

УДК 004.9+ 528

ОНТОЛОГІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС ЯК ЗАСІБ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В ГІС-СЕРЕДОВИЩІ

Попова М. А.¹, Стрижак О. Є.²

¹*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна*

²*Національний центр «Мала академія наук України», Київ, Україна
E-mail: pma1701@gmail.com¹, sae953@gmail.com²*

У статті автори розглядають питання розробки та застосування онтологічного інтерфейсу як ефективного засобу забезпечення процесів інтеграції розподілених інформаційних ресурсів та систем на основі використання семантичних властивостей та подання інформації в наочній легкодоступній формі з метою створення та використання інформаційних систем в ГІС-середовищі.

Ключові слова: онтологія, онтологічний інтерфейс, мережевий граф

ВСТУП

Сприйняття та пізнання навколишнього світу вимагають розвитку відповідних методів і засобів, серед яких виділяються геоінформаційні системи, які можуть застосовуватися в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій [1]. В свою чергу, розвиток геоінформаційних систем пов'язаний з необхідністю спільної обробки об'ємів просторової і непросторової інформації, складніших процесів обробки взаємозв'язаної різнопланової інформації, її інтеграції й взаємодії з іншими різними за призначенням системами. Додаткові вимоги знаходження кращих рішень, зручності, продуктивності, надійності і вартості також вимагають розробки і розвитку адекватних моделей.

Швидке зростання обсягу інформації, необхідність її більш якісної обробки та засвоєння потребують використання методів добування інформації та перетворення її в таку форму, з якою буде зручніше працювати пізніше. Головна мета такого перетворення - можливість аналізу «хаотичної» інформації за допомогою стандартних методів обробки даних. Більш специфічною метою є виявлення логічних закономірностей між описаними поняттями. Представлена належним чином інформація дозволяє побачити ті додаткові приховані закономірності, які не вдається виявити іншими методами.

Таким чином, актуальною є задача ідентифікації, підтримки і управління просторовими зв'язками між топологічними об'єктами реального світу, створення нових об'єктів, зв'язків, ув'язування нових атрибутів, що візуалізуються у вигляді «дружного інтерфейсу».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З огляду на аналіз сучасних методів та засобів представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі [7] можна

зробити висновок про те, що широко застосовуваним є об'єктний підхід, при якому предметна прикладна область представляється у вигляді сукупності об'єктів, які взаємодіють між собою за допомогою передачі повідомлень.

Розповсюджене використання ПК створило основу для широкого застосування об'єктно-орієнтованого підходу в практиці проектування і програмування інформаційних систем. Зазначена методологія орієнтована перш за все на подолання складності, пов'язаної з розробкою програмних засобів, на створення великих складних систем, колективну їх розробку, подальший активний супровід при експлуатації і регулярні модифікації.

Ефективним засобом представлення та систематизації інформації є онтології, які використовуються для формальної специфікації понять і відносин, які, в свою чергу, характеризують певну предметну область. Перевагою онтологій як способу представлення інформації є їх формальна структура, яка спрощує комп'ютерну обробку [6].

Будучи аналогом поняттю «модель», онтологія служить засобом комунікації між розробником і користувачем.

Використання онтології ефективне під час пошуку і об'єднання інформації з різних джерел і середовищ, представлення та інтерпретації інформації в процесі прийняття рішень.

Онтологічний підхід забезпечує зв'язність інформаційних ресурсів та дозволяє гнучко працювати з контекстами.

Тому доцільним вважається використання компонент формування та управління інформаційними системами, прикладами яких є онтологічні середовища Protege-2000, Ontolingua і Chimaera.

МЕТА СТАТТІ

Розробка онтологічного інтерфейсу для підвищення ефективності підтримки прийняття рішень користувачів ГІС, що включають науково-методичні засади та сучасні інформаційні технології, які забезпечують створення та використання формалізованої інформаційної системи в конкретних предметних галузях.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

На сьогоднішній день інформаційні ресурси, що використовуються в процесі прийняття рішень, є розподіленими. Сучасні мережні технології та широке розповсюдження Internet надають можливість доступу та використання цих ресурсів шляхом об'єднання територіально розподілених джерел інформації такого роду. Онтологічний інтерфейс дозволяє візуалізувати результат процесів інтеграції та агрегації розподілених інформаційних ресурсів у процесі організації взаємодії користувачів у легкодоступній наочній формі.

Комп'ютерна онтологія предметної області – це:

- ієрархічна структура скінченної множини понять, що описують задану предметну область (*ПдО*);

- структурою є онтограф, вершинами якого є поняття, а дугами – семантичні відношення між ними;
- поняття і відношення інтерпретуються відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої ПдО;
- визначення понять і відношень виконується на основі аксіом і обмежень (правил) їх області дії;
- існує засіб формального опису онтографу;
- функції інтерпретації та аксіоми описані в нотації формальної теорії.

Онтологія визначає загальновживані, семантично значущі «понятійні одиниці інформації», якими оперують дослідники і розробники інформаційних систем. На відміну від інформації, закодованої в алгоритмах, онтологія забезпечує її уніфіковане і багаторазове використання різними групами дослідників, на різних комп'ютерних платформах під час вирішення різних задач.

Онтологія деякої ПдО в загальному випадку формально представляється Т. А. Гавриловою та Ф. В. Хорошевським в [2] впорядкованою трійкою:

$$O = \langle X, R, F \rangle, \quad (1)$$

де X, R, F - кінцеві множини відповідно:

X - концептів (понять, термінів) предметної області;

R - відношень між ними;

F - функцій інтерпретації (визначень) X та/або R .

Виділяємо 5 типів онтологій:

$X = \emptyset, R = \emptyset, F = \emptyset$ – неструктурований текст;

$X \neq \emptyset, R = \emptyset, F \neq \emptyset$ – глосарій;

$X \neq \emptyset, R \neq \emptyset, F = \emptyset$ – таксономія;

$X \neq \emptyset, R = \emptyset, F = \emptyset$ – проста онтологія;

$X \neq \emptyset, R \neq \emptyset, F \neq \emptyset$ – активна онтологія.

Активна онтологія ($R \neq \emptyset, F \neq \emptyset$) – це така онтологія, в якій множини концептів та концептуальних відношень максимально повні, а до функцій інтерпретації додаються аксіоми, визначення та обмеження. Опис всіх компонент представлений деякою формальною мовою, яка доступна для їх інтерпретації комп'ютером.

$$O = \langle X, R, F, A(D, Rs) \rangle, \quad (2)$$

де $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$, $i = \overline{1, n}$, $n = \text{Card } X$ – скінченна множина концептів (понять-об'єктів) заданої ПдО;

$R = \{R_1, R_2, \dots, R_k, \dots, R_m\}$, $R \subseteq X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$, $k = \overline{1, m}$, $m = \text{Card } R$ - множина концептуальних відношень між ними;

$F: X \times R$ - скінченна множина функцій інтерпретації, заданих на концептах і/або відношеннях;

A - скінченна множина аксіом, яка складається з множини визначень D_i^l і множини обмежень Rs_i^l для поняття X_i . Визначення записуються у вигляді тотожно істинних висловлювань, які можуть бути взяті, зокрема, з тлумачних словників ПдО. В них можуть бути зазначені додаткові взаємозв'язки понять X_i з поняттями

X_j . В множині обмежень Rs_i можуть бути задані обмеження на інтерпретацію відповідних понять X_i ;

D – множина додаткових визначень понять;

Rs – множина обмежень, що визначають область дії понятійних структур.

Розглянемо множину обмежень та множину додаткових визначень.

D – множина додаткових визначень

$D = X \times R \times Rs$

Rs – множина обмежень

$Rs = R^+ \times R$,

Rs – може бути розглянуто як замикання відношень R ,

R^+ – множина властивостей, які можуть характеризувати елементи множини R .

Оскільки будь-яке інформаційне середовище являє собою складну систему управління взаємодією користувачів з інформаційною системою, користувачів між собою, а також є засобом інтеграції розподілених інформаційних ресурсів і процесів, дамо визначення інформаційної системи.

Інформаційна система – сукупність організаційних і технічних засобів для збереження та обробки інформації з метою забезпечення інформаційних потреб користувачів.

Системними компонентами є:

- типи даних, які інтерпретують процеси;
- процедури, які обробляють відповідні типи даних;
- джерела, які визначають безпосередньо типи даних та задають їх значення;
- споживачі чи фіксуючі пристрої.

Інформаційна система розглядається через множину представників.

Представник – задача, яка може бути вирішена за допомогою інформаційної системи.

Задача проблемної ситуації з набором заданих цілей може бути представлена у вигляді кортежу

$$T = \langle K, K^*, Aim \rangle, \quad (3)$$

K – модель ПдО, яка відображає проблемну ситуацію;

K^* – кортеж станів ПдО, які актуалізуються на кожному кроці досягнення цілей;

$$K^* = \langle K_0, K_1, \dots, K_i, \dots, K_n \rangle, \quad (4)$$

$Aim = F \times R$ – набір цілей.

Таким чином, *онтологічний інтерфейс* має вигляд:

$$I = \langle K, K^*, F \times R, X, R, F, A, (X \times R \times Rs, R^+ \times R) \rangle, \quad (5)$$

$$I = \langle K, K^*, Aim, X, R, F, A, (D, Rs) \rangle, \quad (6)$$

Онтологічний інтерфейс — засіб зручної взаємодії користувача з інформаційною системою, призначеною для вирішення множини задач проблемної ситуації шляхом використання активної онтології.

$$I = \langle T, O \rangle, \quad (7)$$

Формально технологічний базис формування онтологічного інтерфейсу визначається навантаженим дводольним графом.

$$G = (V_1 \cup V_2, E), \quad (8)$$

де $V_1 \cap V_2 = \emptyset$, вершини з V_1 розмічені іменами предикатів, а вершини з V_2 – іменами аргументів;

E – множина дуг (ребер). Дуги графа з'єднують вершини, помічені іменами предикатів, з вершинами, поміченими іменами аргументів.

Вершини з множини V_1 називаються вузлами-предикатами, вершини з V_2 – вузлами-аргументами, а самі предикати – концептуальними предикатами.

Висловлювання формується на основі композиції вершин, інцидентних до одного ребра.

Алгоритм формування:

1. Визначається перша вершина (ліва або права) за напрямком відношення, якщо воно не комутативне;
2. Обирається ліва/права вершина та інцидентне ребро;
3. Обирається права/ліва вершина з інцидентним ребром, яке має ліву/праву вершину;
4. Дводольний граф визначається як висловлювання;

Обчислюється значення висловлювання: істинність – вершини включаються до множини об'єктів інтерфейсу, хибність – вершини не входять до цієї множини.

Алгоритм формування об'єктів онтологічного інтерфейсу як множини істинних висловлювань може бути представлений у загальному вигляді нормального алгоритму Маркова.

Візуалізація інформації у вигляді ієрархічного графу допомагає користувачеві:

- швидко знаходити потрібний елемент в ієрархії;
- розуміти зв'язок елемента з контекстом;
- забезпечувати можливість прямого доступу до інформації при вершинах.

Мережевий граф може виступати не лише засобом організації інформації. Розширюючи його традиційні функції завдяки відображенню у вигляді онтологічного інтерфейсу, граф можна перетворити на середовище, в якому забезпечується активна робота з розподіленими інформаційними ресурсами.

Побудова компонент онтології. Найбільш істотним компонентом концептуальної моделі ПдО є множина понять заданої предметної області. Деякі твердження, безпосередньо пов'язані з побудовою мережевого графу ПдО.

Всі поняття (або концепти) поділяються на ряд класів (за семантичною залежністю).

- Залежно від відображення виду або роду предметів – на видові й родові поняття.
- Залежно від відображення частини або цілого предметів – на поняття-частини і поняття-цілі.
- Залежно від кількості відображуваних предметів – на одиничні і загальні поняття.
- Залежно від відображення предмета або властивості, абстрагованого від предмета, – на конкретні поняття і абстрактні поняття.

Онтологія ПдО – це концептуальна модель реального світу і її поняття повинні відображати цю реальність.

Побудова множини об'єктів вважається найбільш важливим моментом при розробці онтології ПдО. За основу множини елементів може бути взятий повний список термінів, в якому вказано:

- чим є кожен термін – поняттям-класом предметів або конкретним поняттям;
- можливі суттєві відношення з іншими термінами зі списку для кожного терміна;
- можливі істотні властивості понять.

В геоінформаційних системах класи об'єктів онтології складають шари тематичної карти, а самі об'єкти, які входять до відповідного класу, є об'єктами шару. Завдяки об'єднанню різних типів баз даних в онтології ПдО атрибути об'єктів можуть бути представлені не лише у табличному вигляді, а й у текстовому, а також у вигляді гіперпосилань на розподілені в мережі інформаційні ресурси.

Розглянемо приклад онтологічного інтерфейсу на фрагменті ПдО з мінералогії.

За кристало-хімічною класифікацією мінерали поділяються на кілька класів (наприклад, силікати, фосфати, сульфати, оксиди і гідроксиди тощо). Кожен клас включає в себе множину мінералів-представників даного класу. Онтологічна модель ПдО набуває вигляду мережевого графу, де об'єкт-клас представлені на рис.1.

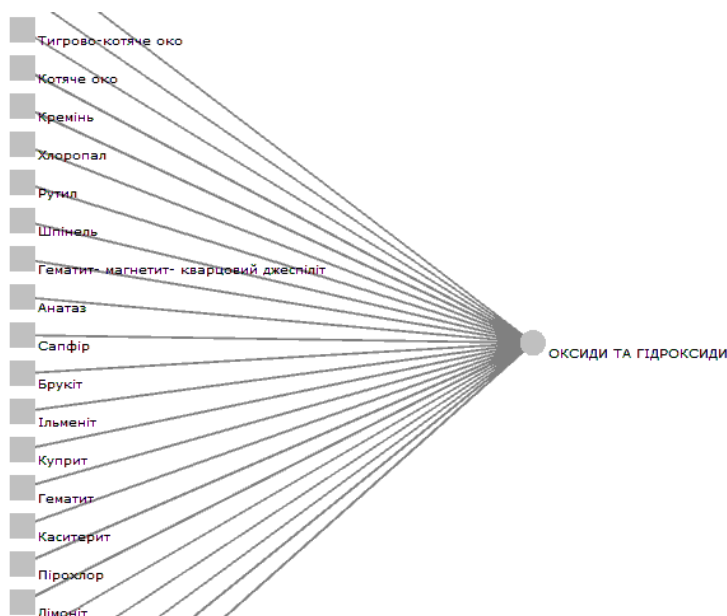


Рис. 1. Фрагмент мережевого графу. Клас оксиди та гідроксиди.

Вигляд онтологічного інтерфейсу фрагменту мережевого графу класу мінералів оксиди та гідроксиди представлений на рис. 2. Інтерфейс складається з графічного зображення представника класу мінералів та спливаючого вікна, в якому міститься інформація про назву мінералу, його хімічну формулу, а також можуть бути

представлені гіперпосилання на додаткову інформацію (зображення, відео-, аудіо файли, мультимедійні дані тощо).

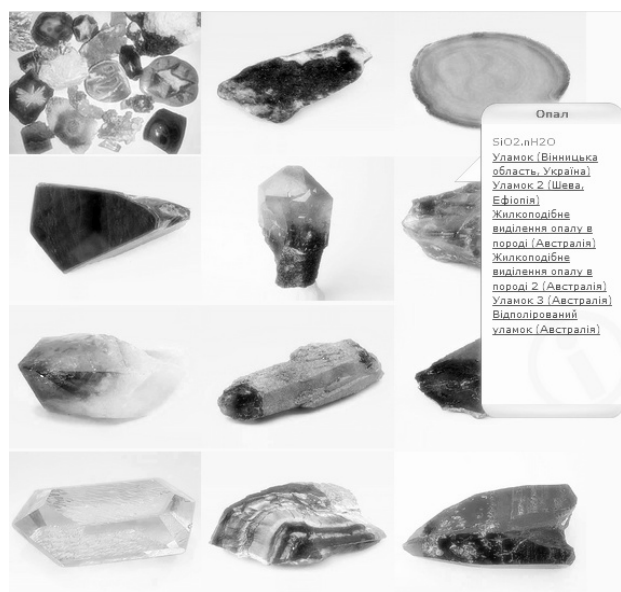


Рис. 2. Фрагмент онтологічного інтерфейсу. Клас оксиди та гідроксиди.

На карті класи онтології представлені у вигляді тематичних шарів, а мінерали – об'єктів, які утворюють певний шар (рис. 3).

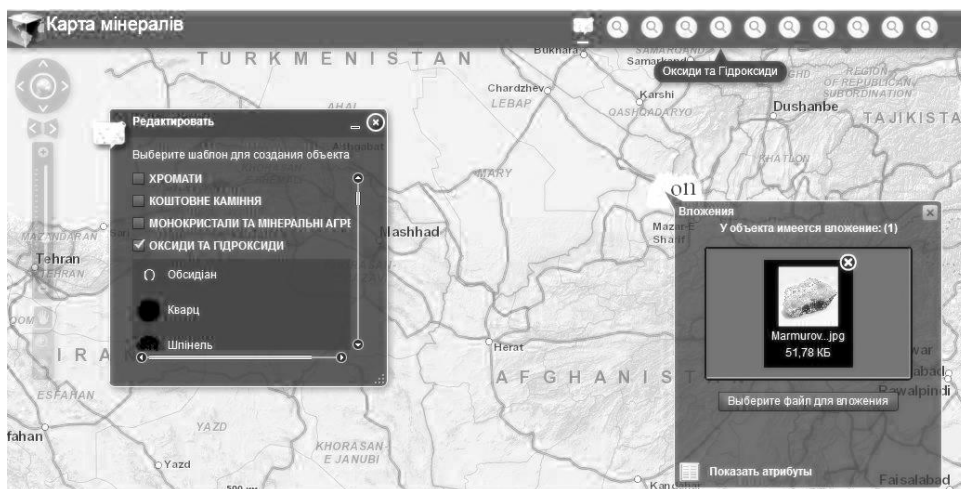


Рис. 3. Фрагмент тематичної карти (активний шар «Оксиди та гідроксиди»).

Атрибутивна інформація про об'єкти онтології, наведена в графі, відображається на карті у вигляді вкладень. Тобто кожна вершина графу має власну «базу даних», що містить інформацію (текст, фото-, відео-, аудіофайли, гіперпосилання), необхідну для ґрунтового ознайомлення з обраним об'єктом, і може поповнюватися надбаннями та пошуковими запитами користувачів ГІС.

ВИСНОВКИ

Отже, використання онтологічного підходу до класифікації, систематизації та використання інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі та онтологічного інтерфейсу для візуалізації інтеграції розподілених інформаційних моделей та систем на основі використання семантичних властивостей дає можливість кожному користувачеві виявляти принципово нові взаємозв'язки, які раніше не були відомі, сприяє зміщенню акцентів із пасивних методів пошуку, орієнтованих на передачу інформації, до ширшого застосування активних методів аналізу проблем і пошуку рішень, співпраці користувачів та розробників тощо.

Список літератури

1. Берталанфи Людвиг Фон. Общая теория систем: обзор проблем и результатов/ Берталанфи Людвиг Фон // Системные исследования. – М.: Наука, 1969. – С. 30-54.
2. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
3. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы / М.Н. ДеМерс; пер. с англ. – М.: Дата+, 1999.- 491 с.
4. Ішук О. О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: Навчальний посібник / О. О.Ішук, М. М. Коржнев, О. Е. Кошляков; за ред. акад. Д.М.Гродзинського. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003.– 200 с.
5. Объектно-ориентированная методология [Electronic Resource] – URL: <http://belani.narod.ru/3/OOM.htm>
6. Палагин А.В. Системная интеграция средств компьютерной техники / А.В. Палагин, Ю.С. Яковлев. – Винница: УНІВЕРСУМ, 2005. – 680 с.
7. Joseph K. Berry. Beyond Mapping III. Understanding Spatial Patterns and Relationships – BASIS Press, 2007, 227 p. [Electronic Resource] – URL: <http://www.innovativegis.com/basis/MapAnalysis/>

Попова М. А. Онтологический интерфейс как средство представления информационных ресурсов в ГИС-среде / М.А. Попова, А.Е. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1– С. 127-135.

Разработка и применение онтологического интерфейса как эффективного средства обеспечения процессов интеграции распределенных информационных ресурсов и систем на основе использования семантических свойств и представления информации в наглядной легкодоступной форме, что обеспечивает создание и использование формализованной системы знаний в конкретных предметных областях.

Ключевые слова: онтология, онтологический интерфейс, сетевой граф.

ONTOLOGICAL INTERFACE AS A MEANS OF PRESENTING INFORMATION RESOURCES IN THE GIS

Popova M.¹, Stryzhak O.²

¹*The Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*The National Center "Minor Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine*

E-mail: pma1701@gmail.com¹, sae953@gmail.com²

The rapid growth of information, the need to better quality of processing and learning methods require the use of data mining and converting it into a form which is more convenient to work later. The main goal of this transformation is to analyze "chaotic" information using standard methods of data processing. A specific aim is to identify the logical relationships between concepts described. Information presented properly allows you to see the additional hidden patterns that cannot detect by other methods.

Thus, the actual problem is the identification, support and management of spatial topological relationships between real-world objects, create new objects, links, linking new attributes are visualized as a "friendly interface".

Effective means of presenting and ordering information ontology is used for formal specification of concepts and relationships, which in turn characterize a particular subject area. The advantage of ontologies as a way of presenting information is their formal structure that facilitates computer processing.

Using ontology effective at finding and combining information from different sources and media, presentation and interpretation of information in the decision making process.

Ontological approach provides connectivity information resources and allows the flexibility to work out of context.

Ontological interface allows visualizing the results of a process of integration and aggregation of distributed information resources in the process of co-users in an easily accessible visual form.

In geographic information systems ontology object classes are thematic map layers and the objects that are part of the class, is the object layer. By combining different types of databases in the ontology object attributes can be presented not only in tabular form, but also in the text, as well as hyperlinks to the distributed network information resources.

Keywords: ontology, ontological interface, network graph.

References

1. Joseph K. Berry. Beyond Mapping III. Understanding Spatial Patterns and Relationships – BASIS Press, 2007, 227 p. [Electronic Resource] . – URL: <http://www.innovativegis.com/basis/MapAnalysis/>
2. Michael DeMers, Ann Johnson, Karen Kemp, Ann Taylor Luck, Brandon Plewe, and Elizabeth Wentz. – Geographic Information Science & Technology. Body of Knowledge [Electronic Resource] – URL: <http://www.ucgis.org>

Поступила в редакцію 03.05.2013 г.