

УДК 519.876.2
МРНТИ 50.43.15

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ДОРОЖНЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ СНЯТИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Г. ТӨЛЕБИ, Д. КУРМАНХОДЖАЕВ

Казахстанско-Британский технический университет

Аннотация: В данной работе рассматриваются детекторы по мониторингу транспортных средств как инструмент для сбора данных, которые в дальнейшем используются для экспериментов над адаптивными системами управления светофорными сигналами для планирования и прогнозирования дорожного движения. В докладе рассмотрены категории детекторов дорожного движения и представлен их сравнительный анализ.

Ключевые слова: системы управления дорожным движением, детекторы, моделирование транспортных потоков

ANALYSIS OF EXISTING TRAFFIC DETECTORS FOR TAKING MEASUREMENTS

Abstract: In the given article vehicle monitoring detector is considered as a tool for data collection, which is later used for experiments on adaptive traffic light control systems for planning and forecasting traffic. The report presents the categories of traffic detectors and their comparative analysis.

Keywords: Traffic Control Systems, sensors, traffic flow modeling

КӨЛІК ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ ӨЛШЕМДЕРІН АЛУҒА АРНАЛҒАН ДЕТЕКТОРЛАРҒА ТАЛДАУ

Аңдатпа: Берілген мақалада жолдағы көлік қозғалысын адаптивті түрде басқаруға бағытталған эксперименттерді жүзеге асыруға қолданылатын деректерді жинақтауға арналған детекторлар қарастырылады. Жол қозғалысының детекторларының түрлері мен жұмыс жасау принципі, артықшылықтары мен кемшіліктері талқыланып, салыстырмалы талдау жүргізілді.

Түйінді сөздер: көлік қозғалысын басқару, детекторлар, жол қозғалысын модельдеу

В современных условиях увеличения объема трафика, а также ограниченного строительства новых автомобильных дорог повышение эффективности и пропускной способности транспортных сетей является одной из первостепенных задач для решения проблемы загрязнения окружающей среды в больших городах. С целью достижения вышеуказанной проблемы авторами были изучены детекторы по мониторингу транспортных средств (ДМТС).

ДМТС – это техническое устройство, которое указывает на наличие или проход

транспортных средств через сечение дороги и предоставляет данные и информацию, которая используется для систем управления дорожным движением, обнаружения аварий, классификации данных, получения сведений об объемах транспортных средств [1].

Каждый детектор имеет функциональные узлы [2]:

- чувствительный элемент отвечает за выработку первичного сигнала при прохождении транспортным средством контролируемой зоны (сечения) дороги;

- усилительно-преобразовательный блок усиливает, обрабатывает и преобразовывает первичный сигнал, полученный чувствительным элементом.

- выходной элемент отвечает за передачу закодированной информации в контроллеры и другие устройства управления дорожным движением.

Детекторы транспорта можно классифицировать по назначению, принципу действия чувствительного элемента и специализации (измеряемому ими параметру).

Классификация детекторов транспорта по назначению

1. Проходные детекторы транспорта. Проходные детекторы фиксируют и выдают нормированные по длительности сигналы о появлении транспортного средства в контролируемой зоне. При этом параметры сигнала не зависят от длительности нахождения транспортного средства в этой зоне. Фиксация появления автомобиля в зоне необходима для реализации алгоритма поиска разрыва в потоке. По этой причине проходные детекторы получили широкое распространение.

2. Детектор присутствия выдают сигнал на протяжении всего времени пребывания транспортного средства в контролируемой детектором зоне. Эти типы детекторов предназначены, преимущественно, для обнаружения предзаторовых и заторовых состояний потока, поэтому и применяются реже по сравнению с проходными.

Классификация детекторов по принципу действия чувствительного элемента (датчика). По принципу действия на участках дорог датчики по МТС делятся на следующие категории:

- 1) звуковые;
- 2) оптические;
- 3) поляризационные;
- 4) геомагнитные;
- 5) индукционные;
- 6) контактные.

Далее эти категории делятся на следующие подкатегории:

- Чувствительные элементы контактного типа:

- электромеханический датчик представляет собой две стальные полосы, геометрически завулканизированные резиной. В момент наезда колес транспортного средства на датчик формируется электрический импульс путем замыкания контактов;

- пневмоэлектрический датчик состоит из резиновой трубки, заключенной в стальной лоток. При наезде автомобиля на трубку давление воздуха в ней повышается, что в свою очередь действует на мембрану пневмореле и замыкает его электрические контакты;

- пьезоэлектрический датчик представляет собой полимерную пленку, которая при механической деформации поляризуется на поверхности электрический заряд.

- Чувствительные элементы излучения:

- Звуковые датчики

- * Акустический датчик – пассивный акустический детектор, устанавливаемый на столбах сбоку от дорожного полотна и позволяющий контролировать пять полос движения. Точная регулировка не требуется, так как сенсор покрывает достаточно широкую область. Рекомендованная высота установки составляет 7.5-12 м, а расстояние от полотна дороги – 3-6 м. Дает удовлетворительные результаты при нормальном потоке. При плотном потоке – тенденция к уменьшению показаний [3].

- Оптические датчики

- * Фотоэлектрический инфракрасный датчик представляет собой источник светового луча и приемник с фотоэлементом. В момент проезда транспортного средства через контролируемую зону световой луч прерывается, и, соответственно, меняется освещенность фотоэлемента. Это вызывает изменение его электрических параметров. Существенным недостатком фотоэлектрических датчиков является неспособность предоставлять точные данные при интенсивном многорядном движении транспортных средств. Кроме того на их работу оказывают негативное влияние пыль, грязь, дождь, снег.

- * Оптический видеодатчик (видеокамера) – при помощи цифровой видеокамеры

снимает информацию о потоке и дает возможность, в случае необходимости, воспроизводить полученные данные. К недостаткам можно отнести зависимость оптического видеодатчика от погодных условий.

– Поляризационные датчики

* Радарный детектор представляет собой установленную над проезжей частью либо сбоку направленную антенну, действие которой основано на применении эффекта Доплера. Излучение направляется вдоль дороги и, отражаясь от движущегося транспортного средства, принимается антенной. При этом измеряется частота отраженной волны из контролируемой зоны и сравнивается со строго заданной частотой волны, излученной радаром. Разность частот будет зависеть от скорости транспортного средства. При приближении транспорта средства к радару отраженная волна будет иметь меньший период, чем излученная. При удалении ТС от радара – наоборот.

* Ультразвуковой датчик представляет собой приемопередатчик импульсного направленного луча, выполненный в виде параболического рефлектора с помещенным внутри пьезоэлектрическим преобразователем, генерирующим ультразвуковые импульсы. К недостаткам ультразвуковых датчиков можно отнести чувствительность к акустическим и механическим помехам.

* Микроволновой датчик представляет собой установку СВЧ-излучения, которая устанавливается над проезжей частью. Работа микроволнового датчика основана на принципе измерения поляризации излученной волны.

• Чувствительные элементы измерения параметров электромагнитных систем

– Геомагнитные датчики

* Ферромагнитный датчик представляет собой катушку с магнитным сердечником. Катушка помещается в трубу для защиты от повреждений и закладывается под дорожное покрытие на глубину 15-30 см. Автомобиль регистрируется в результате искажения магнитного поля в момент его прохождения над датчиком. Однако данный датчик является низкочувствительным. При низкой скорости транспортных средств (менее 10 км/ч) они не регистрируются.

– Индукционные датчики

* Индуктивный датчик (петля) представляет собой состоящую из одного-двух витков изолированного и защищенного от механических воздействий провода рамку. При прохождении транспортного средства над рамкой, ее индуктивность изменяется и автомобиль регистрируется.

Сравнительные характеристики детекторов. В таблице 1 представлен сравнительный анализ некоторых детекторов.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики детекторов

Технология	Преимущества	Недостатки
Пассивная/активная инфракрасная	<ul style="list-style-type: none"> • Простота установки • Надежность • Устойчивость к воздействию окружающей среды 	<ul style="list-style-type: none"> • Покрывает 1-2 полосы движения • Ограничение погодных условий для активных инфракрасных датчиков обычно подобно человеческому глазу • Классификация базируется на исследовании высоты объекта, а не длины • Работа пассивных датчиком ухудшается при дожде и снегопаде
Радар	<ul style="list-style-type: none"> • Тяжелые климатические условия не влияют на работу детектора • Прямое измерение скорости • Одновременно обслуживает несколько полос движения 	<ul style="list-style-type: none"> • Плохо работает на перекрестках при подсчете объема транспортного потока
Ультразвуковая	<ul style="list-style-type: none"> • Простота установки • Одновременно обслуживает несколько полос движения 	<ul style="list-style-type: none"> • Работа ухудшается при сильных колебаниях температуры и турбулентности потока воздуха • Измерение занятости полос на трассах при высоких скоростях может ухудшаться
Пассивная акустическая	<ul style="list-style-type: none"> • Пассивное детектирование • Одновременно обслуживает несколько полос движения • Нечувствительность к осадкам 	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшение точности показаний при работе при низких температурах • Ряд моделей этой технологии не рекомендован к применению в условиях движения «останов-трогание» • Ухудшается работа в условиях посторонних звуковых помех
Видео	<ul style="list-style-type: none"> • Одновременно обслуживает несколько зон и несколько полос движения • Простота установки и перенастройки детектируемых зон • Возможность сбора больших массивов данных • Широкая зона детектирования 	<ul style="list-style-type: none"> • Воздействие тяжелых климатических условий, тени, резкие перемещения ТС из одной полосы в другую, обледенение, смена дня и ночи могут влиять на работу камер • Некоторые модели камер восприимчивы к сильному ветру • Большие объекты наблюдения могут загораживать маленькие
Индукционная петля	<ul style="list-style-type: none"> • Гибкий дизайн, совместимый с большим разнообразием приложений • Хорошо изученная технология • Большой опыт применения у пользователей • Измеряет основные параметры движения (например, объем, присутствие, перемещение, скорость) • Обеспечивает более точный подсчет данных по сравнению с другими широко используемыми технологиями • Нечувствительность к ненастной погоде, таких как дождь, туман, снег 	<ul style="list-style-type: none"> • Установка требует разрез тротуара • Неправильная установка может привести к повреждению тротуара • Установка и обслуживание требуют закрытия переулков • Подвержены к сбоям при огромном количестве потока транспорта • Точность обнаружения может уменьшиться, если требуется обнаружение большого разнообразия классов транспортных средств
Ферромагнитная	<ul style="list-style-type: none"> • Менее подвержена к количеству транспортных средств • Передача данных по беспроводным технологиям связи • Нечувствительна к погодным условиям 	<ul style="list-style-type: none"> • Установка требует разрез тротуара • Неправильная установка может привести к повреждению тротуара • Установка и обслуживание требуют закрытия переулков

В таблице 2 приведены влияния окружающей среды, таких как ветер, дождь, температура и т.д., а также плотности движения на работу детекторов различных технологий.

Таблица 2 – Устойчивость детекторов к изменениям во внешней среде

Тип детектора Устойчивость при внешних воздействиях (дождь, снег, пр.)		Влияние окружающей среды				Движение	
		Ветер	Темп.	Свет фар	Высокая плотность потока	Низкая плотность потока	
Стационар.	Индукт.	+	+	-	+	+	+
	Магн.	+	+	+	+	+	+
Мобильн.	Актив. инфракр.	-	+	+	+	+	+
	Пассив. инфракр.	+	+	+	+	+	+
	Радарный	+	+	+	+	-	+
	Ультразвук.	+	+	+	+	+	+
	Пассив. акуст.	-	+	-	+	-	+
	Видео системы	-	-	-	-	+	+

Различные технологии транспортных датчиков и их возможности представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры состояния дороги, определяемые детекторами. Стоимость детекторов

Технология	Счет	При- сутст- вие	Скорость	Выходные данные	Классификация	Нагрузка на передающие каналы	Примерная стоимость (US\$)
Индукционная петля	+	+	+ ^b	+	+ ^c	Низко-средняя	\$500–\$800
Магнитометр	+	+	+ ^b	+		Низкая	\$900–\$6,300
Магнитная индукционная катушка	+	+ ^d	+ ^b	+		Низкая	\$385–\$2,000
Микроволновый радар	+	+ ^e	+	+ ^e	+ ^e	Средняя	\$700–\$2,000
Активная инфракрасная	+	+	+	+	+	Низко-средняя	\$6,500–\$3,300
Пассивная инфракрасная	+	+	+	+		Низко-средняя	\$700–\$1,200
Ультразвуковая	+	+	+	+		Низкая	\$600–\$1,900
Звуковая детекторная	+	+	+	+		Низкосредняя	\$3,100–\$8,100
Видео	+	+	+	+		Высокая	\$5,000–\$26,000

Заключение

В данной работе были тщательно изучены существующие детекторы дорожного движения и представлен их сравнительный анализ. Произведена классификация датчиков транспорта в зависимости от характеристики. В статье выявлены и изложены преимущества и недостатки детекторов разного типа. Приведены влияние окружающей среды и плотность движения на работу детекторов различных технологий. Произведен обзор параметров состояния дороги, определяемые детекторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Traffic detector handbook. The third edition// USA Department of transportation. Publication No. FHWA-HRT-06-108 . October, 2006.
2. Семенов Ю.Н., Семенова О.С. Использование датчиков в организации дорожного движения. Методическое пособие. – Кемерово, 2014. – С. 3-4.
3. Ефимов М.В. Теория автоматического управления: учебное пособие / М. В. Ефимов – Москва: МГУП, 2006. – 420 с.