

# Пешеходы в Умном Городе

Д.Е. Намиот, В.П. Куприяновский, О.И. Карасев, С.А. Синягов, А.П. Добрынин

**Аннотация**—В этой статье мы рассматриваем вопросы отслеживания перемещений пешеходов в Умных Городах. Вопросы мобильности (Умной Мобильности) являются одной из основных компонент того, что называют Умным Городом. В настоящий момент происходит изменение парадигмы планирования городов от автомобилей к пешеходам и велосипедам. Чем больше мы (живущие в городах) ходим, тем лучше городу во всех отношениях. Ходьба в городе – это не только преимущества для здоровья, но также и множество экономических выгод для девелоперов, работодателей и предприятий розничной торговли, самый низкий выброс углерода и минимальное загрязнение окружающей среды. Развитие пешеходных городов имеет много разных аспектов. В данной работе мы останавливаемся на вопросах отслеживания перемещений пешеходов. Собираемые таким образом данные должны будут служить метрикой при любом проектировании.

**Ключевые слова**—Умный Город, мобильность, пешеход.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Эта статья является продолжением серии публикаций о сервисах в Умных Городах. Ранее опубликованные работы касались, например, инфокоммуникационных сервисов в целом [1], полиции в Умном Городе [2], управления работающими [3], работе пожарных [4].

Этой работой мы продолжаем серию публикаций, посвященных мобильности в Умных Городах. Мобильность (Умная Мобильность в соответствии с областью применения) является одной из основных компонент того, что принято называть Умным Городом [5,6].

ARUP выпустил специальный доклад о пешеходных городах [7]. На основе 70 лет практики подтверждается, что ходить по городу лучше для города, и что чем больше мы ходим, тем лучше городу во всех отношениях. Этот отчет показывает преимущества пешеходных городов - экономические, социальные, экологические и политические. Он также устанавливает меры по улучшению пешеходности, иллюстрируя их конкретными исследованиями.

Статья получена 23 августа 2016.

Намиот Д.Е., МГУ имени М.В. Ломоносова, (email: dnamiot@gmail.com).

Куприяновский В.П., МГУ имени М.В. Ломоносова, (email: vpkupriyanovsky@gmail.com).

Карасев О.И., МГУ имени М.В. Ломоносова, (email: k-o-i@yandex.ru)

Синягов С.А., независимый исследователь (email: ssinyagov@gmail.com).

Добрынин А.П., МГУ имени М.В. Ломоносова, (email: andrey.p.dobrynin@gmail.com).

Для успеха городов и качества жизни, которые они предлагают, имеет особое значение то, как люди перемещаются внутри них. В двадцатом веке, планирование города было планированием для автомобилей. Сейчас же, умная городская политика стимулирует пешеходные перемещения, которые находятся в самом центре всех решений о построении окружающей среды, так как пешеходные города являются лучшими городами для всех (рисунок 1).

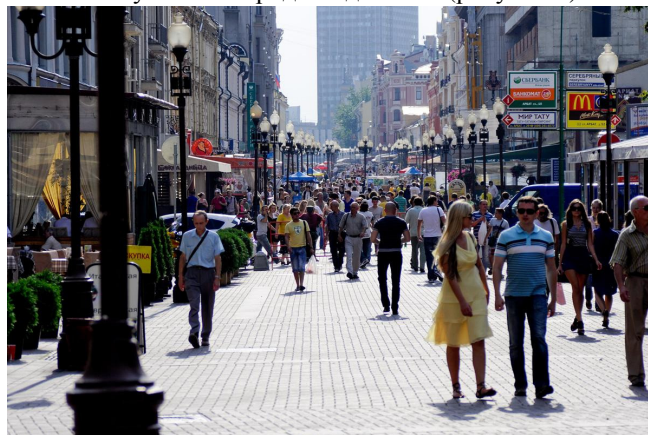


Рис.1 Пешеходная зона

Жители города нуждаются в том, чтобы физическая активность вернулась обратно в их повседневную жизнь, и ходьба должна стать столь же обычной, как и любой вид транспорта. Как только речь заходит о ходьбе, то в дополнение к множеству преимуществ для здоровья, есть много экономических выгод для девелоперов, работодателей и предприятий розничной торговли. Это самый низкий выброс углерода, наименее загрязняющий окружающую среду, самый дешевый и самый надежный вид транспорта, а также большой социальный уравниватель. Наличие людей, идущих через городские пространства, делает пространства более безопасными для других и, лучше всего, это то, что это делает людей счастливыми. А создание эффективной и комфортной среды обитания – это первая задача Умного Города [8].

В данной работе мы останавливаемся на вопросах отслеживания движения пешеходов. Очевидно, что без метрик (измерений) нельзя ни проектировать системы, ни оценивать их эксплуатацию. Данные, которые получаются при траекторных измерениях, будут служить метрикой для проектировщиков и эксплуатирующих служб.

## II. АНАЛИЗ ПЕШЕХОДНОГО ТРАФИКА

Исторически, большая часть работ, посвященных измерению трафика в городах, относилась к автомобилям. Города оптимизировались для

автомобилей [9]. Как некоторое исключение можно отметить уже довольно старые работы по анализу трафика для велосипедистов [10]. Естественно, с изменением подхода к развитию возникли вопросы исследования всего трафика. И главное – с учетом информации из всех возможных источников. Например, места совершения транзакций по кредитным картам – это также оценка трафика (рисунок 2).

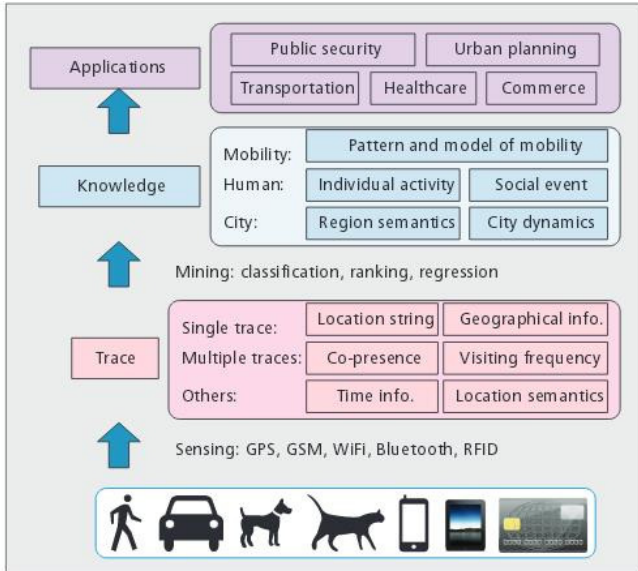


Рис. 2. Оценка перемещений в городах [9]

В качестве более современных обзорных работ можно упомянуть, например, статьи [11, 12].

В данной статье мы концентрируемся на методах сбора информации о пешеходном трафике. Прежде чем анализировать и выявлять шаблоны поведения (перемещения), необходимо научиться собирать исходную информацию. Именно эти собранные данные будут служить основой для построения моделей и любого дальнейшего анализа. Например, в [13] отмечается, что мониторинг пешеходного трафика не ограничивается просто оценками объема трафика и заторами. Предлагается также выделять классы (типы) пешеходов, к которым авторы относят местных жителей (быстро путешествуют и надолго остаются в местах, которые не являются очевидными достопримечательностями), покупателей (перемещаются медленнее и останавливаются в местах, которые могут быть связаны с покупками) и туристов (медленно перемещаются и останавливаются в местах, которые связаны с достопримечательностями). Именно такого рода информация будет полезна как городским властям, так и бизнесу. Для сбора такой информации авторы предлагают использовать камеры, которые расположены чуть выше поверхности земли (то есть, считать по ногам) и трекинг-устройства, которые размещены у добровольцев (оценивать трафик и маршруты по перемещениям “репрезентативных” пешеходов).

Отслеживание движения пешеходов в городе может осуществляться несколькими способами. В данной работе мы рассмотрим следующие из них:

- данные операторов мобильной связи и производителей телефонов

- анализ фото и видео-изображений,
- использование сенсоров (датчиков) для подсчета числа пешеходов,
- использование сенсоров для подсчета числа мобильных телефонов
- крауд-сенсинг
- использование социальных сетей и других источников данных

### III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ОПЕРАТОРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ

Мобильные операторы агрегируют данные о переключении мобильного телефона абонента между базовыми станциями. Зная координаты этих станций можно определить перемещение пользователя. Возможности здесь примерно одинаковые у всех мобильных операторов. Изложение ниже иллюстрировано примерами из презентации компании Мегафон.

На рисунке 3 представлена так называемая карта сегментации:

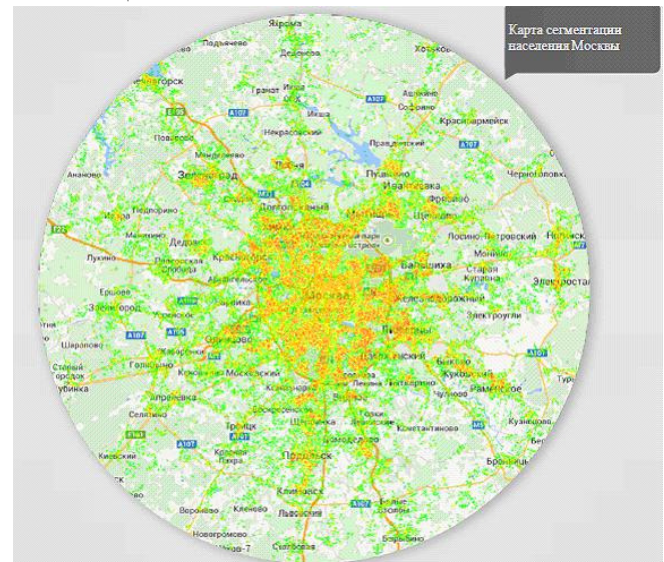


Рис. 3. Карта сегментации

На рисунке 4 представлена тепловая карта активности

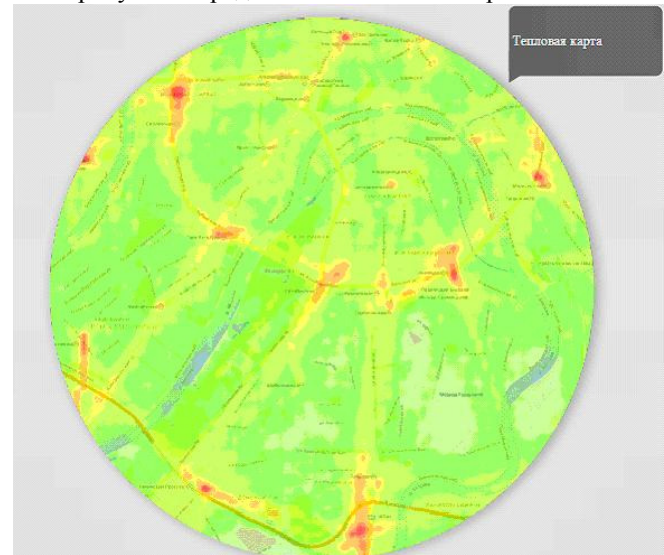


Рис. 4. Карта активности



Здесь необходимо отметить, что оператор регистрирует, естественно, все телефоны. Сюда входят и телефоны водителей и пассажиров в транспорте. Поэтому из этих данных нужно отобрать (например, по оценочной скорости) то, что относится к пешеходам. Важно определить, что именно считать пешеходным трафиком. Если это не дорожка для прогулок, то она вряд ли будет пройдена всеми от начала до конца. На реальной улице пользователи после какого-то перемещения будут концентрироваться в каких-то местах (офисное здание, например). Логично их также считать пешеходами для данной улицы.

Матрица корреспонденции на рисунке 5 показывает перемещение между территориями.

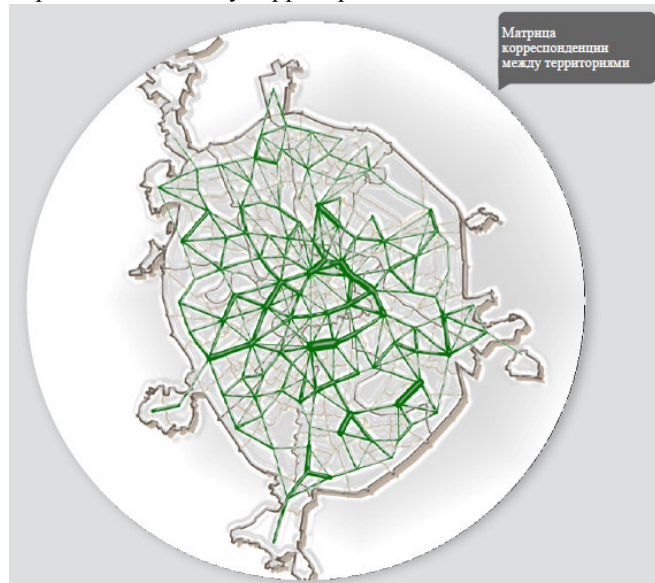


Рис. 5. Матрица корреспонденции

На рисунке 6 показаны зоны притяжения (концентрации) мобильных пользователей (для этого часто используются диаграммы Вороного)



Рис. 6. Матрица притяжения

Изображения приведены для всего города Москвы, на практике это должно быть уменьшено до интересующей области.

Тема оценки трафика по данным мобильных операторов достаточно широко освещается в литературе [14, 15].

Наряду с операторами, много информации об использовании мобильного телефона собирают производители операционных систем. Практически, речь идет о связке Google+Android [16]. Для России – это весьма распространенная комбинация.

Google Urban Lab [17] предлагает продукт FLOW [18] для анализа перемещений в городе.

#### IV. АНАЛИЗ ФОТО И ВИДЕО-ИЗОБРАЖЕНИЙ

На рисунке 7 представлена система IP-камер в Palo Alto (США). Камеры распознают пешеходов и велосипедистов (без сохранения какой-либо другой видеoinформации) и ведут подсчет обнаруженных “целей” [19]. В данном проекте используются устройства подсчета от компании Vimos [20]. Камеры здесь объединены с программным обеспечением для анализа видео. Все установленные камеры управляются через единую облачную платформу.



Рис. 7. Подсчет пешеходов и велосипедистов в Palo Alto

Компания Axis также использует программное обеспечение для собственных камер, позволяющее вести подсчет людей [21]. Как и в случае подсчета велосипедистов, для этого может использовать программное обеспечение от Cognimatics [22].

Здесь необходимо отметить один важный момент. Видеонаблюдение (с таким же возможным подсчетом посетителей) ведется во множестве офисных и торговых центров. В зависимости от расположения (наличия парковок) посетители в торговом центре это есть те же пешеходы, которые шли по улице до входа в магазин. Соответственно, такая “внутренняя” аналитика (если она будет доступной, хотя бы, например, для публичных зданий) может служить оценкой пешеходного трафика. Эти данные можно использовать в сравнительном анализе (стало посетителей больше или меньше).

Компания Bosh анонсирует функцию подсчета велосипедистов как часть своего пакета видео-аналитики, который интегрируется с их собственными камерами [23].

Базовый аппарат для определения велосипедистов (пешеходов) в видео-поток описан во многих работах. Например, в [24] описывается система распознавания на базе фильтра Калмана и Learning Vector Quantization (LVQ). Авторы декларируют точность в 80% - 90%.

Подход на основе SVM представлен в работе [25]. Хорошая библиография возможных подходов есть в отчете Университета Миннесоты [26]. Классической

работой, посвященной подсчету пешеходов на видео, является статья [27]. Из других работ отметим статьи [28,29]. В целом – это весьма “горячая” тема, которой посвящено множество работ. Также существует довольно большое количество сервисных провайдеров, предоставляющих программные интерфейсы (API) для обработки видео [30]. Сравнительно новое направление здесь – это 3D камеры [31].

Очень важный момент для проектирования систем анализа пешеходного трафика по видео – это понимание того, как именно устроена конкретная система видеонаблюдения. Например, знание ответов на вопросы о том, как именно снимаются нужные улицы (трассы), как дальше используется это видео, каким образом к нему можно получить доступ, чтобы вести практическую речь об анализе видеоданных. Необходимо понимание того, как именно требуется анализировать видео (в реальном времени, с некоторой допустимой задержкой, или по запросу для определенного видео-ряда).

Помимо повсеместно распространенных офисных систем видеонаблюдения, отметим также такой потенциальный источник видеoinформации о пешеходах, как видео-регистраторы в автомобилях. В частности, такие видеорегистраторы могут быть специально установлены в общественном транспорте, который движется вдоль улиц.

#### V. ДАТЧИКИ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ПЕШЕХОДОВ

Весьма популярный подход к оценке пешеходного трафика. Например, пьезоэлектронный датчик на дорожке [32] (рисунок 8).



Рис. 8. Счетчик велосипедистов [32]

Как видно из рисунка, так можно определять также и направление движения (в зависимости от того, какой из кабелей пересечен первым).

Такого рода датчики могут подсчитывать и пешеходов [33] (рисунок 9). В работе [34] представлен пример использования радиолокаторов для подсчета количества пешеходов.

Весьма наглядным примером использования сенсоров для подсчета пешеходов является городской проект Мельбурна (Австралия) – рисунок 10 [35]. Здесь

используются инфракрасные датчики движения [35] от компании Veonic [36] (рисунок 11).



Рис. 9 HI-TRAC CMU

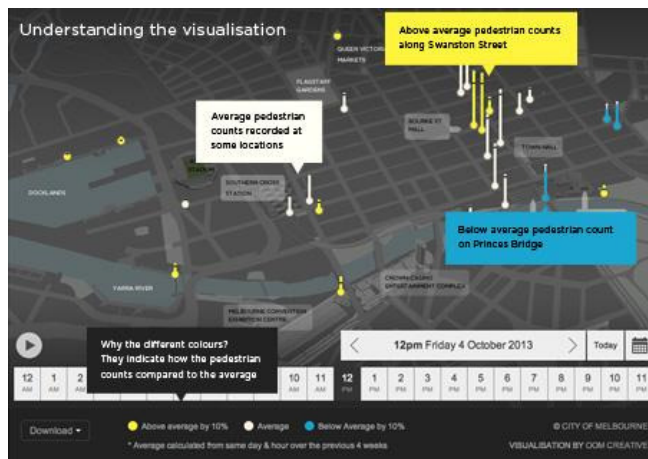


Рис. 10. City of Melbourne

На рисунке 11 в правом верхнем углу красным обведен смонтированный над тротуаром инфракрасный датчик движения, который и используется для подсчета пешеходов.



Рис. 11. Датчики движения в Мельбурне

Обзор сенсоров для подсчета пешеходов есть в работе [37]. Из более свежих статей отметим работы [38, 39].

#### VI. ПОДСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

В отдельную группу мы выделили пассивные способы отслеживания мобильных устройств, которые могут быть реализованы без участия мобильных операторов. Идея такого мониторинга состоит в том, что можно регистрировать мобильные устройства с включенными беспроводными интерфейсами (Wi-Fi, Bluetooth). При этом нет, например, необходимости подключаться к точке доступа Wi-Fi. Достаточно просто иметь



включенный Wi-Fi интерфейс. Поэтому такого рода мониторинг еще называется пассивным – от владельца мобильного устройства не требуется никаких действий (инсталляции и запуска какого-либо приложения) – рисунок 12.



Рис. 12 Сетевая близость

На подобного рода принципах (network proximity – сетевая близость) может быть построено множество сервисов для умных городов [40, 41]. В указанных работах в качестве измерительных устройств использовались специализированные Wi-Fi маршрутизаторы от компании Libelium [42].

Отметим, что таким образом можно подсчитывать также и посетителей в офисных зданиях (торговых центрах). А это также будет являться и некоторой оценкой пешеходного трафика в окрестности.

## VII. КРАУД-СЕНСИНГ

За неимением русского термина будет использоваться здесь английский – crowd-sensing. Под этим термином понимается сбор информации (в первую очередь – данных различных сенсоров) с помощью оконечных устройств конечных пользователей (мобильных абонентов). GPS (определение координат) также можно рассматривать как сенсор. Соответственно приложение, записанное у добровольцев или, например, у муниципальных работников в рамках служебных обязанностей, может записывать текущие координаты в рамках перемещения владельца телефона. Естественно, в такого рода системах используются обезличенные данные, поскольку идентификация пользователя здесь абсолютно не нужна, а интерес представляют только записанные треки, по которым можно оценить маршрут и задержки в пути. Такого рода системы восходят к начальным исследованиям по social dynamics и reality mining, выполнявшимся в MIT [43]. Мобильные абоненты с установленными приложениями выступают представителями, с помощью которых и исследуется пешеходный трафик.

Отметим, что инструменты для подобного рода систем уже есть. Конечно, такого рода исследования могут касаться не только пешеходов, но и велосипедистов и водителей. В последнем случае – это практически тоже самое, что и страховая телематика. По собранной информации можно оценивать стиль

вождения и от этого зависят страховые взносы [3]. Эксперименты с инструментами для сбора данных проводились дипломниками ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова [44]. Отметим также, что такой способ сбора данных может касаться не только координат, могут быть задействованы все сенсоры, доступные в мобильных устройствах [45].

## VIII. ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

Здесь мы хотели бы указать на те источники данных, которые не могут быть использованы для получения абсолютных значений (измерений), но могут служить косвенными показателями пешеходного трафика, а также использоваться для качественного сравнительного анализа (стало больше или меньше и т.д.).

Во-первых, конечно, это данные о посещаемости кафе, офисных центров, магазинов и так далее. Не так много улиц, где пешеходы проходят их целиком, нигде не останавливаясь. В реальности трафик замыкается в магазинах, музеях и т.д. Многие (почти все) из этих заведений ведут тем или иным способом подсчет посетителей. Это может быть явный подсчет, количество проданных билетов или выписанных чеков, например. Информация о посещаемости, например, это также количество и место транзакций по кредитным картам. Все это характеризует и пешеходный трафик.

Источником информации о трафике могут служить, например, гео-кодированные фото в Instagram и Twitter, сообщения в Twitter, которые сообщают о событиях и географических объектах (POI – point of interest). В эту же категорию попадает информация от служб такси (места посадки и высадки пассажиров).

Поиск и выделение такого рода информации есть часть такой специализации, как information retrieval [46]. Например, в работах [47, 48] рассматривается выделение событий из потока сообщений Twitter. Работа [49] является примером исследования определения пользовательской активности по записям в социальных сетях. Анализ активности и поиску шаблонов поведения посвящены работы [50, 51].

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Намиот Д. Е., Куприяновский В. П., Снягов С. А. Инфокоммуникационные сервисы в умном городе //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 4. – С.1-9.
- [2] Куприяновский В. П. и др. Умная полиция в умном городе //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 3. – С.21-31.
- [3] Куприяновский В. П. и др. Цифровая экономика - «Умный способ работать» //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 2. – С.26-33.
- [4] Куприяновский В. П. и др. Умные решения цифровой экономики для борьбы с пожарами //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 3. – С. 32-37.
- [5] Sustainable Urban Mobility <https://eu-smartcities.eu/content/sustainable-urban-mobility-0> Retrieved: Aug, 2016
- [6] ARUP - URBAN MOBILITY IN THE SMART CITY AGE. SMART CITIES CORNERSTONE SERIES, 2016
- [7] Cities Alive Towards a walking world. ARUP 2016.
- [8] Волков А. А., Намиот Д. Е., Шнепс-Шнеппе М. А. О задачах создания эффективной инфраструктуры среды обитания

- //International Journal of Open Information Technologies. – 2013. – T. 1. – №. 7. – С. 1-10.
- [9] CITIES, SMART. "Trace analysis and mining for smart cities: issues, methods, and applications." *IEEE Communications Magazine* 121 (2013).
- [10] Opiela, Kenneth S., Snehamay Khasnabis, and Tapan K. Datta. "Determination of the characteristics of bicycle traffic at urban intersections." *Transportation Research Record* 743 (1980): 30-38.
- [11] Zhang, Jun, et al. "Comparative analysis of pedestrian, bicycle and car traffic moving in circuits." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 104 (2013): 1130-1138.
- [12] Hancke, Gerhard P., and Gerhard P. Hancke Jr. "The role of advanced sensing in smart cities." *Sensors* 13.1 (2012): 393-425.
- [13] Taylor, Nicholas K., et al. "Congestrian: monitoring pedestrian traffic and congestion." *Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication*. ACM, 2013.
- [14] Caceres, Noelia, et al. "Traffic flow estimation models using cellular phone data." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 13.3 (2012): 1430-1441.
- [15] Derendyaev, Alexander. "Traffic Speed Estimation By Mobile Operator Data." (2011).
- [16] Tracking Urban Mobility <http://googlepoliceurope.blogspot.ru/2015/11/tackling-urban-mobility-with-technology.html> Retrieved: Aug, 2016
- [17] Google Urban Lab <https://www.sidewalklabs.com/> Retrieved: Aug, 2016
- [18] FLOW <http://www.flowmobility.io/> Retrieved: Aug, 2016
- [19] Smart City Bicycle and Pedestrian Counting <http://thinkingcities.com/smart-city-bicycle-and-pedestrian-counting-technology-released/> Retrieved: Aug, 2016
- [20] Vimoc <http://vimoc.com/product-2/> Retrieved: Aug, 2016
- [21] Axis People Counter <http://www.axis.com/dk/en/solutions-by-application/people-counting> Retrieved: Aug, 2016
- [22] True View People Counter <http://www.cognimatics.com/Products/TrueView-People-Counter> Retrieved: Aug, 2016
- [23] IVA 6.10 Intelligent Video Analysis [http://resource.boschsecurity.com/documents/DS\\_IVA\\_6.10\\_Data\\_sheet\\_enUS\\_19245749387.pdf](http://resource.boschsecurity.com/documents/DS_IVA_6.10_Data_sheet_enUS_19245749387.pdf) Retrieved: Aug, 2016
- [24] Heikkilä, Janne, and Olli Silvén. "A real-time system for monitoring of cyclists and pedestrians." *Image and Vision Computing* 22.7 (2004): 563-570.
- [25] Ponte, G., et al. "Using specialised cyclist detection software to count cyclists and determine cyclist travel speed from video." *Australasian Road Safety Research Policing Education Conference, 2014, Melbourne, Victoria, Australia*. 2014.
- [26] Somasundaram, Guruprasad, Vassilios Morellas, and Nikolaos Papanikolopoulos. "Deployment of Practical Methods for Counting Bicycle and Pedestrian Use of a Transportation Facility." (2012).
- [27] Masoud, Osama, and Nikolaos P. Papanikolopoulos. "A novel method for tracking and counting pedestrians in real-time using a single camera." *IEEE transactions on vehicular technology* 50.5 (2001): 1267-1278.
- [28] Mizushima, M. I. K. I., et al. "Counting pedestrians passing through a line in video sequences based on optical flow extraction." *Proc. CSECS* (2013): 129-136.
- [29] Tang, Nick C., et al. "Cross-camera knowledge transfer for multiview people counting." *IEEE Transactions on Image Processing* 24.1 (2015): 80-93.
- [30] Placemeter <http://www.placemeter.com/how-it-works> Retrieved: Aug, 2016
- [31] BlueScan <http://www.bluescan.org/english/counting/people-counting/index.php> Retrieved: Aug, 2016
- [32] Bike counter <http://metrocount.com/shop/traffic-counters/40-mc5720-advanced-bicycle-counter.html> Retrieved: Aug, 2016
- [33] HI-TRAC CMU - Bicycle and Pedestrian Monitoring <http://www.jamartech.com/cmu.html> Retrieved: Aug, 2016
- [34] RadioBeam [http://www.chambers-electronics.com/radiobeam-outdoor-people-counter-\(rbx-eb\).html](http://www.chambers-electronics.com/radiobeam-outdoor-people-counter-(rbx-eb).html) Retrieved: Aug, 2016
- [35] Sensors movement <http://wongm.com/2012/10/city-of-melbourne-pedestrian-counters/> Retrieved: Aug, 2016
- [36] Beonic <http://beonic.com/> Retrieved: Aug, 2016
- [37] Bu, Fanping, et al. "Estimating pedestrian accident exposure: automated pedestrian counting devices report." *Safe Transportation Research & Education Center* (2007).
- [38] Fujii, Shuto, et al. "Pedestrian counting with grid-based binary sensors based on Monte Carlo method." *SpringerPlus* 3.1 (2014): 1.
- [39] Lindsey, Greg, et al. "The Minnesota Bicycle and Pedestrian Counting Initiative: Methodologies for Non-motorized Traffic Monitoring." (2013).
- [40] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Sneppe. "Geofence and network proximity." *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. 117-127.
- [41] Sneps-Sneppe M., Namiot D. Spotique: A new approach to local messaging //International Conference on Wired/Wireless Internet Communication. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – С. 192-203.
- [42] Smartphone, Cellular, Mobile and Hand Phone Detection <http://www.libelium.com/products/meshlium/smartphone-detection/> Retrieved: Aug, 2016
- [43] MIT Hyman Dynamics Lab <http://hd.media.mit.edu/> Retrieved: Aug, 2016
- [44] Незнанов И. В., Намиот Д. Е. Контроль транспортных маршрутов с помощью мобильных телефонов //International Journal of Open Information Technologies. – 2015. – Т. 3. – №. 8. – С. 30-39.
- [45] Namiot D., Sneps-Sneppe M. On Open Source Mobile Sensing //International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. – Springer International Publishing, 2014. – С. 82-94.
- [46] Grossman, David A., and Ophir Frieder. *Information retrieval: Algorithms and heuristics*. Vol. 15. Springer Science & Business Media, 2012.
- [47] Akbari, Mohammad, et al. "From Tweets to Wellness: Wellness Event Detection from Twitter Streams." *Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence*. 2016
- [48] Zhou, Deyu, Liangyu Chen, and Yulan He. "An Unsupervised Framework of Exploring Events on Twitter: Filtering, Extraction and Categorization." *AAAI*. 2015.
- [49] Zhu, Zack, et al. "Human activity recognition using social media data." *Proceedings of the 12th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*. ACM, 2013.
- [50] Daggitt, Matthew L., et al. "Tracking urban activity growth globally with big location data." *Royal Society open science* 3.4 (2016): 150688.
- [51] Kuo, Yin-Hsi, et al. "Discovering the city by mining diverse and multimodal data streams." *Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia*. ACM, 2014.

# Pedestrians in the Smart City

Dmitry Namiot, Vasily Kupriyanovsky, Oleg Karasev, Sergey Sinyagov, Andrey Dobrynin

***Abstract***— In this article, we look at tracking movements of pedestrians in Smart Cities. A mobility (Smart Mobility) is a major component of what is called Smart City. At the moment, there are changes in urban planning paradigms from cars to pedestrians and bicycles. The more we (who live in cities) walk, the better the city in all respects. Walking in the city is not only health benefits, but also a lot of economic benefits for developers, employers and retailers, the lowest carbon emissions, and minimal environmental pollution. Development of pedestrian-oriented city has a lot of different aspects. In this paper, we stop on the issues of tracking the movement of pedestrians. The data collected during this process will play a role of metric in future development.

***Keywords***— Smart City, mobility, pedestrian.