

2. Canadian teleoperated landmine detection systems. Part I: The improved landmine detection project / A. A. Faust [et al.] // International Journal of Systems Science. – July 2005. – Vol. 36. – No. 9. – P. 511–528.

3. *Habib M. K.* Guidebook on Humanitarian Demining: Reality and the Challenge of Technology, The State of the Arts // International Journal of Advance Robotic Systems. – June 2007. – Vol. 4. – No.2. – P. 151–172.

4. *Havlik Š.* A modular concept of robotic vehicle for demining operations // Autonomous Robots. – 2005. – Vol. 18. – P. 253–262.

5. Quadruped Walking Robot Centered Demining System, Development of TITAN-IX and its Operation / S. Hirose [et al.] // Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Barcelona, Spain, April 2005. – P. 1284–1290.

6. *Santana P. F., Cândido C., Correia L.* A Biologically Inspired motion controller for Four-Wheel Steering-Robots. Technical Report. IntRoSys. – November, 2006

7. Modular Robotic Control System for Landmine Detection / J. P. Wetzel [et al.] // Proceedings of the 6th Annual Intelligent Vehicle Systems Symposium and Exhibition. – Michigan, June 2006.

Насер Халяби, аспирант, Дамасский университет, Сирийская Арабская Республика

Мхд. Эйд Кусайбати, магистрант, Дамасский университет, Сирийская Арабская Республика

Раед Хомси, инженер, аспирант, Дамасский университет, Сирийская Арабская Республика

Мхд. Айман Аль Аккад, кандидат технических наук, Дамасский университет, Сирийская Арабская Республика

Проектирование и разработка роботизированного локатора для сканирования пересеченной местности

Задачей конструкторов всегда был поиск подходящей конструкции для сканирования пересеченной местности. Рассматриваются различные способы достижения этой цели. Для исследования пересеченной местности предлагается использовать разработанный авторами мобильный робот Rubian. Описывается его конструкция и дается заключение о способности робота выполнять сложные задачи.

Ключевые слова: транспортные роботы, мобильные роботы, исследование пересеченной местности, обнаружение и обход препятствий, навигация робота.

УДК 658.512.2.001.56:681.3.06

О. В. Малина, доктор технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

О. Ф. Валеев, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

С. А. Морозов, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

А. В. Холмогоров, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЕРТНОГО ОПРОСА ПОДСИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАССИФИКАТОРА СИСТЕМЫ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА КОНЕЧНЫХ ОБЪЕКТОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ДИСКРЕТНЫХ СТРУКТУРАХ

Рассматриваются подходы к организации экспертного опроса, позволяющие снять жесткие ограничения на представление структуры объекта, уменьшить избыточность модели класса объектов, максимально автоматизировать процесс формирования классификатора – информационной базы системы синтеза.

Ключевые слова: экспертный опрос, декомпозиция структуры объекта, графовая модель, характеристический признак, автоматизация синтеза классификатора.

Одним из подходов к структурному синтезу объектов, построенных на дискретных структурах, является оптимизированный комбинаторный перебор. В качестве множества элементов для реализации перебора предлагается множество значений признаков классификатора, описывающего множество рассматриваемых объектов. Рассмотрение указанного множества оправдано вследствие того, что именно классификатор объединяет в себе знания о возможных альтернативах конструктивного решения отдельных деталей, узлов, модулей и изделия в целом.

Рассмотрим алгоритм формирования классификатора.

1. Описание известных конструктивных решений и представление их в виде графов типа дерево $G(V, E)$, где V – множество функциональных элементов объекта (структурообразующих модулей) и множество характеристик (модулей, обеспечивающих структурную полноту); E – множество связей, демонстрирующих соподчиненность функциональных элементов и принадлежность характеристик функциональным элементам [1].

При формировании множества структурообразующих модулей необходимо помимо прочего следовать принципу иерархического представления структуры объекта (особенно для объектов средней и высокой степени сложности), используя при этом термины, принятые для обозначения структурных единиц в данной предметной области.

2. Определение множества псевдообязательных вершин – вершин, встречающихся во всех исходных графах.

3. Определение множества обязательных вершин путем экспертного опроса на наличие псевдообязательных вершин во всех структурах данного класса объектов. Обязательные вершины исключаются из рассмотрения, так как не образуют признаков классификации.

4. Определение множества альтернативных вершин. Множество альтернативных вершин делится на явные альтернативы (наборы взаимоисключающих вершины из разных исходных графов) и мнимые альтернативы (вершины, присутствующие лишь в некоторых исходных графах и не имеющие явного противопоставления).

Именно альтернативные вершины дают возможность сформировать классификатор. Мнимые альтернативы формируют признаки наличия «наличие...», явные альтернативы формируют смысловые признаки, формулировка которых определяется значением альтернативных характеристик набора – значеный признака.

Множество признаков, как и множество значений признаков, может быть расширено путем экспертного опроса [2–4].

Несмотря на кажущуюся простоту данного алгоритма, создание системы, способной в максимально автоматизированном режиме формировать классификатор, сталкивается с рядом трудностей.

Для получения максимально разнообразного объема данных о классе рассматриваемых объектов предполагается описание ряда известных вариантов конструкции изделия. Каждое описание предполагает декомпозицию структуры на модули по уровням иерархии, при этом каждый эксперт вправе сам определить количество таких уровней, что впоследствии сделает невозможным сопоставление графовых моделей объектов без участия человека. Естественным решением данной проблемы кажется предоставление эксперту вариантов декомпозиции, выполненных его предшественниками. В этом случае эксперт не создает модель вновь, а видоизменяет уже имеющуюся. В качестве такой модели может выступать обобщенный вариант, построенный на основании ранее полученных декомпозиций. В этом случае эксперту предоставляется следующий инструментарий: добавить вершину, относящуюся к данной материнской; удалить вершину, относящуюся к данной материнской; заменить вершину, относящуюся к данной материнской. Очевидно, что выполнение операции добавления вершины приведет к необходимости ее описания, то есть к появлению в модели нового поддерева; удаление – к ис-

ключению поддерева, описывающего удаляемую вершину; замена – к удалению имеющегося поддерева и формированию нового. Характеризационным признаком вершины при построении такой модели является принадлежность ее материнской вершине. Данный подход к реализации процедуры экспертного опроса позволяет в процессе описания накапливать данные об альтернативных вершинах. Очевидно, вершины, которые участвовали в операции замены, – явные альтернативы, которые удалялись и добавлялись без последующих замен, – мнимые альтернативы, вершины, присутствующие во всех рассмотренных вариантах, – обязательные.

Предлагаемый подход [3] удобен тогда, когда при анализе структур различных вариантов не появляется новых промежуточных уровней и не исчезают уровни уже имеющиеся, то есть не нарушается признак принадлежности вершины от варианта к варианту. На практике такая ситуация случается достаточно часто. Введение дополнительного промежуточного уровня или его исключение нарушают основной характеризационный принцип, на котором построен алгоритм поиска альтернатив.

Анализ процесса декомпозиции объектов и множества вершин получаемого графа показал, что в отличие от структурообразующих вершин, составляющих скелет модели, вершины, обеспечивающие структурную полноту, не меняют свою принадлежность, не имеют внутренней структуры, а значит, всегда конечные и не могут образовывать промежуточные уровни.

Иначе обстоит ситуация со структурообразующими вершинами.

Поскольку признак принадлежности для таких вершин не может быть характеризационным, то процесс построения модели, а затем и автоматизация поиска альтернативных вершин должны быть выстроены иначе.

Попытка использовать в качестве характеризационного признака наименование структурообразующей вершины результатов не дало вследствие присутствия в составе одного или нескольких вариантов деталей с одинаковым названием, но используемых в разных узлах, подузлах, сборках, подсборках.

Решение указанной проблемы было получено в результате анализа характера структурообразующих модулей – функциональных элементов. Было показано, что название элемента и подробно описанное его функциональное назначение может образовывать его характеризационный признак.

Формирование классификационных признаков при анализе структурообразующих вершин графа сводится к разделению множества структурообразующих вершин на обязательные, присутствующие во всех вариантах, и альтернативные.

Очевидно, что описание нового варианта путем изменения прототипа в таком случае неудобно и нецелесообразно. Предыдущие декомпозиции могут выступать лишь примером, но не шаблоном. Формирование модели, таким образом, начинается с нуля. Нарращивание структуры осуществляется путем ре-

лизации двух основных функций: добавление вершины из списка ранее описанных вершин по названию и функциональному назначению; описание новой вершины с указанием названия и функционального назначения.

Таким образом, описанная модель позволяет сформировать множество признаков, в автоматизированном режиме анализируя множество альтернативных структурообразующих вершин: «наличие + название вершины + функциональное назначение вершины».

Формирование классификационных признаков, построенных в результате анализа вершин, обеспечивающих структурную полноту, осуществляется для каждой структурообразующей вершины, при этом в случае, когда сама структурообразующая вершина является альтернативной, в качестве дополнительного значения вновь сформированного на основании вершин, обеспечивающих структурную полноту, относящихся к данной структурообразующей вершине, появляется пустое значение «nil».

Исходя из предлагаемого подхода рассмотрим порядок функционирования подсистемы формирования классификатора системы структурного синтеза конечных объектов, построенных на дискретных структурах.

Описание первого варианта известной структуры начинается с чистого листа. Эксперт, руководствуясь необходимостью иерархического представления структуры и принципом достаточности, соблюдение которого позволит избежать избыточности данных, а значит, необоснованного разрастания модели, декомпозирует структуру объекта на структурообразующие модули. При этом вершины промежуточных уровней (некоторая композиция отдельных элементов – деталей) возникают тогда, когда у данной вершины существуют характеристики, которые нельзя отнести ни к одному из составляющих ее компонентов. Вводя в модель новые вершины, эксперт указывает их функциональное назначение.

Полученная в результате декомпозиции структура имеет вид древовидного графа. Вторым этапом сбора данных является дополнение указанной модели вершинами, обеспечивающими структурную полноту. Описание структурообразующих вершин графа характеристиками осуществляется в процессе обхода графа-дерева по принципу «снизу – вверх». Именно такой подход не позволяет эксперту характеристику вершины более низкого уровня отнести к одному из ее предков.

Полученная графовая модель станет примером для последующих декомпозиций. Однако у экспертов, описывающих последующие варианты конструкций, сохраняется полное право изменять структуру графовой модели, вводить новые уровни, исключать вершины. Описание последующих вариантов также раскладывается на два этапа. Первый – разложение конструкции на структурообразующие модули «сверху – вниз». Второе – описание каждого модуля характеристиками «снизу – вверх».

При разложении конструкции, как уже отмечалось ранее, пользователь указывает структурообразующие вершины, входящие в рассматриваемую материнскую. При этом система сначала предлагает пользователю ознакомиться с уже зафиксированным (на этапе предыдущих декомпозиций) множеством вершин и выбрать искомую. И только в случае, когда поиск не дает результата, пользователю создается новая вершину, указывая ее название и функциональное назначение.

Второй этап представляет собой коррекцию характеристик структурообразующей вершины, полученных на этапе предыдущих декомпозиций. Эксперт может подтвердить характеристику, заменить, исключить и дополнить. По результатам декомпозиции двух конструкций системой формируется три вида моделей: две древовидные графовые модели отдельных вариантов; обобщенная корневая (но возможно отнюдь не древовидная) модель класса объектов, построенная на множестве структурообразующих модулей; обобщенные модели отдельных структурообразующих вершин, состоящих из корневой вершины, обозначающей структурообразующий модуль, вершин «или», объединяющих явные альтернативы, возникшие в результате выполнения операции замены, и вершин «или», объединяющих мнимые альтернативы, возникшие в результате операций добавления и уничтожения характеристики.

Графовые модели отдельных вариантов – это рабочий материал, необходимый системе для обхода структурообразующих вершин при описании характеристик, а также для формирования двух других видов моделей.

Обобщенная корневая графовая модель – это пример декомпозиций, представляемый системой пользователю в качестве справки.

Обобщенные «или модели» отдельных структурообразующих вершин – это прототип для описания аналогичной вершины следующей конструкции.

Предлагаемый подход к ведению экспертного опроса позволит:

- не ограничивать эксперта жесткими рамками в представлении структуры;
- уменьшить избыточность данных для последующего синтеза и анализа (при формировании разрешенных и запрещенных фигур);
- максимально автоматизировать процесс подготовки материала для формулирования классификационных признаков, исключить участие человека в поиске альтернатив на всем множестве вершин обобщенных моделей класса объекта.

Библиографические ссылки

1. Малина О. В., Бажин А. Г. Графовый метод формирования информационного массива технических решений системы автоматизированного конструирования спиральных редукторов // Ученые Ижевского государственного технического университета – производству : тез. докл. науч.-техн. конф. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 1994. – С. 24.

2. Малина О. В., Гольдфарб В. И. Метод создания классификатора класса материальных объектов на примере схем передач с перекрещивающимися осями // Проблемы характеризационного анализа и логического управления : Академический сборник научных трудов. – М. : Изд-во МГТУ, 1999. – С. 80–89.

3. Малина О. В., Уржумов Н. А. Принципы организации и этапы функционирования модуля построения клас-

сификатора спиральных редукторов // Теория и практика зубчатых передач : Тр. междунар. конф. – Ижевск, 2004. – С. 316–322.

4. Goldfarb V., Malina O. Skew axis gearing scheme classifier building technique // 10th World congress on the theory of machines and mechanisms : Proceedings. – Vol. 6. – Oulu : University of Oulu, 1999. – P. 2227–2232.

O. V. Malina, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
O. F. Valiev, Postgraduate Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
S. A. Morozov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
A. V. Kholmogorov, Candidate for a Master's Degree, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

An Approach to Expert Poll Organization of the Classifier Formation Subsystem of Finite Object Structure Synthesis System Built on Discrete Structures

An approach to expert poll organization which allows lifting restrictions on object structure concept and decreasing redundancy of object model is considered. It also allows maximal automation of classifier formation as a data base of a system synthesis.

Key words: expert poll, structure object decomposition, graph model, character feature, classifier synthesis automation.

УДК 004.94

Н. М. Козьминых, соискатель, Вятский государственный университет, Киров

А. А. Голованов, кандидат технических наук, профессор, Вятский государственный университет, Киров

АЛГОРИТМ РАБОТЫ АГЕНТА-ПОМОЩНИКА МОДУЛЯ МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Предложен алгоритм работы агента-помощника модуля многоагентной системы, обеспечивающий выполнение запроса пользователя в отсроченном режиме для отслеживания конкретных ситуаций. Представлена модель пользователя, содержащая информацию о пользователе и истории его запросов.

Ключевые слова: агент, многоагентная система, получение информации, информационная поддержка управленческих решений.

Информационные системы по обеспечению управленческих решений предназначены для помощи лицам, принимающим решения (ЛПР), для учета, контроля, планирования, анализа и регулирования деятельности организации. В большинстве случаев предоставление информации ЛПР происходит в режиме реального времени по запросу пользователя, что является не всегда удобным и целесообразным способом получения информации, поскольку появляется необходимость в постоянном ручном мониторинге ситуации. Решением данной проблемы может стать использование агента-помощника, который работает в отсроченном режиме для отслеживания конкретных ситуаций.

Модуль многоагентной системы (МАС) состоит из автономных агентов, способных воспринимать ситуацию, принимать решения и взаимодействовать с себе подобными. Знания, необходимые для такой системы, отделены от программного кода системы и хранятся в онтологии, представляющей собой сеть понятий и отношений предметной области. Функционирование агентов осуществляется в рамках

агентной платформы – среды, в которой могут существовать и взаимодействовать агенты [1, 2].

Структура сообщества агентов базируется на требованиях FIPA (Federation of Intelligent Physical Agents) – стандарте, который регулирует разработку МАС, а также, определяет логическую модель агентной платформы и набор служб, которые могут быть представлены [1, 3].

В системе следует различать три типа агентов:

- агенты, работающие с внешней средой;
- агенты декомпозиции задачи (агенты-эксперты);
- агенты вычислений.

Пользователь посредством запросов взаимодействует только с первым типом агентов модуля МАС – агентами, работающими с внешней средой.

Модель пользователя содержит структурированную информацию о пользователе, истории его запросов и т. д. Компонента, разработанная на основе этой модели, служит для обеспечения контроля доступа к данным. Множество зарегистрированных пользователей обозначено $U = \{U_i\}$, где $i=1..I$ – количество пользователей.