
Реконфигурируемый агент в нечетком гетерогенном пространстве решений

Ю.О. Чернышев¹, Н.Н. Венцов¹, А.А. Долматов²

¹Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону

²ООО «СКФ Менеджмент Сервисиз», г.Новороссийск

Аннотация: Предложена модель реконфигурируемого (изменяющего собственную структуру) агента, перемещающегося в нечетком гетерогенном (разнородном) пространстве поиска. Необходимость создания подобных инструментов поиска решений обуславливается не только нехваткой данных о решаемых оптимизационных задачах, но и сложными вычислительными структурами используемыми в современных информационных системах. Агент представлен как точка в нечетком гетерогенном пространстве поиска, шкала каждой оси пространства может быть построена на основе соответствующего нечеткого множества. Перемещение агента вдоль каждой оси осуществляется на основе операции допустимых над элементами соответствующего нечеткого множества. Приведен пример движения агента вдоль оси, заданной на основе S-нечеткого множества. Для определения момента остановки агента разработан автомат адаптации.

Ключевые слова: интеллектуальный агент, гетерогенные структуры, нечеткое пространство, адаптация, S-нечеткое множество, автомат адаптации.

Введение

В настоящее время усложняются не только непосредственные процессы поиска оптимальных решений, но и связанные с ними, процессы управления доступными вычислительными ресурсами. Спектр подобных вычислительных ресурсов может включать отдельные сервера и рабочие станции, кластеры и суперкомпьютеры, грид-системы и облачные инфраструктуры. Как правило, каждый тип ресурсов имеет свои особенности, преимущества и недостатки. Сложности и разнородности как оптимизационной задачи, так и вычислительной среды, осуществляющей её решение, не всегда позволяют дать объективные и точные оценки получаемых решений, требуемых ресурсов, критериев принятия решений связанных с управлением процессом поиска и т.д. [1-4].

Постановка задачи

Для многих задач существуют две различные формы знания: объективное знание, которое используется все время в инженерных постановках задач (например, математические модели), и субъективное знание, которое представляет языковая информация, которой, как правило, невозможно дать количественную оценку с использованием традиционной математики. Субъективное знание, как правило, игнорируется на начальных этапах технических проектов; однако оно часто используется, чтобы оценить результаты. Поэтому построение модели объекта/процесса на основе недостаточного количества информации обуславливается высокой степенью неопределенности [5]. Одним из способов формализации словесных критериев, описывающих свойства искомых данных, являются нечеткие множества [6-8].

Логично предположить, что корректировка (уточнение) объективного знания, например, на основе промежуточных решений оптимизационных задач, повлияет на субъективное знание. В связи с чем необходимо адаптивно корректировать и субъективное знание.

В ходе вычислительного процесса может изменяться не только модель решаемой задачи, но и аппаратная архитектура системы поэтому целесообразно разрабатывать гетерогенные (разнородные) реконфигурируемые (изменяющиеся) нечеткие структуры для поддержки решения динамических задач оптимизации.

Предлагаемый подход

Если рассматривать агента как точку в пространстве поиска, то в качестве основных составляющих модели реконфигурируемого агента можно выделить структуру данных, хранящую положение агента в многомерном гетерогенном пространстве поиска, правила перехода агента из одной точки пространства в другую и правила изменения структуры агента (т.е.

изменения способов оценки положения в пространстве и движения). Тогда в простейшем случае корректировку субъективного знания можно представить, как изменение положения агента в многомерном гетерогенном пространстве поиска.

Гетерогенная структура агента подразумевает разнородность пространства поиска, выраженную в рассматриваемом случае в различных видах нечетких множеств, описывающих оси пространства поиска. Примерами таких видов нечетких множеств могут быть [9-11]:

- L – нечеткие множества, функции принадлежности которых принимают свои значения в конечной или бесконечной дистрибутивной решетке (решетка – частично упорядоченное множество с точной верхней и нижней границей);

- S- нечеткие множества, характеризуются тем, что функция принадлежности принимает значения из некоторого заданного списка.

Движение по каждой оси пространства поиска необходимо осуществлять в соответствии с правилами, учитывающими особенности выполнения операций над элементами соответствующего вида нечетких множеств. В случае, если на S- нечеткое множество наложить требования конечности, полноты и линейной упорядоченности, то к данному множеству можно применить известные операции сдвига и инверсии[9]. Тогда положение агента можно изменять за счет перехода от одного элемента множества S, описывающего текущее положение, к другому. Например, пусть функция принадлежности задана множеством значений переменной «ЦЕНА»= \langle минимальная, низкая, средняя, высокая, максимальная \rangle . Тогда $S_0 =$ «минимальная», $S_1 =$ «низкая», ..., $S_4 =$ «максимальная». Так как свойство упорядоченности позволяет ранжировать элементы по предпочтительности без учета расстояния между ними, то переход от одного

элемента к другому, реализованный при помощи операции сдвига на α -позиций, будет осуществлен по правилу:

$$S_i^{\alpha} = \begin{cases} S_0, & \text{если } (i - \alpha) < 0, \\ S_{i-\alpha}, & \text{если } 0 \leq (i - \alpha) \leq n - 1, \\ S_n, & \text{если } (i - \alpha) > n, \quad i = 0, 1, \dots, n - 1, \end{cases}$$

где i -индекс текущего значения множества S , α - количество позиций на которые происходит сдвиг, n - мощность множества S .

Операция отрицания определяется как $\bar{S}_i = S_{n-1-i}$. Эта операция удовлетворяет свойствам инволюции и инверсии порядка.

В случае, если необходимо наделить процесс движения агента по измерению, описываемому S - нечетким множеством адаптивными свойствами, то возможно использование автомата адаптации (рис.) [12]. Альтернативе A_1 соответствует ситуация, когда необходимо продолжить движение по оси, а альтернативе A_2 соответствует ситуация, когда агенту необходимо перестать двигаться по данной оси. Первый индекс состояния автомата адаптации S соответствует текущей альтернативе, а второй - номеру состояния.

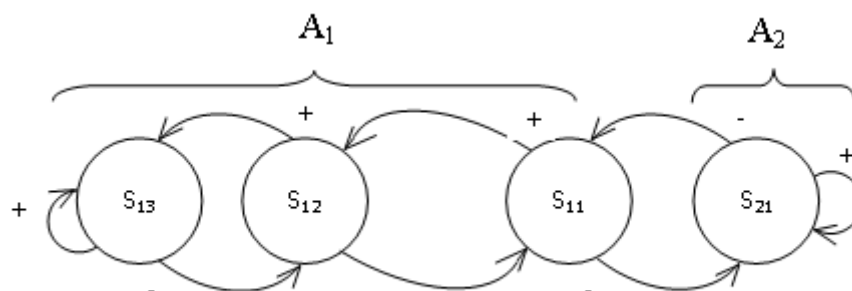


Рис. Схема автомата адаптации

Анализируя не только величины значений нечеткой переменной, но и их размытости (противоречивости), можно воспользоваться еще одним способом расчета движения агента основываясь на изменении размытости трактовок. Известно, что показатель размытости принимает максимальные

значения в случае, если значение функции принадлежности равно 0,5, т.е. когда объект в равной степени обладает двумя противоположными свойствами, порождая, тем самым наибольшее противоречие в оценках. При этом выделяют термин заострение одной нечеткой оценки $d(A)$ свойства объекта по отношению к другой $d(B)$. Заострение можно понимать следующим образом: $d(A) < d(B)$, когда в случае, если $\mu_B(x) < 0,5$ выполняется условие $\mu_A(x) < \mu_B(x)$, а в случае, если $\mu_B(x) > 0,5$, справедливо $\mu_A(x) > \mu_B(x)$. В случае, если $\mu_B(x) = 0,5$, значение функции $\mu_A(x)$ может быть произвольным.

Если необходимо повысить неопределенность текущей оценки $\mu_B(x) \neq 0,5$, то в случае, если $\mu_B(x) < 0,5$ необходимо увеличить значение $\mu_B(x)$ на величину, не превышающую разности $[0,5 - \mu_B(x)]$, если же неопределенность необходимо повысить для оценки $\mu_B(x) > 0,5$, то необходимо уменьшить значение $\mu_B(x)$ на величину, не превышающую разности $[\mu_B(x) - 0,5]$.

Понижение неопределенности связано смещением исходной оценки $\mu_B(x)$ либо в сторону нуля, либо в сторону единицы. При этом, если исходная оценка $\mu_B(x) < 0,5$, её уменьшение автоматически означает снижение неопределённости, а если $\mu_B(x) > 0,5$, снижение неопределенности обуславливается увеличением $\mu_B(x)$.

В рассмотренном случае с множеством значений переменной «ЦЕНА» = <минимальная, низкая, средняя, высокая, максимальная> неопределенность будет минимальной при значениях S_0 = «минимальная» и S_4 = «максимальная». Наибольшее значение неопределенности будет в случае S_2 = «средняя». Операция отрицания $\bar{S}_i = S_{n-1-i}$, даже в случае изменения значения переменной «ЦЕНА», не будет влиять на неопределенность, свойственную данному значению переменной, например, для S_1 = «низкая», инверсия $\bar{S}_1 = S_{5-1-1} = S_3$ = «высокая». Значения S_1 и S_3 равноудалены от

наиболее неопределенного, в данном примере, значения S_2 . Операция сдвига влияет на неопределенность оценки S - нечеткого множества. Например, при текущем значении S_4 =«максимальная» оператор сдвига $\alpha=1$ переместит агента в значение $S_3 =$ «высокая» увеличив, тем самым, противоречивость оценки положения агента в пространстве поиска. Если текущее положение агента соответствует S_2 =«средняя», то под действием оператора сдвига с параметром $\alpha=-1$, агент переместится в значение S_3 =«высокая», уменьшив, тем самым, противоречивость оценки положения в пространстве поиска.

Заключение

Таким образом, изменение положения агента в пространстве поиска не всегда обуславливает изменение неопределенности, свойственной решению, описываемому данным агентом. Новизна подхода заключается в разработке адаптивных алгоритмов перемещения агента в разнородном пространстве поиска. На основе автомата адаптации показана схема движения агента в нечетком пространстве поиска вдоль оси, заданной при помощи S - нечеткого множества.

Литература

1. Сухорослов О.В. Организация вычислений в гетерогенных распределенных средах // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск: Суперкомпьютерные технологии. 2016. №12 (185). С. 115-130.
2. Долгов В.В., Остроух Е.Н., Мухтаров С.А., Гамзалиев Р.Ш. Особенности построения математических моделей учебного расписания для крупных образовательных центров // Фундаментальные исследования. 2016. №9-1. С. 9-15.
3. Остроух Е.Н., Золотарева Л.И., Бычков А.А., Долгов В.В. Векторная оптимизация перерабатывающих процессов с учетом сырьевого дефицита // Фундаментальные исследования. 2011. №12-1. С. 224-227.

4. Золотарев А.А. Один подход к решению интегральных уравнений начально-краевых задач для слоистых сред// Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1990. № 6. С. 30–35.

5. Mendel J. M. Fuzzy-logicsystemsforengineering - A tutorial. Proceedings of IEEE 83 (3). 1995. pp.345–377.

6. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 166 с.

7. Венцов Н.Н. Разработка алгоритма управления процессом адаптации нечетких проектных метаданных// Инженерный вестник Дона, 2012, №1. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/630

8. Венцов Н.Н., Долгов В.В., Подколзина Л.А. Об одном способе построения запросов к базе данных на основе аппарата нечеткой логики// Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3172

9. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта/ Под. ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука. 1986.– 321 с.

10. Novák V. “Are fuzzy sets a reasonable tool for modeling vague phenomena?”// Fuzzy Sets and Systems 156. 2005. pp. 341–348.

11. Малышев Н.Г., Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР. М.: Энергоатомиздат, 1991. 136 с.

12. Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б., Чернышев Ю.О. Адаптация на основе самообучения. Ростов-на-Дону: РГАСХМ ГОУ, 2004. 146 с.

References

1. Sukhoroslov O.V. Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki. Tematicheskii vypusk: Superkomp'yuternye tekhnologii. 2016. №12 (185). pp. 115-130.



2. Dolgov V.V., Ostroukh E.N., Mukhtarov S.A., Gamzaliyev R.Sh. Fundamental'nye issledovaniya. 2016. №9-1. pp. 9-15.
3. Ostroukh E.N., Zolotareva L.I., Bychkov A.A., Dolgov V.V. Fundamental'nye issledovaniya. 2011. №12-1. pp. 224-227.
4. Zolotarev A.A. Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Mekhanika tverdogo tela. 1990. № 6. p. 30–35.
5. Mendel J. M. Fuzzy-logic systems for engineering - A. tutorial. Proceedings of IEEE 83 (3). 1995. pp.345-377.
6. Zade L. Ponjatie lingvisticheskoy peremennoj i ego primenenie k prinjatiju priblizhennyh reshenij [The concept of linguistic variable and its application to decision-making close]. M.: Mir, 1976. 166 p.
7. Ventsov N.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/630.
8. Ventsov, N.N., Dolgov, V.V., Podkolzina, L.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3172.
9. Nechetkie mnozhestva v modelyakh upravleniya i iskusstvennogo intellekta [Fuzzy sets in management models and artificial intelligence]. Pod redaktsiey D.A. Pospelova. M.: Nauka. Gl. red. Fiz.-mat. lit., 1986. 321 p.
10. Novák V. “Are fuzzy sets a reasonable tool for modeling vague phenomena?” Fuzzy Sets and Systems 156. 2005. pp. 341–348.
11. Malyshev N.G., Bershteyn L.S., Bozhenyuk A.V. Nechetkie modeli dlya ekspertnykh system v SAPR [Fuzzy models for expert systems in CAD]. M.: Energoatomizdat, 1991. 136 p.
12. Kureychik V.M., Lebedev B.K., Lebedev O.B., Chernyshev Yu.O. Adaptatsiya na osnove samoobucheniya [Adaptation based on learning]. Rostov-na-Donu: RGASKhM GOU, 2004. 146 p.