

методів діагностування та прогнозування технічного стану засобів транспорту, що забезпечують високу ефективність їх використання та надійність роботи.

Список літератури: 1. *Гамынин Н. С.* Гидравлический привод систем управления / Н.С. Гамынин. – М.: Машиностроение, 1972. – 376 с. 2. *Ніконов О. Я.* Розроблення інформаційно-структурної схеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / *О. Я. Ніконов, В. Ю. Улько* // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – № 57. – С. 214–220. 3. *Ніконов О. Я.* Побудова нелінійної математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / *О. Я. Ніконов, В. Ю. Улько* // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – № 9. – С. 108–113. 4. *Ніконов О. Я.* Параметричний синтез інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / *О. Я. Ніконов* // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – № 23. – С. 49–54. 5. *Ніконов О. Я.* Побудова нечітких регуляторів для електрогідравлічних слідкуючих приводів автомобілів / *О. Я. Ніконов, В. М. Шуляков* // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов. – 2012. – № 30. – С. 49–53.

Надійшла до редколегії 28.11.2012

УДК 629.36

Аналіз використання методу субтрактивної кластеризації при створенні нечітких регуляторів електрогідравлічних слідкуючих приводів автомобілів / В. М. Шуляков // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПИ», – 2013. - № 4 (978). – С. 69-73. – Бібліогр.: 5 назв.

В статье рассмотрена задача создания нечеткого регулятора для электрогидравлических следящих приводов автомобилей с использованием метода субтрактивной кластеризации. Проведено исследование переходных процессов замкнутой системы электрогидравлического следящего привода с нечетким регулятором, а также исследование влияния метода субтрактивной кластеризации на качество таких нечетких регуляторов.

Ключевые слова: нечеткий регулятор, кластеризация, электрогидравлический следящий привод, транспортное средство.

The problem of creating a fuzzy controller for electrohydraulic servo drive vehicles using the subtractive clustering is considered in the article. The study of transient processes of closed system electrohydraulic servo drive with fuzzy controller, and a study of the influence of the subtractive clustering method on the quality of the fuzzy controller are realized.

Keywords: fuzzy controller, clustering, electrohydraulic servo drive, vehicle.

УДК 004.9:528:006.06

А. В. БЕЛЬЧЕВА, аспірант, ХНУРЕ, Харків

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ГИС-ПРИЛОЖЕНИЙ

Предлагается модель оценки качества пространственных данных, которая полностью соответствует международным стандартам на географическую информацию и не привязана к конкретной тематической области.

Ключевые слова: ГИС, пространственные данные, качество, модель, нечеткая логика, международные стандарты, методика.

Вступление. Вопросы качества пространственных данных, объективной оценки их точности чрезвычайно важны для разработки ГИС-приложений. Особенно, когда идет речь о создании банков и баз данных национального масштаба. Стандартизация географической информации позволит системно описать требования к данным и

© А. В. БЕЛЬЧЕВА, 2013

выбрать оптимальное информационное обеспечение. Однако, на сегодняшний день, для многих тематических областей разработчики вынуждены самостоятельно вводить внутренние стандарты на качество пространственных данных. Это связано с тем, что процесс стандартизации редко имеет опережающий характер. Решить данную проблему можно с помощью модели оценки качества географической информации, которая соответствует международным стандартам и имеет универсальный характер.

Анализ последних исследований и литературы. В настоящее время Международной организацией по стандартизации ISO разработана серия стандартов на географическую информацию. Шесть стандартов этой серии посвящены качеству пространственных данных. В одном из последних стандартов, ISO 19157 «Географическая информация. Качество данных» введены элементы и подэлементы качества, которые используют для вычисления количественной оценки качества набора данных. Определены виды взаимодействия пользователя и разработчика данных, где идет речь о формировании отчетов относительно качества продукта с целью внедрения в национальные и коммерческие базы данных. Таким образом, введены наборы характеристик, которые предоставляет разработчик, однако не регламентированы требования пользователя и отсутствует методика выбора пространственных данных ГИС-приложений [1]. В Украине, действующие стандарты данной области практически отсутствуют. Прослеживается тенденция введения нормативных документов касательно отдельных ведомственных структур [2]. На их основе сегодня разработаны муниципальные ГИС Киева, Севастополя, Харькова, Луганска и других городов Украины. Введен приказ Госкомзема Украины №573 от 02.11.09р «Об утверждении требований к структуре, содержанию и формату оформления результатов работ по землеустройству в электронном виде» [3] и активно ведутся работы по созданию аналитической системы по чрезвычайным ситуациям [4]. Однако данные разработки не имеют универсальный характер т.к. применяются в конкретной сфере. Кроме того, понятие «качество данных» рассматривается в ключе метаданных о пространственном объекте, что влечет за собой потерю информации и не учитывает всех элементов регламентируемых ISO 19157. Поэтому на сегодняшний день разработчики ГИС-приложений вынуждены создавать под каждый проект свою идеологию, архитектуру, внутренние стандарты на качество, что приводит хаосу в форматах и структуре пространственных данных. С этим связаны дальнейшие проблемы передачи данных и модификации и интеграции информационного обеспечения.

Проблема унификации данных стоит очень остро, ведь сферы применения ГИС растут с каждым днем. Таким образом, назрела необходимость в модели обеспечения качества пространственных данных, которая позволит комплексно решить задачу стандартизации информации о качестве и обеспечит взаимодействие пользователя и разработчика при выборе информационного обеспечения ГИС.

Цель исследования, постановка проблемы. Целью данной статьи является разработка модели обеспечения качества пространственных данных и методики выбора информационного обеспечения ГИС-приложений.

Материалы исследования. Основа модели обеспечения качества пространственных данных – пакет разработанных и утвержденных нормативно-методических документов и стандартов на географическую информацию. Построение модели в виде многоуровневой структуры показателей качества позволит системно описать требования разработчика к информационному обеспечению.

Показатели качества данных представляют собой набор разнородной, плохо формализуемой информации. Это связано со сложностью изучаемых объектов, которые имеет свою метрику, шкалы и оценочные измерения. В задачах управления качеством необходимо оценить множество альтернатив, руководствуясь нечеткими входными данными. При этом выбор наилучшей альтернативы зависит от человеческого фактора. Нечеткими ограничениями можно оценить мощности множества альтернатив используя системы логического вывода, работа которых основана на базе правил имитирующих человеческий фактор при выборе наилучшей альтернативы. Таким образом, построение модели обеспечения качества данных выполнено на основе методов нечеткой логики. Основа базы лингвистических переменных стандарт ISO 19157, где элементы качества описаны множеством $X = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$, где $x_1 = \text{«Completeness»}$, $x_2 = \text{«Temporal Accuracy»}$, $x_3 = \text{«Logical Consistency»}$, $x_4 = \text{«Positional Accuracy»}$, $x_5 = \text{«Thematic Accuracy»}$.

Множество значений лингвистических переменных определяется набором термов $\{t_1, t_2 \dots t_m\}$. Полнота, временная точность и логическая согласованность пространственных данных определены на одном универсальном множестве U , в качестве переменных «истинности». Выбор функции принадлежности такого вида связан, прежде всего, с ее аксиоматическим характером. Терм-множество данных переменных $T = \{\text{«Satisfactory»}, \text{«Low»}\}$, а функция принадлежности имеет вид:

$$\mu_{Satisfactory}(U) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u \leq a, \\ 2 \cdot \left(\frac{u-a}{1-a}\right)^2, & a < u \leq \frac{a+1}{2}, \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{u-1}{1-a}\right)^2, & \frac{a+1}{2} < u \leq 1, \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Low}(U) = \mu_{Satisfactory}(1 - U), \quad U \in |0,1|. \quad (2)$$

Синтаксические правила формирования лингвистических переменных используя квантификаторы «Very», «More or less» порождают новые термы $T'_{1,2,3} = \{\text{«Very» } t_m, \text{«More or less» } t_m\}$. В то время как семантические, определяют вид функции принадлежности путем сопоставления каждому терму нечеткое множество из X . Оценка входных элементов модели качества проводится с помощью данной последовательности нечетких квантификаторов.

Между отрезками графиков функций принадлежности нечетких переменных существует интервал значений $\left[\frac{(1-a)}{2}, \frac{(1+a)}{2}\right]$ который разбит двумя нечеткими квантификаторами $\{\text{«Very»}, \text{«More or less»}\}$ и образует лингвистическую шкалу оценки элементов качества пространственных данных. Значение a выражает степень уверенности, с которой можно отнести значение входа к соответствующему нечеткому множеству.

Нечеткий квантификатор «Very» концентрируют нечеткое множество, а «More or less» размывают его. В табл. приведены значения показателя степени функции принадлежности для каждого квантификатора.

Таблица – Квантификаторы функций принадлежности $\{x_1, x_2, x_3\}$

Квантификатор	Функция принадлежности ($u \in U$)
«Very» t_m	$(1 - \mu_t(u))^2$
«More or less» t_m	$\sqrt{1 - \mu_t(u)}$

Позиционная точность пространственных данных – величина близости истинного значения местоположения пространственных объектов в пространстве. В зависимости от модели пространственных данных точность позиционирования определяется размером растровой ячейки, или толщины линий. Мера данного элемента качества не определена стандартом и, как правило, вычисляется статистическим методом «переноса ошибок» оценивая погрешность каждого источника, беря за основу карту с более высокой степенью надежности и точности данных. Однако, в реальных условиях такой высокоточный материал может отсутствовать.

Лингвистическая переменная «Positional Accuracy» характеризуется двумя входными значениями (плановой и высотной точности), что усложняет структуру модели качества и определяет ее иерархический характер. Применение модели такого вида позволит значительно упростит логику вычислений и сократить количество нечетких правил.

Термы первого уровня {«High», «Medium», «Low»} для переменных высотной x_{4_1} = «Altitude accuracy» и плановой точности x_{4_2} = «Planned accuracy» пространственных данных имеют колоколообразные функции принадлежности

$$\mu_{4_i}(x_{4_i}, a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x_{4_i} - c}{a} \right|}, \quad (3)$$

где a , b и c – настраиваемые параметры.

Используя квантификаторы «No», «Very», «More or less» получим новые термы $T'_4 = \{ \text{«No» } t_{4_m}, \text{ «Very» } t_{4_m}, \text{ «More or less» } t_{4_m} \}$. Оценка входных элементов проводится с помощью данной последовательности нечетких квантификаторов, интервальным значением с одним основанием.

Квантификаторы функций принадлежности нечетких переменных x_{4_i} : «No» $t_{4_m} - 1 - \mu_{4_i}(u)$, «Very» $t_{4_m} - (1 - \mu_{4_i}(u))^2$, «More or less» $t_{4_m} - \sqrt{1 - \mu_{4_i}(u)}$.

Тематическая точность пространственных данных представлена в стандарте тремя подэлементами качества [1]. Два из которых, точность атрибутов и ошибки классификации полей, вычисляются как значение погрешности, а для третьего элемента – матрицы ложно классифицированных объектов, метрика не введена. Это связано с тем, что ошибку классификации вычисляют относительно эталонного массива данных.

В практических задачах для расчета данного элемента качества применяют метод кросс-табуляции [5], где определяют разницу между двумя источниками, принимая за более достоверный тот, в котором преобладает пессимистический прогноз. Однако, такой результат не дает возможности пользователю выбрать набор данных, с учетом рисков и выигрышей. Такую задачу можно свести к игровой, решив матрицу выигрышей. Строки матрицы будут отражать возможные варианты стратегий (наборы векторных и растровых данных), а столбцы – варианты классификации объектов. Для определения оптимальной стратегии необходимо упорядочить множество источников данных по заданному критерию.

Пусть $\{x_{5_1}, x_{5_2}, \dots, x_{5_i}\}$ множество альтернатив, а $\{k_{5_1}, k_{5_2}, \dots, k_{5_i}\}$ множество классификационных признаков. Тогда значение «Thematic Accuracy» представим

парой $\{x_{5_i}, k_{5_i}\}$, где ранжируя оценки, можно выразить значение эффективности классификации

$$\{x_{5_1}, x_{5_2}, \dots, x_{5_i}\} \times \{k_{5_1}, k_{5_2}, \dots, k_{5_i}\} \rightarrow y_5, \quad (4)$$

где y_5 – оценка качества «Thematic Accuracy». Если цель ГИС-приложения определяет стратегию x_5 , а среда принимает состояние классификационный признак k_5 , то можно определить y_5 . Такое представление функции принадлежности подчеркивает, что принятия решения происходит в условиях неопределенности, т.к. нет объективной информации о состоянии среды – эталонных классификационных признаков пространственных данных. Однако эта неопределенность не является абсолютной, т.к. известно множество $\{k_{5_1}, k_{5_2}, \dots, k_{5_i}\}$. Тогда $F(x_5, k_5)$ – функция выигрыша. Для решения задачи остается выбрать наилучшую стратегию.

Функцию, определяющую значение переменной качества «Thematic Accuracy» можно представить в виде матрицы

$$A = (a_{ij}), \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (5)$$

где a_{ij} – значение выигрыша, если выбран критерий i , и множество классификационных признаков j .

Поиск оптимальной стратегии – есть решение игры, где игровая задача представлена в матричной форме. Среди множества стратегий $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ доминирующей i_d , будет называться та, значение выигрыша которой больше остальных $a_{i_d j} \geq a_{i_n j}$ при всех $j = \overline{1, m}$. Для ранжирование множества нужно сформулировать гипотезу, позволяющую определить критерий для сравнения классификационных признаков лингвистической переменной «Thematic Accuracy». Выбор гипотезы о поведении среды основан на целях и специфики конкретных задач ГИС-приложения.

Рассмотрим основные критерии, которые используют в задачах принятия решений в условиях неопределенности. Критерий недостаточного основания Лапласа L полагает, что поскольку не известно истинного множества классификационных признаков, то тематическую точность данных можно считать равновероятной. Критерий осторожности Вальда V в качестве оптимальной стратегии принимает ту, которая в наихудших условиях гарантирует максимальный выигрыш, выражая пессимистическую оценку ситуации. Критерий минимального риска Севиджа S рекомендует выбирать стратегию, при которой величина максимального риска минимизируется в наихудших условиях. Так как за основу каждого критерия берется своя гипотеза значения «Thematic Accuracy» не будут совпадать. Такой подход вычисляет качество пространственных данных, не принимая за истину одно из множеств тематических признаков.

Лингвистическая переменная «Thematic Accuracy» в модели оценки качества данных характеризуется набором входных $X_5 = \{x_{5_1}, x_{5_2}, \dots, x_{5_n}\}$ и выходных $Y_5 = \{k_{5_1}, k_{5_2}, \dots, k_{5_m}\}$ значений. Термы первого уровня лингвистической переменной задаются функцией «истинности», термы и квантификаторы которой аналогичны переменным $\{x_1, x_2, x_3\}$.

Общая схема модели качества пространственных данных представляет собой многоуровневую структуру (рис.). Для осуществления процесса управления качеством введем базу нечетких правил и определим этап дефаззификации.

Аппроксимируем зависимость $\tilde{y} = f(y_1, y_2 \dots y_n)$ используя нечеткую базу знаний из систем логических уравнений и операции максимума или минимума над нечеткими множествами.

Выразим степени принадлежности входного вектора $Y = (y_1, y_2 \dots y_n)$ нечетким термам d_j – лингвистической оценки выходной переменной y .

$$\mu_{d_j}(Y) = \bigvee_{p=1, k_j} \bigwedge_{i=1, n} [\mu_{j_p}(x_i)], \quad j = \overline{1, m} \quad (6)$$

Представим базу правил в компактном виде, где синтез нечетких входных значений определит переменную выхода. Чем больше значение элемента качества, тем выше качество набора в целом.

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1 (\text{«Satisfactory»}, \text{«Low»}) \rightarrow \max \\ y_2 (\text{«Satisfactory»}, \text{«Low»}) \rightarrow \max \\ y_3 (\text{«Satisfactory»}, \text{«Low»}) \rightarrow \max \\ y_4 (\text{««High»}, \text{«Medium»}, \text{«Low»}) \rightarrow \max \\ y_5 (\text{«Satisfactory»}, \text{«Low»}) \rightarrow \max \end{array} \right. \quad (7)$$

При этом, значение «Low» для первых трех переменных недопустимо, и в пересечение с любой другой переменной приводит к пустому множеству. Тогда результирующему значению соответствует операция максимума

$$\mu_y(\tilde{Y}) = \max(\mu_{d_1}(Y), \mu_{d_2}(Y) \dots \mu_{d_n}(Y)) \quad (8)$$

Четкое значение выходной переменной определяется через процесс дефаззификации нечеткого множества \tilde{y} в четкое значение выхода.

$$\tilde{y} = \frac{\int_{\underline{y}}^{\bar{y}} y \mu_{\tilde{y}}(y) dy}{\int_{\underline{y}}^{\bar{y}} \mu_{\tilde{y}}(y) dy} \quad (9)$$

Результаты исследования. Результатом данного исследования является модель качества пространственных данных, работа которой не зависит от сферы применения и имеет универсальный характер. Кроме того, модель полностью соответствует серии международных стандартов на качество географической информации. Элементы качества позиционной и тематической точности рассчитаны на практических задачах. Где плановая точность определяет дешифровочный потенциал снимков [6], а тематическая – качество цифровых карт по маскам пожаров [7].

Вывод. В статье предложена модель оценки качества пространственных данных, которая полностью ориентирована на разработчиков ГИС-приложений. Она имеет адаптивный характер, с возможностью выбора критериев для принятия решений относительно оптимального набора данных. Кроме того, полностью согласуется со стандартом, и может использоваться не зависимо от тематики ГИС-приложения. Модель разработана на основе методов нечеткой логики, которые легко адаптируются под конкретные задачи, и могут расширяться дополнительным набором входных

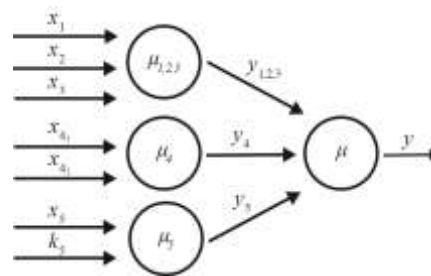


Рис. – Схема модели качества пространственных данных

переменных. На основе данной модели можно сформировать методику оценки качества пространственных данных, которая объединяет: а) обеспечение точности оценки б) наличие обратной связи между разработчиком данных и ГИС-приложений в) методы выбора оптимального набора пространственных данных согласно требованиям пользователя и стандартам в данной области г) адаптивный характер модели д) обеспечение точности оценки.

Список литературы: 1. *ISO/DIS 19157 Geographic information – Data quality / TC 211 - Geographic information/Geomatics – 2012.* 2. *Ищук А. А.* Геоинформационные системы в Украине: основные тенденции и проблемы развития / *А. А. Ищук, Е. С. Серединин, С. А. Карпенко, А. В. Мельник // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского Серия «География». – 2010. – Т. 23 (62), №2. – С. 13-21.* 3. *Наказ Державного комітету України із земельних ресурсів 02.11.2009 N 573 «Вимоги до структури, змісту та формату оформлення результатів робіт із землеустрою в електронному вигляді (обмінного файлу)» / Міністерство юстиції України – 2010. – № 157/17452.* 4. *Салтовец А. А.* «Современное состояние ГИС-составляющей правительственной информационно-аналитической системы по чрезвычайным ситуациям» / *А. А. Салтовец, О. С. Соколова // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского Серия «География». – 2009. – Т. 22 (61), №1. – С. 90-98.* 5. *Рыков Д. Н.* Матрица ошибок и расчет показателей точности тематических карт // *Gis-Lab. – 2010, 14 с.* 6. *Бельчева А. В.* Нечеткие множества и расчет показателя точности цифровых карт / *А. В. Бельчева, Н. О. Манакова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2011, № 3/2 (51). – С. 29.* 7. *Бельчева А. В.* Теория игр и расчет показателей эффективности данных / *А. В. Бельчева, В. П. Манаков, Н. О. Манакова // Радиоэлектроника и информатика – 2011, № 1(52). – С. 87.*

Надійшла до редколегії 24.12.2012

УДК 004.9:528:006.06

Модель оценки качества пространственных данных для ГИС-приложений/ А. В. Бельчева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 4 (978). – С. 73-79. – Бібліогр.: 7 назв.

Пропонується модель оцінки якості просторових даних, яка повністю відповідає міжнародним стандартам на географічну інформацію і не прив'язана до конкретної тематичної області.

Ключові слова: ГІС, просторові дані, якість, модель, нечітка логіка, міжнародні стандарти, методика

The model of a spatial data quality assessment has been proposed which is fully in line with international geographic information standards and does not connected with any specific subject area.

Keywords: GIS, spatial dataset, quality model, fuzzy logic, international standards and methodology.

УДК 681.32

В. О. ГАЄВСЬКА, канд. техн. наук, доц., ХНУБА, Харків;

В. А. ШУР, канд. техн. наук, с. н. с., ХНУБА, Харків;

А. Ю. КАБИШ, аспірант, ХНУБА, Харків

УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ, МАТЕРІАЛЬНИМИ І ФІНАНСОВИМИ ПОТОКАМИ В СИСТЕМАХ ПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕННЮ НЕФАСОВАНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ

Розглянуто особливості управління інформаційними, матеріальними і фінансовими потоками в системах постачання населенню нефасованої питної води з підземних джерел. Розроблено

© В. О. ГАЄВСЬКА, В. А. ШУР, А. Ю. КАБИШ, 2013