

УДК 004.415.25

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕЛЕЖЕК В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

М. Д. Тарасевич
Научный руководитель: Л. И. Вабищевич
Брестский государственный технический университет
Республика Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267
makstar348@gmail.com

Беспилотные транспортные средства последние 20 лет занимают большую нишу в технологическом прогрессе человечества. В последнее время мы можем наблюдать растущий интерес среди ученых и производителей к беспилотному транспорту, способному перемещаться по дорогам без участия человека. Особое место в развитии беспилотного транспорта занимают беспилотные грузовые тележки. В статье рассмотрена система автоматического управления беспилотной грузовой тележкой.

Ключевые слова: беспилотная тележка, мобильный робот, система управления, автоматизация, роботизация.

APPLICATION OF UNMANNED CARTS IN ENTERPRISE AUTOMATION

M. D. Tarasevich
Supervisor: L. I. Vabishchevich
Brest State Technical University
Republic of Belarus, Brest, Moskovskaya St., 267
makstar348@gmail.com

Unmanned vehicles have occupied a large niche in the technological progress of mankind for the last 20 years. Recently, we can observe a growing interest among scientists and manufacturers in unmanned transport capable of moving on roads without human participation. Unmanned cargo trucks occupy a special place in the development of unmanned transport. The article considers the automatic control system of an unmanned cargo truck.

Keywords: unmanned cart, mobile robot, control system, automation, robotization.

Беспилотные транспортные средства последние 20 лет занимают большую нишу в технологическом прогрессе человечества. В последнее время мы можем наблюдать растущий интерес среди ученых и производителей к беспилотному

транспорту, способному перемещаться по дорогам без участия человека [1–12]. Особое место в развитии беспилотного транспорта занимают беспилотные грузовые тележки [13–18]. В статье рассмотрена система автоматического управления беспилотной грузовой тележкой.

Роботы – это физические агенты, которые выполняют поставленные перед ними задачи, проводя манипуляции в физическом мире. В настоящее время все больший интерес вызывает мобильная робототехника – область робототехники, где роботы автономны и могут самостоятельно выполнять широкий спектр разных задач от исследования состояния окружающей среды до экскурсоводческой деятельности. Автоматическое управление данными роботами является сложной технической задачей. Существует множество способов управления роботами и роботизированными системами, наиболее востребованным является интеллектуальное управление.

Интеллектуальное управление является наивысшей ступенью управления в теории автоматического управления (ТАУ) после программного и адаптивного [6, 7].

Добавление же систем технического зрения и распознавания объектов расширяет рабочие возможности робототехнической системы и переводит их на новый уровень автоматизации и универсализации процессов, повышая производительность и точность. Так, среднее время реакции человека на принятие решения (от момента фиксации объекта до момента начала выполнения действия) составляет 1,5–2 секунды, роботу может потребоваться на это не более 0,5 секунды, поскольку он не концентрируется на конкретном объекте, а анализирует ситуацию в целом, принимая решения заранее.

Беспилотная тележка (AGV – Automatic guided vehicle) – транспортер с электроприводом, предназначенный для перемещения грузов. Тележка автоматическая, следовательно, для управления тележкой не требуется отдельный оператор – они двигаются по заданной траектории в автоматическом режиме без участия человека [14–16; 18].

Беспилотная грузовая тележка (рисунок 1) снабжена всеми необходимыми системами и элементами безопасности, может эксплуатироваться на вредных или опасных производствах, в местах скопления людей и других движущихся тележек.



Рисунок 1 – Беспилотная грузовая тележка

Основные технические характеристики:

- 1) грузоподъемность до 150 кг;
- 2) средняя скорость движения 5 км/час, максимальная – 10 км/час;
- 3) заряд аккумуляторов рассчитан на двухсменную, непрерывную работу;
- 4) время заряда аккумуляторов 8–12 часов.

Рассмотрим структурную схему системы автоматического управления (рисунок 2).

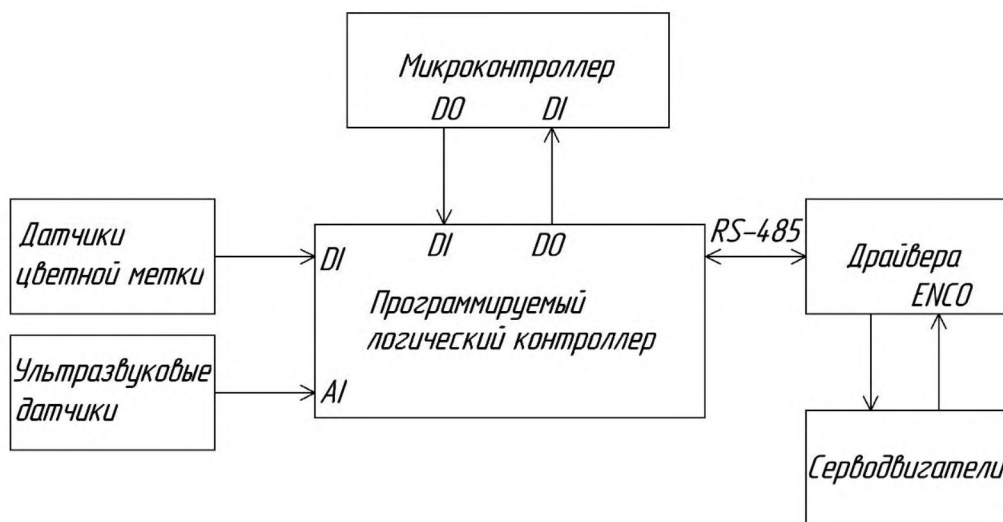


Рисунок 2 – Структурная схема системы автоматического управления

Микроконтроллер, связанный с сервером помещения (например, склада) посылает дискретные сигналы на программируемый логический контроллер, и получает дискретные сигналы обратной связи. Программируемый логический контроллер, в свою очередь, связан с драйверами серводвигателей по интерфейсу RS-485. К драйверам подключены серводвигатели, а обратная связь осуществляется при помощи встроенных в серводвигатели энкодеров (датчиков угла поворота). Также к программируемому логическому контроллеру подключены датчики цветовой метки и ультразвуковые датчики (см. ниже).

В соответствии с алгоритмом системы автоматического управления при обнаружении препятствия беспилотная грузовая тележка остановится. Для этого на бампере беспилотной грузовой тележки с двух сторон расположено по два ультразвуковых датчика (рисунок 3).

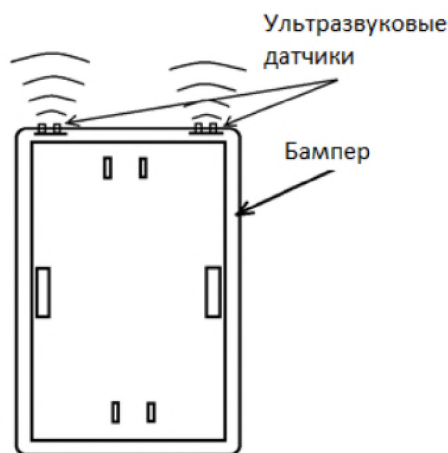


Рисунок 3 – Схема тележки с ультразвуковыми датчиками

Таким образом, при обнаружении препятствия на расстоянии менее двух метров, беспилотная тележка снизит скорость. При обнаружении препятствия на расстоянии менее 1,2 метра, тележка остановится. Беспилотная тележка продолжит движение только после исчезновения препятствия. Перед поворотами, когда поступает команда о снижении скорости, тележка остановится только в том случае, если расстояние до препятствия будет менее 0,8 метра, поскольку маршрут тележки может быть проложен таким образом, что необходимо осуществить поворот сразу перед стеной, либо каким-нибудь другим препятствием.

Также могут быть применены другие типы датчиков, такие как сенсоры столкновений, видеокамеры, GPS-навигаторы и инфракрасные радары.

Сенсоры столкновений

Сенсоры столкновений представляют собой логическое устройство ключ, которое имеет два состояния и меняет их в случае механического контакта корпуса с неким предметом. Математическая модель такого сенсора может быть представлена в следующем виде:

$$\begin{cases} 1, \text{если } X \\ 0, \text{если } \bar{X} \end{cases},$$

где X – событие столкновения с препятствием.

Другие типы сенсоров

Видеокамера, gps-навигатор и инфракрасный радар являются достаточно сложным и специфическим оборудованием, характеристики которого зависят от конкретного производителя. Как правило, разработка моделей таких устройств является отдельной научной задачей, в большинстве сред моделирования данные устройства реализованы упрощенно, поэтому в данной системе автоматического управления они использоваться не будут.

Список использованных источников

1. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport. / V. Shuts, V. Kasyanik // Transport and Telecommunication. – 2011. – V. 12, No 4. – P. 52– 60.
2. Пролиско, Е. Е. Высокопроизводительный вид городского пассажирского транспорта на базе современных информационных технологий / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сб. науч. трудов по мат. междунар. заочной научно-практич. конф., 2016 г., г. Воронеж. – Воронеж, 2016. – Т. 4. – № 5. – Ч. 3. – С. 336–341.
3. Пролиско, Е. Е., Шуть В.Н. Динамическая модель работы транспортной системы «ИНФОБУС» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы : Материалы науч.-технич. конф., 25–28 мая 2016 г., г. Брест. – Брест, 2016. – С. 49–54.
4. Пролиско, Е. Е., Шуть В.Н. Возможности и перспективы беспилотного городского общественного транспорта / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Математические методы в технике и технологиях : сб. трудов междунар. науч. конф., г. Санкт-Петербург, 10–14 сент. 2018 г. – СПб. : Политехнич. ун-тет. – 2018. – Т. 9. – С. 16–23.
5. Шуть, В. Н. Интеллектуальная система автономного управления беспилотным пассажирским транспортным средством / В. Н. Шуть, В. А. Головкин, В. В. Касьяник // Перспективные научно – технические разработки и инновационное развитие регионов : сб. инновац. разработок конгрессных меропр. биржи деловых контактов. – Пинск, 2018. – С. 45–46.

6. Shuts, V. Cassette robotics transport system of mass conveyor transportation of passengers on the basis of mobile robots / V. Shuts, V. Kasyanik // Reliability and Statistics in Transportation and Communication : reports 12 International Conference, Riga, 17–20 Oktober 2012 year. – Riga, 2012. – P.160–165.
7. Шуть, В. Н. Автоматическая перевозка пассажиров в интеллектуальной транспортной системе на базе беспилотных электрокаров / В. Н. Шуть // Вестник Брестского гос. технич. ун-та – Технические науки. – Брест, 2021. – № 1 (124). – С. 66–68.
8. Шуть, В. Н. Оптимизация городских пассажирских перевозок в транспортной системе на базе беспилотных электрокаров / В. Н. Шуть, Е. В. Швецова. – URL: http://www.bntu.by/images/stories/mido/ntik7/shuti_shvetsova.pdf (дата обращения: 25.09.20).
9. Shuts, V. Collection and analysis of data for organization of transportation in the city passenger information and transportation system / V. Shuts, A. Shviatsova, E. Prolisko // Applied questions of mathematical modelling. – 2021. – Т. 4, Vol. 2.1. – P. 284–293.
10. Шуть, В. Н. Городской автоматический транспорт / В. Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2022. – № 1 (72). – С. 3–7.
11. Shviatsova, A. The Intellectual Transport with Divisible Parts / A. Shviatsova, V. Shuts // Society 5.0: Human-Centered Society Challenges and Solutions. – 2022. – Vol. 416. – P. 265–274.
12. Пегин, П. А. Современные тенденции развития бортовых интеллектуальных транспортных систем / П. А.Пегин, Д. В. Капский, В. В.Касьяник, В. Н. Шуть. – СПб. : СПбГАСУ. – 2019. – 198 с.
13. Ракицкий, А. В. Робототехническая транспортная система / А. В. Ракицкий, В. Н. Шуть // Информационные технологии и системы-2013 : материалы междунар. науч. конф., г. Минск, БГУИР? 23 окт. 2013 г. – Минск, 2013. – С.82–83.
14. Ляшук, Н. У. Применение беспилотных транспортных тележек в технологических линиях мясожировых производств / Н. У. Ляшук, В. Н. Шуть, Е. В. Василюк [и др.] // Мясные технологии. – 2022. – № 10. – С. 42–46.
15. Патент на полезную модель ВУ12995. Устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении : № u 20220011 : заявл. 14.01.2022 : опубл. 01.08.2002 / Шуть В. Н., Ляшук Н.У., Коллянич И. В., Василюк Е. В., Заречный Я. О., Заречный А. О, Монтик Н. С., Бойко А. В., Николайчик И. С. ; заявитель и патентообладатель ООО «Фина». – 11 с.
16. Патент на полезную модель ВУ13516. Устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении : № u 20240002 : заявл. 03.01.2024 : опубл. 03.01.2024 / Шуть В. Н., Василюк Е. В., Туз И. С., Тарасевич М. Д., Швецова Е. В. ; заявитель и патентообладатель Брестский гос. технич. ун-т. – 10 с.
17. Швецова, Е. В. Безопасность беспилотных транспортных систем / Е. В. Швецова, В. Н. Шуть // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практич. конф., Гомель? 28–29 нояб. 2019 г., в 2 ч. / БелГУТ. – Гомель, 2019. – Ч.1. – С. 90–91.
18. Ляшук, Н. У. Транспортировка продукции на технологических линиях мясожировых производств / Н. У. Ляшук, В. Н. Шуть, В. В. Холодный [и др.] // Мясная индустрия – 2021. – № 11. – С. 35–39.

© Tarasevich M. D., 2024