

УДК 621.3.06

В.А. Литвиненко, С.А. Ховансков, Е.В. Литвиненко**ГИБРИДНЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ТОЧНОСТЬЮ РЕШЕНИЯ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ НА ГРАФАХ***

Предлагается гибридный метод управления точностью решения задач на графах, основанный на сочетании двух методов управления точностью комбинаторно-логических задач – метода управления точностью решения с использованием адаптивных алгоритмов с управляемой точностью решения на основе параметрической адаптации, и метода повышения точности решения на основе многократного использования полиномиальных алгоритмов к различным подстановкам исходного графа. Применение предложенного гибридного метода рассмотрено применительно для решения задачи определения максимальных полных подграфов (клик) симметрического графа.

Графы; экстремальные задачи; адаптивные алгоритмы; параметры адаптации; точность решения; размерность задачи; ресурс времени; производительность компьютера; база данных; управление точностью.

V.A. Litvinenko, S.A. Hovanskov, E.V. Litvinenko**HYBRID METHOD BY ACCURACY OF THE DECISION OF EXTREME
TASKS ON GRAPHS**

In work the hybrid method by accuracy of the decision extreme problems on graphs, based on a combination with an accuracy of two methods of management of combinatory and logical tasks – a method by accuracy of the decision with use of adaptive algorithms with by accuracy of the decision on the basis of parametrical adaptation, and a method of the decision accuracy increase on the basis of repeated use of polynomial algorithms to various substitutions of the initial count is offered. Application of the offered hybrid method is considered applicable for the solution of a problem of definition of the maximum full subgraphs (cliques) of the symmetric graphs.

Graphs; extreme tasks; adaptive algorithms; adaptation parameters; decision accuracy; dimension of a problem; time resource; computer productivity; database; management of accuracy.

Введение. Экстремальные задачи на графах [1] относятся к классу NP-трудных задач, т.е. задач, для которых, в общем случае, не существует полиномиального алгоритма решения. Это обстоятельство ограничивает их применение для решения практических задач большой размерности, хотя к этим задачам относятся большое количество задач из различных областей науки и техники.

Поэтому не случайно, что на протяжении многих лет продолжают разрабатываться методы и алгоритмы, направленные на повышение эффективности решения экстремальных задач на графах.

В настоящее время предлагаются биоинспирированные и эволюционные [2–12] методы и алгоритмы, основанные на использовании наблюдений за поведением определенных видов простейших организмов, насекомых и животных, а также адаптации и изменения их свойств в процессе эволюции.

В работах [11–13] предлагаются различные методы решения NP-трудных задач на основе методов искусственного интеллекта. В работах [14–21] развивается подход к управлению точностью решения экстремальных задач на графах, основанный на применении одного из методов искусственного интеллекта – метода параметрической адаптации. Так в работе [15] предложен адаптивный алгоритм определения клик графа, позволяющий управлять точностью решения на основе параметрической адаптации алгоритма к внешним условиям его выполнения.

* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 11-01-00975).

Точность решения экстремальных задач на графах – мощность получаемого множества экстремальных частей графа. Так, для задачи выделения клик графа – это количество выделенных клик графа [15]. Выделение всех клик графа соответствует получению точного решения.

Класс адаптивных алгоритмов решения задач на графах с управляемой точностью отличается от известных методов и алгоритмов тем, что, не меняя сам алгоритм и его программу, возможно получить на используемом компьютере с определенной производительностью наиболее точное решение в зависимости от внешних условиях выполнения алгоритма: размерности графа, требуемой точности решения и ресурсе времени, отведенном на решение задачи. Кроме того, имеется принципиальная возможность получения точного решения.

Гибридный метод управления точностью решения экстремальных задач на графах. В настоящей работе предлагается гибридный метод управления точностью решения задач на графах, основанный на сочетании двух методов управления точностью комбинаторно-логических задач, рассмотренных в [14]: метода управления точностью решения с использованием адаптивных алгоритмов с управляемой точностью решения на основе параметрической адаптации и метода повышения точности решения на основе многократного применения полиномиальных алгоритмов к различным подстановкам исходного графа.

Предлагаемый гибридный метод управления точностью решения экстремальных задач на графах заключается в следующем.

На первом этапе гибридного метода используется полиномиальный алгоритм и в результате его выполнения определенное решение будет уже получено. Затем, если позволяет ресурс времени, применяется адаптивный алгоритм, для которого выбирается соответствующий параметр адаптации. В процессе выполнения адаптивного алгоритма точность решения увеличивается. При этом отслеживается время, израсходованное на выполнение адаптивного алгоритма. Если на каком-то отрезке времени будет определено, что выполнение адаптивного алгоритма на следующем отрезке времени приведет к превышению ресурса времени, отведенного на решение задачи, то выполнение адаптивного алгоритма прекращается и применяется полиномиальный алгоритм к различным подстановкам исходного графа до тех пор, пока не будет исчерпан ресурс времени, отведенный на решение задачи.

При решении экстремальных задач на графах обычно требуется получить такое решение, которое образовано всеми вершинами графа. Например, для задачи определения клик графа, требуется выделить семейство клик графа, покрывающее все вершины графа или все ребра графа. Однако для графов большой размерности при применении только адаптивного алгоритма при заданном ресурсе времени такое решение может быть не получено вообще, поскольку процесс выполнения алгоритма может быть остановлен до того, как будут рассмотрены все вершины графа. Поэтому достоинством предлагаемого гибридного метода является то, что решение определенной точности будет всегда получено, но затем при использовании адаптивного алгоритма точность решения будет повышена, а применение на заключительном этапе полиномиального алгоритма к различным подстановкам исходного графа позволит более эффективно использовать ресурс времени, отведенный на решение задачи.

В отличие от методов управления точностью решения экстремальных задач, приведенных в [14], гибридный метод требует согласования структур данных для хранения экстремальных частей графа для используемых алгоритмов.

Так, для задачи определения клик графа для адаптивного алгоритма и для полиномиального алгоритмов для хранения информации о вершинах, образующих клики графа, в качестве структуры данных предлагается использовать двоичное

дерево [22]. Это связано с тем, что в гибридном методе при использовании адаптивного и полиномиального алгоритмов могут выделяться одни и те же экстремальные части графа, тогда как использование двоичного дерева позволяет заменить процедуру проверки повторности выделения одних и тех же экстремальных частей процедурой записи экстремальной части двоичное дерево.

Схема организация гибридного метода управления точностью решения экстремальных задач на графах показана на рис. 1. Внешними условиями решения задачи являются: d – требуемая точность решения; t – ресурс времени, отведенный для выполнения проектной операции; n – число вершин графа и m – число ребер графа (размерность задачи). Блок адаптации и управления точностью решения предназначен для выбора из библиотеки адаптивного алгоритма или полиномиального алгоритма, а также для выбора параметров адаптации для адаптивного алгоритма.

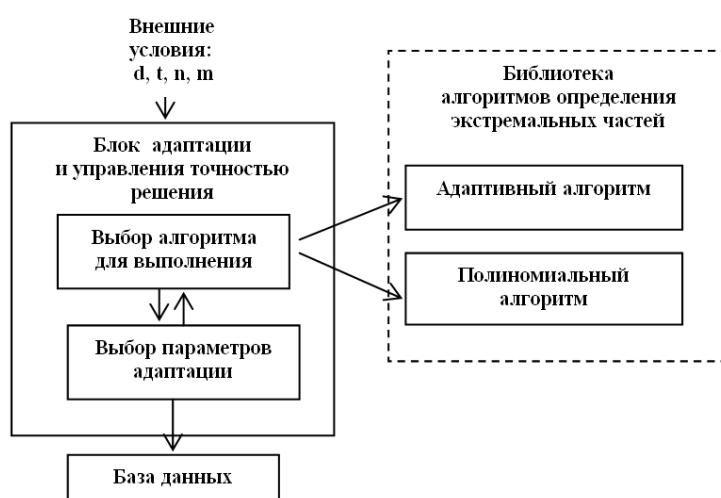


Рис. 1. Схема организация гибридного метода управления точностью решения экстремальных задач на графах

Рассмотрим использование гибридного метода при его применении для управления точностью решения такой экстремальной задачи на графах как определение максимальных полных подграфов симметрического графа.

В качестве полиномиального алгоритма использован алгоритм выделения семейства клик графа, покрывающий все ребра графа [19], хотя на первом этапе может быть использован и алгоритм выделения семейства клик, покрывающий все вершины графа. Для реализации адаптивного алгоритма определения клик графа выбрана модификация адаптивного алгоритма [15, 16], рассмотренная в [22], выбор параметров адаптации для которого рассмотрен в [14, 20].

Заключение. Предложенный гибридный метод управления точностью решения экстремальных задач на графах является развитием методов управления точностью экстремальных задач на графах, приведенных в [14], и позволяет расширить область применения NP-трудных задач на графах за счет адаптации алгоритмов к условиям их выполнения; оптимизации вычислительных ресурсов компьютера, на котором выполняется задача; а также исключить такой недостаток адаптивного алгоритма, как возможность не получить решение, включающее все вершины исходного графа, при ограниченном ресурсе времени, отведенном на решение задачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кристофидес Н.* Теория графов. Алгоритмический подход: Пер. с англ. / Под ред. Г.Г. Гаврилова. – М.: Мир, 1978. – 432 с.
2. *Курейчик В.В., Курейчик В.М., Родзин С.И.* Теория эволюционных вычислений. – М.: Физматлит, 2013.
3. *Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б.* Гибридный алгоритм разбиения на основе природных механизмов принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2012. – С. 3-15.
4. *Курейчик В.В., Курейчик В.М., Родзин С.И.* Концепция эволюционных вычислений, инспирированных природными системами // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 4 (93). – С. 16-24.
5. *Лебедев Б.К., Лебедев О.Б.* Моделирование адаптивного поведения муравьиной колонии при поиске решений, интерпретируемых деревьями // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 7 (132). – С. 27-34.
6. *Лебедев В.Б.* Метод пчелиной колонии в комбинаторных задачах на графах // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-212. Труды конференции. Т. 2. – М.: Физматлит, 2012. – С. 414-422.
7. *Курейчик В.В., Запорожец Д.Ю.* Роевой алгоритм в задачах оптимизации // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 7 (108). – С. 28-32.
8. *Лебедев В.Б.* Метод пчелиной колонии в комбинаторных задачах на графах // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-212. Труды конференции. – М.: Физматлит, 2012. – Т. 2. – С. 414-422.
9. *Курейчик В.В., Родзин С.И.* О правилах представления решений в эволюционных алгоритмах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 7 (108). – С. 13-21.
10. *Курейчик В.М., Кажаров А.А.* Использование роевого интеллекта в решении NP-трудных задач // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7 (120). – С. 30-37.
11. *Расстригин Л.А.* Адаптация сложных систем. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.
12. *Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б., Чернышев Ю.О.* Адаптация на основе самообучения. Монография. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГАСХМ ГОУ, 2005.
13. *Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б.* Поисковая адаптация. Теория и практика. Монография. – М.: Физматлит, 2006.
14. *Чернышев Ю.О., Литвиненко В.А., Ховансков С.А., Литвиненко Е.В.* Методы управления точностью решения экстремальных задач на графах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 7 (108). – С. 84-91.
15. *Литвиненко В.А.* Применение адаптивных алгоритмов определения экстремальных множеств графов при решении оптимизационных задач автоматизированного проектирования ЭВА // Известия ТРТУ. – 2001. – № 4 (22). – С. 361-362.
16. *Литвиненко В.А.* Адаптивные алгоритмы определения экстремальных множеств графов // Известия ТРТУ. – 2000. – № 2 (16). – С. 186-189.
17. *Литвиненко В.А., Зеленский Л.И., Белгородцев Р.А.* Исследование эффективности модифицированного алгоритма определения клик графа // Известия ТРТУ. – 2002. – № 3 (26). – С. 204-205.
18. *Litvinenko V.A.* Adaptive algorithms of definition of extreme sets of graphs // Proceeding of the International Scientific Conferences «Intelligent System (IEEE AIS'03)» and «Intelligent CAD's (CAD-2003)». Scientific publication in 3 volumes. – 2003. – Vol. 3. – С. 52-59.
19. *Калашиников В.А., Литвиненко В.А.* К вопросу определения семейств клик графа. 30. Intern. Wiss. Koll. TH Ilmenau Vortragsreihe. 1985. – С. 41-44.
20. *Литвиненко В.А., Калашиников В.А.* Алгоритм адаптации проектной операции определения клик графа // Известия ТРТУ. – ТРТУ, 2003. – № 2 (31). – С. 165-170.
21. *Литвиненко В.А., Ховансков С.А., Литвиненко Е.В.* Применение методов искусственного интеллекта для управления точностью решения задач на графах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7 (120). – С. 153-159.
22. *Литвиненко В.А., Ховансков С.А., Литвиненко Е.В.* Модифицированный адаптивный алгоритм определения максимальных полных подграфов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 11 (136). – С. 227-231.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Ю.О. Чернышев.

Литвиненко Василий Афанасьевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: litv@tsure.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371651; кафедра систем автоматизированного проектирования; к.т.н.; доцент.

Ховансков Сергей Андреевич – e-mail: sah59@mail.ru; кафедра систем автоматизированного проектирования; к.т.н.; доцент.

Литвиненко Егор Васильевич – e-mail: valmont_ego_vas@mail.ru; студент.

Litvinenko Vasilii Afanasievich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: litv@tsure.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371651; the department of computer aided design; cand. of eng. sc.; associate professor.

Hovanskov Sergey Andreevich – e-mail: sah59@mail.ru; cand. of eng. sc.; associate professor.

Litvinenko Yegor Vasilievich – e-mail: valmont_ego_vas@mail.ru; student.

УДК 002.53:004.89

Ю.А. Кравченко, В.В. Марков

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ РАЗНОРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗНАНИЙ*

Рассмотрена актуальная проблема разработки онтологического подхода к синтезу разнородных знаний и формированию учебных ресурсов на основе построения индивидуальных траекторий обучения. Предлагается использовать онтологию в качестве словаря общения интеллектуальных агентов и описания профиля их знаний и организации обмена знаниями и сообщениями. При этом адаптация осуществляется за счет выбора путей навигации в семантической сети и принятия решений по выбору концепта онтологии в каждой вершине сети. Навигация по семантической сети понятий основана на построении имитационной графовой модели, использующей для начала поиска некоторое ключевое слово, выражающее запрос пользователя, и список понятий, связанных с текущим понятием и формирующим его окрестность.

Онтологии; интеллектуальные информационные системы; системы управления знаниями; интеллектуальный анализ данных; извлечение знаний; интеграция разнородной информации.

Yu.A. Kravchenko, V.V. Markov

ONTOLOGICAL APPROACH FORMATION OF INFORMATION RESOURCES BASED ON KNOWLEDGE DISPARATE SOURCES

This article describes the actual problem of the ontological approach development to the synthesis of heterogeneous knowledge and the formation of educational resources based on the individual learning paths construction. It is proposed to use the ontology as a dictionary of intelligent agents communication and describe the profile of their knowledge and the exchange of knowledge and messages. In this adaptation is performed by selecting the navigation paths in a semantic network, and making decisions on the choice of the ontology concept at each vertex. Navigating the semantic network of concepts is based on the construction of a simulation graph model is used to start the search for a keyword that expresses a user's query, and the list of concepts related to the current concept and shaping its neighborhood.

Ontologies; intelligent information systems; knowledge management; data mining; knowledge extraction; integration of heterogeneous information.

* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проекты: № 11-07-00064, № 13-07-00537).