

1. УДК: 004.942

2. Организация безопасного проезда перекрёстков беспилотными транспортными средствами в мобильной робототехнической системе.

3. Чупров С.С., Викснин И.И., Ким Ю.В., Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования „Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики“, Санкт-Петербург.

4. Комаров Игорь Иванович, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования „Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики“, Санкт-Петербург.

5. Основные части тезиса

5.1 Введение

Автомобильное движение в современных крупных городах является источником выбросов вредных веществ в окружающую среду, пробок и городского шума. Более того, по данным Всемирной организации здоровья, в 2018 году смертность в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) достигла отметки в 1.35 млн, также, последствия ДТП являются самой частой причиной смерти среди людей от 5 до 29 лет. Количество личных автомобилей, продаваемое по всему миру, продолжает расти из года в год, дорожные сети городов перестают справляться с оказываемой на них нагрузкой, вследствие чего образуются заторы на дорогах. Эта проблема особенно актуальна в крупных городах, где так называемыми "бутылочными горлышками" являются пересечения нескольких проезжих частей. С развитием информационных технологий развиваются и подходы к решению данного вопроса.

Развитие интеллектуальной транспортной инфраструктуры является одной из важнейших составляющих концепции Интернета вещей и "умного" города. Подходы с использованием кибер-физических получили активное развитие в ходе создания интеллектуальных транспортных систем. Использование в таких системах информационных и физических компонентов, а также взаимосвязей между ними, позволяющих осуществлять обмен информацией и принятие решений в реальном времени, делает возможным создание намного более эффективных и безопасных систем управления трафиком, чем светофоры. Синтез подобных систем с внедрением беспилотных транспортных средств (БТС) может значительно разгрузить и сделать более безопасными улицы современных городов.

5.2 Цель работы

Целью данной работы является разработка модели системы организации безопасного движения БТС на перекрестке на основе мобильной робототехнической системы с децентрализованным управлением. Также, с целью оценки целесообразности практического применения представленной модели был разработан программный симулятор, позволяющий оценить эффективность функционирования перекрестка (пропускная способность, среднее время, затраченное БТС на проезд перекрестка).

5.3 Базовые положения исследования

В работе предлагается двухуровневая система с двумя типами агентов: БТС (представляющие из себя простых подвижных роботов) и неподвижными объектами транспортной инфраструктуры (ОТИ), расположенными по одному на каждом перекрестке. Пусть $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ - множество беспилотных транспортных средств, $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ - множество ОТИ. Вся территория перекрестка и подъезды к нему для упрощения симуляции предлагается разделить на элементарные секции пространства $S = s_1 + s_2 + \dots + s_k$, где s_i - является i -той элементарной секцией. В то же время, должны выполняться следующие условия разбиения участка дороги на элементарные секции:

1) $s_i \cap s_j = \emptyset$

2) $s_i \cap s_j \neq \emptyset$

Каждый ОТИ имеет возможность осуществлять коммуникацию с каждым БТС, в то же время

БТС c_j может осуществлять коммуникацию одновременно только с одним ОТИ i_h . Главной целью системы является построение оптимального и бесконфликтного маршрута для каждого БТС системы. Время t_c затраченное БТС на маршрут должно стремиться к минимуму $t_c \rightarrow \min$.

Таким образом, БТС и ОТИ выполняют ряд неотъемлемых функций. Транспортные средства собирают данные об их техническом состоянии и движении, данные о траектории движения других БТС и передают их на ОТИ, хранят план городской зоны, по которой проходит маршрут. ОТИ накапливают информацию о системе, разрабатывают решения для локальных и глобальных оптимальных планов движения транспортных средств в городе, контролируют выполнение задач и деятельность других ОТИ.

5.4 Основные результаты

В рамках проведённого исследования была разработана и описана модель функционирования системы организации движения БТС на перекрёстке. Для оценки целесообразности использования представленной модели, был разработан программный симулятор системы управления трафиком, способного функционировать как на основе логики разработанной модели, так и на основе обычных светофоров. Результаты проведённых экспериментов при различной загруженности перекрёстка показали, что использование разработанной модели помогает снизить время, затраченное БТС на проезд перекрёстка в среднем на 20.5% по сравнению с перекрётком, движение на котором организовано с помощью светофоров.