ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАДИГМЫ ПОВСЕМЕСТНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ВОДЕ

А. В. Смирнов, Н. Г. Шилов (Санкт-Петербург)

1. Введение

Понятие «цифрового океана» (англ. «digital ocean») является весьма обширным и не имеет четкого определения. В [7] цифровой океан определен как исчерпывающее представление в электронно-цифровом виде моделей ресурсов мирового океана и его явлений. В [4] данное понятие подразумевает описание водных ресурсов, а также их моделирование с использованием различных технологий и методов, таких как широкополосные сети, получение данных посредством дистанционного зондирования космическими аппаратами, хранение и сжатие больших объемов данных, интероперабельность, научные вычисления, распределенные сети, виртуальная реальность, хранение пространственных данных, метаданных, гео-информационные системы и т.п. Технологии цифрового океана могут быть использованы в различных целях, включая подготовку к циклонам, изучение данных пассивной акустики в рыболовстве, поддержка морской и т.п. [7].

В данном докладе предлагается подход к моделированию спасательных операций на воде на основе технологий, входящих в понятие «цифрового океана» и формирующих парадигму повсеместных вычислений, в т.ч. интеллектуальных пространств, Web-сервисов, GPS и ГЛОНАСС, интеграции информации из разнородных источников, использования мобильных устройств.

Поскольку участники спасательных операций могут представлять различные независимые организации, использование централизованного подхода для управления такими операциями не всегда является возможным. Еще одним недостатком централизованного подхода является высокая вероятность срыва операции при потере связи с управляющим центром. Возможным решением для таких ситуаций является использования децентрализованных сетей, реализуемых в интеллектуальных средах. Под интеллектуальной средой понимается инфраструктура, позволяющая различным вычислительным устройствам (включая мобильные устройства) взаимодействовать и предоставлять друг другу совместный доступ к информации и знаниям для автоматизации процессов в некоторой предметной области [9].

2. Подход, основанный на парадигме повсеместных вычислений

Новые информационные технологии открывают новые возможности при разработке информационных систем. Появление парадигмы повсеместных вычислений (ubiquitous computing или ubicomp) является одним из таких шагов к созданию систем, ориентированных на обеспечение совместной деятельности людей и устройств на основе интенсивного обмена информацией. Понятие «повсеместные вычисления» тесно связано с другими схожими понятиями, такими как «интеллектуальное окружение» («smart environment»), «всеобъемлющие вычисления» («pervasive computing»), «умное пространство» («smart space») и т.п. [1]. Повсеместные вычисления являются моделью взаимодействия людей с компьютерами, которая подразумевает перенос обработки информации в повседневно используемые устройства. При использовании повсеместных вычислений пользователь, выполняя свои обычные действия, задействует одновременно относительно большое количество вычислительных устройств и систем, при этом он необязательно должен знать, какие это устройства, и какие задачи они решают. В данной работе под повсеместными вычислениями подразумевается использование сово-

купности устройств, которые могут совместно использовать информацию и сервисы независимо от их физического расположения.

Подход, представленный в данной статье, ориентирован на объединение информации и знаний об окружающей среде (использование «технологий цифрового океана»), и знаний в контексте текущей ситуации в единую модель [6]. Основная идея разработанного подхода заключается в моделировании участников спасательной операции на воде с помощью сервисов, описывающих их функции (рисунок 1), а также описание их компетенций с помощью профилей. Такое моделирование позволяет абстрагироваться от конкретной проблемы и заменить ее проблемой конфигурирования сети сервисов. Сервис-ориентированная архитектура имеет ряд достоинств [2], в частности: автономность сервисов, их стандартизация, возможность многократного использования, абстрагирование от внутреннего устройства сервисов. Гибкость системы, необходимая при выполнении спасательных операций, подразумевает эффективное использование информации и учет динамики рассматриваемой среды. С этой целью в подходе предложено актуализировать информацию в соответствии с текущей ситуацией.

Онтологическая модель проблемной области, описанная прикладной онтологией, используется преодоления разнородности сервисов. Эта модель позволяет достичь семантической интероперабельности (возможности взаимодействия на уровне семантики) между разнородными сервисами посредством обеспечения общего семантического описания проблемной области [3]. В зависимости от типа и свойств конкретной решаемой проблемы, выделяется фрагмент прикладной онтологии, включающий понятия и задачи, имеющие отношение к данной проблеме, что приводит к формированию абстрактного контекста текущей ситуации. Затем, данный абстрактный контекст «наполняется» конкретными значениями, описывающими текущую ситуацию и предоставляемыми ранее упомянутыми сервисами. Результатом такого «наполнения» является оперативный контекст [5]. Применение контекстной модели позволяет существенно уменьшить количество информации, которое необходимо обработать при решении проблемы, а также обеспечить учет всей информации, относящейся к текущей ситуации [8].

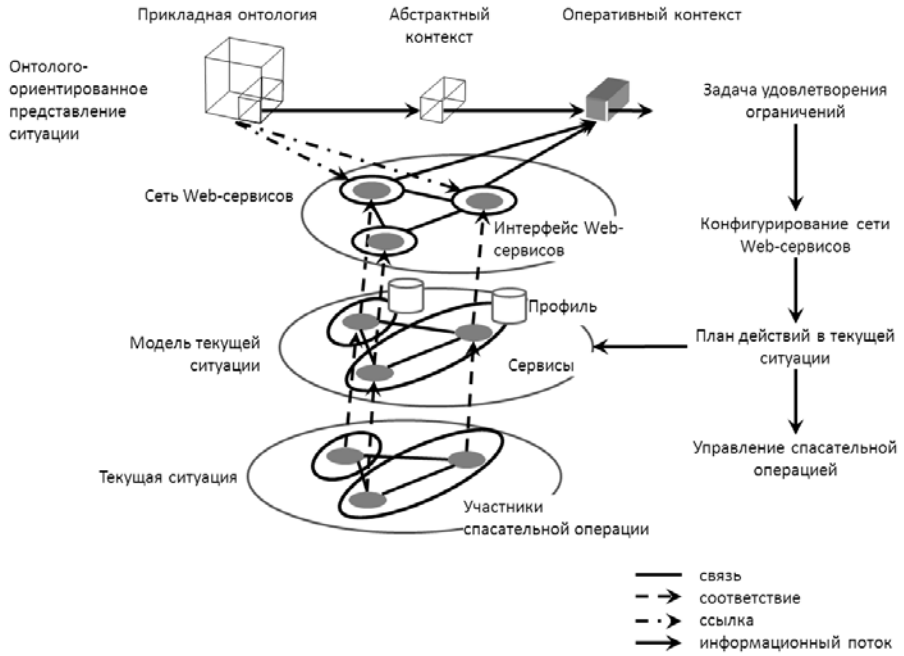

Рисунок 1. Общая схема подхода

Благодаря использованию формализма объектно-ориентированных сетей ограничений для описания прикладной онтологии оперативный контекст представляет собой задачу удовлетворения ограничений, решение которой используется при конфигурировании сети сервисов, а, следовательно, и при планировании спасательной операции [10]. Доступ к сервисам, извлечение, передача и обработка информации (включая ее интеграцию) осуществляется посредством использования технологии Web-сервисов.

3. Пример

Предложенный подход можно проиллюстрировать на сценарии помощи при возникновении чрезвычайной ситуации на воде, вызванной штормом или ураганом. Прикладная онтология, построенная для данного примера, содержит знания о помощи при возникновении чрезвычайных ситуаций (emergency management).

При возникновении чрезвычайной ситуации соответствующая информация поступает в систему поддержки принятия решений. Данная информация может предоставляться бортовым компьютером судна, терпящего бедствие, а также персональными мобильными устройствами пострадавших (например, мобильными телефонами). Затем в автоматическом режиме осуществляется построение абстрактного контекста, либо при наличии подобного абстрактного контекста его извлечение из архива.

В рамках абстрактного контекста типы моделируемых ресурсов представляются классами объектов (названия выделены курсивом). Службы спасения отвечают за предоставление *спасательных судов* и *вертолетов* для обеспечения медицинской помощи пострадавшим и их транспортировки в медицинские учреждения (далее «*больницы*»), находящиеся на берегу, а также для возможного предотвращения разрушения и затопления терпящего бедствие судна. Предусмотрены два вида транспортировки: *по воздуху* (с помощью вертолетов) и *по воде* (с помощью спасательных судов). Спасательные суда также разделены на два класса: *спасательные суда, способные эвакуировать пострадавших*, и *спасательные суда, неспособные эвакуировать пострадавших*.

Web-сервисы, выполняющие функции предоставления системе информацию, используют следующие типы источников. Текущая погода и ее прогноз поступают от *сенсоров* и *Web-сайтов* соответствующих служб. Информация о возможных путях передвижения (о *фарватерах*) по акватории извлекается из *геоинформационной системы*. Информация о состоянии и характеристиках спасательных судов и вертолетов извлекается из соответствующих *баз данных*, а их местоположение предоставляется *мобильными устройствами*, оборудованными GPS и/или ГЛОНАСС, установленными на самих судах и вертолетах. Информация о месте крушения, характеристики возникшей ситуации, примерное число пострадавших и их возможные повреждения предоставляется различными сенсорами, установленными на терпящем бедствие судне (такая информации может включать передачу координат, скорость, ориентацию, ускорение, состояние различных систем судна, наличие пожара и т.п.). Информация о доступных в регионе больницах и их расположение извлекается из *геоинформационной системы*, а наличие свободных мест в них предоставляется *системами управления больницами*.

На основе этой информации строится оперативный контекст – модель текущей ситуации (рисунок 2), – для которого рассчитываются возможные планы спасательной операции. Лицо, принимающее решение, выбирает одно из сгенерированных решений (рисунок 3) для его последующей реализации.

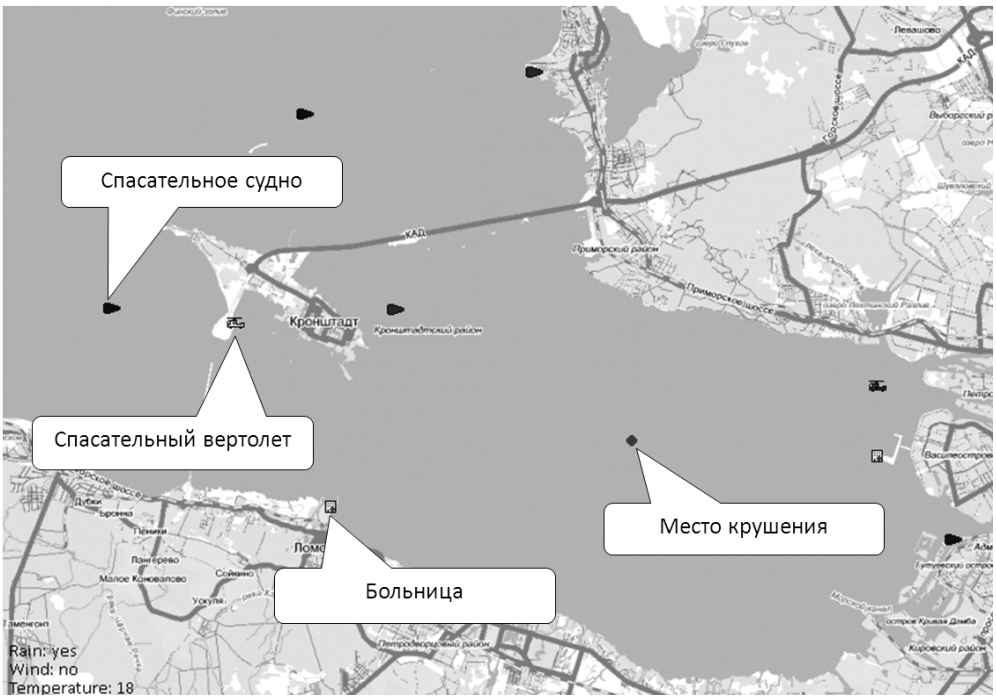

Рисунок 2. Оперативный контекст: текущая ситуация

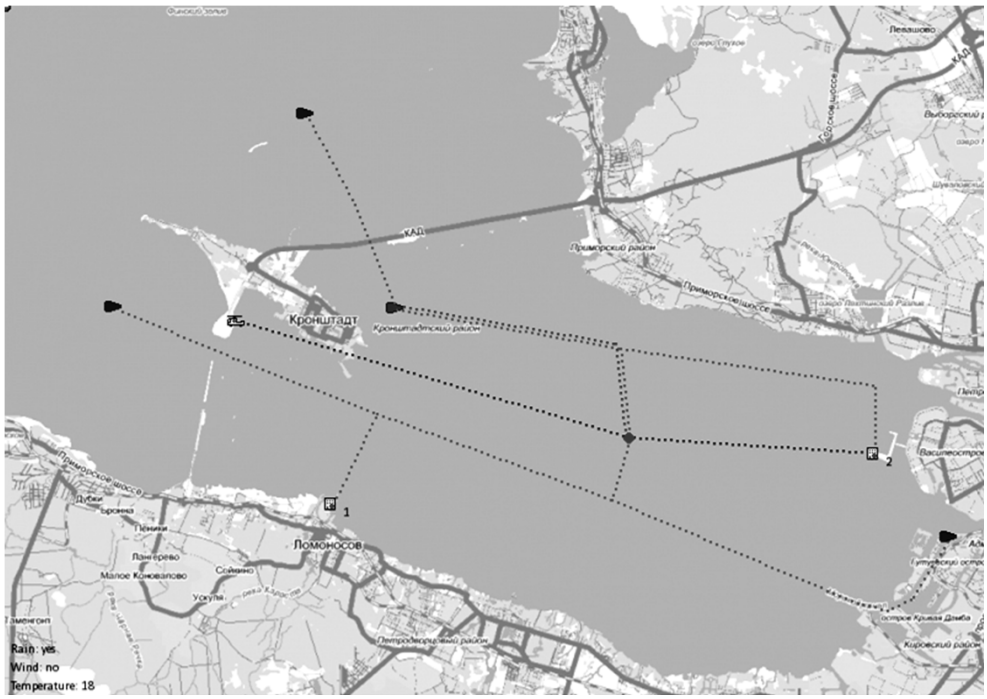

Рисунок 3. Оперативный контекст: предлагаемый план действий

Планы действий передаются руководителям спасательных команд и администраторам больниц. Они могут работать с системой, используя любое устройство, имеющее доступ в Интернет (ПК, ноутбук, планшет, смартфон и т.п.).

4. Заключение

В докладе представлен подход к моделированию спасательных операций при возникновении чрезвычайных ситуаций на воде для последующей поддержки принятия решений при их проведении на основе парадигмы повсеместных вычислений. Основ-

ной идеей подхода является моделирование участников операции и информационных ресурсов при помощи Web-сервисов. Такое моделирование позволяет абстрагироваться от конкретной проблемы и заменить ее проблемой конфигурирования сети сервисов. Для обеспечения интероперабельности на техническом и синтаксическом уровнях используются Web-сервисы, для обеспечения интероперабельности на семантическом уровне используется технология управления онтологиями. Технология управления контекстом позволяет сузить пространство поиска решений и в то же время обеспечить учет всей необходимой информации о текущей ситуации.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 12-07-00298, 12-07-00302, 11-07-00045, 13-07-00271, 13-07-12095), Президиума РАН (проект № 213 программы № 15 «Информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы») и Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (проект № 2.2 программы «Интеллектуальные информационные технологии, системный анализ и автоматизация»).

Литература

1. **Andreev S., Balandin S., Koucheryavy Y., eds.** Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking, Springer, LNCS 7469, 2012, 464 p.
2. *CADRC.* KML Sandbox: An Facility Based on SOA Principles. CADRD Currents, Fall, 2009, Collaborative Agent Design Research Center (CADRC), California Polytechnic State University, San Luis Obisro.
3. **Dey A.K.** Understanding and Using Context // Personal and Ubiquitous Computing J, 2001, 5(1):4-7.
4. **Liu X., Zhang X., Ch, T., Qu H., Jiang Y.** Study on China Digital Ocean Prototype System. // Proceedings of the WRI World Congress on Software Engineering (WCSE'09), IEEE, 2009, pp. 466 – 469.
5. **Smirnov A., Kashevnik A., Levashova T., Shilo, N.** Context-Driven Information Fusion for Operational Decision Making in Humanitarian Logistics // *Popovich, V., Korolenko, K., Schrenk, M., eds.* Proceedings of the third International Workshop on Information Fusion and Geographic Information Systems (IFGIS 2007), Springer, LNGC, 2007, pp. 69-83.
6. **Smirnov A., M., Chilov N., Levashova T.** Constraint-driven methodology for context-based decision support // Design, Building and Evaluation of Intelligent DMSS (Journal of Decision Systems), Lavoisier, 2005, 14(3):279-301.
7. The Digital Ocean Theme Team, http://web.mit.edu/seagrant/digitalocean/, last accessed Nov. 19, 2010.
8. *M.,* **Grüninger M**. Ontologies: Principles, methods and applications // Knowledge Engineering Review, 1996, 11(2):93-155.
9. **Кашевник А. М.** Онтологический подход к контекстно-ориентированному управлению знаниями в интеллектуальной среде // Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 1(24):291–302.
10. **Смирнов А. В., Левашова Т. В., Шилов Н. Г., Кашевник А. М.** Организация Web-сообществ в интеллектуальном пространстве для помощи в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Труды Института системного анализа Российской академии наук, 2012, 62(4):76 – 84.