

посылку сообщений, переход в режим ожидания для получения ответных сообщений, а также действия, связанные с обработкой полученных сообщений. При этом язык ASML при описании моделей МАС обеспечивает полное соответствие описания сценариев поведения агентов с описанием связанных с ними протоколами взаимодействия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Bergenti F., Gleizes M.P., Zambonelli F.* Methodologies and Software Engineering for Agent Systems, Kluwer Academic Publishers, 2004.
2. *Zambonelli F., Jennings N., and Wooldridge M.* Developing Multiagent systems: The GAIA methodology. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 12(3). – 2003. – P. 417-470.
3. *Gorodetsky V., Karsaev O., Samoylov V., Konushy V.* Support for Analysis, Design and Implementation Stages with MASDK // LNCS 5386. 2009. – P. 272-287.

Карсаев Олег Владиславович

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН.
E-mail: ok@iias.spb.su.
199178, г. Санкт-Петербург, 14 линия, д. 39.
Тел.: 88123233570.

Конюший Виктор Григорьевич

E-mail: kvg@iias.spb.su.

Самойлов Владимир Владимирович

E-mail: samovl@iias.spb.su

Karsaev Oleg Vladislavovich

Saint-Petersburg Institute for Informatics and Automation RAS.
E-mail: ok@iias.spb.su.
39, 14 liniya, St. Petersburg, 199178, Russia.
Phone: 88123233570.

Konushy Victor Grigorievich

E-mail: kvg@iias.spb.su.

Samoylov Vladimir Vladimirovich

E-mail: samovl@iias.spb.su.

УДК 004.89

А.В. Смирнов, Т.В. Левашова, Н.Г. Шилов

**КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ СОВМЕСТНЫХ ДЕЙСТВИЯХ***

Целью исследований является разработка концепции самоорганизации ресурсов интеллектуальной среды в соответствии с контекстом текущей ситуации, имеющей место в среде. Задачами исследований являются разработка сервис-ориентированной архитектуры самоорганизующейся интеллектуальной среды и протокола самоорганизации ресурсов среды.

Интеллектуальная среда; сервис-ориентированная архитектура; протокол самоорганизации.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 08-07-00264, 09-07-00436 и № 09-07-12111) и Президиума РАН (программа 14, проект № 213).

A.V. Smirnov, T.V. Levashova, N.G. Shilov

**CONTEXT-DEPENDENT INTELLECTUAL ENVIRONMENT RESOURCE
SELFORGANISATION IN COOPERATION**

A purpose of this research is the development of a conceptual framework of self-organisation of the resources of a smart environment according to the context of a current situation taking place in this environment. The tasks behind the research are the development of service oriented architecture of the self-organising smart environment and the development of a protocol of the resource self-organisation.

Smart environment; service-oriented architecture; self-organisation protocol.

Интеллектуальная среда состоит из множества независимых электронных и информационно-вычислительных устройств (ресурсов среды). Человек, попавший в такую среду, ожидает, что ресурсы могут оказать ему осмысленную помощь без вмешательства в их действия с его стороны [1]. В работе предлагается концепция, ориентированная на самоорганизацию ресурсов интеллектуальной среды в соответствии с контекстом текущей ситуации, имеющей место в этой среде, что позволяет говорить о контекстно-зависимой самоорганизации ресурсов. Предлагаемая концепция основана на ранее проведенных исследованиях по построению систем поддержки принятия решений, ориентированных на работу в открытых информационных средах [2, 3].

Ресурсы интеллектуальной среды представляются при помощи Web-сервисов, которые моделируют свойства и функции ресурсов, а также участвуют вместо ресурсов в процессе самоорганизации. Под функциями информационно-вычислительных ресурсов понимаются функции, реализуемые этими ресурсами (например, сбор данных, измерение физических величин, выполнение вычислений). Под функциями исполнительных ресурсов понимаются функции, которые присущи ролям, выполняемым людьми в некоторой ситуации, или организациям.

Знания проблемной области представлены в прикладной онтологии посредством множеств классов объектов, атрибутов классов, областей допустимых значений атрибутов и ограничений [2, 3]. Между именами классов и атрибутов, содержащихся в прикладной онтологии, и атрибутами WSDL-описаний Web-сервисов установлены сюръективные отображения. За счет данных отображений Web-сервисы приобретают семантику проблемной области и могут осуществлять переговоры.

Текущая ситуация в интеллектуальной среде моделируется на двух уровнях. На первом, абстрактном, уровне она представлена абстрактным контекстом, который является онтологической моделью текущей ситуации и включает в себя знания, релевантные ей. Абстрактный контекст содержит ссылки на множество контекстно-зависимых Web-сервисов – Web-сервисов, для которых существуют отображения между атрибутами их WSDL-описаний и именами классов и атрибутов, содержащихся в абстрактном контексте.

Конкретизация специфицированных в абстрактном контексте объектов и решение формализованных в нем задач являются первичными целями самоорганизации контекстно-зависимых Web-сервисов. Конкретизированный абстрактный контекст называется оперативным контекстом. Оперативный контекст соответствует второму уровню моделирования текущей ситуации и является основой для реализации вторичных целей самоорганизации. А именно, самоорганизации исполнительных ресурсов для участия в совместных действиях.

Реализация концепции контекстно-зависимой самоорганизации ресурсов интеллектуальной среды осуществляется на основе сервис-ориентированной архитектуры самоорганизующейся среды (рис. 1), в которой выделены два класса Web-сервисов: системные и оперативные [4].

Системные Web-сервисы	Сервис доступа к прикладной онтологии	Прикладная онтология
	Сервис абстрактного контекста	Абстрактный контекст
	Сервис мониторинга	Интеллектуальные датчики
	Сервис регистрации	Реестр Web-сервисов
Оперативные Web-сервисы	Сервис информационно-вычислительного ресурса	Агент Информационно-вычислительный ресурс
	Сервис профиля Сервис исполнительного ресурса	Агент Исполнительный ресурс
Сообщество Web-сервисов		Оперативный контекст

Рис. 1. Сервис-ориентированная архитектура самоорганизующейся интеллектуальной среды

Назначение системных Web-сервисов – поддержка операций по созданию абстрактного контекста, регистрация Web-сервисов в реестре Web-сервисов и мониторинг состояния интеллектуальной среды. Назначение оперативных Web-сервисов – моделирование свойств и функций ресурсов интеллектуальной среды. Сервис доступа к прикладной онтологии, обозначенный в архитектуре, в самоорганизации не задействован, так как его функции прерываются с момента создания абстрактного контекста до момента окончания совместных действий. Так как Web-сервисы являются «пассивными» компонентами, для того, чтобы они могли участвовать в процессе самоорганизации, используется агентно-ориентированная модель сервиса.

Самоорганизация Web-сервисов осуществляется в соответствии с протоколом, который поддерживает следующие операции: **Function** – формирование набора информационно-вычислительных ресурсов по функциональному признаку; **Role** – формирование набора исполнительных ресурсов по функциональному признаку; **Availability** – формирование набора ресурсов на основании их доступности на интервале от момента создания абстрактного контекста (t_0) до прогнозируемого момента принятия сервисами решения о начале совместных действий (T); **Weight** – выбор ресурсов из множества альтернативных на основании их веса. В результате последовательного выполнения перечисленных операций формируется сообщество Web-сервисов, объединенных для осуществления совместных действий в соответствии с текущей ситуацией. Помимо указанных операций протокол поддерживает операцию **Activity** – работа Web-сервисов в сообществе.

В соответствии с протоколом в результате переговоров сервисов ресурсов с сервисом абстрактного контекста формируется множество сервисов, которые будут включены в сообщество. Это множество формируется на основании следующих принципов.

Принцип наибольшей функциональности. Для Web-сервисов, которые совмещают в себе несколько требуемых функций, более эффективным считается выбрать один Web-сервис, выполняющий несколько функций, чем несколько Web-сервисов, выполняющих эти же функции по отдельности.

Принцип наибольшего интервала доступности. Если на интервале $[t_0, T]$ есть несколько ресурсов, доступных в разные временные интервалы $\{\Delta t\}$, то более эффективным считается выбрать меньшее число ресурсов, доступных на интервале $[t_0, T]$, таких, чтобы в любой момент времени на интервале $[t_0, T]$ все выбранные ресурсы были доступны.

Принцип наименьшего веса. Вес ресурса W вычисляется как $W = \alpha(1 - N) + \beta T_r + \gamma C$, где N – компетентность (надежность) ресурса, $N \in (0, 1)$; T_r – динамически вычисленное среднее время использования ресурса по отношению к времени использования, которое является максимальным из всех времен использования альтернативных ресурсов (время использования ресурса складывается из времени доступа к ресурсу и времени выполнения функции); C – стоимость доступа к Web-сервису по отношению к стоимости доступа, которая является максимальной из всех стоимостей доступа к альтернативным ресурсам; α, β, γ – относительная важность параметров для данного ресурса ($\alpha + \beta + \gamma = 1$).

Порождение оперативного контекста осуществляется по следующей схеме. Сервис мониторинга периодически опрашивает сервис регистрации. Как только сервис мониторинга обнаружил сообщение о завершении формирования набора Web-сервисов сообщества, он выполняет реализованные в нем функции, результатами которых являются характеристики текущей ситуации. Эти функции и некоторые функции других Web-сервисов могут быть выполнены сразу, так как не имеют входных аргументов. Результаты выполнения функций сообщаются сервису регистрации для опубликования. Web-сервисы, не имеющие исходных данных для выполнения реализованных в них функций, периодически опрашивают сервис регистрации. Как только значения исходных данных появляются, Web-сервисы выполняют свои функции и публикуют результаты на сервисе регистрации.

Сервисы исполнительных ресурсов, опрашивая сервис регистрации, ждут опубликования идентификаторов ресурсов. Эти идентификаторы являются результатом выполнения функций выбора ресурсов. Появление идентификаторов является сигналом к началу действий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Govindan R., Faber T., Heidemann J., Estrin D. Ad hoc Smart Environments [Electronic resource] // Proc. DARPA/NIST Workshop on Smart Environments. Atlanta, June, 1999. URL: <http://www.isi.edu/scadds/papers/smartenv.ps.gz> (access date: 15.02.2010).
2. Смирнов А.В., Пашкин М.П., Шилов Н.Г., Левашова Т.В. Контекстно-управляемая поддержка принятия решений в распределенной информационной среде // Информационные технологии и вычислительные системы, 2009. – № 1. – С. 38-48.
3. Смирнов А.В., Кашевник А.А., Левашова Т.В., Шилов Н.Г. Теоретические и технологические основы построения контекстно-управляемых систем поддержки принятия оперативных решений в открытой информационной среде // Мехатроника, Автоматизация, Управление, 2009. Вып. 96. – № 3. – С. 72-77.
4. Smirnov A. et al. Self-Organizing Resource Network for Traffic Accident Response [Electronic resource] // ISCRAM 2009: Proc 6th Int. Conf. Information Systems for Crisis Response and Management. Gothenburg, Sweden, 2009. 1 CD-ROM.

Смирнов Александр Викторович

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН.

E-mail: smir@iias.spb.su.

199178, г. Санкт-Петербург, 14 линия, 39.

Тел.: 88123282073.

Левашова Татьяна Викторовна

E-mail: oleg@iias.spb.su.

Тел.: 88123288071.

Шилов Николай Германович

E-mail: nick@iias.spb.su.

Тел.: 88123288071.

Smirnov Alexander Viktorovich

Institution of the Russian Academy of Sciences St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS.

E-mail: smir@iias.spb.su.

39, 14th-line, St. Petersburg, 199178, Russia.

Phone: 88123282073.

Levashova Tatiana Viktorovna

E-mail: oleg@iias.spb.su.

Phone: 88123288071.

Shilov Aleksandr Germanovich

E-mail: nick@iias.spb.su.

Phone: 88123288071.

УДК 004.896

З.В. Нагоев, Л.А. Габоева, З.А. Башоров

МУЛЬТИАГЕНТНЫЙ РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ПОИСК НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАЗМИНИРОВАНИЯ

Разработан прототип саперного комплекса, ориентированный на применение концепции автоматического мультиагентного разминирования, реализация которой позволит организовать широкомасштабную ликвидацию противопехотных минных полей и повысить эффективность антитеррористической деятельности.

Мультиагентные системы; роботы-саперы.

Z.V. Nagoev, L.A. Gaboeva, Z.A. Bashorov

AUTOMATIC MINE CLEARING AS INSTANCE OF APPLICATION OF MULTIAGENT ROBOTIC SEARCH

Sapper complex prototype oriented on use of automatic multi-agent demining concept is worked out. The full realization of the concept allows one to organize the big scaled demolition of infantry mine fields and to increase the efficiency of counter-terrorist activities.

Multi-agent systems; sapper robots; artificial intelligence.

Введение. В последние годы в области мехатроники, робототехники и искусственного интеллекта активно разрабатываются мультиагентные технологии и мультиагентные робототехнические системы [1].

Основные проблемы, сдерживающие развитие мультиагентных систем (МС), на наш взгляд, связаны с отсутствием единой теории интеллектуального поведения агентов. В работе [2] отмечается недостаточный уровень теоретической базы для создания систем управления распределенными мобильными системами. В частности, существенные ограничения связаны с проблемой повышения интеллектуальности агентов и децентрализации управления. Обзорные работы по МС: [3], [4], [5], [6], [7].