

УДК 004.9+656

В. Б. Мокін, д. т. н., проф.;
В. Г. Сторчак, асп.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ ПАРАМЕТРІВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ГЕОМЕТРИЧНИМИ МЕРЕЖАМИ

Розглянуто проблему з оптимізації параметрів геоінформаційних систем з геометричними мережами. Запропоновано нову структуру моделі бази знань про шари геоінформаційної системи з геометричною мережею, яка відрізняється від наявних урахуванням мультиплікативних та адитивних складових математичного опису взаємовпливу між параметрами різних елементів ГІС. Вперше розроблено інформаційну технологію автоматизованої побудови геоінформаційної моделі геометричної мережі з урахуванням усіх можливих варіантів мультиплікативних та адитивних складових математичного опису взаємовпливу між параметрами шарів ГІС.

Вступ

В багатьох задачах з оптимізації параметрів розподілених систем використовуються геометричні мережі. Геометрична мережа — це визначений користувачем набір класів векторних об'єктів, які утворюють частину нерозривної мережі, що складається з граничних елементів, переходів і поворотів [1]. Для створення геометричної мережі повинен бути визначений набір класів векторних об'єктів, які включаються в геометричну мережу, роль кожного класу векторних об'єктів (наприклад, граничних елементів або переходів) і організація цих класів векторних об'єктів в набір векторних об'єктів. Приклади геометричних мереж: вулично-дорожня, річкова, екологічна, водопровідна, електрична тощо.

Важливим завданням, пов'язаним з розв'язанням численних оптимізаційних задач, є вибір структури та ідентифікація інформаційних моделей цих геометричних мереж.

Світовий досвід довів, що оптимальними для зберігання параметрів та обробки даних про такі мережі є геоінформаційні системи. Геоінформаційна система — це інформаційна система, яка забезпечує збирання, збереження, обробку, доступ, відображення та поширення просторово-орієнтованих даних [2]. Традиційний підхід до обробки даних ГМ полягає в ідентифікації атрибутивних параметрів, їх збереженні у базі даних, де фіксується лише наявність та характер зв'язків (відношень) між елементами. Визначені просторові елементи ГМ відображаються на карті ГІС у вигляді відповідних геометричних об'єктів, які топологічно пов'язуються в єдину мережу [3]. Сучасні ГІС-пакети дозволяють врахувати деякі топологічні відношення між об'єктами: можливість перетинання, наявності спільних точок тощо. У той же час, складні системи, наприклад, транспортні, екологічні, енергетичні, містять багато інших об'єктів, які впливають на параметри мереж. Вплив цих об'єктів на геометричні мережі, як правило, враховується лише математично. У разі необхідності врахування зміни факторів, знову потрібно ідентифікувати модель та ще раз розв'язати поставлену задачу.

Отже, необхідно розробити інформаційну технологію, яка б обробляла дані на основі бази знань з урахуванням не тільки інформаційних моделей шарів ГІС, а і математичних співвідношень між ними. Причому технологія повинна дозволити легко змінювати структуру системи шляхом підключення чи відключення потрібних шарів з автоматизованим перерахунком усіх відповідних співвідношень між параметрами підключених шарів.

Розробка інформаційної моделі ГІС з ГМ

Пропонуємо інформаційну модель типового шару елемента ГІС записувати у вигляді:

1. Тип (основний, без якого ГІС з ГМ не може існувати, або допоміжний, без якого ГІС з ГМ існувати може).
2. Параметри та характеристики елемента ГІС з ГМ.

3. Варіанти ускладнень (якими на практиці можуть бути відхилення параметрів та структури від типової інформаційної моделі, що призведе до її ускладнення).

4. Напрямки зміни характеристик (наприклад, для річок — напрям течії, для транспортних мереж — напрям руху, причому, варто задавати теоретично можливі напрямки руху відносно кожного входу мережі).

5. Фактори, які необхідно враховувати (додаткові ускладнення елементів ГІС з ГМ, обумовлені їх реалізацією «в натурі», наприклад, особливості конструкції, відхилення від будівельних норм, старіння матеріалів дорожнього покриття тощо, що не враховується іншими параметрами даної інформаційної моделі чи іншими шарами ГІС з ГМ).

6. Методики ідентифікації параметрів моделей (математичні методи, прийоми, алгоритми, програмні засоби та рекомендації щодо ідентифікації параметрів моделей на практиці відповідно до діючих норм, положень, постанов, правил та критеріїв оптимізації ГІС з ГМ).

7. Умови узгодження топології з іншими моделями (правила та просторові співвідношення між цим елементом ГІС з ГМ та іншими).

8. Умови узгодження впливу об'єкта на інші об'єкти (правила, якісні та кількісні залежності, що описують характер впливу параметрів даного елемента ГІС з ГМ на інші).

Створення бази знань

Для зберігання значень параметрів інформаційних моделей елементів ГІС з ГМ, недостатньо відомих підходів щодо збереження атрибутивних параметрів у базах даних ГІС та просторових параметрів на картах ГІС. Для збереження різного роду умов, правил, обмежень та ускладнень пропонується використовувати базу знань, пов'язану з відповідними шарами ГІС.

Пропонуємо інформаційні моделі елементів геометричної мережі зберігати у спеціальній базі знань, яка містить параметри об'єктів, правила, операції і відношення між цими параметрами. Операції, як правило, виконуються над числовими параметрами об'єктів, а відношенням («перетинаються», «не перетинаються», «є підоб'єктом» та ін.) відповідають певні алгоритми виконання операцій над просторовими параметрами цих об'єктів. Також у базі знань пропонуємо зберігати інформацію про атрибутивні відношення, які відображають вплив параметрів одних елементів ГІС-моделей на параметри інших.

Для бази знань обов'язково вводиться обмеження — параметри змінюються за принципом суперпозиції, тому застосовується та обмежується тими задачами, в яких враховуються одночасно параметри більш, ніж двох шарів. Тобто задачі, в яких вплив параметрів шарів відбувається непослідовно, не розглядаються.

Для кожного шару створюється типова інформаційна модель у базі знань, база знань містить в собі типовий набір параметрів об'єктів транспортної мережі в загальному вигляді, а також набір правил, за якими взаємодіють об'єкти бази знань між собою. У разі взаємодії двох шарів виникає деяка залежність параметрів одного шару від параметрів іншого, яку можна розділити на складові: адитивну і мультиплікативну:

$$p_2 = k(t)p_1 + \Delta(t).$$

За допомогою цих складових можна врахувати вплив елементів будь-якого шару на інший. Кожен параметр може складатись, як з обох складових так і містити лише одну з них. Причому обидві складові можуть мати вигляд функції часу, так як параметри мереж можуть змінюватись з певною періодичністю.

Таблиця 1

Вигляд бази знань окремого шару

Назва параметра	Параметр шару	Мультиплікативна складова	Адитивна складова
параметр 1	a_1	k_1	$\Delta_1(t)$
параметр 2	a_2	k_2	$\Delta_2(t)$
параметр 3	b_1	k_3	$\Delta_3(t)$
.....
параметр n	τ	k_n	$\Delta_n(t)$

Опишемо детальніше складові.

1. Мультиплікативна складова.

У разі накладання двох шарів один на інший виникає зміна параметрів шарів. При цьому цей параметр помножується на коефіцієнт k , який визначений та внесений в базу знань. За допомогою мультиплікативної складової можна виразити безпосередній вплив параметрів шарів один на інший.

2. Адитивна складова.

Також, у разі накладання двох шарів один на інший, може виникати зміна параметрів, яку можна виразити у вигляді деякої додаткової складової до загального значення параметра шару. За допомогою адитивної складової ми можемо виразити опосередкований вплив параметрів шарів один на інший.

Коефіцієнти взаємовпливу шарів можуть бути ідентифіковані за допомогою різних методів таких як, наприклад:

- методи математичної статистики;
- метод групового врахування аргументів;
- методи інтерполяції та апроксимації;
- експертні оцінки на основі апарата теорії нечітких множин.

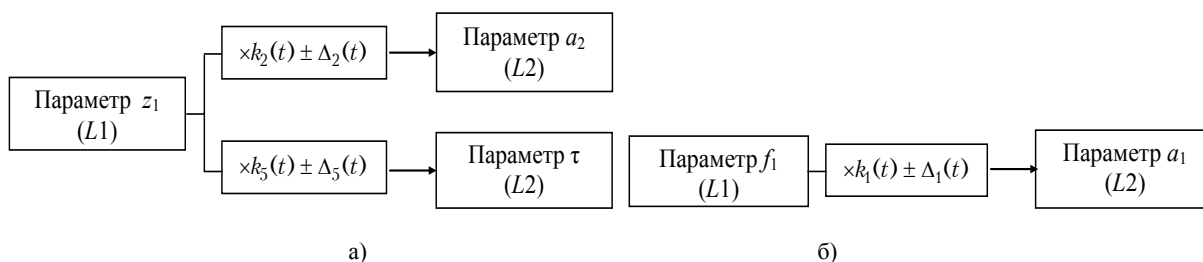
Для визначення взаємовпливу параметрів одного шару на інший пропонується задати деякі залежності, які будуть враховуватись у подальших розрахунках.

Таблиця 2

Приклад опису шарів у базах знань

Параметри шару 2	Параметри шару 1					
	f_1	z_1	v_1	v_2	...	τ
a_1	$\times k_1(t) \pm \Delta_1(t)$...	
a_2		$\times k_2(t) \pm \Delta_2(t)$...	
b_1				$\times k_4(t) \pm \Delta_4(t)$...	
.....						
τ		$\times k_5(t) \pm \Delta_5(t)$...	$\times k_n(t) \pm \Delta_n(t)$

Звідки чітко видно залежності впливу параметрів



Приклад формалізації взаємовпливу між параметрами шарів:

а) вплив параметра z_1 ; б) вплив параметра f_1

Різна структура інформаційних моделей ГІС, у т.ч. різний набір шарів ГІС, несуть різну інформацію та враховують і формалізують різну кількість факторів, що впливають на задані показники системи (пропускна здатність вулиць, якість води у річці тощо). Налагодивши, чітку відповідність між цими інформаційними моделями ГІС та структурою математичних моделей, які описують зміну таких показників під дією різних факторів (див., наприклад, [3]), можна у разі вибору та ідентифікації тієї чи іншої структури інформаційних моделей ГІС автоматизовано (а то і автоматично) ідентифікувати структуру та параметри відповідної математичної моделі. А це, у свою чергу, дозволить швидше моделювати різні сценарії пошуку оптимальних рішень зі зміни параметрів геометричної мережі у ГІС для покращення її основних характеристик.

Висновки

1. Запропоновано нову структуру моделі бази знань про шари геоінформаційної системи з геометричною мережею, яка відрізняється від відомих урахуванням мультиплікативних та адитивних складових математичного опису взаємовпливу між параметрами різних елементів ГІС, що дозволяє точніше врахувати взаємовплив параметрів інформаційних моделей різних елементів ГІС з геометричною мережею.

2. Вперше розроблено інформаційну технологію автоматизованої побудови ГІС з геометричною мережею, яка, на відміну від існуючих, ґрунтується на декомпозиції елементів шарів ГІС за критерієм впливу на інтегральні показники мережі та формалізації у базі знань усіх можливих взаємовпливів між параметрами цих елементів поліномом першого порядку, та дозволяє швидше визначати інтегральні показники геометричної мережі у разі зміни параметрів елементів шарів ГІС.

3. Дістав подальший розвиток підхід щодо автоматизованої ідентифікації параметрів та структури математичних моделей процесів в геометричних мережах з урахуванням багатьох факторів, за рахунок налагодження відповідності між структурою інформаційних моделей ГІС та структурою математичних моделей, що дозволить більш комплексно оптимізувати інтегральні параметри геометричної мережі для різного набору шарів ГІС.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ArcGIS 9. Geodatabase Workbook. — ESRI : Redlands, USA, 2004. — 258 p.
2. Zeiler M. Modeling our World. — ESRI : Redlands, USA, 1999. — 202 p.
3. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми : моног. ; за ред. В. Б. Мокіна. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. — 315 с.

Рекомендована кафедрою моделювання та моніторингу складних систем

Надійшла до редакції 4.10.10
Рекомендована до друку 8.10.10

Мокін Віталій Борисович — завідувач кафедри, *Сторчак Володимир Григорович* — аспірант.
Кафедра моделювання та моніторингу складних систем, Вінницький національний технічний університет