

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА В ЗАДАЧАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Татьяна Александровна Соловьева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант, инженер кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (913)773-55-47, e-mail: tanyasha257@gmail.com

Татьяна Юрьевна Бугакова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

В настоящее время мультиагентные системы являются одним из важных перспективных направлений в искусственном интеллекте. Это предопределено со всё возрастающей сложностью современных информационных систем и их пространственной распределённостью. Возможность применения мультиагентных технологий определяется наличием большого количества прикладных задач, решение которых характеризуется высокой трудоемкостью и требованием режима работы в реальном времени, наличием множества изменяющихся условий. На сегодняшний день мультиагентный подход в задачах определения состояний техногенных объектов не реализован. В исследованиях возможности применения мультиагентного подхода в задачах определения пространственно-временных состояний техногенных объектов выполнен обзор современных технологий геодезического контроля объектов и анализ общих принципов функционирования автоматизированных систем; выполнено сравнение существующих автоматизированных систем мониторинга техногенных объектов, разобраны их недостатки и преимущества, разработана структурная схема мультиагентной системы определения пространственно-временных состояний объектов и исследованы возможности её применения.

Ключевые слова: мультиагентные технологии, интеллектуальные агенты, пространственно-временное состояние объектов, геопространственные данные, автоматизированные системы контроля, чрезвычайные ситуации, структурная схема мультиагентной системы.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF MULTIAGENT APPROACH IN PROBLEMS OF DETERMINATION OF SPATIO-TEMPORAL STATES OF TECHNOGENIC OBJECTS

Tatiana A. Solovieva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Engineer, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913) 773-55-47, e-mail: tanyasha257@gmail.com

Tatiana Y. Bugakova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Head of Department of Applied Informatics and Information Systems, phone: (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

At present multiagent systems are one of the important directions in the sphere of artificial intelligence. This is predetermined by the increasing complexity of modern information systems and their spatial distribution. The possibility of using multiagent technologies is possible because of numerous applied problems. The solution of the stated problems is characterized by high laboriousness and the requirement of a real-time mode of operation, the presence of a multitude of changing conditions. At present multiagent approach to determining the states of technogenic objects has not been realized. The author studies the possibility of applying the multiagent approach to the problems of determining space-time states of technogenic objects, makes an overview of modern technologies for geodetic control and the analysis of the general principles of the functioning of automated systems. The author also provides the comparison of existing automated systems for monitoring technogenic objects, their shortcomings and advantages; develops a structural diagram of the multiagent system for determining space-time states of objects and explores the possibilities of its application.

Key words: multiagent technologies, intelligent agents, spatio-temporal state of objects, geospatial data, automated control systems, emergencies, structural diagram of multiagent system.

Введение

Возможность применения мультиагентных технологий определяется наличием большого количества прикладных задач, решение которых характеризуется высокой трудоемкостью и требованием работы в реальном времени, наличием множества изменяющихся условий. Решение сложных задач предполагает большое количество разнородной информации об окружающей среде, обработку этой информации, подбор эффективных алгоритмов и методов.

Целью исследования является обоснование применения мультиагентного подхода для определения пространственно-временных состояний (ПВС) техногенных объектов (ТО). К техногенным объектам относятся промышленные объекты биологически опасных веществ, метрополитены, атомные энергетические установки производственного и исследовательского назначения на атомных электростанциях (АЭС), общественные здания и элементы транспортных коммуникаций, гидротехнические сооружения (ГЭС), водохранилища и др.

Задачи исследования. Для достижения сформулированной цели поставлены следующие задачи:

- выполнить обзор современных технологий геодезического контроля техногенных объектов;
- проанализировать общий принцип функционирования автоматизированных систем для определения пространственно-временного состояния объекта;
- рассмотреть возможность применения мультиагентных технологий для задачи определения пространственно-временного состояния объекта;
- разработать структурную схему функционирования мультиагентной системы для определения ПВС техногенных объектов.

Научная новизна результатов работы состоит в том, что:

- представлен принцип функционирования мультиагентной системы контроля ПВС ТО;

– впервые предложена структурная схема мультиагентной системы для контроля ПВС ТО, в которой представлены все взаимодействующие между собой модули агентов.

Практическая значимость исследования: разработана структурная схема мультиагентной системы и описан принцип ее функционирования, который в дальнейшем может быть использован для создания мультиагентных систем в геодезическом производстве с целью своевременного предупреждения и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Целью исследования является оценка возможности применения мультиагентного подхода в задачах определения пространственно-временных состояний техногенных объектов. Для достижения поставленной цели авторами предлагается применить интеллектуальные технологии, которые позволяют:

- определять периодичность сбора информации (в какой структурной части ТО проводить контроль пространственно-временного состояния);
- проверять техническую съемку, ее время и место;
- выполнять подбор максимально-эффективных алгоритмов.

Преимуществом мультиагентных систем для решения задач определения ПВС является их способность адаптироваться под изменение целей определения ПВС и внешних условий, а также возможность учитывать конструктивные особенности различных техногенных объектов и выполнять подбор математических алгоритмов для решения поставленных задач.

Актуальность применения мультиагентных технологий определяется наличием большого количества прикладных задач, решение которых характеризуется высокой трудоемкостью. Автоматизированная система мониторинга реализуется по схеме «один к одному», т.е. одному объекту сопоставляется своя технология контроля, а мультиагентная система приспособлена к подбору технологий и методов для контроля состояния любого объекта – схема «многие ко многим». Преимущество такой системы заключается в том, что для любого техногенного объекта производится подбор технологий и методов контроля из заданного множества. Если меняется цель, то мультиагентная система адаптирует свою работу под новую цель. Меняются цели, – меняются алгоритмы и методы контроля. В связи с тем, что в геодезии подобных систем нет, то тема исследования является актуальной.

Методы и материалы

Эксплуатация любого техногенного объекта не должна сопровождаться угрозой для окружающей среды и человека. Функционирование должно быть безопасным, сохранять изменение пространственно-временного состояния в установленных пределах (нормах) согласно установленным нормам (СНиП 22-03-2003). Однако, вследствие конструктивных особенностей и влияния природных техногенных факторов, сооружения подвержены различному виду деформаций,

характеризуемым изменением как их пространственного положения, так и взаимного положения их отдельных частей и элементов.

Деформации могут приводить к нарушению прочности строительных конструкций, запроектированных условий эксплуатации технологического оборудования и даже вызывать опасные разрушения сооружений.

Для определения ПВС техногенных объектов используют классические геодезические методы наблюдений за деформациями и методы с применением современных технологий, а именно:

- фотограмметрический метод измерения горизонтальных и вертикальных перемещений и кренов;
- тахеометрическая съемка;
- амплитудные волоконно - оптические системы мониторинга каменных и бетонных конструкций;
- лазерное сканирование;
- мониторинг объектов с применением GPS-технологий [1,2].

В настоящее время геодезические методы наблюдений за состоянием объекта являются точными и позволяют безопасно выполнить мониторинг техногенного объекта (ТО), обнаружить небезопасные деформационные процессы, происходящие в ТО, и в комплексе с результатами различных измерений принять решение по своевременному устранению аварийных ситуаций.

В соответствии с законодательством Российской Федерации технически сложные сооружения являются особо опасными объектами.

Например, такие как гидротехнические сооружения первого и второго классов, сооружения связи, объекты космической и железнодорожной инфраструктуры, метрополитены, морские порты, тепловые электростанции, уникальные объекты капитального строительства и др.

Контроль таких сооружений выполняется комплексом работ:

- инженерные изыскания для подготовки проектной документации, капитального строительства;
- периодический контроль за состоянием объектов;
- учет аварий, отказов и расследование в работе объекта;
- учет выполнения профилактических и противоаварийных мероприятий,
- доведение информации об авариях и отказах до ведомственного и государственного контроля. [2-4].

Автоматизированные системы устанавливают для контроля объектов с быстро изменяющимися деформационными процессами, которые позволяют своевременно предотвратить и предотвратить чрезвычайные ситуации (ЧС).

Приведем пример контроля ПВС Саянно-Шушенской ГЭС. В рамках реконструкции системы оперативного контроля состояния (СОК) ГТС Саянно-Шушенской ГЭС им. П.С. Непорожного» (СШГЭС) компаниями ООО «Фирма Г.Ф.К.» и ООО «Инжиниринговый центр ГФК» была запроектирована, установлена и запущена в опытную эксплуатацию автоматизированная система деформационного мониторинга (АСДМ). Эта система основана на применении

геодезических спутниковых технологий с использованием глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС).

ГНСС приемники получают сигналы глобальных спутниковых систем позиционирования ГЛОНАСС и GPS и выполняют их первичную обработку. Данные измерений (первичные данные в бинарном виде) поступают в каналобразующую аппаратуру для их обработки и передачи на сервер Центра управления АСДМ. Все процессы в системе, включая опрос датчиков, сбор данных и обработку данных, запрограммированы и происходят автоматически. Достоинство этой системы в том, что она функционирует автономно.

В качестве другой станции для обработки низкочастотных каналов измерения вибрации выбрана Саратовская ГЭС, агрегаты которой имеют самые низкие обороты в мире (50 об/мин – 0,83 Гц). Внедрение опытных образцов систем «АЛМАЗ-7010-ГЭС» стало возможным благодаря содействию руководства Загорской ГАЭС и Саратовской ГЭС.

Достоинства системы виброконтроля «АЛМАЗ-7010-ГЭС»:

– унифицированные интеллектуальные измерительные преобразователи на специализированных процессорах обработки сигналов, обеспечивающие свободную работу в реальном масштабе времени с возможностью резервирования и копирования информации;

– гибкое формирование в конструктивном и программном отношении, что позволяет принять к сведению особенности оснащаемого агрегата и требования персонала электростанции к стационарной системе контроля параметров роторного оборудования.

При сравнении этих систем можно сделать вывод, что их основным преимуществом является получение в определенные моменты времени t геопространственных данных, которые предназначены для дальнейшей обработки и определения состояний изучаемого объекта. Но автоматизированная система мониторинга (АСМ) предполагает наличие только простейших алгоритмов преобразования поступившей информации в данные. Сложных математических алгоритмов, выполняющих обработку результатов мониторинга ПВС в АСМ нет. Для определения ПВС и прогнозирования изменения процессов ТО, в зависимости от его структуры, а также назначенных целей и задач, необходимо выполнять подбор математических алгоритмов, методов и технических средств получения данных [3-5]. Для решения этих задач подходит мультиагентная система, которая включает в свою базу данных множество математических алгоритмов, методов и технологий, адаптированных к достижению цели и к событиям в реальном времени.

Результаты

Для определения состояний объектов по геопространственным данным, своевременного предупреждения и предотвращения чрезвычайных ситуаций в работе предлагается применение мультиагентного подхода (МП). Мультиа-

гентные технологии, развиваясь и адаптируясь к установленным целям и решаемым задачам способны модифицировать свою макроструктуру и функции, а также быстро получать новую информацию состояний ТО в зависимости от условий внешних окружающих факторов. Мультиагентные технологии представляют собой теорию рассредоточенных расчетов, которая основана на макро-взаимодействии интеллектуальных агентов. Главными элементами высокоинтеллектуального агента являются базы знаний в определенной сфере жизнедеятельности, координирующие их действия [5-7].

Агенты классифицируются на четыре основных типа: простые, умные (smart), интеллектуальные (intelligent), действительно интеллектуальные (truly intelligent). Классификация агентов приведена в таблице.

Классификация агентов

Характеристика	Типы агентов			
	Простые	Умные (smart)	Действительно интеллектуальные (truly intelligent)	Интеллектуальные (intelligent)
Взаимодействие с разными агентами или пользователями	+	+	+	+
Наблюдение за взаимодействием других агентов	+	+	+	+
Способность использования обобщений	-	+	+	+
Возможность адаптивного поведения для достижения целей и задач	-	-	+	+

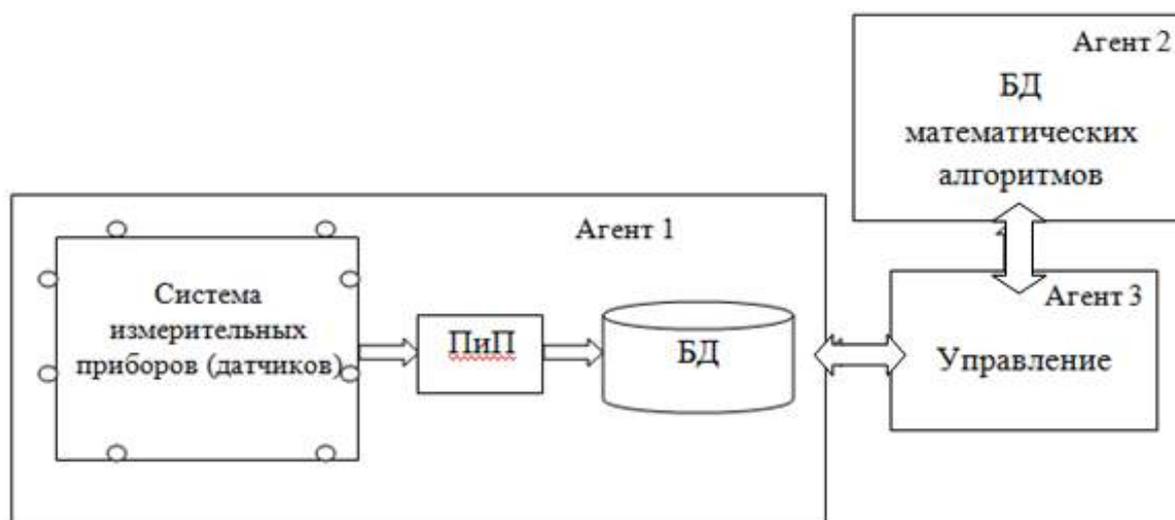
На основании данных, приведенных в таблице, следует, что поведение проявляется только на уровне интеллектуальных агентов. Следовательно, для разработки мультиагентной системы ПВС ТО нужно использовать интеллектуальные агенты. Агенты более высокого уровня могут решать задачи и механически адаптироваться к неопределенным условиям в динамической среде, а также коллективно принимать решения, поставленных перед ними задач. Агенты должны обладать определенными свойствами, а именно:

- способностью действовать рациональным образом для достижения поставленных целей (активность);
- совокупностью состояний, направленной на текущее поведение агента (цели);
- способностью осуществлять контроль внутреннего состояния и своих действий, а также функционировать без вмешательства своего владельца (автономность);
- адекватным восприятием и реакциями на изменения внешней окружающей среды (реактивность) [6].

Все перечисленные свойства относятся к программным интеллектуальным объектам – это принципиально новая эра программирования, действующая либо от лица системы давшей агенту полномочия выполнять все различные действия, либо от лица пользователя. При этом создание таких подсистем позволяет разрабатывать сложные системы, обладающие масштабируемостью, мобильностью, что очень важно при разработке систем, основывающихся на знаниях [7].

Результат решения главной цели достигается набором функций реальной группы агентов и связей между ними.

В исследовании на основании анализа и решения выше указанных задач представлена обобщенная структурная схема мультиагентной системы контроля ПВС ТО, которая приведена на рисунке [5].



Обобщенная структурная схема мультиагентной системы (МАС)

Из приведенной структурной схемы видно, что мультиагентная система состоит из трех агентов и взаимоотношений между ними.

В состав Агента 1 входит приемник и преобразователь (ПиП) сигналов, база данных (БД), множество контрольных устройств установленные в теле объекта (датчиков), другими словами представляет собой систему мониторинга.

Агент 2 включает в себя БД, алгоритм подбора стратегии, в основе которого лежит функция эффективности применения конкретной стратегии, а также математические алгоритмы для решения задач определения ПВС объектов.

Агент 3 принимает управленческие решения и осуществляет обратную связь с объектом. Функциями этого агента являются принятие решений о частоте дискретизации поступления данных от агента 1, декомпозиции объекта, определении его структурных частей, требующих детального рассмотрения и выявления причины изменения ПВС, локализации мест деформации и установления причинно-следственных связей [8–14].

Заключение

В целом в работе авторами решены следующие задачи:

- выполнен обзор современных технологий геодезического контроля техногенных объектов;
- проанализирован общий принцип функционирования автоматизированных систем для определения пространственно-временного состояния объекта;
- рассмотрена возможность применения мультиагентных технологий для задачи определения пространственно-временного состояния объекта;
- разработана структурная схема функционирования мультиагентной системы для определения ПВС техногенных объектов.

Предлагаемая мультиагентная система применима в решении проблемы разработки универсального алгоритма обработки геопространственных данных для определения пространственно-временного состояния объекта и должна обеспечивать преимущества:

- оперативно откликаться на любые изменения ПВС, ускорять в реальном времени процесс решения;
- определять виды движения объекта (поступательное, вращательное и относительное движение), производить сортировку и выборку из максимально-эффективных математических алгоритмов, позволяющих определять положение объекта в пространстве или его структурных частей относительно неподвижной условной системы отсчета;
- анализировать ситуацию, искать способ решения задачи, что гарантирует нахождение лучшего возможного решения;
- учитывать внешние моменты, необходимые для принятия решений;
- обладать высокой продуктивностью (аппаратно-программный комплекс);
- позволять корректировать и изменять предварительные результаты работы системы (управление);
- прогнозировать чрезвычайные ситуации и предотвращать «опасные» состояния ТО [6].

Автоматизация и интеллектуальное принятие решений позволит снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Следовательно, мультиагентные технологии для определения пространственно-временного состояния техногенных объектов являются высокоперспективным направлением информационных технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голубкин А. С., Хорошилов В. С. Деформационный мониторинг высотных зданий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 127–135.

2. Бугакова Т. Ю. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.

3. Яковлев Д. А. Задачи визуализации результатов мониторинга пространственно-временных состояний техногенных объектов по геопространственным данным средствами ГИС // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 183–187.
4. Бугакова Т. Ю. К вопросу оценки риска геотехнических систем по геодезическим данным // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 152–156.
5. Бугакова Т. Ю. Шарапов А. А. Применение мультиагентного подхода для определения пространственно-временного состояния техногенных систем // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 189–194.
6. Pandia: агенты, многоагентные системы, виртуальные [Электронный ресурс] / М., 2011. – Режим доступа : <http://pandia.ru/text/78/362/252-2.php/>. – Загл. с экрана.
7. ГК Генезис знаний. Мультиагентные технологии: [Электронный ресурс] / М., 2014. – Режим доступа : <http://www.kg.ru/technology/multiagent/> – Загл. с экрана.
8. Азаров Б. Ф. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений // Ползуновский вестник АлГТУ им. И. И. Ползунова. – 2011. – Вып. 1 (29). – С. 19–29.
9. Бугакова Т. Ю. Соловьева Т. А. Анализ возможности использования мультиагентных технологий в задачах определения состояний объектов по геопространственным данным // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 142–147.
10. Бугакова Т. Ю. Моделирование изменения пространственно-временного состояния инженерных сооружений и природных объектов по геодезическим данным // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.
11. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 47–58.
12. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2012. – Т. 2. – С. 100–105.
13. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. – С. 26–31.
14. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Теория определения техногенного геодинамического риска пространственно-временного состояния технических систем // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 21–24.

© Т. А. Соловьева, Т. Ю. Бугакова, 2018