



4. Bradley RA, Terry ME. Rank Analysis of Incomplete Block Designs: I. The Method of Paired Comparisons. *Biometrika* 1952; 39: 324–45. 10.2307/2334029.

О.К. Головнин

ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ФЕДЕРАТИВНЫХ ДАННЫХ SMART CITY

(Самарский университет)

Нештатные ситуации, влияющие на нормальное функционирование транспортной системы, остаются ощутимой проблемой как для городских поселений и агломераций, так и для удаленных транспортных районов [1, 2]. Возникновение и развитие нештатной ситуации может привести к нарушению связности территорий, что оказывает непосредственное влияние на безопасность транспортной системы в целом [3, 4]. Развитие интегрирующих систем «Умных городов» (Smart City) позволяет выработать новые решения, направленные на снижение влияния дестабилизирующих факторов на функционирование транспортной системы [5-7].

В работе представлена предсказательная модель и программный комплекс на основе интеллектуального (нейросетевого) анализа наборов геопривязанных данных, порождаемых интегрированными средствами Smart City. Предлагаемые решения предназначены для повышения эффективности выявления возможных угроз безопасности функционирования транспортной системы, при этом рассматриваются только транспортные системы, образованные на основе улично-дорожной сети общего пользования, в пределах которой осуществляется дорожное движение.

Проведено исследование структур данных, используемых в многочисленных системах класса Smart City, которое позволило сформировать требования к характеристикам входных и выходных слоев искусственной нейронной сети, наборам данных для обучения. Данные, поступающие из различных подсистем Smart City, как правило, обладают геопространственной меткой и в совокупности имеют большой объем. Таким образом, обработка наборов данных строится на основе применения геоинформационных технологий и алгоритмов обработки больших данных.

Проведены исследования по формированию наиболее эффективной внутренней структуры используемой нейронной сети, а также выполнена калибровка механизмов предобработки информации.

Разработана предсказательная модель для выявления возможных угроз безопасности функционирования транспортной системы, построенная на основе искусственной нейронной сети с предобработкой больших



геопривязанных данных, отличающаяся от известных тем, что позволяет осуществлять прогнозирование возникновения событий, приводящих к наступлению нештатной ситуации, в сложных условиях с учетом множества факторов.

Экспериментальная апробация предсказательной модели выполнена на общедоступных открытых экспериментальных наборах геопривязанных данных Smart City, представленных в [8].

Выполнена реализация программного комплекса на основе предложенной предсказательной модели для возможности применения результатов работы на практике в задаче обеспечения безопасности дорожного движения при реализации в составе систем класса SmartCity.

На наборах тестовых данных за счет использования предложенной модели достигается повышение доли предсказанных потенциальных ситуаций, которые могут быть предотвращены превентивными мерами, в среднем до 92% от общего числа. Кроме этого, достигается сокращение времени составления прогноза возможных угроз за счет эффективной предобработки в среднем на 84% по сравнению с моделями, использующими комплексные данные множества подсистем.

Ожидается, что разработанный программный комплекс в интеграции с введенными в эксплуатацию подсистемами Smart City позволит повысить безопасность функционирования транспортной системы за счет сокращения количества мест концентрации нештатных ситуаций (снижение аварийности) и обеспечит сокращение экономических и социальных издержек за счет снижения тяжести последствий наступления нештатных ситуаций для участников движения, грузов и инфраструктуры.

Литература

1 Применение интеллектуальных систем транспортной безопасности в мегаполисах: проблемы и перспективы / И.Г. Малыгин, М.В. Сильников // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2014. – №3-4. – С. 76-82.

2 Транспортная безопасность и система субъектов ее обеспечения / С.М. Зырянов, В.И. Кузнецов // Журнал российского права. – 2012. – №12.

3 Сеть обработки событий для геоинформационной системы в задаче распределенной обработки нештатных ситуаций / О.К. Головнин // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы всерос. конф. – Рязань: РГРТУ, 2019. – С. 266-268.

4 Нейросетевой анализ данных в задаче прогнозирования риска возникновения причин дорожно-транспортных происшествий / О.К. Головнин, Е.В. Сидорова // Перспективные информационные технологии: труды междунар. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2019. – С. 435-437.

5 Системный анализ и моделирование объектов, процессов и явлений транспортной инфраструктуры в технических системах управления движением / О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии



наук. – 2018. – Т. 20, № 6(2). – С. 301-310.

6 Опасность и безопасность транспортных процессов / А.М. Якупов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2013. – № 4.

7 SMART CITY: Теории и практики создания умного города / А.С. Королев // Управление городом: теория и практика. – 2015. – № 4. – С. 19-23.

8 CityPulse Smart City Datasets. URL:
<http://iot.ee.surrey.ac.uk:8080/datasets.html>.

О.К. Головнин, В.Д. Мавлютов

АРХИТЕКТУРНАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛИ ТРЕХКОНТУРНОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

(Самарский университет)

Разработка бытовых инерциальных навигационных систем (ИНС), традиционно применяемых в дорогостоящей технике ввиду своей сложности, в настоящее время может быть выполнена с использованием устройств, встраиваемых в современный смартфон [1–3]. Основным преимуществом ИНС при использовании в смартфонах является ее автономность, то есть возможность определять пространственное положение в условиях отсутствия спутникового сигнала GPS/ГЛОНАСС, что актуально в условиях плотной городской застройки или внутри помещений масштабных торгово-развлекательных центров [4, 5].

В настоящей работе предлагается трехконтурный подход к построению ИНС, интегрирующей данные акселерометра [6], гироскопа [7] и магнитометра [8] мобильных устройств (смартфонов, планшетов, ноутбуков и др.).

Разработанная архитектурная модель реализуемой ИНС представлена на рисунке 1.

Первый контур представляет собой аппаратное обеспечение системы и обеспечивает сбор исходных данных и их предобработку. Второй контур обеспечивает определение пространственного положения за счет обработки данных цифровыми вычислителями (процессорами). Третий контур представляет данные в виде пространственного положения во времени через механизм API, что позволяет на его основе строить различные приложения для мобильных устройств.

Сформируем математическую модель ИНС следующим образом. Данные, получаемые с помощью акселерометра, а именно ускорение по трем осям, представим в виде множества:

$$G = \{\langle g(X), g(Y), g(Z) \rangle\},$$