

Мобильный сервис принятия решений в экстремальных ситуациях на основе облачных технологий второго поколения и модели искусственного общества*

В.А. Карбовский, А.В. Богачева, Д.В. Волошин, К.А. Пузырева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
vladislav.k.work@gmail.com, bogacheva.an@gmail.ru, achoched@gmail.com,
kseniapuzyreva@gmail.com

Аннотация

Рассмотрены аспекты разработки массовых мобильных сервисов для интеллектуальной поддержки персональных решений в экстремальных ситуациях с учетом фактора доверия пользователей на основе облачной платформы CLAVIRE и моделированием социальных процессов.

1. Введение

Современный мобильный телефон представляет собой многоцелевой инструмент, обеспечивающий своему владельцу широкие возможности взаимодействия с реальным миром, включая голосовую связь, интернет, технологии позиционирования и локального взаимодействия. В совокупности с развитыми облачными средствами кастомизации современных мобильных устройств, это дает возможность организовывать массовые мобильные сервисы (ММС), ориентированные на *персональную* поддержку принятия решений пользователей в разнообразных ситуациях (разного рода навигаторы, рекомендательно-справочные системы и органайзеры, например [1]).

Одним из наиболее перспективных направлений применения ММС является сопровождение пользователей мобильных устройств в экстремальных (в том числе, чрезвычайных) ситуациях. Это касается обеспечения информационной и интеллектуальной поддержки пользователей, попавших в потенциально опасную зону, с целью сохранения их жизни, здоровья и имущества. В частности это включает в себя оповещение об экстремальных ситуациях и организацию эвакуации - организованного вывода населения из районов, подверженных угрозе, в безопасную зону.

Использование существующих способов и средств информирования населения во многом не-

сит экстенсивный характер, не учитывающий индивидуальные особенности и местонахождение участников ситуации. Как следствие, с этим связаны многочисленные нарушения правил эвакуации населения: прерывание процесса информирования по цепочке и невыполнение предписаний соответствующих служб [2]. Напротив, внедрение мобильных технологий ориентировано на персональную поддержку принятия решений, что позволяет не только повысить скорость реагирования на потенциальную опасность, но и самостоятельно принять меры, снижающие риски ее воздействия на конкретного индивида.

Спецификой создания современных ММС для персональной поддержки принятия решений в экстремальных ситуациях является их динамичность и интерактивность. Результаты работы ММС представляют собой не статическую инструкцию, а взвешенный по степени опасности набор сценариев, позволяющий пользователю самостоятельно выбрать решение на местности. Для построения этих сценариев в условиях неполноты и неопределенности входной информации используются технологии численного моделирования, исходные данные для которых поставляют сами мобильные устройства пользователей ММС.

Учитывая комплексность применяемых моделей и сценариев, реализация ММС требует использования облачных технологий для реализации ресурсоемких процедур моделирования и обработки данных. В данной статье рассматриваются аспекты создания ММС интеллектуальной поддержки процесса эвакуации в экстремальных ситуациях на основе облачной платформы второго поколения CLAVIRE [3].

2. Принципы организации ММС и проблема доверия пользователей

Мобильные технологии для сопровождения действий населения в экстремальных ситуациях внедрены в различных странах, см. табл. 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ ММС сопровождения действий населения в экстремальных ситуациях

Наименование	Разработчик	Достоинства и функциональные возможности	Недостатки
Earthquake	Mobeezio Inc.	Оповещение о землетрясениях Удобный интерфейс	Отсутствие функционала помощи при эвакуации Невозможность определения местоположения пользователя
Hurricane Pro	Kitty Code	Оповещение об ураганах	Отсутствие функционала помощи при эвакуации
ubAlert	Bump Network Inc.	Определения местоположения пользователя Получение информации о состоянии чрезвычайной ситуации от других пользователей	Отсутствие плана эвакуации во время чрезвычайной ситуации
American Red Cross: Shelter View	Vision Link Inc.	Отображение на карте центров красного креста	Отсутствие информации об эвакуации Отсутствие информации о чрезвычайной ситуации
Мобильный спасатель	МЧС России, СайтСофт	Наличие справочника пожарных, медицинских и полицейских учреждений Возможность отправить сигнал выбранным друзьям-контактам	Отсутствие информации об эвакуации Отсутствие информации о чрезвычайной ситуации

Однако они, в первую очередь, ориентированы на задачу оповещения населения о самой ситуации; в полной мере решение задачи сопровождения процесса эвакуации на персональном уровне ни одно из указанных решений не обеспечивает. Это связано не только с отражением уже устоявшейся системы действий в чрезвычайных ситуациях, но и со спецификой восприятия пользователем информации об экстремальных и чрезвычайных ситуациях. Прежде всего, при индивидуальном восприятии экстремальной ситуации существует тенденция, что термин «опасность» частично заменяется термином «риск» [4]. В связи с этим индивиды часто оценивают не потенциальную угрозу, а сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий, а также степень воздействия этой угрозы непосредственно на них и их близких. Как следствие, индивидуальный интерес человека связан лишь с угрозами в непосредственной близости к нему, что требует ориентации ММС на локальные решения для определенной местности. Другой стороной этой проблемы является то, что отсутствие персонализации сообщений о чрезвычайных ситуациях снижает уровень доверия к ним.

При этом такой «системный» подход к оповещению приводит к ложному снижению страха перед природными катаклизмами. Зачастую люди не реагируют на сообщения в надежде на комплексное решение проблемы соответствующими службами – возникает состояние бездействия в ожидании спасения. Напротив, индивидуальная мотивация к действиям возникает тогда, когда люди получают возможность *персонального* управления рисками и оценки происходящего.

В настоящее время задача повышения мотивации населения при действиях в экстремальных ситуациях решается во многих странах; однако, единый рецепт в настоящее время отсутствует в силу различия социальных факторов [5]. При этом эксперты сходятся во мнении, что главными параметрами оповещения должны быть его ясность и наличие конкретных персональных инструкций о действиях в конкретной ситуации, а также о возможных последствиях и способах манипулирования ими [6]. Основной проблемой в настоящее время видится развитие доверия пользователя к ММС и обучение их использованию в повседневных условиях для последующей быстрой реакции в экстремальных ситуациях. Как следствие, это требует развития в ММС функций персональной поддержки принятия решений не только в редких чрезвычайных ситуациях (наводнение, землетрясение и пр.), но и в более частных экстремальных ситуациях, связанных с личными рисками пользователя, которые формируются на основе его собственных задач.

В целом такой ММС представляет собой геопланировщик со списком задач, формализованных пользователем. На основе GPS-данных ММС позволяет запоминать наиболее важные для пользователя координаты, записывать для них действия устройства (выключить звук, напомнить, включить WI-FI, и пр.). Выполняя каждый день определенный набор действий, пользователь привыкает к подсказкам, реагирует на пиктограммы карты, воспринимает интерфейс как дружелюбный и ориентируется на действия ММС.

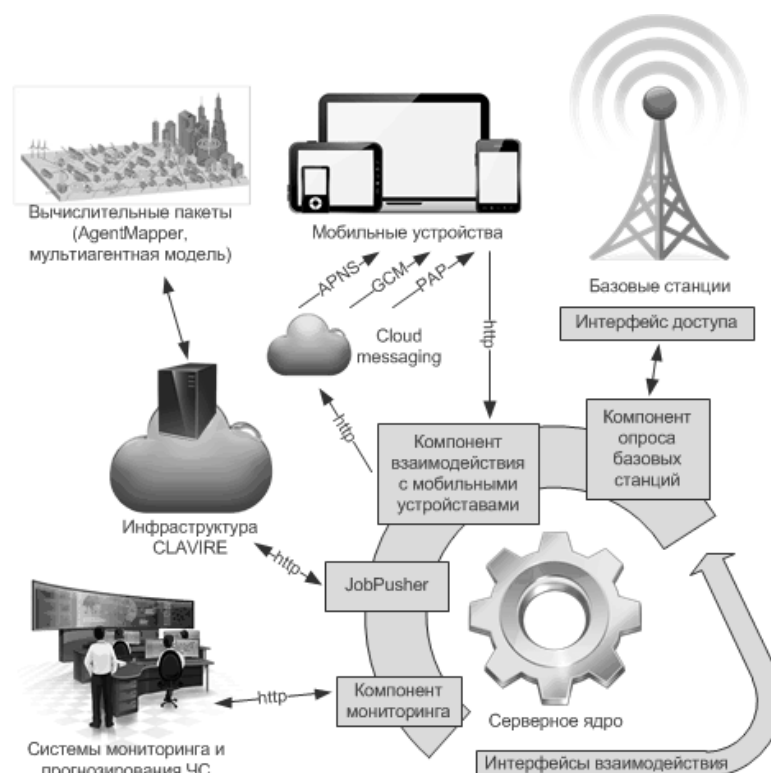


Рис. 1. Принципиальная архитектура MMC сопровождения экстремальных ситуаций на основе CLAVIRE

Обозначение в повседневном режиме зданий и их назначений, в режиме экстремальных ситуаций дает восприятие конкретных маршрутов и центров помощи, что позволяет пользователям не только ориентироваться в сложной ситуации, но и принимать решения, т.е. брать на себя управление рисками. Таким образом, в повседневном режиме вырабатывается доверие пользователя к рекомендациям MMC, что позволяет отчасти снизить риск конфликта решений в будущем.

3. Состав и принципы работы MMC

На рис. 1 приведена принципиальная архитектура MMC персональной поддержки принятия решений при эвакуации в экстремальных ситуациях на основе облачной платформы CLAVIRE. В состав MMC входят собственно серверное ядро, клиентское мобильное приложение, а также комплекс вычислительных пакетов (AgentMapper), отвечающих за обработку данных и моделирование различных сценариев поведения. Ядро MMC представляет собой высокопроизводительное серверное приложение, основными задачами которого являются организация логики вычислений, сетевого взаимодействия, взаимодействия с внешними сервисами и облачной платформой (CLAVIRE), а также поддержка целостности всей инфраструктуры (включая задачи резервирования и обеспечения устойчивости работы системы в экстремальных условиях, связанных, на-

пример, с перегрузками). Клиентское мобильное приложение предназначено для смартфонов и планшетных компьютеров. Оно выполняет задачи своевременного оповещения пользователей о чрезвычайной ситуации, включая информирование о самой ситуации и о сценариях эвакуации, а также обеспечивает работу геопланировщика в повседневном режиме.

Алгоритм функционирования MMC включает в себя следующие шаги, отраженные на рис. 1:

- получение прогностических сведений о наступлении экстремальной ситуации. Серверное ядро включает в себя компонент мониторинга, осуществляющий взаимодействие с такими системами (в том числе, работающими под управлением CLAVIRE), например, с системой прогнозирования угрозы наводнений [7];
- сбор данных о текущей плотности населения с базовых станций операторов мобильной связи, с оценкой общего количества людей (не только пользователей MMC) в зоне чрезвычайной ситуации [8]. За взаимодействие с интерфейсом базовых станций также отвечает модуль ядра;
- отправка оповещений клиентам MMC. Выполняется параллельно с п.2. Компонент серверного ядра, использующий технологии, предоставляемые разработчиками операционных систем для целевых платформ, например Google Cloud Message, позволяет отправлять push-сообщение на устройство, оповещая, таким образом, клиентов MMC,



Рис. 2. Клиентское приложение MMC в задаче эвакуации при катастрофическом нагонном наводнении в Санкт-Петербурге: а - схематичное изображение затопления Васильевского Острова; б – изображение с меньшим масштабом.

находящихся в зоне чрезвычайной ситуации или поблизости от нее;

- моделирование распределения и динамики населения на местности, оказавшегося в зоне чрезвычайной ситуации. Данная задача решается блоком AgentMapper с использованием модели виртуального общества [9], которая учитывает специфику местности, тип поселения, а также время суток. Данная модель реализована в виде композитного приложения платформы CLAVIRE и выполняется с использованием компонента JobPusher [10];

- моделирование паники и эвакуации. Входными данными будут являться результаты п.4, т.е. распределение людей по местности, представляющих толпу, а также координаты пользователей MMC. Задача моделирования включает в себя определение характеристик плотности населения, связанных с массовой паникой и спонтанной эвакуацией (например, по принципу стремления к возвышенностям при наступлении наводнений). Данная задача также решается композитным приложением CLAVIRE. Кроме того, выполняются построение и оптимизация маршрутов эвакуации пользователей MMC. Сервис позволяет найти оптимальный и альтернативный пути эвакуации;

- отображение информации о различных маршрутах эвакуации (с указанием рисков) на карте мо-

бильного приложения пользователя. В результате пользователь видит на экране мобильного устройства опасную зону, а также возможные пути эвакуации. На рис. 2 приведен пример использования MMC в задаче эвакуации при катастрофическом нагонном наводнении в Санкт-Петербурге.

4. Модель

Для изучения динамики плотности населения, а также взаимодействия населения между собой и со средой, и получения, в результате, срезовых состояний плотности, мы используем искусственное общество, полученное путем агентного моделирования. Агентное моделирование – метод имитационного моделирования, в котором децентрализованные агенты своим поведением определяют поведение всей системы, т.е. «снизу вверх». Агенты являются «людьми» искусственного общества, каждый агент имеет свои внутренние состояния и поведенческие правила. Жизнь в искусственном обществе разворачивается в особой среде, являющейся абстрактной структурой-сеткой. Также существуют правила взаимодействия агент-агент, агент-среда, среда-среда.

Поскольку поведение системы определяется снизу вверх, рассмотрим поведение одного агента. Агент может принадлежать к одному из множества социальных классов, имеющих свои собственные поведенческие шаблоны, такие как поездка на учебу или работу, посещение магазинов и мест досуга, например, к классу «студенты» [11].

Для наиболее реалистичных результатов модель требует настройки на конкретный город, учитывая его инфраструктуру, а также социальные особенности населения.

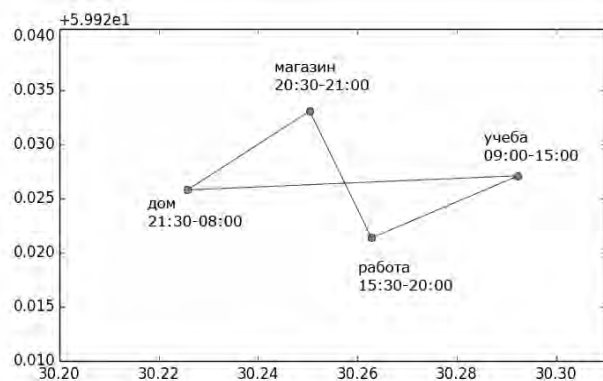


Рис. 3. Суточный маршрут произвольного агента

Рисунок 3 показывает один из множества возможных путей произвольного агента в течение дня. Множество таких агентов складывают собой целостную картину (рис. 4)

Таким образом, для любого момента времени мы можем провести серию экспериментов и получить в результате не только картину плотности населения, но и другую потенциально важную информацию, такую как скопления представителей определенного социального класса, что также может оказать существенное влияние при последующем моделировании эвакуации.

5. Заключение

Таким образом, в данной статье предложен подход к созданию ММС интеллектуальной поддержки персональных решений при действиях в экстремальных ситуациях, учитывающий фактор доверия пользователей. Применение современных технологий, включая облачные технологии второго поколения, обеспечивает моделирование процессов эвакуации в приемлемые сроки, что позволяет строить набор возможных маршрутов для каждого конкретного пользователя, исходя из текущей обстановки. Работа выполнена в рамках реализации постановления №220 Правительство РФ (договор №11.G34.31.0019) при поддержке Минобрнауки Российской Федерации, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 годы», соглашение 14.B37.21.1886 от 04.10.2012 г. (общая постановка задачи) и 14.B37.21.0596 от 17.08.2012 г. (реализация в составе виртуального полигона на основе CLAVIRE).



Рис. 4. Карта плотности населения

Литература

- [1] Yu. G. Vasin, S. V. Zherzdev, and A. A. Egorov. Mobile Geoinformation Systems // Pattern Recognition and Image Analysis June 2009, Volume 19, Issue 2, P. 342-348
- [2] Кашевник Б.Л. Безопасность людей и проблемы самостоятельной эвакуации во время ЧС // <http://www.proffservis.ru/?publ=10&page=580>
- [3] Knyazkov V.K., Kovalchuk S.V., Tchurov T.N., Maryin S.V., Boukhanovsky V.A. CLAVIRE: e-Science infrastructure for data-driven computing // Journal of Computational Science Volume 3, Issue 6, November 2012, P. 504-510
- [4] Yamori K. Disaster Risk Sense in Japan and Gaming Approach to Risk Communication // International Journal of Mass Emergencies and Disasters August 2007, Vol. 25, No. 2, P. 101-131
- [5] Trainor J., McNeil S. A brief summary of social science warning and response literature: a report to cot Netherlands // University of Delaware Disaster Research Center, Miscellaneous report #62, 2008
- [6] Aguirre B. Homeland Security Warnings: Lessons Learned and Unlearned // International Journal of Mass Emergencies and Disasters August 2004, Vol. 22, No. 2, pp. 103-115
- [7] Boukhanovsky A.V., Ivanov S.V. Urgent Computing for Operational Storm Surge Forecasting in Saint-Petersburg // Procedia Computer Science, Vol. 9. 2012. P. 1704-1712
- [8] Teerayut Horanont. A Study on Urban Mobility and Dynamic Population Estimation by Using Aggregate Mobile Phone Sources // The University of Tokyo Center for Spatial Information Service, CSIS Discussion Paper No. 115, 2010
- [9] Balmer, M., K. Meister, and K. Nagel. Agent-based simulation of travel demand: Structure and computational performance of MATSim-T // ETH, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, IVT Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, 2008
- [10] Ковальчук С.В., Князьков К.В., Чуров Т.Н., Смирнов П.А., Бухановский А.В. Организация человеко-компьютерного взаимодействия в средах компьютерного моделирования на базе облачной инфраструктуры // Прикладная информатика. – № 5 (41). – 2012. – С. 89-102.
- [11] ACORN Profile – Population, Report for Businessballs.com, 2006-based subnational population projections, National Statistics and 2008-based variant population projections, National Statistics, 2010.

Mobile decision support second-generation cloud technologies and artificial society simulation based service for emergency situations

V.A. Karbovskii, A.V. Bogacheva, D.V. Voloshin,
K.A. Puzyreva

Modern smartphones are multipurpose devices that provide great opportunities, such as Internet access, positioning technology, and others. Together with the modern cloud technologies it allows to organize mass mobile services (MMS), focused on personalized decision support users. One of the specific directions of the development of massive mobile services is extreme situations support, which includes the notification of this situation and the organization of the evacuation.

The distribution of mobile technology not only able to improve the speed of response to a potential threat, but also able to independently take steps that reduce the risk of it for individual. The results of the MMS computing are a set of scenarios that allow the user to choose the decision on the ground. To construct scenarios in terms of incompleteness and indeterminacy of input information we are using computer simulation, requiring the use of cloud technology to implement intensive procedures. This article discusses aspects of MMS for intelligent evacuation support in emergency situations based on the second-generation cloud platform CLAVIRE.

* Работа выполнена в рамках реализации постановления №220 Правительство РФ (договор №11.G34.31.0019) при поддержке Минобрнауки Российской Федерации, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 годы», соглашение 14.B37.21.1886 от 04.10.2012 г. (общая постановка задачи) и 14.B37.21.0596 от 17.08.2012 г. (реализация в составе виртуального полигона на основе CLAVIRE).