

К ВОПРОСУ О РЕАЛИЗАЦИИ АППАРАТА НЕЧЕТКОГО МНОЖЕСТВА В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

© 2021 А. В. Линкина

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье рассматривается понятие нечеткого множества и реализация его аппарата для решения задач оптимизации в геоинформационных системах. Приведены понятия нечеткого числа, значения нечеткого числа, нечеткого множества. Отражено, что картографические примитивы выступают в виде нечеткого множества, что позволяет решать задачи оптимизации построения рабочей области.

Ключевые слова: геоинформационные системы, геоинформатика, нечеткие множества, задачи оптимизации, пространственный анализ, растровые данные.

При формализации качественных показателей сложных систем в процессе математического моделирования часто приходится решать задачи оптимизации в условиях неопределенности.

По мнению многих авторов [2, 3, 6] в ряде случаев использование теории вероятностей для установления адекватности модели не всегда является корректным в связи с недостаточностью исходных данных. Как известно, формальный аппарат обработки естественного языка, предложенный Л. Заде и получивший определение нечетких множеств, позволяет интерпретировать качественные экспертные оценки в числовые (хотя и нечеткие). Кроме того, нечеткие множества позволяют дать вилочную оценку: минимальное, максимальное и наиболее вероятное значение, т. е. так называемое нечеткое треугольное число и в дальнейшем использовать его при решении задач оптимизации.

Теория нечетких множеств в отличие от классического множества, которому присуща четкая граница между принадлежащими и не принадлежащими этому множеству элементами, позволяет расширить эти значения. Общепринятым определением нечеткого множества является совокупность любых элементов, относительно которых неправомерно утверждать однозначно, обладают ли они некоторым характеристическим свойством, которое задает нечеткое множество.

Также вводится понятие функции принадлежности, которая может принимать значения $[0;1]$:

$$\mu_a(x) \in [0;1] \quad (1)$$

т. е. функция принадлежности μ_a принимает не два значения 0 или 1, а бесчисленное множество значений интервала $[0;1]$.

При этом степень четкости (четкость элемента x) на множестве A называются значения функции принадлежности элемента x к этому множеству. Аналогично даются определения нечетких и четких значений числа, а именно значение $\tilde{a}$ называется нечетким значением числа a , если значение μ_a находится в интервале $(0;1)$:

$$\mu_a(x) \in (0;1) \quad (2)$$

Нечетким числом $\tilde{a}$ тогда будет называться такое нечеткое подмножество R с функцией принадлежности $\mu_a: R \rightarrow [0;1]$, где R – множество действительных чисел, $F(R) = \{\mu/\mu: R \rightarrow [0;1]\}$ – множество числовой оси [4].

Тогда нечеткое множество $\tilde{A}$ – это совокупность упорядоченных пар, которые составлены из элементов x универсального множества X и соответствующих степеней принадлежности:

$$\tilde{A} = \{ (x, \mu_a(x)) > 0 \}, \text{ где } \mu_a: X \rightarrow [0;1] \quad (3)$$

При решении многих задач геоинформатики, в том числе с использованием пространственных данных, применение рассматриваемого аппарата играет значительную роль.

Примером решения таких задач может являться методология построения растровых изображений картографических примитивов,

реализуемых в геоинформационных системах. Избыточность информации при построении семантики объектов и формировании базы данных пространственных значений затрудняет и значительно усложняет работу специалистов в данной отрасли. Кроме того, происходит накопление огромных информационных массивов, снижая качество решаемых прикладных задач при построении, например, рабочей области карты. При этом необходимо ориентироваться не только на устранение избыточности, но и на уровень достаточности данных.

Тогда согласно рассмотренным ранее определениям, картографические примитивы выступают в виде нечеткого множества, что позволяет решать задачи оптимизации построения рабочей области, избегая избыточности. Потеря актуальности изображений – серьезная проблема ГИС. Поэтому оценка достоверности используемых данных – необходимый этап при функционировании информационно-аналитических систем [5].

Реализация аппарата нечеткого множества в ГИС на примере платформы ArcGis реализуется посредством инструмента геообработки Spatial Analyst.

Он представляет собой дополнительный модуль, который обладает широким набором инструментов и функций для комплексного пространственного анализа растровых данных. С помощью данного инструмента можно успешно выполнять моделирование поверхности, классифицировать изображения, осуществлять интерполяцию, выполнять статистический анализ и т. д.

Отдельным преимуществом является возможность анализа растров с помощью инструмента Алгебра карт, который полностью интегрирован в среду Python.

Кроме того, многоканальные растровые данные (например, полученные с помощью спутника или аэрофотосъемки) позволяют формировать классифицированные растры (например, слои «типы землепользований», «растительный покров», «лесные полосы», «вид разрешенного использования» и т. д.) и использовать их в дальнейшем при анализе или создании новых тематических карт.

Возможности применения интерактивных инструментов, применяемых в рамках конкретного экстенда, реализует быстрый ответ даже для очень больших входных растровых данных, что было бы невозможно без реализации подхода нечетких данных.

Примером решения задач оптимизации также может являться поиск наилучшей области для размещения определенных объектов. Например, на основе конкретного набора входных данных и заданных критериев можно определить участки территории с наиболее благоприятным рельефом, соответствующим заданным условиям.

Подводя итог рассмотренным выше данным, методология многокритериальной оценки земельных контуров на основе алгоритмов теории нечетких множеств позволяет успешно использовать данный математический аппарат для решения прикладных задач. Она реализуется с помощью нечетких моделей, которые интегрированы в ГИС с помощью различных инструментов пространственного анализа. Таким образом использование ГИС в сочетании с алгоритмами теории нечетких множеств позволяет по-новому подойти к управлению землепользованием и решению задач оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kurtener D. Development of methodology of multiplate assessment of landscape parcels on the base fuzzy models integrated into GIS invironment / D. Kurtener, V. Yakushev, V. Badenko, E. Pourabbas // Санкт-Петербургский филиал международной исследовательской организации по обработке почв. – 1999. – В. 1. – 14 с.
2. Аньшин В. М. Применение теории нечетких множеств к задаче формирования портфеля проектов / В. М. Аньшин, И. В. Демин, И. Н. Царьков, И. М. Никонов // Проблемы анализа риска. – 2008. – Т. 5. – № 3. – С. 8-21.
3. Баденко В. Л. Анализ экологических рисков в ГИС на основе нечетких множеств / В. Л. Баденко // Информация и космос. – 2013. – № 3-4. – С. 78-84.
4. Воронин А. В. Классификация геообъектов в геоинформационной системе с использованием метаданных и математического аппарата теории нечетких множеств (нейронных сетей) / А. В. Воронин // Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях. материалы Международной научной конференции. – 2018. – С. 189-195.
5. Линкина А. В. Математические методы и модели для решения прикладных задач обеспечения геоинформационных систем / А. В. Линкина // Приоритетные направления

инновационной деятельности в промышленности. – 2020. – С. 234-236.

6. Соловьев А. А. Методы геоинформа-

тики и нечеткой математики в анализе геофизических данных / А. А. Соловьев // Чебышевский сборник. – 2018. – Т. 19, вып. 4. – С. 194-214.

ON THE IMPLEMENTATION OF THE FUZZY SET IN GEOINFORMATION SYSTEMS

© 2021 A. V. Linkina

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The article deals with the concept of a fuzzy set and the implementation of its apparatus for solving optimization problems in geographic information systems. The concepts of fuzzy number, values of fuzzy number, fuzzy set are given. It is showing that cartographic primitives act as a fuzzy set, which allows solving the problems of construction optimization of the workspace.

Keywords: geographic information systems, geoinformatics, fuzzy sets, optimization problems, spatial analysis, raster data.