

## ГРІД ЗНАНЬ

*У роботі проаналізовано та узагальнено сучасні підходи до побудови ґрідів знань (Knowledge Grid).*

**Ключові слова:** ґрід знань, Single Semantic Image, мережа семантичних зв'язків.

### Вступ

Сучасний розвиток людства тісно пов'язаний із зростаючим впливом застосування інформаційних технологій у нетрадиційних галузях. Проблема ефективного розміщення, використання та передача значних об'ємів даних, отриманих з Інтернет, стала чи не основною вже наразі [1]. Одним із шляхів її вирішення є використання машин з наголосом на застосування спеціалізованих інтелектуальних програмних систем. Серед можливих методів досягнення цих амбіційних цілей стає використання ґрідів знань [3].

Як відомо, базовою метафорою Grid є реалізація розподілених обчислень за допомогою звичайних (слабозв'язних, різнорідних) комп'ютерів і відкритих стандартних мереж, протоколів і мережних служб (WWW) з наголосом на легкість та гнучкість технології. Тобто Grid – це набір спеціалізованих технологій для розв'язання задач з допомогою розподілених обчислень та інформаційних ресурсів у середовищі веб на основі відкритих стандартів [3]. Але, окрім розподілених обчислень, існує і розподілена обробка даних, наприклад реалізація роботи віртуальної організації або VRE (Virtual Research Environment), яскравим представником яких є середовище для обробки історичних текстів TextGrid [6].

У ролі мережних служб, зазвичай, виступають веб-сервіси – спеціалізовані веб-застосунки, функціональність та інтерфейс яких формально описані і зрозумілі іншим програмним застосункам. Вони розраховані на спілкування з інтелектуальними програмними агентами.

Методику обчислювального експерименту середовища Grid часто називають Workflow. Workflow – це, власне, формально описаний алгоритм вирішення конкретної задачі за допомогою декількох веб-сервісів. Узагальнюючи методику експерименту, приходимо до поняття знання, інформації, що має властивість активності за рахунок наявності механізму виведення.

Умовно можна виділити три покоління ГЗ [2].

Перше покоління ще називають семантичним ґрідом (Semantic Grid) тому, що в ньому акцент ставиться на виведення з використанням семантичного опису ресурсів і сервісів, наприклад з застосуванням RDF (Resource Description Framework). Яскравим прикладом такого ГЗ є проєкт OntoGrid [4].

Друге покоління називають Grid для розподіленої роботи з базами даних (Knowledge Discovery in Databases) [5] і значними об'ємами інформації (Data Mining). До цього покоління відносять проєкт Weka4WS (Data Mining Software for Web Services) [7].

Третє покоління Grid призначено для розподіленої роботи з базами знань і має назву ГЗ [9; 11; 12]. Його ще називають середовищем обробки документів, що мають семантичний опис з використанням спеціалізованих моделей (алгоритмів) для вирішення типових проблем і задач.

Ґрід знань (Knowledge Grid) є сервісно-орієнтованим і має задовольняти специфікації OGSA (Open Grid Service Architecture). Для його побудови можна використати відомі засоби, наприклад Globus, Condor і UNICORE.

Ґрід знань – це інтелектуальне і стійке середовище Інтернет-застосунків, яке дозволяє людям або віртуальним посередникам (механізми, які покращують взаємодію між користувачами, застосунками та ресурсами) ефективно знаходити, розташовувати, публікувати, розуміти, ділитися та керувати ресурсами знань. Воно забезпечує надійні сервіси для підтримки спільної роботи в команді, вирішення проблеми у розподіленому середовищі, яке змінюється за масштабом з часом. До цього середовища входять епістемологія та онтологія для відображення механізмів людського пізнання; використання техніки та стандартів, розроблених для Semantic Web.

Структуру цього зв'язку відображає Рис. 1, узятий із [3].

Спробуємо проаналізувати та узагальнити у цій роботі сучасні підходи до побудови ґрідів знань (ГЗ).

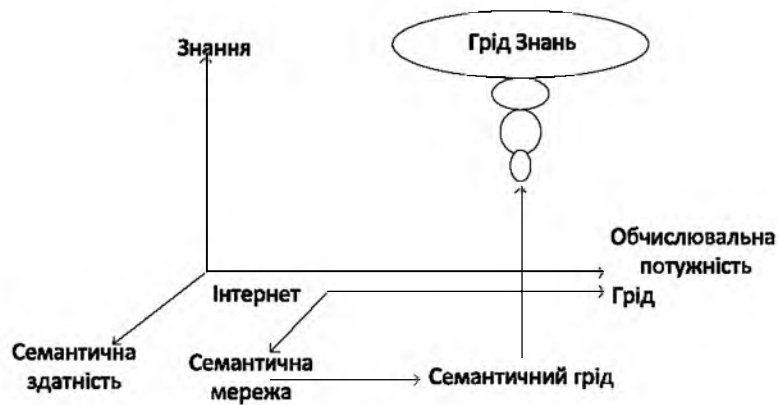


Рис. 1. Основа ґрідзу знань

**Архітектура ґрідзу знань**

Архітектура ґрідзу знань охоплює три рівні (рис. 2).

*Людський рівень* (human layer) відображає характеристики соціальної та людської поведінки. Він включає простір знань, що містить явні знан-

*Семантичний рівень* містить підпростір представлення знання, який виражає знання користувачів у машинно-зрозумілій формі, та підпростір ролі, де користувачі грають різноманітні ролі відповідно до своїх намірів. Цей рівень також містить підпростір вимог, де користувачі та сервіси виражають вимоги (наміри) через ро-

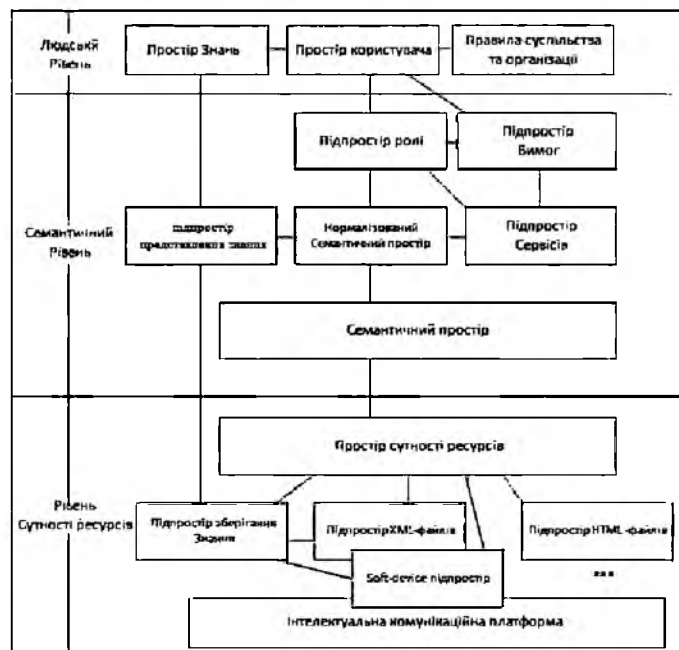


Рис. 2. Просторова модель архітектури ґрідзу знань [6]

ня від усіх користувачів: простір користувача, що містить інформацію щодо користувача; правила суспільства та організації, а також тип соціального значення для оцінки. Люди використовують національну мову для передачі явного знання у певних медіа, таких як текстові файли. ГЗ може потребувати, щоб користувачі додавали ще й мета знання, фонові знання та знання загального сенсу, які традиційне медіа не включає.

лі, і підпростір сервісів. Усі сервіси є автономними та самопредставляються. Система оцінює сервіси відповідно до їх важливості у сенсі соціального значення.

Підпростір представлення знань побудовано на основі семантичного простору та нормалізованого семантичного простору. Семантичний простір може бути нормалізований для досягнення таких якостей: повнота, цілісність, ефективність

і коректність. Семантичний зв'язок, онтологія та простір імен належать семантичному простору.

Семантичний рівень утримує користувачів від прямої взаємодії з рівнем сутностей ресурсів. Тому їм не потрібно знати формат та місцезнаходження ресурсів. Він може ізолювати будь-які зміни у рівні сутностей ресурсів. Відповідно семантичний рівень може залишатися незмінним, коли комунікаційна платформа та основа представлення еволюціонують.

*Рівень сутності ресурсів* містить інтелектуальну комунікаційну платформу та простір сутності ресурсів, до якого входять: підпростір зберігання знання, підпростір XML-файлів, підпростір HTML-файлів.

Підпростір зберігання знання реалізується за рахунок примітивів, визначених у семантичному просторі.

Кожен користувач або сервіс може вибрати роль відносно сфери застосування та ввести свої наміри у простір вимог. Сервіси будуть шукати у просторі вимог прийнятну вимогу, а потім нададуть найкращий сервіс її задоволення користувачу, який його потребував. Сервіси, що діють як брокери, обирають найкращий сервіс або об'єднують релевантні сервіси для надання однорідного сервісу (однорідної потреби). Інтеграція сервісів включає інтеграцію потоку даних і потоку знань для відображення єдиної семантики у взаємодії між сервісами. Особливо це стосується інтелектуальних сервісів, які здійснюють певні міркування відповідно до знань у просторі знань.

### Принципи та стратегії побудови

Зазначена багатопросторова модель архітектури ГЗ передбачає дотримання таких принципів побудови середовища [9].

Принцип цілісності потребує вирішення проблеми коректності (наприклад, коректність операцій), а умова цілісності системи вимагає вирішення проблеми простоти, тобто спрощення системи. Цілком очевидним виглядає дотримання ієрархічного принципу конструювання ГЗ, враховуючи необхідність задоволення можливості різних рівнів системи працювати у різних семантичних просторах.

Принцип відкритості забезпечує можливість використання стандартів Internet, World Wide Web та Grid. Наприклад, XML може бути основою для вираження та трансформації знань. Дотримання принципу самоорганізації дозволяє ресурсам активно співпрацювати один з одним відповідно до визначених умов і загальних правил. Ресурси можуть розвиватися через змагання та співпрацю.

Сталий розвиток вимагає, щоб індивіди та спільноти, середовище взаємозв'язку, інтерфейси та навіть природне навколишнє середовище гармонійно співіснували та еволюціонували разом. Інформаційний потік (потік знань) повинен бути оптимізований для досягнення ефективності у логічних процесах.

Зрозуміло, що у ГЗ мають бути перенесені визнані переваги гріду, семантичного Web і Web сервісів. Наприклад, усі існуючі Web-застосування повинні працювати у середовищі ГЗ.

Мусимо перейняти переваги як централізації, так і децентралізації. З одного боку, ідеальна система повинна мати змогу динамічно кластеризувати та поєднувати релевантні ресурси для надання повних сервісів застосуванням. З іншого – розгортати певні ресурси у відповідних локаціях для досягнення оптимального об'єднання.

Розробники мають враховувати розумне поєднання абстрагування зі спеціалізацією. Наприклад, вони повинні абстрагувати розмаїття ресурсів для дослідження спільних правил, враховуючи дослідження спеціальних правил різних ресурсів для точної інтеграції та об'єднання ресурсів.

Прагнучи реалізувати мобільність застосунків, розробники мають гарантувати якість сервісів і засобів верифікації. Для кращої побудови інтелектуальних додатків слушним буде використання онтологічного підходу. Враховуючи вимогу масштабованості, методологія розробки ГЗ повинна підтримувати інкрементну стратегію та можливість використання нових обчислювальних моделей.

Провайдери знань повинні містити мета-знання (знання про те, як використовувати знання) і мати можливість використовувати уніфіковану ресурсну модель для інкапсуляції наданих знань і мета-знань, щоб реалізувати активні сервіси знань. Середовище гріду знань дозволяє ділитися знаннями та використовувати сервіси міркування у просторі єдиної семантики, де немає бар'єрів для взаємного розуміння та поділу знань. Знання не будуть просто статично зберігатися, вони змушені розвиватися, щоб бути новими.

Використаємо приклад для короткого порівняння Web та ГЗ. Люди прагнуть постійно підвищувати свій професійний рівень. Для цього вони можуть скористатися засобами електронного навчання. Можна використати пошукову систему для знаходження релевантної освітньої інформації та перегляду навчальних закладів або навчальних порталів, сформулювавши потрібний запит. Оскільки у світі існує велика кількість таких порталів і веб-сайтів, у відповідь людина отримує великий обсяг як корисної, так і непотрібної інформації. Необхідно проаналізу-

вати її якість. Майже завжди існують різні думки різних експертів (дописувачів) про одну і ту ж навчальну установу або ж навчальний курс. Увівши перелік вимог до навчальної потреби, користувач може отримати результати лише для деяких із них. Наприклад, пошуковий процес може випустити з уваги особистість викладача (тьютора), який буде вести навчання.

Такі пошуки будуть вдосконалені ГЗ, який може точно та повно розмістити всі релевантні знання, кластеризувати та синтезувати пошуковий результат, а потім представити його людям відповідно до їх електронних портфоліо. Користувачі можуть отримати пояснення пошукового результату з міркуванням, базованим на кластеризованих знаннях. Зв'язок між потребами (вимогами до навчального курсу) буде розглянуто в ході міркування. Пошукові результати можуть адаптуватися до змін в електронних портфоліо користувача. Знання, надані різними установами, будуть оновлені, перевірені та оцінені щодо корисності, цілісності та часової ефективності.

У ГЗ нові знання можуть бути отримані з уже існуючих знань, зворотного зв'язку від учня, обробки електронних курсів різних авторів і різних навчальних закладів та інших відкритих джерел. Учні також можуть замовити постійний консультативний сервіс. Результат пошуку може мати кілька варіантів навчання, обраних із врахуванням таких факторів, як вартість, час навчання, рівень кваліфікації учня та інших.

### Модель семантичного представлення

Розробники ГЗ мають спочатку знайти прийнятну модель семантичного представлення для систематизації семантики, яку, в ідеалі, зрозуміє і людина, і машина. Потім потрібно створити покращену модель обрахування семантики, яка підтримує міркування та організацію ресурсів (нормальну організацію, самоорганізацію або їх поєднання). Ідеальним рішенням буде автономний семантичний прошарок, який підтримує розподілені інтелектуальні додатки. Він надає потужну семантичну підтримку для реалізації динамічної кластеризації ресурсів і спільного використання знання у розподілених інтелектуальних додатках.

Тут у пригоді може стати *мережа семантичних зв'язків SLN (Semantic Link Network)* [11]. Вона розроблена для створення семантичних зв'язків між різними ресурсами (дані, зображення та різні документи) для розширення WWW до семантично збагаченої мережі.

SLN складається з семантичних вузлів і семантичних зв'язків між цими вузлами. Семантичним вузлом може бути семантична спільнота, схема, концепція, ознака, сутність або особистість. Семантична спільнота – це SLN, яка представляє інтегровану семантику. Вона не містить ізольованих вузлів або частин.

Семантична мережа над сутностями відображає семантику між індивідами. Семантичні зв'язки між схемами (визначення структури

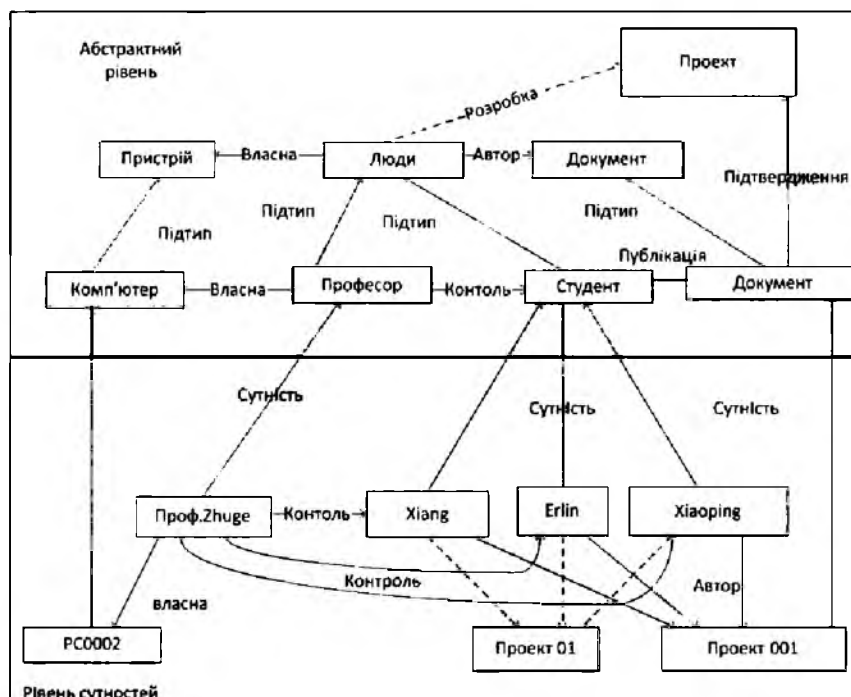


Рис. 3. Дворігнева мережа семантичних зв'язків

набору типів даних і релевантних обмежень) відображають семантику між групами. Семантичними зв'язками між абстрактними концепціями є знання, які можуть бути використані у ширшому колі додатків. Таким чином, SLN потребує двох рівнів: абстрактного та рівня сутностей (рис. 3, запозичений із [12]).

Деякі семантичні зв'язки, які мають спільні семантичні вузли, можуть вивести новий семантичний зв'язок. Далі наводяться приклади таких виведень:

- 1) «*A-працює-на*→*Y*, *B-працює-на*→*Y*⇒*A-колега*→*B*» означає, що «*A* працює на *Y*» та «*B* працює на *Y*» призводить до висновку «*A* та *B* колеги». Тут, зворотний до зв'язку «колега», буде також зв'язок «колега»;
- 2) «*A-використовує*→*X*, *B-використовує*→*X* ⇒ *A-спільно-використовують*→*B*»;

зв'язування можуть розширити таке передбачення до кількох околиць. Переглядаючи абстрактний рівень, користувачі або агенти можуть отримати знання щодо основного змісту. Вона надає не тільки відповідь, а й релевантний зміст, який семантично зв'язаний з відповіддю. Виводить семантику вузла або пропонує висновки за допомогою семантичного міркування. Наприклад, семантика вузла може бути виправлена, якщо він є підтипом вузла з відомою семантикою.

Автономна SLN не тільки відображає статичні семантичні зв'язки між ресурсами, а також розвивається із взаємодією між наступними частинами: внутрішній формалізм, людська активність, розподілене знання, соціальні мережі та peer-to-peer мережі. Рис. 4, взятий із [12], показує загальну архітектуру автономної мережі семантичних зв'язків.



Рис. 4. Загальна архітектура автономної SLN (Виділена пунктиром частина рисунка показує ядро автономної SLN)

- 3) «*A-автор*→*P*, *B-автор*→*P*⇒*A-співавтор*→*B*»;
- 4) «*A-розробляє*→*X*, *B-розробляє*→*X*⇒ *A-співпрацюють*→*B*».

Загальні правила семантичних зв'язків є незалежними від домену, тому вони можуть бути використані як знання для міркування у будь-якій SLN.

У порівнянні з WWW SLN має такі переваги [12].

SLN підтримує семантичний перегляд та міркування на обох рівнях. Переглядаючи рівень сутностей, користувачі або агенти можуть передбачити зміст наступного вузла, перевіряючи навколишні семантичні зв'язки. Правила семантичного

На рис. 5 (запозичений із [12]) показано самоорганізовану SLN. Індивідуальним ресурсам дозволено використовувати різноманітні семантичні представлення. Для обміну їм потрібна функція перетворення ( $\phi$ ), щоб перетворити різні індивідуальні представлення на семантику спільноти, яка є зрозумілою для всіх індивідуальних ресурсів. За допомогою примітивної семантики та загальних знань, деякі семантичні зв'язки можуть бути створені шляхом порівняння індивідуальних ресурсів у рамках семантики спільноти.

Новий вузол схильний до створення семантичного зв'язку з семантично релевантним вузлом або спільнотою. Додавання одного семан-

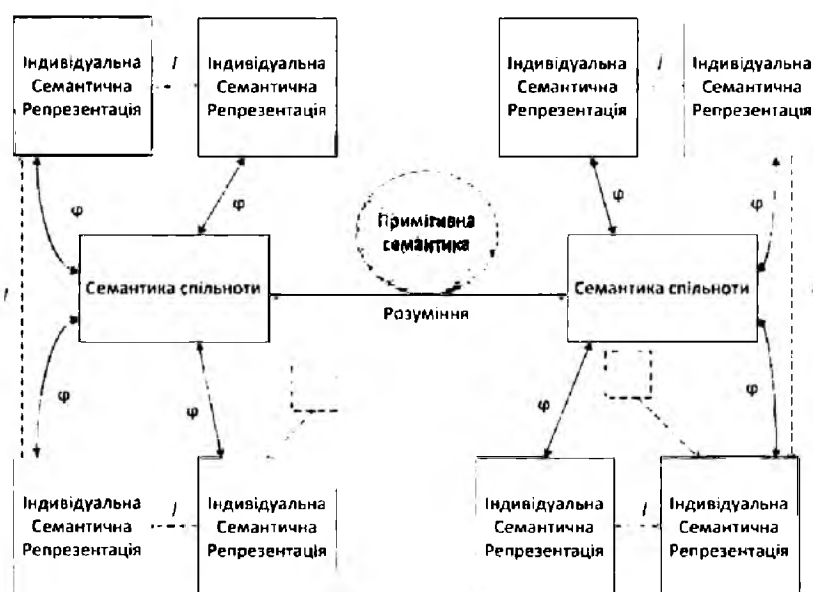


Рис. 5. Самоорганізація SLN [11]

тичного зв'язку може призвести до створення іншого семантичного зв'язку через семантичне міркування.

Потужна можливість міркування є основою таких інтелектуальних сервісів, як надання інформації за вимогою та підтримка прийняття рішень.

Кооперація різних механізмів міркування може покращити цей процес. Міркування над семантичними зв'язками може суттєво допомогти у виведенні нових понять. Міркування за аналогією може запропонувати гіпотези щодо нових семантичних зв'язків. Індуктивне міркування SLN може виводити абстрактну семантику відповідно до спеціальної семантики. Детальний опис правил міркування можна знайти у [12].

#### Модель уніфікованої специфікації та організації ресурсів

Системна організація – основа ефективного використання ресурсів. Модель простору ресурсів RSM (Resource Space Model) використовує ортогональну семантику класифікацій для організації ресурсів [10].

Модель простору ресурсів – семантична модель для уніфікованої специфікації та організації ресурсів. Вона відображає різноманітні ресурси (інформацію, знання та сервіси) у багатомірному семантичному просторі – семантичній системі координат, яка нормалізує семантику класифікації. Кожна точка у просторі представляє ресурси однієї семантичної категорії. Нормальна форма та теорії цілісності

RSM забезпечують правильність семантичного представлення та операцій.

Зовнішня семантика ресурсу може бути представлена за допомогою: *Name* – ідентифікатор, який відрізняє ресурси один від одного; *Author* – імена авторів; *Abstract* – короткий опис змісту інформації або ресурсу знання, або функції або цілі ресурсу сервісу представлено у вигляді набору ключових слів, опису природною мовою, формального опису, мережі семантичних зв'язків, або шаблону; *Version* – число, яке розрізняє різні версії одного ресурсу; *Location* – Інтернет та логічна адреса у віртуальному середовищі; *Privilege* – має три можливі значення – *public*, коли кожний користувач має доступ до ресурсу; *group*, коли тільки члени групи мають доступ до ресурсу; *private*, коли тільки автори мають доступ; *Access-approach* – дійсні операції над ресурсом; *Duration* – життєвий цикл ресурсу.

Координати, зазвичай, використовуються для ефективного знаходження об'єктів у просторі. Побудувавши гарну систему координат для простору ресурсів, можна з точністю зберігати та знаходити ресурси за їх координатами. Щоб розрізнити ресурси з однаковим ім'ям у різних просторах ресурсів, можна використовувати назву простору разом із назвою ресурсу, тобто *Resource-name, Space-name*.

Простір ресурсів –  $n$ -вимірний простір, у якому кожна точка унікально розміщує набір (можливо, пустий) схожих ресурсів. Простір ресурсів має ім'я, тип, логічне місцезнаходження та привілей доступу.

Унікальність диктує те, що координати кожного виміру мають бути визначені незалежно. Тобто простір ресурсів представляється таким чином:  $RS(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , де  $X_i$  – назва осі.  $X_j = \{C_{1j}, C_{2j}, \dots, C_{mj}\}$  – вісь з координатами. Кожний елемент визначає назву координати у формі іменника або фрази. Кожна назва координати має бути визначена формально або неформально у своїй доменній онтології.

При побудові простору ресурсів дотримуються критеріїв: семантичної повноти, розташування ресурсу, використання ресурсу, сумісності існування, постійного проживання, операбельності [8]. Проектування додатку логічного рівня складається з аналізу ресурсу, низхідного розбиття ресурсу та проектування двовимірних просторів ресурсу.

Семантика ресурсу може бути видима як «чорна скринька», якщо семантика надходить від пов'язаних ресурсів, або як «скляна скринька», якщо семантика надходить від ознак і функцій самого ресурсу.

Шаблон ресурсу представляє загальну ознаку класу ресурсів одного типу. Ресурси, визначені у просторі, потребують набору шаблонів, організованих в ієрархію, де шаблони нижчих рівнів розширюють шаблони вищих рівнів.

Є чотири типи обмеження цілісності для RSM: обмеження сутності, членства, довідкове обмеження та визначене користувачем. Вони працюють разом, щоб модель простору ресурсів могла коректно та ефективно визначати ресурси і керувати ними. Детальний опис цих обмежень можна знайти в [8].

### Висновки

Головна мета ґрідзу знань – використання семантики для точного знаходження, ефективного розділення та керування ресурсами. Вирішальний крок до цієї мети в описі та використанні різних ресурсів як одного семантичного простору (Single Semantic Image).

Модель простору ресурсів організовує різноманітні Web-ресурси відповідно до семантики ортогональної класифікації та релевантних нормальних форм. Множина координат простору може унікально визначити один або набір ресурсів. Модель мережі семантичних зв'язків організовує Web-ресурси, використовуючи семантичні зв'язки та релевантні нормальні форми. Семантичні відносини між ресурсами можуть бути отримані з семантичних зв'язків між ресурсами.

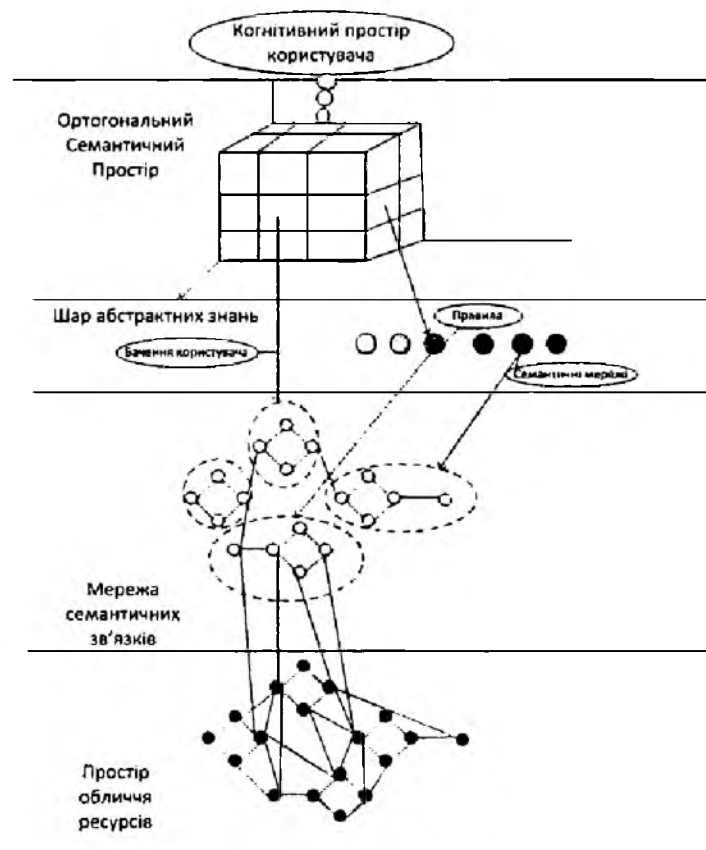


Рис. 6. Семантичні простори різних рівнів [11]

Комбінація RSM та SLN формує багатий семантичний прошарок для ґрідів знань, який має переваги як класифікації, так і міркування. Рішення – відобразити ресурси в RSM у ресурси з SLN. Користувачі можуть спершу обмежити коло інтересів, розташувавши категорію у RSM, а потім переглядати SLN у сфері цієї категорії (рис. 6).

Користувачі створюють та використовують ортогональний семантичний простір та мережу семантичних зв'язків відповідно до їх когнітивних просторів. Ортогональний семантичний простір може допомогти користувачам сфокусувати свої наміри. SLN відображає явні та приховані семантичні зв'язки між різними ресурсами.

Теорії нормалізації RSM і SLN підтримують єдину семантичну точку для доступу до релевантного семантичного контенту.

Абстрактні знання, як традиційна семантична мережа та її основа правил, можуть бути

Механізм SSeI поєднує класифікацію ортогональної семантики та семантичне зв'язування шляхом співставлення ресурсів. SSeI динамічно формується залежно від потреб користувачів. На рис. 7 показано загальну архітектуру механізму. Ресурси сутностей – різні види файлів даних з назвами у просторі імен. Рівень представлення є описом структури ресурсів сутностей.

Ресурси можуть бути оперовані рівномірно на рівні SSeI. Можна використати таку форму для вираження семантики і ортогональної класифікації і семантичної зв'язності:

$P(C_1, C_2, C_3) \xrightarrow{\alpha_1} Q(C_1', C_2', C_3')$ , де  $(C_1, C_2, C_3)$  та  $(C_1', C_2', C_3')$  – координати, які точно розміщують  $P$  і  $Q$  у тривимірному ортогональному просторі семантики, а  $\alpha_1$  визначає семантичне зв'язування  $P$  і  $Q$ .

Механізми SSeI підтримують множинні SSeI, які можуть бути реорганізовані за допомогою операцій *об'єднання*, *злиття* та *розбиття*.

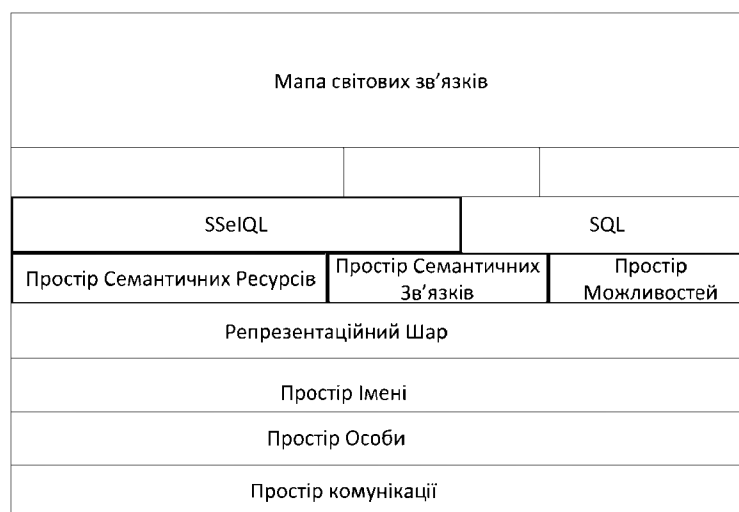


Рис. 7. Загальна архітектура механізму SSeI

отримані з SLN шляхом узагальнення, можуть бути організовані відповідно до ортогональної семантики на просторі вищого рівня і таким чином можуть дозволити майбутньому Web підтримувати інтелектуальні сервіси.

Поняття Single Semantic Image найкраще розуміється у світі схожих концепцій у системах баз даних, основою яких є набір таблиць з «віртуальними зв'язками», визначеними виразами запиту. Механізм перегляду може бути застосовано лише до формальних реляційних таблиць і не підходить до неструктурованих або напівструктурованих Web-ресурсів. Лише той, хто знає структуру бази даних, може створити її новий вид. Це обмежує область механізму перегляду.

Формування семантичного простору класифікації та простору семантичного зв'язування – це два аспекти або фази конструювання простору уніфікованої семантики. Операції над простором ресурсів і простором семантичного зв'язування можуть бути визначені та використані окремо.

Перспективним можливе і використання мови SSeIQL [12]. Синтаксис та семантика SSeIQL схожа на SQL. Це мова, в якій користувач описує, які дані потрібно і звідки отримати. SSeIQL може обрати один або більше просторів ресурсів, просторів семантичних зв'язків та просторів сутностей. Вона може визначити та модифікувати структуру простору ресурсів.



## Список літератури

1. Структурированные данные и семантическая паутина: технологи Wiki / А. Н. Глибовец, Н. Н. Глибовец, Д. Е. Покопцев, М. О. Сидоренко // Проблемы программирования. – 2013. – № 1. – С. 45–67.
2. Cannataro M. Semantics and knowledge grids: Building the next-generation grid / M. Cannataro, D. Talia // IEEE Intelligent Systems. – 2004. – Vol. 19 (1). – P. 56–63.
3. Cannataro M. The knowledge grid / M. Cannataro, D. Talia // Comm. ACM. – 2003. – Vol. 46 (1). – P. 89–93.
4. Mode of access [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ontogrid.eu – Назва з екрана.
5. Talia D. How Distributed Data Mining Tasks can Thrive as Knowledge Services / D. Talia, P. Trunfio // Comm. ACM. – 2010. – Vol. 53 (7). – P. 132–137.
6. TextGrid Virtual research environment humanities [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.textgrid.de – Назва з екрана.
7. Weka4WS – Data Mining Software for Web Services [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gridlab.dimes.unical.it/weka4ws/about/> – Назва з екрана.
8. Zhuge H. The Web Resource Spase Model / H. Zhuge – Springer, 2007. – 281 p.
9. Zhuge H. China's E-Science Knowledge Grid Environment [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.computer.org/melligent](http://www.computer.org/melligent) (назва з екрана).
10. Zhuge H. Resourse Spase Model, its Design Vthod and Applications / H. Zhuge // Journal of System and Software. – 2004. – Vol. 72 (1). – P. 71–81.
11. Zhuge H. Semantic component networking: Toward the synergy of static reuse and dynamic clustering of resources in the knowledge grid / H. Zhuge // Journal of Systems and Software. – 2006. – Vol. 79. – P. 1469–1482.
12. Zhuge H. The Knowledge Grid [Електронний ресурс] / H. Zhuge. – Word Scientific, 2004. – 264 p. – Режим доступу: [www.books.google.com.ua/books? isbn=9814291773](http://www.books.google.com.ua/books?isbn=9814291773) – Назва з екрана.

N. Glybovets

## KNOWLEDGE GRID

*In the article are analyzed and summarized current trends Knowledge Grid.*

**Keywords:** knowledge grid, single semantic image, semantic link network.

*Матеріал надійшов 01.09.2013*

УДК 681.3: 519.68

Жежерун О. П., Мельничук В. М.

## ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ УНІФІКАЦІЇ

*Задача уніфікації є однією з класичних задач штучного інтелекту, використовується в системах логічного виводу. Традиційний шлях її вирішення потребує великих обсягів обчислень, у загальному випадку – експоненційний. Тому задача пошуку уніфікатора нетрадиційним шляхом, який, можливо, скорочує цей шлях, для наведених класів задач виглядає актуальним.*

*Використання генетичних алгоритмів дозволяє отримати додатковий спосіб у вирішенні проблеми уніфікації.*

**Ключові слова:** логічне програмування, теорія першого порядку, алгоритм уніфікації, генетичний алгоритм.

### 1. Основні поняття з уніфікації

Наведемо основні означення з теорії уніфікації [2].

*Означення 1.*

*Термом* – це будь-який символ із змінних та константних або ж функціональних символів,

які йдуть за послідовністю термів, відокремлених комами, дужками.

*Означення 2.*

*Підстановкою* називається відображення σ з множини змінних у множину термів:

$$\sigma : X \rightarrow T.$$