека в кадре.

Описание работы системы «свой-чужой»

Система «свой-чужой» принимает на вход изображение с камеры и координаты UWB-метки оператора. Если в кадре есть человек и его координаты совпадают с координатами метки, которая предположительно находится у него в кармане, то он считается авторизованным пользователем (оператором) и обводится по контуру. Содержимое внутри данного контура является областью интереса (ОИ), которая передаётся в подсистему распознавания команд (РК).

Если перед камерой нет метки оператора, то ОИ отсутствует, и система передаёт в подсистему РК пустое изображение.

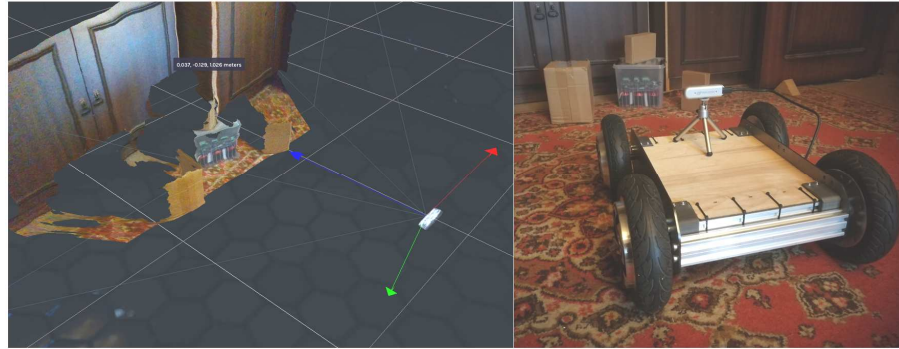


Рис. 1. Совмещение изображения и карты глубины

Свойства описанной системы «свой-чужой»

Система невосприимчива визуальным помехам, так как ориентируется по UWB-метке и может распознать оператора, даже если он стоит в группе людей, одетых в одинаковую униформу.

Препятствия между роботом и оператором, многократные отражения сигнала от стен внутри помещений, практически не влияют на погрешность определения координат метки в виду особенностей технологии UWB [5].

Наличие препятствия между оператором и роботом мешает построить контур человека, однако это не проблема, так как для распознавания жестов необходима прямая видимость. Несанкционированный доступ предоставлен не будет. Обработка частичного контура человека относится к задачам подсистемы РК.

Система использует RGBD-камеру, которой часто оборудованы мобильные роботы для избегания препятствий и навигации внутри помещений. Установленные UWB-анкеры – недорогие устройства, которые дополняют подсистему навигации и расширяют её функционал.

Заключение

Таким образом, описанная система использует доступные датчики, которые уже могут быть установлены на роботе. Невосприимчива к визуальным помехам, что повышает точность распознавания оператора в кадре. Система «свой-чужой» представляет собой фильтр или файрволл для подсистемы распознавания команд. Такой функционал может быть полезен для социальных роботов, умных тележек и чемоданов, роботов-курьеров, а также полуавтономных и автономных средств индивидуальной мобильности (СИМ).

На основе используемого оборудования реализуется и другой полезный функционал для робота-компаньона: картографирование, локализация, навигация, следование за оператором, а также поиск оператора и прокладывание до него маршрута по уже построенной карте.

Список литературы

1. Ultra-Wideband (UWB) Transceiver DW1000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qorvo.com/products/p/DW1000>.
2. Документация DW1000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qorvo.com/products/d/da007946>.

3. Tao F., Yao Y., Lin W., Yanru B., Ziang X., Zhen L. A human-tracking robot using ultra-wideband technology // IEEE Access. 2018, vol. 6, pp. 42541-42550.
4. Igor Dotlic, Andrew Connell, Hang Ma, Jeff Clancy, Michael McLaughlin. Angle of arrival estimation using decawave DW1000 integrated circuits //2017 14th Workshop on Positioning, Navigation and Communications (WPNC), Bremen, Germany, 2017, pp. 1-6. DOI: 10.1109/WPNC.2017.8250079.
5. Getting Back to Basics with Ultra-Wideband (UWB) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qorvo.com/-/media/files/qorvopublic/white-papers/qorvo-getting-back-to-basics-with-ultra-wideband-uwband-white-paper.pdf>.

Сведения об авторе:

Соколов Павел Николаевич – аспирант.