

ток локализации, увеличивается с 1,2 до 2,3 раз с ростом плотности упаковки в том же диапазоне.

Предложенная методика может применяться в решении задач вычислительного материаловедения, а именно – в исследованиях внутренней (объемной) структуры композиционных, в частности пористых, материалов по их изображениям в плоском срезе (шлифе).

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bentz, D.P. Three-dimension computer-simulation of Portland-cement hydration and microstructure development / D.P. Bentz // J. of the American Ceramic Society. – 1997. – Vol. 80, No 1. – P. 5–21.

2. Дереченик, С.С. Закономерности топологической неупорядоченности в плоских сечениях и объемах дисперсных систем / С.С. Дереченик, В.С. Разумейчик, В.В. Тур // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Строительство и архитектура. – 2005. – № 2 (32). – С. 18–25.

3. Разумейчик, В.С. Структурно-химическое моделирование гидратации цементного композита / В.С. Разумейчик // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Строительство и архитектура. – 2006. – № 1(38). – С. 91–96.

4. Медведев, Н.Н. Метод Вороного-Делоне в исследовании структуры некристаллических систем / Н.Н. Медведев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 213 с.

Материал поступил в редакцию 12.11.08

NIKOLAYUK-RTSISHCHAVA M.U., DERECHENNIK S.S. The technique for volume reconstruction of monodisperse structure: the localization of invisible subsurface layer particles

Topological features of Voronoi-Delaunay polyhedron and its plane cross-section in statistic correlation with the arrangement of particles were investigated relating to models of disordered systems of mono-sized particles with 0.15...0.30 packing density. New reconstruction technique for volume structure based on its plane section image is proposed – in the case of accommodation of surface layer dispersive particles and probabilistic localization of inner layer particles, which are not shadowed with near-surface particles. Analysis of reliability of the new technique is presented as far as its advantages in comparison with the way of continuous search.

УДК 656.13.08

Шендер А.В., Пустовойт Е.Н., Карпилович В.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Введение. Увеличение эффективности использования существующих транспортных сетей очень важно, поскольку интенсивность транспортных потоков постоянно растет, в то время как возможности создания новых дорог весьма ограничены. Например, в США с 1987г. по 1997г. суммарный пробег транспортных средств увеличился на 33 процента, в то время как суммарная длина дорог выросла всего на 2 процента.

В качестве альтернативы строительству новых дорог существует возможность более эффективного использования существующих. Это стало возможным благодаря применению Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС), которые позволяют снизить время поездки, время простоя в пробках и на перекрестках, снижая, тем самым, вредные выбросы автомобилей.

Неотъемлемой компонентой ИТС являются детекторы транспорта. Они, в некотором смысле, являются «глазами» ИТС, которые сообщают основные параметры транспортных потоков системе управления дорожным движением [1-3].

Для человеческих глаз несложно выявить присутствие автомобиля на определенном участке дороги: достаточно посмотреть и обнаружить. В заданный конкретный промежуток времени, человек способен с точностью подсчитать, сколько автомобилей проходит через определенную точку. Однако, с увеличением потока автомобилей эта задача становится более трудной. А если еще потребуется определить и вес автомобиля, то и вовсе нереальной.

За последнее время в этом направлении проведены многочисленные исследования, благодаря которым стало возможно с точностью определить не только количество автомобилей, проходящих через заданную точку, но также и их тип (легковые, грузовые и т.д.), вес, и идентифицировать (по регистрационному номеру, транспондеру и т.д.).

Детекция - обнаружение, выявление присутствия транспортного средства на автомагистрали и определение необходимых его характеристик (габариты, вес и т.д.). Детекция применяется в основном для слежения за плотностью транспортного потока на магистрали. Это необходимо, например, дорожным службам, для того чтобы

следить за разрушением дорожного полотна [4].

Теперь уже с точностью можно утверждать, что конкретный автомобиль находился на определенном участке дороги в определенное время. Можно зафиксировать и такие данные: сколько человек находилось в автомобиле при поездке в заданном направлении, и сколько находилось в этом же автомобиле при возвращении обратно.

В Японии в законодательном порядке предписывается собирать подобную информацию и сохранять ее по всем видам транспортных средств. В разных странах для организаций, занимающихся эксплуатацией дорог, существуют законодательства по сбору и хранению информации, которая используется в различных целях.

Во Франции ведется непрерывный контроль за уровнем движения, и когда на какой-либо дороге отмечают, что интенсивность движения превысила пропускную способность, эта дорога ставится в план на расширение.

1. Классификация детекторов транспорта. Детектор транспорта является источником информации о параметрах транспортных потоков в контролируемой зоне АСУ ДД.

Известно много различных принципов (чувствительных элементов), на основе которых создавались детекторы транспорта. В их числе детекторы:

1) КОНТАКТНЫЕ:

- контактно-механические, пневматические;
- электромеханические (состоит из двух стальных полос герметически завулканизированных резиной. При наезде колес автомобиля контакты на чувствительном элементе замыкаются и формируется электрический импульс);
- пневмоэлектрические (резиновая трубка, заключенная в стальной лоток. При наезде на трубку давление воздуха в ней повышается, действуя на мембрану пневмореле и замыкая его электрические контакты);
- пьезоэлектрические (полимерная пленка, обладающая способностью поляризоваться на поверхности электрический заряд при механической деформации); (из-за пониженной износостойкости

Шендер Андрей Витальевич, инженер программист УП «КБСТ» Белорусский государственный университет.

Пустовойт Евгений Николаевич, начальник конструкторского бюро УП «КБСТ» Белорусский государственный университет.

Карпилович Владимир Юрьевич, к.т.н., УП «КБСТ» Белорусский государственный университет.

Беларусь, БГУ, 220050, г. Минск, пр. Независимости, 4.

Физика, математика, информатика

и расходам на их устройство уже не применяются);

2) БЕСКОНТАКТНЫЕ:

Методы зондирующих импульсов лучевого барьера

- фотоэлектрические (состоит из источника светового луча и приемника с фотоэлементом. Может классифицировать автомобили по группам длин и скоростным группам. При прерывании луча проходящим автомобилем изменяется освещенность фотоэлемента, что вызывает изменение его электрических параметров. Недостаток: существенная погрешность измерений при многорядном движении автомобилей, существенное влияние оказывает грязь, дождь, снег и т.д.);
- инфракрасные (поток импульсов пересекает полосу движения, а аппаратура фиксирует моменты прерывания луча. Инфракрасный источник и приемник излучения. Очень сложна настройка таких детекторов в узком пучком инфракрасного излучения из-за отсутствия видимости лучевого барьера. Распространены в Великобритании (для организации работы «по пешеходам»), ФРГ и Москве (на Невском проспекте, производитель Siemens AG);
- локационные с использованием принципа эхолота и эффекта Доплера;
- радарные (основан на эффекте Доплера и имеет излучатель (направленную на проезжую часть антенну). Как правило, он устанавливается над или сбоку проезжей части. Излучение направлено вдоль дороги и обратная волна, отражаясь от движущегося автомобиля, принимается антенной);
- ультразвуковые (имеет приемозлучатель импульсного направленного луча навстречу автомобилю или вслед. Он выполняется, обычно, параболического рефлектора с помещенным внутри пьезоэлектрическим преобразователем, который генерирует ультразвуковые импульсы. Недостаток: чувствительность к акустическим и механическим помехам, необходимость жесткой фиксации для ослабления ветровой нагрузки);
- индуктивные (наиболее распространены. Чувствительный элемент выполнен в виде одно- или многвитковой рамки (петли – изолированного и защищенного от механических воздействий провода), как правило, закладывается в верхний слой покрытия на глубину 2–4 см (канавка шириной до 1см, которую после укладки рамки заливают битумной мастикой). Ширину рамки выбирают по ширине полосы движения, а иногда ею перекрывают все полосы. Такие детекторы могут выполнять функции проходного детектора – автомобиль регистрируется по изменению индуктивности рамки в момент его прохождения над ней, причем независимо от времени нахождения и времени движения, присутствия – выдающего сигнал в течение всего времени нахождения автомобиля над петлей; направления – выдающего сигнал при движении автомобиля над петлей в определенном направлении; детектора скорости автомобиля, детектора длины автомобиля);
- магнитные (состоит из катушки с магнитным сердечником. Автомобиль регистрируется за счет искажения магнитного поля в момент его прохождения над детектором. Недостаток: низкая помехоустойчивость и чувствительность (автомобили, движущиеся с малыми скоростями менее 20 км/ч он не регистрирует);
- поляризационные (представляет собой установку СВЧ-излучения, устанавливаемую над проезжей частью. Прохождение автомобиля фиксируется по изменению поляризации излученной волны. Пока их внедрение осложняется наличием искажений Фурье-образа исследуемого объекта из-за распространения электромагнитной волны между автомобилем и приемником, а также влияния иных предметов);
- радиолокационные, оптические, фотографические, телевизионные и др.

2. Типы детекторов. Для детектирования транспорта используются самые разные физические свойства автомобилей. Рассмотрим наиболее используемые виды детекторов, получившие распространение в настоящее время.

1. Детектор типа Индуктивная Рамка (ИР)

Детектор ИР определяет наличие проводящего металлического объекта, индуцируя токи в объекте, которые снижают индуктивность

ИР. Они устанавливаются в дорожное покрытие и состоят из 4-х частей: несколько витков провода встроеного в дорожное покрытие, соединительная муфта, кабель, соединяющий муфту, электронный модуль в контроллере. Компонентная схема изображена на рис. 1.

Электронный модуль содержит в себе генератор, усилители и управляющую электронику.

В момент проезда транспортного средства над индуктивной рамкой или остановки над ней, снижается индуктивность рамки, что приводит к разбалансировке схемы и изменению частоты работы генератора. Результирующее колебание частоты детектируется электронным модулем, оцифровывается и, на основании заложенных в модуле алгоритмов, используется для определения типа машины, её скорости и типа транспортного средства.

Традиционные ИР устанавливаются путём вырезания канавок в асфальте и укладки одного и более витков провода с последующим восстановлением дорожного покрытия. На рисунке 2 изображен план укладки такого детектора.

Размер, форма и конфигурация рамки очень сильно зависят от конкретного приложения. Их размер варьируется от обычных 1,8х1,8 метров, до длинных прямоугольных рамок размером 1,8х12-21 метров, которые используются при адаптивном регулировании. Благодаря разнообразию конфигураций, индуктивные рамки могут распознавать широкий спектр типов транспортных средств.

2. Магнитные детекторы.

Магнитные детекторы – это устройства, которые используют в своей работе изменение напряжённости магнитного поля Земли при присутствии вблизи магнитных металлических объектов. На рисунке 3 изображен процесс взаимодействия магнитного поля Земли с дипольным полем создаваемым транспортным средством.

Существует два основных типа магнитных детекторов. Первый тип – это двумерные измерители магнитного потока. Они определяют изменение магнитного поля в нескольких направлениях, например, вдоль осей X и Y. Двухмерный измеритель магнитного потока также как и индуктивная рамка фиксирует изменение индуктивности катушек, содержащихся в датчике, но, в отличие от неё, не имеет генераторов, т.е. является полностью пассивным элементом. Критерий определения наличия транспортного средства – превышение заданного порога выходным параметром. Этот тип детектора может определять наличие неподвижных транспортных средств. Второй тип магнитного детектора – это индуктивный магнетометр. Он определяет искажения магнитного поля, производимые движущимся транспортным средством. Этот тип детектора состоит из катушки, намотанной на пермаллоевый стержень. Подобно первому типу магнитных детекторов, этот тип генерирует выходное напряжение, когда движущийся ферромагнитный объект искривляет магнитное поле земли. Недостатком данного типа магнитных детекторов является то, что они непригодны для определения неподвижных транспортных средств. Магнитные детекторы устанавливаются под дорожным покрытием.

3. Видеодетекторы.

Видеодетекторы состоят из одной или более видеокамер, ЭВМ, которая оцифровывает и обрабатывает информацию, поступающую от камер, и программного обеспечения, которое преобразовывает информацию от камеры в параметры транспортных потоков. Один видеодетектор может заменить несколько встроённых в дорожное покрытие индуктивных рамок, поскольку он может работать сразу на несколько дорожных полос.

Видеодетекторы могут классифицировать машины по длине, могут сообщать о присутствии неподвижного транспортного средства, о загрузке дороги, о скорости машины. Видеодетекторы также могут определять количество разворотов, смен полос, плотность следования машин, время перемещения и много других необходимых в дорожном движении параметров. Недостатками таких детекторов является большая вычислительная мощность, необходимая для анализа изображений получаемых от камеры, сильное влияние освещённости, времени суток и погоды на работу детектора. С другой стороны, по мере удешевления микропроцессоров и совершенствования алгоритмов обработки изображений, эти детекторы начинают пользоваться всё большей популярностью.

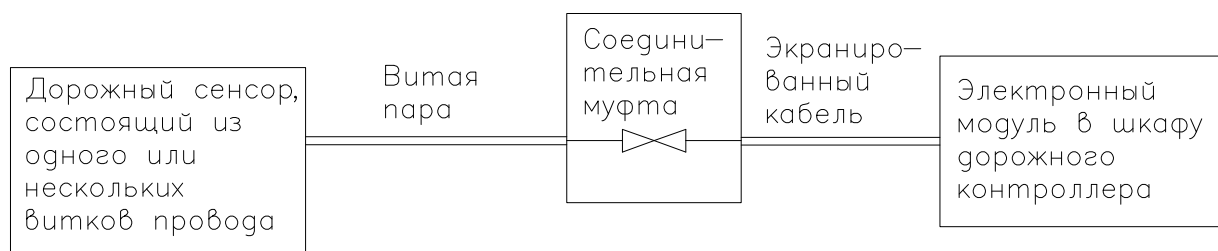


Рис. 1. Структура детектора типа индуктивная рамка

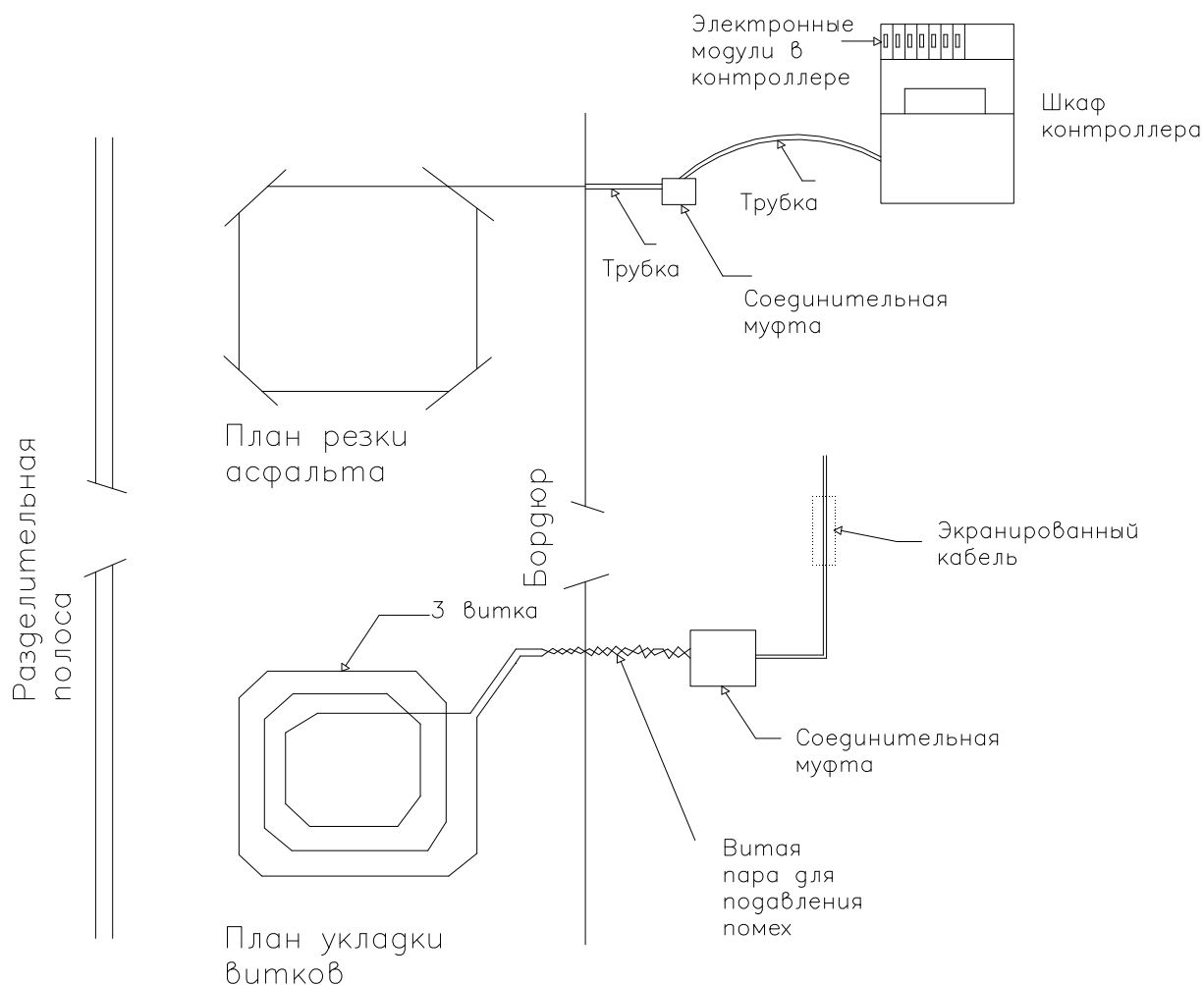


Рис. 2. План укладки индуктивной рамки

4. Микроволновые радары.

Радар – это устройство для отправки электромагнитных волн и получения эха от детектируемых объектов. Приставка микро- означает, что длина волны, излучаемой радаром лежит между 1 и 30 см. Это соответствует диапазону частот от 1ГГц до 30ГГц.

На рисунке 4 изображён микроволновый радар, прикреплённый высоко над дорожным покрытием и направленный вдоль направления движения транспортных потоков.

Антенна, используемая в таких детекторах, имеет строгую диаграмму направленности, в которой сконцентрирована большая часть энергии излучения. Когда транспортное средство попадает в радиус действия радара, часть энергии излучения отражается обратно и регистрируется принимающей антенной. По отражённой волне определяется наличие машины, её скорость и тип. Такой тип детектора может быть установлен как над дорожным покрытием с чувствительной зоной вдоль движения транспорта, так и сбоку от дороги. В первом варианте установки радар определяет параметры транспортного потока только для одной полосы, то время как радары,

устанавливаемые сбоку от дороги и излучающие в направлении перпендикулярном направлению движения, могут определять параметры для нескольких полос. Радары второго типа более распространены, чем радары первого типа.

5. Инфракрасные детекторы.

Инфракрасные детекторы бывают активные и пассивные. Активные детекторы излучают электромагнитные волны в инфракрасном диапазоне и, улавливая отражённую волну, определяют параметры транспортных потоков. Пассивные детекторы ничего не излучают. Этот тип детектора принимает электромагнитные волны в инфракрасном диапазоне излучаемые или отражённые проходящими транспортными средствами, дорожным покрытием, и другими объектами в радиусе их чувствительности. Энергия, полученная инфракрасными детекторами фокусируется оптической системой на светочувствительном материале, который преобразует её в электрические сигналы. Такие типы детекторов устанавливаются над дорогой или сбоку от дороги.

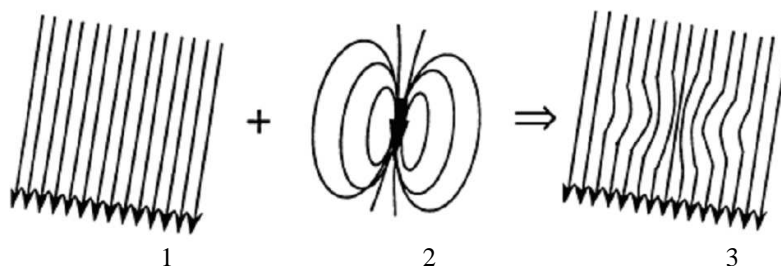


Рис. 3. Влияние стороннего магнитного поля на магнитное поле земли

- 1 – Магнитное поле земли при отсутствии магнитных предметов
- 2 – Магнитный диполь, создаваемый магнитными материалами
- 3 – Результирующее магнитное поле

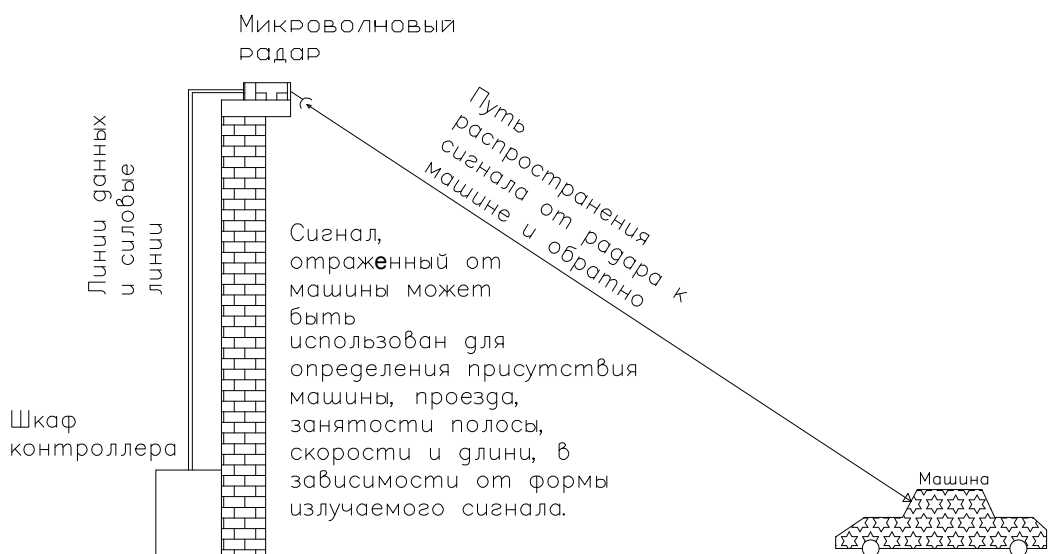


Рис. 4. Микроволновый радар закреплённый над дорожным покрытием вдоль движения транспорта

6. Лазерные детекторы.

Лазерные детекторы являются активными детекторами. Они излучают энергию вблизи инфракрасного спектра и по отражённому лучу определяют наличие автомобиля. Существуют детекторы, которые излучают инфракрасные лучи на одну или несколько полос. Лазерные детекторы могут определять наличие транспортных средств, загруженность дороги, скорость и длину машины.

В таблице 1 приведена сравнительная информация по различным видам детекторов.

В таблице 2 приведены параметры, определяемые типовыми детекторами-представителями своих технологий и их стоимость на 2007 год.

* - Детекторы типа ИР также могут работать на несколько полос одновременно. При этом, машины проезжающие одновременно по разным полосам, но над одним детектором засчитываются за одну машину и, следовательно, при анализе интенсивности вероятностная ошибка компенсируется статистическим поправочным коэффициентом.

Они имеют очень хорошо отработанную технологию и могут быть гибко подстроены под различные приложения. Но ИР имеют существенные недостатки, которые заставляют искать им альтернативу. Из числа детекторов, устанавливаемых под или в асфальтное покрытие близкими к ИР являются магнитные детекторы. Они устраняют часть недостатков ИР и имеют возможность установки под дорожное покрытие без его разрушения (прокола). При этом обладая близкой к ИР точностью.

Другим классом детекторов являются устройства, устанавливаемые над дорожным покрытием. К ним относятся микроволновый радар, активный инфракрасный, пассивный инфракрасный, ультразвуковой, акустический, видео детекторы. Для их установки требуются специ-

альные конструкции над дорогой. Установка конструкций, а также установка самих детекторов требует остановки дорожного движения. Также для некоторых типов детекторов, например видео и инфракрасных требуется периодическая чистка линз, что тоже требует остановки дорожного движения. Одним из самых простых, а, следовательно, и недорогих в этом классе является пассивный инфракрасный детектор.

Некоторые из надземномонтируемых детекторов могут устанавливаться сбоку от дороги. В этом случае их можно устанавливать на прилегающие здания или столбы, что не требует существенных дополнительных конструкций. Их установка и обслуживание не требуют перекрытия дороги. Такие детекторы могут работать сразу на несколько дорожных полос. К ним относится, прежде всего, микроволновый радар, а также некоторые варианты инфракрасных и видеодетекторов. Эти детекторы могут также устанавливаться временно для сбора статистики, поскольку стоимость их установки гораздо меньше по сравнению с другими. Отличительной особенностью этих детекторов является их высокая стоимость.

Выводы. В качестве альтернативы строительству новых дорог существует возможность более эффективного использования существующих. Это возможно благодаря применению Интеллектуальных Транспортных Систем, которые позволяют снизить время поездки, время простоя в пробках и на перекрестках, снижая, тем самым, вредные выбросы автомобилей.

Неотъемлемой компонентой ИТС являются детекторы транспорта. Они, в некотором смысле, являются «глазами» ИТС, которые сообщают основные параметры транспортных потоков системе управления дорожным движением.

Таблица 1. Достоинства и недостатки различных технологий

Технология	Достоинства	Недостатки
1. Детектор типа Индуктивная Рамка (ИР)	Гибкая подстройка под конкретные требования	Установка требует повреждения дорожного покрытия
	Хорошо отработанная технология	Неправильная установка снижает срок службы дорожного покрытия
	Измерение базовых параметров транспортных потоков (количество, загруженность, присутствие, скорость)	Установка и ремонт требуют остановки движения на дороге
	Нечувствительна к погодным условиям	Подвергается деформации при деформации дорожного покрытия
	Лучшая точность при подсчёте количества машин	Требуется замена при укладке нового дорожного покрытия
2. Магнитный детектор	Нечувствителен к погодным условиям	Установка требует приостановки движения по дороге (если устанавливается с бурением дорожного покрытия)
	Возможна укладка без разрушения асфальтного покрытия	
	Не требуют замены при смене дорожного покрытия	
3. Микроволновый радар	В общем, не чувствительны к погодным условиям	Доплеровские радары не могут определять наличие неподвижной машины
	Прямое измерение скорости	
	Один радар может работать на несколько полос	
4. Активный инфракрасный	Излучает много лучей для измерения позиции, скорости и типа машины	Сильный туман или снег влияют на работу
	Работа сразу на несколько полос	Установка и ремонт требуют остановки движения на дороге
5. Пассивный инфракрасный	Возможно измерение скорости	Сильный туман или снег влияют на работу
		Некоторые модели не подходят для определения присутствия машины
7. Ультразвуковой	Возможна работа на много полос	Температурные колебания и сильный ветер влияют на работу
	Нашёл широкое применение в Японии	Большие периоды между импульсами могут влиять на измеряемые параметры
8. Акустические	Пассивный тип	Низкие температуры могут влиять на точность подсчёта количества машин
	Нечувствителен к осадкам	Некоторые модели не подходят для детектирования медленно движущихся машин
	Некоторые модели могут работать на несколько полос	
9. Видеодетекторы	Один детектор может работать на несколько полос	Установка, ремонт и поддержка (например, чистка линз) требуют остановки движения на дороге в случае если камера находится над дорожным покрытием
	Легко добавлять или изменять зоны чувствительности	Погодные условия, смена времени суток, тени машин, контраст между машиной и дорогой, загрязнение линз, обледенение линз влияют на работу
	Большое количество измеряемых параметров	Некоторые модели подвержены сбоям при дрожании камеры

Таблица 2. Выходные параметры различных детекторов

Технология детектора	Подсчёт количества	Определение скорости	Классификация транспортных средств	Работа на несколько полос	Стоимость
Детектор типа ИР	да	да	да	да	низкая
Магнитный детектор	да	да	нет	нет	низкая-средняя
Микроволновый радар	да	да	да	да	низкая-средняя
Активный инфракрасный	да	да	да	да	средняя-высокая
Пассивный инфракрасный	да	да	нет	нет	низкая-средняя
Ультразвуковой	да	да	нет	нет	низкая-средняя
Акустический	да	да	нет	да	средняя
Видеодетектор	да	да	да	да	средняя-высокая

В Республике Беларусь самым распространённым видом детекторов транспорта являются индуктивные рамки, хотя, как представляется, будущее принадлежит видеодетекции.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Врубель Ю.А. Организация дорожного движения.- Мн.: Фонд безопасности движения МВД Республики Беларусь, 1996.

2. Луконин В.Н. и др. Автотранспортные потоки и окружающая среда.- М.: ИНФРА-М, 2001.
3. Врубель Ю.А. Потери в дорожном движении. – Минск: БНТУ, 2003.
4. Кременец Ю.А., Печерский М.П. Технические средства регулирования дорожного движения. – М.: Транспорт, 1981.

Материал поступил в редакцию 23.10.2008

SHENDER A.V., PUSTOVOJT E.N., KARPILOVICH V.Y. Research of technologies of detecting of transport flows

There is a possibility to more effective usage of existing roads instead of building new ones. This is possible due to use of Intellectual Transport Systems, that allow to bring down time of travel, idle time in traffic jams and at crossroads, harmful influence of automobiles.

Transport detectors are integral part of any ITS. In some sense, they are eyes of a system and they report main parameters of transport streams to control system.

УДК 004.8.032.26

Шевеленков В.В.

СТЕГОКОДИРОВАНИЕ ЗВУКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Введение. В распределенных системах передачи информации одна из проблем - обеспечение информационной конфиденциальности. Для того, чтобы решать эту проблему, как правило, используются различные методы криптографии. Криптографическая защита, однако, сама по себе не достаточна для обеспечения секретности информации. Необходимо не только закодировать, но также и скрыть закодированную информацию. Для этого можно использовать методологию компьютерной стеганографии. Стеганография – это методика сокрытия небольшого количества конфиденциальной информации в больших информационных массивах так, чтобы непосвященный наблюдатель не мог заметить ее наличия. Анализируя стеганографические системы, доступные сегодня, видно, что для сокрытия информации в звуковых файлах создано всего несколько программ. Методов стеганографии, использующих нейронные сети, пока нет. В этой работе будет показано, как мы можем скрыть информацию в звуковых файлах, используя нейронную сеть.

1. Общие принципы стеганографии. Для звуковых файлов применимы такие же методы, что и для других видов стеганографии. Процесс стеганографии можно разделить на несколько этапов:

- 1) Выбор информационного файла;
- 2) Выбор файла-контейнера;
- 3) Выбор алгоритма стеганографической защиты;
- 4) Кодирование файла.

После того, как выбран информационный файл, файл-контейнер и метод стеганографии, необходимо установить защиту нового файла по паролю. В нашем случае для этих целей будет использован открытый ключ.

5) Отправление сокрытого сообщения по электронной почте и его декодирование.

Например: мы можем скрыть информацию кодированием наименее значимого бита (LSB – Least Significant Bit): записывая секретное сообщение в наименьшие биты, или изменяя параметры звукового сигнала: изменяя коэффициенты дискретного косинуса преобразования.

В этой работе будет представлен метод сокрытия информации в звуковых файлах, использующий стеганографический подход и нейронные сети. Прежде всего, несколько слов о существующих методах звуковой стеганографии [1, 2].

1.1. Метод LSB. Метод кодирования наименее значимого бита (LSB) - самый простой способ встроить данные в другие структуры данных. Заменяя наименее значащий бит каждой информационной

единицы, мы можем закодировать большое количество данных в звуковом сигнале.

Главный недостаток этого метода - его низкая робастность. Закодированная информация может быть разрушена простейшими манипуляциями с файлом: изменением частоты, перекодированием, изменением формата и т.д. Этот метод может быть полезен, в основном, в закрытых информационных средах, т.к. воспроизведенный и вновь записанный с микрофона стегокодированный файл полностью теряет секретное сообщение.

При перекодировании аудиосигнала из 16-битного в 8-битный и обратно, внедренный сигнал сохраняется, несмотря на частичную потерю информации.

1.2. Кодирование расширением спектра. Метка либо скрываемый файл (ЦВЗ – цифровой водяной знак) внедряется в аудиосигналы (последовательность 8- или 16-битных отсчетов) путем незначительного изменения амплитуды каждого отсчета. Для обнаружения ЦВЗ не требуется исходного аудиосигнала.

1.3. Модификация фазы аудиосигнала. Метод заключается в использовании слабой чувствительности системы слуха человека к незначительным изменениям фазы сигнала. Внедрение информации модификацией фазы аудиосигнала – это метод, при котором фаза начального сегмента аудиосигнала модифицируется в зависимости от внедряемых данных. Фаза последующих сегментов согласовывается с ним для сохранения разности фаз. Это необходимо потому, что к разности фаз человеческое ухо более чувствительно. Фазовое кодирование, когда оно может быть применено, является одним из наиболее эффективных способов кодирования по критерию отношения сигнал-шум. В экспериментах пропускная способность канала варьировалась от 8 до 32 бит в секунду.

1.4. Метод изменения времени задержки эхо сигнала. Этот метод позволяет внедрять данные в сигнал прикрытия, изменяя параметры эхо сигнала. К параметрам эхо, несущим внедряемую информацию относятся: начальная амплитуда, время спада и сдвиг (время задержки между исходным сигналом и его эхо). При уменьшении сдвига два сигнала смешиваются. В определенной точке человеческое ухо перестает различать два сигнала, и эхо воспринимается, как добавочный резонанс. Эту точку трудно определить точно, так как она зависит от исходной записи, типа звука и слушателя. В общем случае, для большинства типов сигналов и для большинства слушателей слияние двух сигналов происходит при расстоянии между ними около 0,001 секунды.

Шевеленков Виталий Вячеславович, ассистент кафедры интеллектуальных информационных технологий Брестского государственного технического университета.
Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.