

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В. В. Краснопрошин, А. И. Кузьмич, А. Н. Вальвачев

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

E-mail: Krasnoproshin@bsu.by, kai57@list.ru, van_955@mail.ru

Рассматриваются вопросы разработки системы для управления мобильными гетерогенными объектами. Показана возможность унификации метода управления объектом независимо от типа составляющих его компонентов.

Ключевые слова: гетерогенные объекты, принятие решений, распознавание образов, многоагентный подход.

Введение

В постиндустриальном глобализованном мире наблюдается рост количества проблем, связанных с эффективностью и безопасностью жизненного цикла мобильных гетерогенных объектов (МГО). К МГО, в первую очередь, относятся железнодорожные составы, нефтеналивные танкеры, большегрузные автомобили и другие транспортные средства, перевозящие дорогостоящие и потенциально опасные грузы. Жизненный цикл (ЖЦ) МГО реализуется в рамках определенного бизнес-проекта (далее – проекта) и включает процессы создания, использования и деструкции.

Условно можно выделить два типа МГО. К первому относятся объекты, где количество компонентов, функциональность, свойства и среда ЖЦ относительно постоянны. Такие МГО формируются, как правило, для долговременных проектов (например, проект городского метро, который может длиться десятилетиями). Ко второму типу относятся объекты, для которых перечисленные выше свойства изменяются в зависимости от требований проекта. Такие МГО формируются для короткоживущих (оперативных) проектов (например, проект организации каравана автоцистерн для перевозки топлива различного типа из порта в место использования).

Для МГО первого типа разработаны трудоемкие, дорогостоящие, сложные в эксплуатации, но надежные методы и технологии мониторинга на основе формальных методов автоматического регулирования, производственного подхода, нейронных сетей и др.

Разработка методов и технологий для МГО второго типа находится в начальной стадии развития по следующим причинам:

- высокий уровень неопределенности, характерный для современной быстро изменяющейся среды, затрудняет применение хорошо апробированных статистических, вероятностных и нейросетевых методов, так как для них невозможно собрать статистически значимый временной ряд наблюдений;
- состав компонентов МГО постоянно изменяется, что приводит к необходимости построения оригинальной производственной модели для управления каждым новым типом МГО, что крайне сложно сделать для оперативных проектов, количество которых в глобальном бизнесе достигает 30–40 %;
- процессы реорганизации, расширения или поглощения компаний, характерные для постиндустриальной эпохи, часто приводят к хаосу в управлении МГО и необходимости быстрого устранения этой проблемы.

В результате сложилась проблемная ситуация, ведущая к снижению эффективности МГО и росту количества аварийных ситуаций [1,2]. Для ее разрешения необходимо разработать адаптивную систему управления, которая позволила бы быстро выявить имеющиеся МГО, определить их состояние и возможность применения в новых проектах при минимизации информационного трафика. В докладе обсуждается вариант решения этой задачи на основе адаптивных механизмов, с использованием теории принятия решений, распознавания образов и многоагентного подхода.

Основные определения

Для исключения полисемии, характерной для области мониторинга МГО, приведем основные определения, которые будем использовать при постановке и решении задачи мониторинга [3, 5, 6].

Определение 1. МГО – это мобильные технически сложные объекты, структура которых включает разнородные естественные и искусственные компоненты.

Определение 2. Компонент МГО – физически, функционально и технологически обособленная часть МГО.

Определение 3. Сцена – группа участников (актеров) мониторинга и средства связи для обмена информацией между ними в процессе решения общей задачи в рамках определенной среды.

Определение 4. Жизненный цикл (ЖЦ) МГО – это процессы создания, использования и расформирования МГО, относящиеся к реализации определенного проекта.

Определение 5. Диагностические показатели – множество переменных, значения которых характеризуют различные свойства МГО и могут фиксироваться регистратором.

Определение 6. Состояние объекта – лингвистическая переменная, зависящая от значений диагностических показателей и характеризующая возможность объекта реализовать проект в данный момент времени.

Определение 7. Управляющее решение – лингвистическая переменная, соответствующая состоянию и содержащая описание действий для поддержки гомеостаза или объекта в данный момент времени.

Под адаптацией понимается процесс, обеспечивающий автоматическое или экспертное изменение параметров алгоритма управления с целью сохранения или достижения оптимального состояния объекта при изменении внешних условий [3].

Постановка задачи

Пусть имеется организация, которая реализует бизнес-проекты с использованием МГО. В сцену (S) реализации ЖЦ МГО входят центр (C), мобильные объекты (P), коммуникационное оборудование (hard), соответствующее программное обеспечение (ПО) (soft). Состояние V объектов P определяется в зависимости от цифровых или лингвистических значений диагностических показателей: $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$. В зависимости от состояния V центр C формирует релевантное управляющее решение U .

Требуется разработать адаптивную систему, обеспечивающую автоматизацию мониторинга МГО и минимизацию информационного трафика центр-объект. Целью адаптации является снижение трафика МГО-центр. Время решения должно быть инвариантным по отношению к количеству и месту нахождения объектов управления. Основные требования к решению;

- возможность адаптации системы к изменениям условий реализации ЖЦ МГО;
- стандартизации теоретических и технологических составляющих решения;
- инвариантность к типу компонентов;
- возможность реализации с использованием современных телематических устройств фиксации параметров компонентов без физического контакта с CAN-шиной и аналогами (например, бесконтактного считывателя CANcliQ компании Squarell для грузовиков).

Решение

Выделение базовых процессов. На основе анализа задачи выделим шесть основных процессов решения:

1. анализ проекта, построение моделей центра, МГО и сцены реализации ЖЦ МГО экспертами центра;
2. определение текущих параметров МГО;
3. синтез текущего состояния МГО;
4. синтез управления, релевантного состоянию;
5. обработка в центре данных МГО;
6. организация удаленного диалога МГО-ЦЕНТР-МГО.

Построение моделей. Для построения моделей используем онтологический подход, так как он обеспечивает высокий уровень стандартизации на начальном этапе разработки [4]. Параметры моделей соответствуют структуре и интересам акторов.

В реализации любого проекта участвует организация, включающая центр (С), инициирующий проект, и МГО (MGO), обеспечивающий его выполнение:

$$\text{Org} = (\text{C}, \text{MGO}). \quad (1)$$

Основные интересы центра заключаются в знании местонахождения МГО, его состояния и возможности воздействия на это состояние:

$$\text{C} = (\text{name}^{\text{C}}, \text{A}^{\text{C}}, \text{A}^{\text{P}}, \text{dialogC}, \text{softC}, \text{hardC}), \quad (2)$$

где name^{C} – название центра; $\text{A}^{\text{C}}, \text{A}^{\text{P}}$ – электронный адрес центра и МГО; dialogC – средства диалога цент-МГО; softC – ПО для работы с МГО; hardC – коммуникационное и компьютерное оборудование.

МГО в общем случае опишем кортежем:

$$\text{MGO} = (\text{Proj}, \text{P1}, \text{P2}, \dots, \text{Pn}), \quad (3)$$

где Proj – проект, для которого формируется МГО; $\text{P1}, \text{P2}, \dots, \text{Pn}$ – компоненты МГО.

Интересы МГО заключаются в поддержке гомеостаза компонентов на время выполнения проекта и обеспечении связи с центром:

$$\text{P}_i = (\text{nameP}_i, \text{gps}, \text{A}^{\text{P}}, \text{A}^{\text{C}}, \text{M}, \text{dialogP}, \text{softP}, \text{hardP}), \quad (4)$$

где nameP – имя компонента; gps – глобальные координаты; $\text{A}^{\text{P}}, \text{A}^{\text{C}}$ – электронный адрес центра и компонента; M – интеллектуальный механизм адаптивного управления компонентом; dialogP – средства диалога МГО-центр; $\text{softP}, \text{hardP}$ – ПО и измерительно-коммуникационное оборудование МГО. Очевидно, что dialog , soft и hard центра и МГО должны быть совместимы. Установку параметров моделей (2, 4) осуществляет эксперт центра.

Определение текущих параметров. Для определения текущих значений диагностических показателей объекта будем использовать алгоритмы: fX – для считывания значений датчика, релевантных установленным экспертом диагностическим показателям X^{Pi} ; fdX – для преобразования их в форму, обеспечивающую математическую обработку. В результате формируется текущий образ объекта.

Синтез текущего состояния. Для определения текущего состояния используется алгоритм fV , выбирающий эталон V_j , наиболее похожий на текущий образ $\langle X \rangle$. Для выбора используется оригинальный алгоритм распознавания, основанный на теории принятия решений [5], метрике Евклида [6] и теории катастроф Арнольда [7].

Синтез управления. Для определения управления, релевантного текущему состоянию используется алгоритм fU , выбирающий метку-управление U_j , соответствующую состоянию V_j .

Обработка данных в центре. Данные от МГО поступают в центр, аккумулируются в базе данных (БД) и анализируются. В настоящее время анализ включает решение трех задач: определение активов МГО, состояние МГО, формирование нового МГО в соответствии с требованиями проекта.

Организация диалога. Для организации диалога используется классическая модель коммуникации Шеннона-Уивера, адаптированная к требованиям интернета и беспроводной телефонной связи.

Для адаптации объекта к возникающим ситуациям предлагается передать реализацию процессов 2–4 интеллектуальному модулю M , который будет автоматически синтезировать управление и сообщать ЛПР МГО и центру результат только в случае изменений состояния объекта, что существенно сократит трафик. В целом интеллектуальный модуль описывается кортежем

$$M = (S^{Pi}, m, k, X^{Pi}, V^{Pi}, U^{Pi}, fX, fdX, fV, fU, fV, fU, V^{Pi}, U^{Pi}), \quad (5)$$

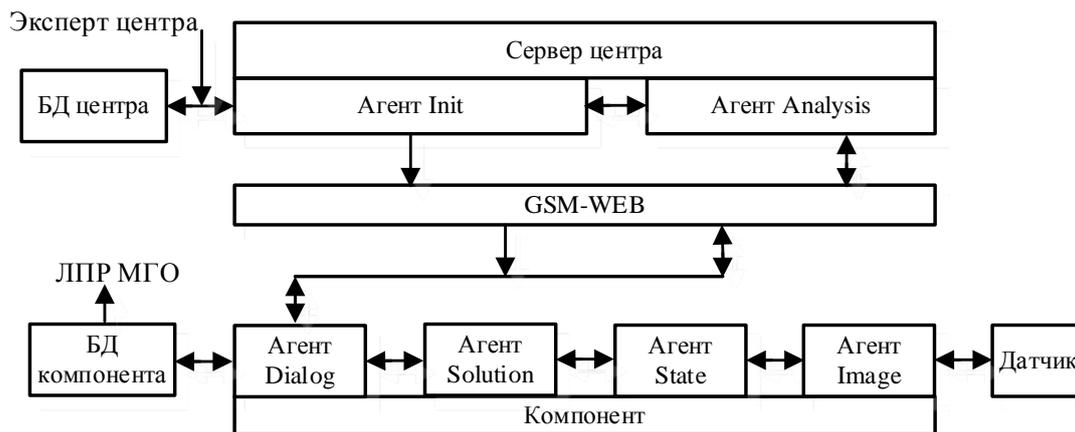
где m, k – количество диагностических показателей и количество состояний объекта соответственно.

Архитектура системы

Для построения архитектуры системы на основе (2, 3, 5) использовался много-агентный подход, который традиционно применяется для работы с распределенной информацией [8]. В информатике и искусственном интеллекте агент рассматривается как «аппаратно-программный объект, существующий в некоторой среде и способный реагировать на изменения среды, обмениваться информацией со средой и другими агентами в процессе решения общей задачи» [8].

На основе классической архитектуры (sensor-effector-processor-memory) построены пять агентов. Агент Init реализует процесс 1; Analysis – процесс 5; Image – процесс 2; State – процесс 3; Solution – процесс 4; Dialog – процесс 6. Агент Image работает с центром. Агенты Image, State, Solution обслуживают МГО. Агент Dialog обеспечивает фильтрацию сообщений и диалог между МГО и центром. Такое разделение работ позволяет модернизировать код любого агента без внесения ошибок в коды других агентов. Стандартизация диалогов обеспечивает возможность применения агентов в других системах. Для обеспечения взаимодействия агентов построена архитектура многоагентной системы, представленная на рисунке.

Данная архитектура обеспечивает два типа адаптации: автоматическую на уровне МГО (агент State) и удаленную экспертную (агент Init) при необходимости оперативно изменить параметры модели (5). Архитектура ориентирована на реализацию в форме портала, что позволяет контролировать доступ пользователей к ресурсам и формировать системы для реализации ЖЦ МГО по единой методике для различных типов объектов.



Архитектура системы

Заключение

Предложены типовые модели центра, МГО и адаптивные механизмы их взаимодействия на основе теории принятия решений и распознавания образов, обеспечивающие гомеостаз объекта на основе применения интеллектуальных агентов на уровне МГО. Показана целесообразность сведения механизмов адаптивного управления МГО к шести типовым процессам и шести программным агентам. Таким образом, обеспечена возможность снизить стоимость разработки систем управления МГО за счет стандартизации проектирования и повышения уровня реентерабельности программных модулей, а стоимость эксплуатации – за счет значительного снижения объема информационного трафика.

Библиографические ссылки

1. Горяинов А. Н., Литовчинко Е. С. Диагностика транспортного потенциала систем перевозки грузов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2010. Вып. 2/9 (44). С. 25–28.
2. Рушкевич А., Осадчий В. Мониторинг подвижных объектов // Беспроводные технологии. 2010. № 3. С. 56–60.
3. Fenq G., Eng M., Eng B. Adaptive Control Systems. Newnes, 1999.
4. Смирнов С. В. Онтологическое моделирование в ситуационном управлении // Онтология проектирования. 2012. № 2. С.16–24.
5. Saaty T. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With the Analytic Hierarchy Process. RWS, 2000.
6. Murty M. Pattern Recognition: An Algorithmic Approach. Springer; 2011.
7. Klir G., Clair U., Yuan B. Fuzzy Set Theory: Foundation and Application. Prentice Hall, 1997.
8. Арнольд В. И. Теория катастроф. Едиториал УРПС, 2012.
9. Weiss G. Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence. The MIT Press, 2000.