2. Стародумов Л.Л. Педагогические условия обучения студентов информатике на основе учета доминирующего у них вида мышления // Теоретические и методологические проблемы современного образования: Материалы XXV Международной научно-практической конференции 2-3 марта 2016 г., 2016. С. 78-79.
3. Стародумов Л.Л. Индивидуализация обучения компьютерным технологиям с учетом доминирующего у студентов вида мышления // Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Научно-образовательный центр РАО. Сочи, 2001.
4. Трофимов В.В. Информационные технологии: учебник для вузов. М. : Издательство Юрайт, 2012. 624 с.

Титов Ю.П., Давыдкина Е.А.

Расширение возможностей метода муравьиных колоний путем применения нечетких множеств

*Московский авиационный институт
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-09-2019-30

idsp: ljournal-09-2019-30

Аннотация

В работе рассматривается применение метода муравьиных колоний для систем поддержки принятия решений. Для данного метода предлагается применять нечеткую логику для расширения возможностей системы поддержки принятия решений. Рассматривается представление феромона, применяемого в методе муравьиных колоний в качестве основы для вычисления «четкой» функции принадлежности нечеткой функции количества запасных частей.

Ключевые слова: нечеткие функции, Метод муравьиных колоний, Система поддержки принятия решений, Запасные части.

Abstract

The paper considers the application of the ant colony method for decision support systems. For this method, it is proposed to use fuzzy logic to expand the capabilities of the decision support system. We consider the representation of pheromone used in the ant colony method as a basis for calculating the membership function of the fuzzy function of the number of repair parts.

Keywords: fuzzy functions, Ant colony method, Decision support system, Repair parts.

Математический аппарат нечеткой логики является достаточно мощным инструментом, позволяющим проводить множество операций над различными нечеткими числами, нечеткими функциями и т.д. Но, к сожалению, нечеткая логика не имеет достаточно широкого распространения. Можно выделить две основные причины такого слабого применения нечеткой логики в современной жизни:

1. Неоднозначность трактовки даже самых базовых операций. В дискретной, «четкой» логике принято считать основополагающими операциями дизъюнкцию, конъюнкцию и отрицания. Дискретная математика для каждой из этих операций определяет таблицу истинности и однозначно задает правила работы с ними. В нечеткой логике существует как минимум три способа определения дизъюнкции и конъюнкции. А для операции отрицания определено целых 5 различных вариантов. В силу этого нет единого математического аппарата нечеткой логики и для различных частных случаев применяют различные методы, подходящие, обычно, только к одному, определенному, классу задач.

2. Задание нечетких функций и нечетких чисел является далеко не тривиальной задачей. Для аналитика и лица, принимающего решения сложно определить с достаточно высокой точностью правила, по которым задаются конкретные нечеткие функции.

Представленные выше проблемы сильно ограничивают область применения достаточно широко развитого математического аппарата нечеткой логики. В данной работе предлагается дополнить предложенные методы еще одним, немного расширив область применения нечеткой логики.

Метод муравьиных колоний и Граф решений.

Для расширения области применения нечеткой логики обратимся к алгоритму муравьиных колоний (Ant Colony Optimization), предложенному итальянским исследователем Марко Дориго (Marco Dorigo) в 1992 г. [1]. В оригинале алгоритм разрабатывался для решения задачи коммивояжера на графе. В алгоритме происходило изменение состояния графа между итерациями, путем занесения на дуги графа весов, названных в оригинале феромонами. Эти веса изменяли вероятности выбора той или иной дуги в графе при поиске решения. Существуют различные модификации алгоритма, позволяющие корректировать интенсивность занесения весов на дуги графа. В оригинальном алгоритме процесс перемещения муравьев (агентов) по графу и процесс изменения весов, т.е. учета пройденных агентами маршрутов, разделены. Это свойство позволяет легко адаптировать данный метаэвристический алгоритм для других задач и областей применения. В частности есть возможность решать задачи поддержки принятия решений. [2] В этом случае необходимо использовать граф решений. Подобный граф может быть сформирован путем декомпозиции альтернатив на составляющие. Для каждой составляющей альтернативы создается слой вершин, которые однозначно определяют различные варианты для этой составляющей альтернативы. Веса же в таком графе будут даваться не дугам, соединяющим вершины из разных слоев, а самим вершинам.

Пример

Для примера рассмотрим задачу определения требуемого количества запасных частей на складе для обеспечения работоспособности множества летательных аппаратов. Для каждой запасной части строится множество вершин, которая определяет конкретное число запасных частей данного типа на складе. Маршрут в таком графе определит количество запасных частей каждого типа требуемых на складе для обеспечения полученных показателей коэффициента готовности и стоимости. В результате решается задача поиска рациональных решений о составе запасных частей на складе для обеспечения необходимого коэффициента готовности при минимальной стоимости.

Стоит заметить, что в результате для каждого типа запасных частей мы определяем одну вершину, которая в конечном итоге даст рациональное решение для всей системы. Но для каждого слоя вершин существует распределение весов, которые позволяют определить вероятностный переход агента из вершины одного слоя в вершину другого слоя. Данную информацию можно преобразовать в дискретную функцию принадлежности количества запасных частей определенного типа на складе. Таким образом, можно задавать нечеткую функцию для задач управления запасными частями.

Рис 1. Структура «графа решений»

Для примера рассмотрим 5 типов запасных частей для системы кондиционирования и регулирования давления ТУ-154. Для каждого типа запасной части определим вершины возможного количества запасных частей на складе. «Граф решений» для данной задачи представлен на рис 2. На графе имеются все дуги, но для наглядности на рисунке отображены только дуги, идущие от вершин «Термореле 4463АТ-1» и «Регулятора избыточного давления 4561». Вычисление коэффициентов готовности и стоимости определялись в соответствии с ГОСТ РВ 27.3.03-2005 (МИЦ 740.240.009-2015).

Рис 2. «Граф решений» для задачи определения необходимого состава ЗЧ на складе

В результате работы метода муравьиных колоний получено следующее решение задачи: Клапан 4672 – 5 шт; Термореле 4463АТ-1 – 3 шт; Регулятора избыточного давления 4561 – 1 шт; Дроссельная заслонка 5701Т-02 – 2 шт; Кран наддува 4602 – 3 шт; При этом можно вычислить значения функции принадлежности количества запасных частей определенного типа по формуле:

$$\mu(x_i) = q_i / \max_i q_i : \forall i$$

где i – номер вершины; x_i – количество запасных частей, определяемое i -ой вершиной; q_i – вес в i -ой вершине; $\mu(x_i)$ – «четкая» функция принадлежности нечеткой функции, определяющей количество запасных частей требуемых на складе;

В результате можно получить следующие нечеткие множества:

Рис 3. Нечеткие функции принадлежности количества запасных.

Также подобный механизм позволяет учесть ситуацию, когда распределение ресурсов задано в виде нечеткой функции и необходимо принять некоторое, точное,

решение. В таком случае начальное распределение весов в вершинах задается с учетом имеющейся нечеткой функции. В таком случае веса в вершине можно определить по формуле:

$$q_i = Q * \mu(x_i): \forall i$$

где Q – коэффициент, определяющий перевод значений «четкая» функции принадлежности (значения в интервале (0.. 1)) в значения весов в вершинах.

Так как окончание работы алгоритма муравьиных колоний не продиктовано алгоритмом и в общем случае может быть достаточно большим, то имеет смысл рассмотреть изменение количества весов в вершинах одного слоя в течение работы алгоритма.

Как видно из рисунка 4 функция принадлежности количества запасных частей может изменяться в течение работы алгоритма. В результате таким образом можно описать различные операции над нечеткой функцией принадлежности состава запасных частей на складе. Такие изменения очень «резкие» и мало предсказуемые с точки зрения теории нечетких множеств.

Рис 4. Функции принадлежности количества запасных частей "Клапан 4672" на складе для различных итераций алгоритма муравьиных колоний

Предложенные в работе алгоритмы позволяют расширить применение метода муравьиных колоний путем добавления возможности получить не только конечное решение, но и нечеткие функции принадлежности. У предложенных решений есть дальнейший потенциал для развития, но он требует дальнейших исследований.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00012 (18-00-00011) КОМФИ

1. Colorni A., Dorigo M., Maniezzo V. Distributed Optimization by Ant Colonies // Proc. of the First European Conference on Artificial Life ECAL'91. Elsevier, Paris, France. 1992. P. 34–142.
2. Титов Ю.П. Модификации метода муравьиных колоний для разработки программного обеспечения решения задач многокритериального управления поставками // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13. № 2. С. 64–74.