

УДК 004.6, 004.9, 004.827, 004.824

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ВТОРОГО РОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА

Цветков В.Я.

*Московский государственный технический университет радиотехники,
электроники и автоматики МГТУ МИРЭА, Москва, e-mail: cvj7@list.ru*

Статья описывает решение сложных задач, которые называют задачами второго рода. Описание метода охватывает область принятия решений в управлении и область математических решений задач. Статья раскрывает содержание задач первого рода. Дается их топологическое представление. Раскрывается содержание задач второго рода. Дается их топологическая модель. Показано различие между задачами первого рода и задачами второго рода. Рассмотрено решение задачи второго рода на основе известного муравьиного алгоритма. Вводится модификация в этот алгоритм. Модификация включает переход от многих точек поиска решений к одной. Модификация включает инкрементное получение ресурсов на этапах решения и накопление опыта решения. Опыт запоминается в банке данных. Такая модель применима для поиска математических и управленческих решений.

Ключевые слова: решение задач, муравьиный алгоритм, задачи второго рода, сложность

INFORMATION UNITS AS A MEANS OF CONSTRUCTION WORLD PICTURES

Tsvetkov V.Y.

*Moscow State Technical University of Radio Engineering,
Electronics and Automation MSTU MIREA, Moscow, e-mail: cvj7@list.ru*

This article describes the solution of complex tasks, which is called the problem of the second kind. Description of the method covers the area of decision-making in the management area and mathematical solutions of problems. The article reveals the content of the tasks of the first kind. Given their topological representation. The content of the tasks of the second kind. Given their topological model. Shows the difference between the objectives and tasks of the first kind of the second kind. Solution of the problem of the second kind on the basis of the known ant algorithm. We introduce a modification to the algorithm. Modification includes the transition from many points of finding solutions to the same. Modification includes incremental acquisition of resources and on the stages of the decision to build experience solutions. The experience is stored in the data bank. This model is applicable to search for mathematical and management decisions.

Keywords: computer science, information units, structural attachments, information environment, information certainty, the substantial information units, procedural information units

Рассматривая общие принципы решения задач, следует отметить общность между математическим решением задач [1] и логическим принятием решений [2]. По существу, решенная задача является основой принятия решений. Прежде чем принять решение субъект, принимающий решение черпает информацию в информационном поле [3]. Он получает сложную систему параметров, которые нужно проанализировать и редуцировать. На основе параметров он строит информационную модель, которая служит основой для получения решения. При этом возникает противоречие: чем глубже человек вникает в проблему, тем формально лучше и точнее будут принимаемые им решения. С другой стороны, чем глубже человек вникает в проблему, тем больше сложность модели и это влечет ошибки результата. Сталкиваясь с множеством параметров, отражающих сложную ситуацию, человеческий разум объединяет их в группы в соответствии с качественными признаками [4]. В процессе принятия решений человек или живое существо анализирует объекты и отношения между ними. При возникновении сложности человек производит декомпозицию сложного явления или

объекта. Фундаментальный процесс, лежащий в основе решения задач, включает в себя декомпозицию и синтез. Хотя проводимые разными людьми декомпозиции могут отличаться одна от другой, лежащий в основе декомпозиции логический метод [5] позволяет получить достаточно близкие оценки ситуации. Особенно это проявляется при необходимости достижения общих целей. Поэтому нужно моделировать действительность таким образом чтобы извлекать общий смысл и исключать индивидуальное.

Основная часть. Задачи первого и второго рода достаточно часто встречаются в человеческой практике и возникают при разных ситуациях: при многоцелевом управлении [6]; при построении виртуальных моделей [7]; при построении и применении когнитивных информационных моделей [8]. Критерием перехода от задач первого рода к задачам второго рода является структурная сложность [9] задачи.

Рассмотрим задачи первого рода. Простейшее принятие решений строится по правилу «Если А, то В». Это означает, что если имеет место информационная ситуация «А», то следует принять действие «В».

Такое решение называется простым или однозвенным и описывается одним звеном

$$A \rightarrow B. \quad (1)$$

Такие решающие цепочки имеют место в простых ситуациях, например, при «нормативном» управлении, когда появление ситуации «А» предусмотрено регламентом или нормативом. В таком нормативе предписывается действие «В» для ситуации «А». В этом случае система просто исполняет инструкцию. В биологии цепочка (1) описывает условный рефлекс. В результате действия «В» система переходит в состояние A_T . Топологически это отображается схемой, приведенной на рис. 1.

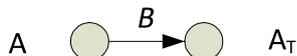


Рис. 1. Простое однозвенное решение

Точку А называют начальной точкой решения, точку A_T называют конечной точкой или целью решения. Если конечную цель A_T нельзя достичь за одно действие, то имеет место последовательное решение, когда для получения решения требуется цепочка звеньев типа

$$A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow \dots \rightarrow B_{N-1} \rightarrow A_T \quad (2)$$

Выражение (2) интерпретируется следующим образом. Информационная ситуация A_1 влечет действие B_1 , которое приводит к информационной ситуации A_2 . Информационная ситуация A_2 влечет действие B_2 , так далее, пока не будет достигнуто целевое состояние A_T . Такая цепочка действий называется также «путем решения» или «маршрутом решения». Она служит основой построения последовательного алгоритма, который приводит к решению A_T от исходной ситуации A_1 . Совокупность действий В характеризует процессы вычислений или принятия решений, если алгоритм связан с решением. Вычисления связаны с компьютерными технологиями, принятие решений относится к живым и интеллектуальным системам.

При наличии системы с памятью возможно улучшение решения. Если цепочки (2) повторяются, то они фиксируются в памяти системы и запоминаются как стереотипные решения. Выражение (2) характеризует сложность решения задач 1 рода, поскольку для получения решения применяется только одна цепочка решающих действий. Возможно наличие группы альтернативных маршрутов решений, например,

$$D \rightarrow E \rightarrow A_T; H \rightarrow P \rightarrow A_T; X \rightarrow Y \rightarrow A_T \text{ и т.п.,}$$

Это решения, которые исходят из разных начальных точек, но приводят к тому же результату. Однако все они не допускают перехода от одного маршрута к другому.

Лицу, принимающему решение, необходимо выбрать оптимальный, по его мнению, маршрут и действовать согласно предписанию этого маршрута. Все это отображается алгоритмом или набором не связанных между собой алгоритмов. Все это характеризует задачи первого рода.

При построении модели, применяемой для решения, она должна отвечать условиям: обозримости, воспринимаемости, понимаемости, интерпретируемости [8]. Если модель отвечает этим условиям, то имеет место задача первого рода.

При невыполнении отмеченных условий возникает сложная ситуация, [10], для которой необходим поиск пути решения, в силу того что возможно много вариантов. Возникает семантический разрыв [11] между потребностями и возможностями человека и его инструментария решения задач первого рода.

На рис. 2 показана ситуация, когда из начальной точки A_0 возможно множество путей решения. В итоге необходимо получить решение A_0 или конечную ситуацию. Такая ситуация является многовариантной. На первом этапе решения необходимо выбрать вариант решения. Он определяет процесс решения и следующее состояние и процесс, который ведет к этому состоянию. Если таких состояний и следующих за ними много, то процесс поиска «пути решения» может стать необозримым [7, 8]. В этом случае сложно или невозможно найти оптимальный путь решения. Эти задачи называют задачами второго рода. Следует отметить, что не многовариантность, а невозможность построения пути решения характеризует задачи второго рода.

Проведем различие между задачами первого рода и задачами второго рода. Задачи первого рода характеризуются однозначностью решения и алгоритмом, который приводит от начальной ситуации к конечной (целевой ситуации). С топологической точки зрения, граф задачи первого рода не имеет циклов.

Задачи второго рода характеризуются неоднозначностью решения и отсутствием единственного алгоритма, который приводит от начальной ситуации к конечной точке. Граф задачи второго рода имеет циклы.

В результате решения задачи второго рода возможны варианты решения. Решение может быть оптимальным A_0 . Решение может быть не оптимальным A_{NO1} , A_{NO1} . Решение может быть ошибочным A_{false} .

Поэтому для решения задач второго рода необходимо привлечение специальных методов, которые не используют при решении задач первого рода.

Одним из методов решения задач второго рода является так называемый муравьиный алгоритм [12]. Муравьиный алгоритм модели-

рует алгоритм оптимизации поведения муравьиной колонии (*ant colony optimization*) при поиске пищи. Он используется для нахождения приближённых решений транспортной задачи, а также для поиска маршрутов на графах. Суть алгоритма заключается в анализе и использовании модели группового поведения отдельных муравьёв, ищущих пути от колонии к источнику питания. Первая версия алгоритма, предложенная Марко Дориго [13] была направлена на поиск оптимального пути в графе.

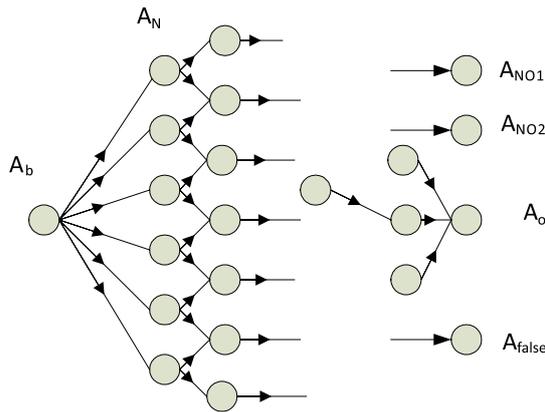


Рис. 2. Граф задачи второго рода

В переводе на информационный язык модель решения ищется с использованием «жадного алгоритма» [14] дополненного возможностью передачи информации от одного агента другому с включением параметров «жадности» алгоритма и «стадности» алгоритма. Параметр «жадность» характеризует мотивацию, параметр «стадность» характеризует повторяемость поведения и является антонимом термина «случайность». Передача информации создает возможность самоорганизации системы колонии муравьёв в достижении цели. Такая модель используется в мультиагентных системах.

Мультиагентная система [15] ищет оптимальное решение задачи без внешнего вмешательства. Под оптимальным решением понимается решение, на которое потрачено наименьшее количество энергии в условиях ограниченных ресурсов. Таким образом такое решение дает дополнительный эффект экономии ресурсов. Работа начинается с размещения муравьёв в вершинах графа (городах), затем начинается движение муравьёв – направление определяется вероятностным методом [13]. Напомним суть алгоритма. Муравьи первоначально перемещаются в случайном порядке по графу на рис. 2. После нахождения питания они возвращаются в свою колонию, при этом отмечают феромонами путь движения. Феромон – вещество, которое с течением времени испаряется. Если другие муравьи находят такие тропы, то они пойдут

по ним. При нахождении питания и возвращении они укрепляют этот маршрут своими феромонами.

Со временем феромонная тропа начинает испаряться, тем самым уменьшая свою привлекательную силу. Чем больше времени требуется для прохождения пути до цели и обратно, тем сильнее испарится феромонная тропа. Чем больше питания на конце тропы, тем больше муравьёв пройдут по пути и тем сильнее будет феромонная привлекательность. Это мотивирует к движению по тропам ведущим к максимальным ресурсам. Это и есть пример жадного алгоритма. Так алгоритм обеспечивает ресурсность решения задачи.

Другой аспект алгоритма пространственное решение. На коротком пути прохождение будет более быстрым и как следствие, плотность феромонов остаётся более высокой, чем по длинному маршруту. Это мотивирует муравьёв к движению по коротким маршрутам к источникам питания. Данный подход может применяться при пространственном анализе и геоинформационном прогнозировании [16].

Испарение феромонов создает условие исключения локально-оптимального решения. Если бы феромоны не испарялись, то путь, выбранный первым, был бы самым привлекательным. В этом случае, исследования пространственных решений были бы ограниченными. Однако на практике существует иная ситуация. Если другой муравей находит более короткий путь от колонии до источника пищи, чем первый муравей, то он создает большую плотность феромонов по этому пути. Другие муравьи, скорее всего, пойдут по этому пути, и алгоритм такого поведения в конечном итоге приводит всех муравьёв к оптимальному пути.

Недостатком метода является требование наличия колонии муравьёв. Математически это требование заключается в множественности точек поиска. Поэтому начало поиска решения находится не в начальной точке A_b , в совокупности множества точек следующего ряда A_N . Такой алгоритм оправдывает себя в сложных ситуациях типа поиска маршрута в системах GRID [17] или в комбинации с генетическими алгоритмами [18]. Но принципиально он требует множества точек поиска или дополнительных затрат на выбор путей.

При решении практических задач модель Ant Colony Algorithm (ACA) дополняется цепочкой обратной связи и банком данных [19]. Это приводит к дополнительному механизму: инкрементное накопление знаний и ресурсов; применение инкрементных знаний и ресурсов для решения очередного этапа задачи [20]. В результате работы этого механизма на каждом этапе получают

инкрементные ресурсы (ИР) и инкрементные знания (ИЗ). Эти инкрементные величины помещают на хранение в банк данных и используют для решения задачи следующего этапа. На каждом этапе происходит решение задач с помощью АСА и накопление ресурсов и знаний. Итогом многократного решения задачи будут суммарные информационные ресурсы (СИР) и суммарные знания (СЗ).

$$\text{СИР} = \text{ИР1} + \text{ИР2} + \dots + \text{ИРn},$$

$$\text{СЗ} = \text{ИЗ1} + \text{ИЗ2} + \dots + \text{ИЗn}.$$

Здесь n - число этапов решения задачи

На основе накопленных знаний могут формироваться правила поиска маршрутов или правила прохождения определенных ситуаций.

Одной из основных характеристик такого решения является допустимое время решения, то есть интервал времени, в течение допускается решение задачи. В муравьином алгоритме такого ограничения нет. Информационное технологическое обеспечение инкрементного решения включает совокупность правил.

Выводы

В ходе данной работы использовалась дуальность понятий: математическое решение задачи и принятие решений (в управлении). Не потребовалось разграничение этих понятий, что дает основание говорить об универсальности метода. Дополнение муравьиного алгоритма механизмом инкрементного получения ресурсов и механизмом накопления ресурсов позволяет переносить решение данной задачи в область компьютерного и информационного моделирования. Накопление ресурсов в банке данных, как позволяет проводить системный анализ решений и проводить дополнительную оптимизацию на найденных решениях. Недостатком алгоритма является ограничение типа допустимого времени решения. Этот недостаток требует привлечения больших вычислительных ресурсов.

Результаты исследований показали применимость метода для поиска математических решений и для поиска управленческих решений. Это повышает ценность метода. Расширение муравьиного алгоритма механизмом инкрементного наращивания ресурсов, позволяет по мере накопления опыта переводить сложные задачи второго рода в кате-

горию обозримых задач первого рода и упрощать управление сложными системами. Этот механизм позволяет проводить оптимизацию управления энергетическими и информационными ресурсами.

Список литературы

1. Wilson J.W., Fernandez M.L., Hadaway N. Mathematical problem solving // Research ideas for the classroom: High school mathematics. – 1993. – p. 57.
2. Цветков В.Я. Логика в науке и методы доказательств. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany, 2012. – 84 с.
3. Tsvetkov V.Ya. Information field. Life Science Journal. – 2014. – 11(5). – P. 551–554.
4. Savin-Baden, M. & Major, C. (2013). Qualitative Research: The Essential Guide to Theory and Practice. London: Routledge.
5. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis. Life Science Journal. – 2014. – № 11(6). – P. 586–59.
6. Tsvetkov V.Ya. Multipurpose Management // European Journal of Economic Studies. – 2012. – Vol.(2). – № 2. – P. 140–143.
7. Цветков В.Я. Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей // Перспективы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 38–46.
8. Tsvetkov V.Ya. Cognitive information models // Life Science Journal. – 2014. – № 11(4). – P. 468–471.
9. Dickstein D.L. et al. Changes in the structural complexity of the aged brain // Aging cell. – 2007. – Т.6., № 3. – С. 275–284.
10. Tsvetkov V.Ya. Complexity Index // European Journal of Technology and Design. – 2013. – Vol.(1). – № 1. – P. 64–69.
11. Tsvetkov V.Ya. Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // European Researcher. – 2013. – Vol.(45). – № 4–1. – P.782–786.
12. Zhong-Zhi W.U.B.S.H.I. An Ant Colony Algorithm Based Partition Algorithm for TSP [J] // Chinese Journal of Computers. – 2001. – Т. 12. – P. 13.
13. Colomi A., Dorigo M., Maniezzo V. An Investigation of some Properties of an Ant Algorithm. Proceedings of the Parallel Problem Solving from Nature Conference (PPSN 92), Brussels, Belgium, Elsevier Publishing. 1992. – P. 509–520.
14. Ruiz R., Stützle T.A simple and effective iterated greedy algorithm for the permutation flowshop scheduling problem // European Journal of Operational Research. – 2007. – Т. 177, № 3. – С. 2033–2049.
15. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems // John Wiley & Sons Ltd. – 2002. – 366 p.
16. Цветков В.Я. Применение геоинформационных технологий для поддержки принятия решений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2001. – № 4. – С. 128–138.
17. Chang R.S., Chang J.S., Lin P.S. An ant algorithm for balanced job scheduling in grids // Future Generation Computer Systems. – 2009. – Т. 25, № 1. – С. 20–27.
18. Li D.J., Qiang C.Z., Zhi Y.Z. On the Combination of Genetic Algorithm and Ant Algorithm [J] // Journal of Computer Research and Development. – 2003. – Т. 9. – p. 10.
19. Цветков В.Я. Разработка проблемно ориентированных систем управления – М.: ГКНТ, ВНИИЦентр, 1991. – 113 с.
20. Цветков В.Я., Железняков В.А. Инкрементальный метод проектирования электронных карт // Инженерные изыскания. – 2011. – № 1. – С. 66–68.