

УДК 378.016+004.82

Козіброда Сергій Володимирович

аспірант кафедри комп'ютерних технологій інженерно-педагогічного факультету
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
м. Тернопіль, Україна
vaaaav91@mail.ru

СТВОРЕННЯ ОНТОЛОГІЇ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ МАЙБУТНІМ ІНЖЕНЕРОМ-ПЕДАГОГОМ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОФІЛЮ

Анотація. У статті розглядається проблема створення онтології предметної галузі в освітньому процесі майбутнього інженера-педагога. Побудовано онтологію «Інформаційні системи», що дозволило об'єднати величезну кількість існуючої інформації в єдину базу знань, яка поєднує в собі кілька навчальних дисциплін. У процесі дослідження показано, що програмний продукт Protege OWL є оптимальним для створення онтології комп'ютерних систем у процесі підготовки майбутніх інженерів-педагогів і дозволяє описувати не тільки поняття, а й конкретні об'єкти; він заснований на логічній моделі, яка дозволяє створювати визначення предметної галузі «Інформаційні системи», відповідні неформальному опису. Розглянуто структуру і методику побудови й подальшого використання онтології предметної галузі «Інформаційні системи» у професійній діяльності інженера-педагога комп'ютерного профілю.

Ключові слова: інженер-педагог; онтологія; база знань; предметна галузь; інформаційні технології.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку інженерно-педагогічної освіти актуальною є проблема підготовки фахівців у галузі комп'ютерних технологій, які б не тільки володіли знаннями, необхідними для професійної діяльності, а й уміли їх застосовувати для розв'язання фахових задач. Інженер-педагог – це спеціальність, яка розвивалась у зв'язку з необхідністю багатопланової підготовки висококваліфікованих спеціалістів відповідно до вимог сучасної освіти. Її необхідно орієнтувати на творчий підхід до використання й удосконалення техніки і технологій, що забезпечуватимуть змістовно-інноваційні підходи у їхньому розвитку.

Унікальність діяльності інженера-педагога зумовлена, передусім її причетністю до двох із п'яти напрямків (за класифікацією професій, запропонованою Є. О. Климовим). З одного боку, ця професія належить до класу «Людина-техніка», а з іншого – «Людина-людина» [3], діяльність в кожному класі має свою специфіку й особливості стосовно створення онтологій різноманітних предметних галузей.

В інженерії онтологічні методи найчастіше застосовуються для побудови моделей процесів. Інженерна модель процесу і є онтологією, точніше, онтологія – це опис цієї моделі. Такі описи моделей, як правило, формальні, тобто створені спеціально розробленою для цієї мети мовою, конструкції якої завжди інтерпретуються точно й однозначно. Це дозволяє зберігати опис в комп'ютерній пам'яті, щоб далі використовувати його в іншій задачі, або для перевірки за допомогою комп'ютера чи не містить опис логічних протиріч [4, с. 205].

У сучасних умовах інженер-педагог у галузі комп'ютерних технологій повинен чітко розуміти методику розробки онтологій з тієї чи іншої предметної галузі. Та для ефективного загального використання інформації майбутньому інженеру-педагогу потрібно розв'язати певні технічні проблеми, зокрема, зв'язок гетерогенних і

розподілених комп'ютерних систем, відомих як проблема інтероперабельності, що необхідно забезпечувати не лише на технічному, а й на інформаційному рівні.

Розрізняють структурну і семантичну гетерогенність. Семантична гетерогенність розглядає зміст інформаційного елемента і призначеного йому сенсу. Щоб досягти семантичної інтероперабельності в гетерогенній інформаційній системі, зміст інформації, якою обмінюються, має бути зрозумілий у всіх системах. Використання онтології для пояснення незрозумілого і прихованого знання дає можливість подолати проблему семантичної гетерогенності.

Тенденція сучасного розвитку Інтернету – перехід від документів, які комп'ютер може читати, до документів, які комп'ютер може розуміти. Це і є невід'ємною складовою діяльності майбутніх інженерів-педагогів, оскільки в сучасних умовах, як нами визначено, процес його підготовки: зумовлений розвитком автоматизації, удосконаленням техніки і технологій (ІКТ); впливає із структури й інтеграційної природи власне інформаційно-комунікаційних технологій; зумовлений компонентним складом педагогічних та інформатичних знань про онтології; є основою для формування професійних умінь; забезпечує відповідність рівня професійної підготовки майбутніх фахівців щодо створення онтології й потребам і вимогам ринку праці; має на меті задовольнити вимогу розширення професійних функцій інженера-педагога в галузі комп'ютерних технологій в умовах інформатизації професійно-технічної освіти і забезпечити необхідний рівень якісних і кількісних характеристик створення онтології й удосконалення професійної компетентності майбутніх фахівців [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання актуальності проблем професійної підготовки інженерів-педагогів досліджував О. В. Малишевський [7]. Розробку і використання онтології в загальному вигляді описано в роботі Н. Ноя [14]. Проблеми онтології і застосування їх в комп'ютерних системах розглянуті В. А. Лапшіним [5]. Методикою створення інтерфейсу на основі онтології у середовищі WEB-порталу займалися О. Є. Стрижак, М. А. Попова, К. В. Ляшук [10]. Питанням онтологій у інтелектуальних системах вивчали В. В. Литвин, В. В. Пасічник, Ю. В. Яцишин [6].

Праці названих вище авторів сприяли накопиченню і систематизації знань для оптимізації практичної підготовки студентів. Проте в них недостатньо розкрито особливості створення онтології предметної галузі у професійній підготовці майбутніх інженерів-педагогів у галузі ІКТ.

Метою статті є створення онтології предметної галузі як засіб і результат систематизації знань у процесі підготовки і практичній діяльності майбутнього інженера-педагога комп'ютерного профілю.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети дослідження використовувався комплекс методів: аналіз, систематизація, узагальнення інженерно-педагогічної і методичної літератури з проблем створення і застосування онтологій предметних галузей у навчальній діяльності для виявлення актуальних напрямків дослідження; аналіз навчальних планів і робочих програм підготовки інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій з метою виявлення ступеня застосування онтологій з тієї чи іншої предметної галузі в їх підготовці; аналіз передового педагогічного досвіду щодо впровадження і застосування онтологій у вищих навчальних закладах (ВНЗ).

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі підготовки інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій у ВНЗ значне місце посідає вивчення інтелектуальних систем, у яких онтології використовуються для формальної специфікації понять і зв'язків, що притаманні певній сфері знань. Оскільки комп'ютер не може розуміти, як людина, стан речей у світі, йому необхідно подавати всю інформацію в формальному вигляді. Отже, онтології служать своєрідною моделлю навколишнього світу, а їх структура є такою, що легко піддається машинній обробці й аналізу. Онтології надають системі інформацію про добре описану семантику заданих слів і вказують на ієрархічну будову середовища і взаємозв'язок елементів. Усе це дозволяє комп'ютерним програмам за допомогою онтологій робити висновки з наявної інформації й маніпулювати ними.

Термін «онтологія» вперше з'явився в роботі Томаса Грубера [13], де розглядалися різні аспекти взаємодії інтелектуальних систем безпосередньо між собою і з людиною. Інтелектуальними системами називають програми, які моделюють деякі аспекти інтелектуальної діяльності людини. Звичайно, будь-яка програма певною мірою займається таким моделюванням, адже в цьому і полягає цінність комп'ютера для людини: комп'ютерна система дозволяє звільнити її від виконання якоїсь може досить складної і витонченої, але завжди є однотипною діяльності: комп'ютерна система створена, наприклад, для редагування графіки, не може бути використана для управління комбайнами під час жнив. У цьому сенсі знання, які закладає в програму її творець (тобто алгоритм цієї програми), завжди статичні, вони не змінюються (звичайно, крім дуже конкретних знань, які називаються «даними програми»).

Стосовно навчального процесу майбутніх інженерів-педагогів, то однією з важливих гілок сучасного розвитку інтелектуальних інформаційних систем, які стали невід'ємною складовою підготовки інженерів-педагогів, є онтолого-керовані інформаційні системи. Побудова останніх тісно пов'язана з розробкою теоретичних основ і методології проектування, що включають формальний підхід, фундаментальні принципи і механізми, узагальнену архітектуру і структуру системи, формальну модель і методологію проектування онтології предметної галузі (в т. ч. онтологій предметних дисциплін), формальну модель представлення знань, узагальнені алгоритми процедур обробки знань та ін. Відповідно, кожна з перелічених складових загальної методології проектування є складною інформаційно-алгоритмічною структурою. Наприклад, розробка онтології предметної галузі тісно пов'язана з концептуалізацією онтологічних категорій, розробкою та удосконаленням ієрархічних структур сутностей на всіх рівнях, побудовою формальної системи аксіом і обмежень. Комплексне розв'язання зазначених завдань проектування має підвищити роль онтологічних (концептуальних) знань для розв'язування конкретних задач інженера-педагога в прикладних галузях загалом і в навчальному процесі зокрема [2].

Попри це, враховуючи зміст умінь інженера-педагога в галузі комп'ютерних технологій, а також проаналізувавши застосування онтологій комп'ютерних систем у таких напрямках, як системи нормативно-довідкової інформації (НДІ), моделювання організаційної структури підприємств, семантична розмітка тексту, класифікація товарів і послуг, системи зопитання-відповідь, обробка природної мови, інтерфейс та штучний інтелект (табл. 1), зазначимо, що вивчення онтологій повинно посідати значне місце у навчальному процесі майбутніх інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій, оскільки у своїй подальшій діяльності студенти так чи інакше будуть стикатись з проблематикою побудови онтології для одного або декількох вищезазначених напрямків.

Таблиця 1

Використання онтологій у професійній діяльності інженера-педагога

Напря́м застосування	Спосіб використання
Штучний інтелект	Для формальної специфікації понять і зв'язків, які властиві певній сфері знань.
Інтерфейс	Дозволяє візуалізувати у легкодоступній наочній формі результат процесів інтеграції й агрегації розподілених інформаційних ресурсів у процесі організації взаємодії користувачів
Обробка природної мови	У процесі побудови вибірки визначень бази довідкового матеріалу для складних процедур обробки природної мови. Для розділення галузевих і загальноприйнятих знань, що полегшить вилучення інформації з різних джерел, звужить пошукові запити і поліпшить якість виданих результатів.
Системи запитання-відповідь	Видає інформацію за запитом, при видачі відповідей система враховує закладені в неї відомості про навколишню дійсність: набір понять, відносин між ними, обмежень на відносини і список конкретних екземплярів
Класифікація товарів і послуг	Забезпечує наявність стандартизованого представлення інформації, у результаті чого відбувається систематизація понять у сфері бізнесу, впорядкування їх описів
Семантична розмітка тексту	Користувач може генерувати і зберігати релевантні знання, необхідні для різних завдань (дані системи орієнтовані на інженера, якому треба обробляти великий обсяг інформації, витягувати структуровану інформацію)
Моделювання організаційної структури підприємств	Онтологічне уявлення знань про суб'єкти економічної діяльності, які входять до складу будь-якої системи, для об'єднання їх інформаційних ресурсів у єдиний інформаційний простір
Системи (НДІ)	Ведення словників, довідників і класифікаторів і підтримка системи кодування об'єктів обліку. Онтологія забезпечує неконфліктне накопичення будь-якої кількості інформації в стандартній структурі класифікації

Нині існує дуже багато інструментальних засобів розробки онтологій, які застосовуються у процесі навчання майбутніх інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій, зокрема Protégé. Це вільний, відкритий редактор онтологій і фреймворк для побудови баз знань. Платформа Protégé підтримує два основних способи моделювання онтологій за допомогою редакторів Protégé-Frames і Protégé-OWL. Онтології, побудовані в Protégé, можуть бути експортовані в безліч форматів, включаючи RDF (RDF Schema), OWL і XML Schema. Protégé має відкриту архітектуру, яка легко піддається модернізації за рахунок підтримки модулів розширення функціональності, підтримується значним співтовариством, що складається з розробників і вчених, урядових і корпоративних користувачів, котрі використовують його для розв'язання завдань, пов'язаних зі знаннями, у таких різноманітних галузях, як біомедицина, збір знань і корпоративне моделювання. Protégé OWL дозволяє описувати не тільки поняття, а й конкретні об'єкти і має багатий набір операторів:

наприклад, перетин, об'єднання і заперечення. Він заснований на логічній моделі, яка дає змогу створювати визначення, відповідні неформальному опису. Отже, визначення складних понять можуть бути побудовані на основі простіших визначень. Попри це, логічна модель дозволяє з'ясувати, які концепції відповідають заданим визначенням і перевірити, чи поняття і визначення в онтології взаємно узгоджуються.

Нині існує кілька методик побудови онтологій і всі вони базуються на принципах, запропонованих Т. Грубером [12]:

1. **Чіткість (Clarity)**. Онтологія повинна ефективно передавати значення термінів. Визначення мають бути об'єктивними, хоча мотиви введення термінів можуть визначатись ситуацією або вимогами обчислювальної ефективності. Для об'єктивізації визначень повинен використовуватись чітко фіксований формалізм, за якого потрібно логічно задавати визначення у вигляді логічних аксіом.

2. **Сумісність (Coherence)**. Онтологія має бути сумісною, тобто висновки, які можна зробити з визначень понять і співвідношень між ними, повинні бути сумісні з початковими термінами. Сумісність також має підтримуватись для описаних неформально понять. Якщо висновки, зроблені з формальних визначень, несумісні з неформальними описами, то онтологія вважається несумісною.

3. **Можливість розширення (Extendibility)**. Онтологія повинна бути побудована так, щоб її без додаткових зусиль можна було використовувати в окремих бібліотеках онтологій. Однією з найважливіших умов такого проектування є можливість визначення нових понять на основі існуючих в онтології елементів так, щоб це не вимагало зміни останніх.

4. **Мінімальна залежність від кодування (Minimal encoding bias)**. Проектована концептуальна схема не повинна залежати від конкретної мови, яка використовується для запису формалізованого опису. Залежність від кодування виникає тоді, коли вибір онтологічного представлення ґрунтується на сумісності з особливістю мови, якою записується онтологія. Ця залежність має бути мінімізованою, щоб різні бази онтологій, які використовують інші мови, могли без труднощів розуміти проєктовану онтологію.

5. **Мінімальна онтологічна фіксація (Minimal ontological commitment)**. Онтологія повинна містити якнайменше фактів про онтологію світу, який моделюється, надаючи при цьому свободу використання даної онтології в інших онтологіях. Якщо концептуальна схема завдання така, що опис онтології світу істотно необхідний, то цей опис має бути за можливості мінімальним. Варто обмежитися тільки перерахуванням термінів понять, не визначаючи співвідношення між ними, тобто побудувати «слабку» теорію. Тоді різні бази онтологій, що визначають онтологію світу по-своєму, зможуть надати цим поняттям свій сенс.

Литвин В. В., Пасічник В. В. та Яцишин Ю. В. запропонували методику побудови онтологій засобами Protégé, яка включає в себе сім кроків [6, с. 319].

Крок 1. Визначення галузі й масштабу онтології. Роботу над розробкою онтології потрібно почати з визначення її обсягу та галузі застосування. Для цього розробляють питання компетентності для перевірки відповідності онтології заданій предметній галузі, які надалі будуть виконувати функцію лакмусового папірця, даючи уявлення про повноту поданої інформації і рівень її деталізації.

Крок 2. Можливість використання наявних онтологій. Варто враховувати, що над задачею створення онтології, наприклад, у галузі матеріалознавства, працював ще хтось. Тоді потрібно перевірити можливість адаптації існуючих онтологічних систем для нашої конкретної предметної галузі. В іншому разі роботу потрібно розпочинати з нуля. На сьогодні є доступними багато розроблених онтологій у різних предметних

галузях і вони можуть бути успішно імпортовані в середовище проектування, вибране розробником.

Крок 3. Перелік важливих термінів в онтології. Корисно скласти список усіх термінів і їх властивостей, які несуть основну інформацію про задану предметну галузь. На початку важливо отримати повний список термінів, не турбуючись, чи є поняття класом або властивістю.

Крок 4. Визначення класів і їх ієрархії. Є декілька підходів для побудови ієрархії класів: зверху-вниз, знизу-вгору та комбінований процес.

Крок 5. Визначення властивостей класів. Після визначення певної кількості класів необхідно описати внутрішню структуру понять. Під час кроку 3 були вибрані класи зі створеного списку термінів. Більшість термінів, які залишаться, ймовірно, будуть властивостями цих класів. Усі підкласи класу успадковують властивість цього класу.

Крок 6. Визначення фацетів властивостей. Властивості можуть мати різні фацети, що описують тип і коефіцієнт (потужність) значення властивості, діапазон та інші характеристики, які вона може мати.

Крок 7. Створення екземплярів. Останній крок – це створення окремих екземплярів класів в ієрархії. Для визначення окремого екземпляра необхідно:

- 1) вибрати клас;
- 2) створити окремий екземпляр цього класу;
- 3) увести значення слотів.

Розглянемо приклад побудови онтології з предметної галузі «Інформаційні технології», що є основою для підготовки інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій. Побудова такої онтології дозволить постачати систему відомостями про добре описану семантику заданих слів і вказувати ієрархічну будову середовища, взаємозв'язок елементів. Усе це дозволить комп'ютерним програмам за допомогою онтологій робити висновки з наявної інформації й маніпулювати даними визначеннями. Попри це, інформаційні ресурси, використані в процесі прийняття рішень, є розподіленими. Сучасні мережеві технології і широке поширення інтернету надають можливість доступу і використання цих ресурсів шляхом об'єднання територіально розподілених джерел інформації такого роду. Онтологічний інтерфейс дозволяє візуалізувати у легкодоступній наочній формі результати інтеграції й агрегації розподілених інформаційних ресурсів у процесі організації взаємодії користувачів [9, с. 130].

Онтологія визначає загальноживані, семантично значущі «понятійні одиниці інформації», якими оперують інженери-розробники інформаційних систем. На відміну від інформації, закодованої в алгоритмах, онтологія забезпечує її уніфіковане і багаторазове використання багатьма групами інженерів, на різноманітних комп'ютерних платформах, під час розв'язування багатьох завдань.

Побудова онтології часто не є кінцевою метою. Онтології, як правило, далі використовуються іншими програмами для вирішення практичних цілей. На сучасному етапі розвитку науки є коло завдань, де застосування даної онтології може дати хороші результати:

- машинний переклад;
- тестуючі системи;
- інформаційний пошук;
- системи здобування знань;
- загальні системи ведення діалогу між комп'ютером і людиною;
- системи розуміння мови (автоматичне реферування тексту, рубрикація та ін.)

Отже, після вибору предметної галузі й перевірки наявних онтологій, можна приступити до 3 кроку: відбору вхідних даних, у нашому випадку це буде перелік важливих термінів у галузі «Інформаційні технології» (табл. 1), і 4 кроку: визначення ієрархії цієї онтології в Protégé (рис. 1).

Таблиця 2

Перелік важливих термінів в онтології

Інформаційні технології					
За способом реалізації в інформаційних системах					
Традиційні		Нові інформаційні технології			
За ступенем охоплення завдань управління					
Електронна обробка даних	Автоматизація функцій управління	Підтримка прийняття рішень	Електронний офіс	Експертна підтримка	
За класом реалізованих технологічних операцій					
Робота з текстовим редактором	Робота з табличним процесором	Робота із СКБД	Робота з графічними об'єктами	Мультимедійні системи	Гіпертекстові системи
За типом користувацького інтерфейсу					
Пакетні		Діалогові		Мережні	
За способом побудови мережі					
Локальні	Багаторівневі	Розподілені	Глобальні		
За предметними галузями обслуговування					
Бухгалтерський облік	Банківська діяльність	Податкова діяльність	Страхова діяльність	Інші	

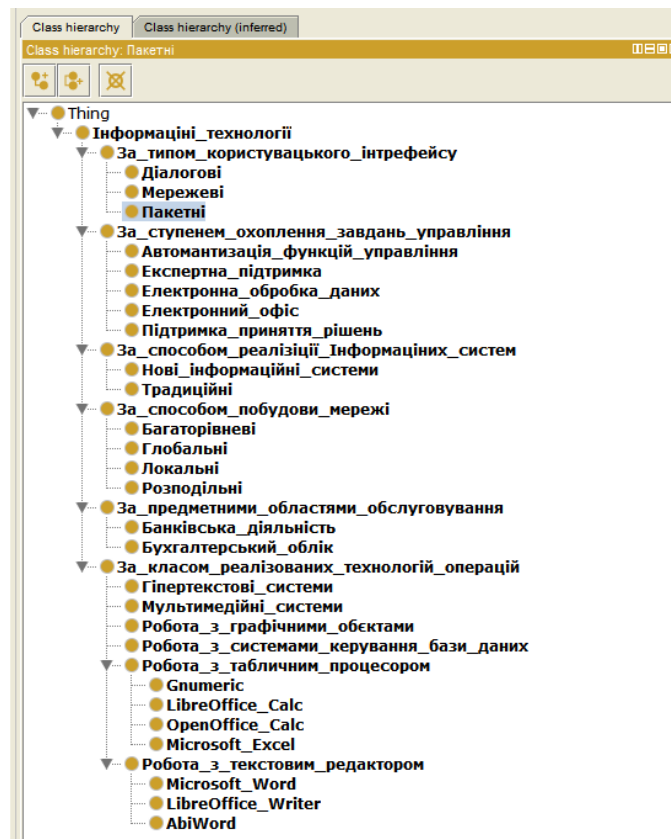


Рис. 1. Вікно введення ієрархії класів в Protégé

Після введення класів необхідно перейти до наступного кроку і надати цим класам властивості, щоб поняття предметної галузі були наповнені певним змістом і перебували у певних зв'язках один з одним. У Protégé є два основні типи властивостей: властивості об'єкта (Object Properties) – відносини між двома екземплярами (рис. 2а) і властивості типів даних (Data Properties), які зв'язують об'єкт із значенням типу даних (рис. 2б).

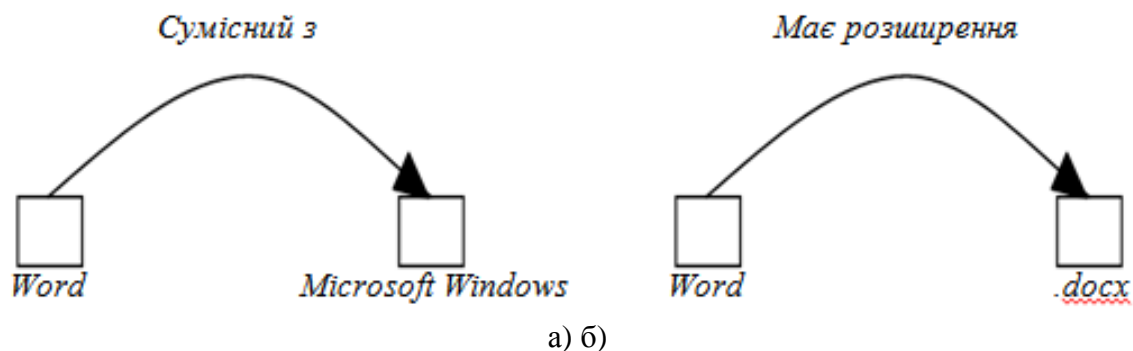


Рис. 2. Види властивостей в Protégé

Для створення властивостей об'єкта необхідно перейти в закладку «Object Properties». Властивості об'єкта створюються таким же способом, що і класи. Зміст і значення характеристик можна конкретизувати шляхом використання відповідних характеристик властивостей. У Protégé виділяють такі властивості:

1) функціональні (Functional) – якщо для даного індивіда (примірнику) може існувати не більше одного індивіда, який має відношення до першого індивіду через цю властивість, то ця властивість є функціональною;

2) обернено-функціональні властивості (Inverse functional) – якщо властивість є зворотною функціональній властивості, то це означає, що властивість є обернено-функціональною;

3) транзитивні (Transitive) – якщо властивість транзитивна, то вона пов'язує індивіда a й індивіда b , а також індивіда b пов'язує з індивідом c , і ми можемо стверджувати, що індивід a пов'язаний з індивідом c через цю властивість;

4) симетричні (Symmetric) – якщо властивість – симетрична, то вона пов'язує індивід a з індивідом b , і індивід b пов'язаний також з індивідом a через таку саму властивість p ;

5) асиметричні (Asymmetric) – якщо властивість p асиметрична, то вона пов'язує індивіда a з індивідом b , й індивід b не може бути пов'язаний з індивідом a через властивість p ;

6) рефлексивні (Reflexive) – властивість p називається рефлексивною, коли індивід a повинен бути пов'язаний із собою;

7) іррефлексивні (Irreflexive) – якщо властивість p є іррефлексивною, то вона пов'язує індивіда a з індивідом b , де індивід a і індивід b обов'язково різні [8].

Після того, як введено основні класи онтології, визначено їхні властивості та встановлено умови їх взаємозв'язку для забезпечення конкретизації предметної галузі вводяться екземпляри (об'єкти) класів. Об'єкти є найнижчим рівнем онтології й успадковують всі властивості класів, до яких вони належать. Прикладами об'єктів в онтології інформаційних технологій можуть бути конкретні програмні продукти або пакети програм. Якщо об'єкт має під собою інші об'єкти, то він автоматично стає класом. Фрагмент вікна редактора Protégé з налаштуванням властивостей класу Microsoft_Word у предметній галузі «Інформаційні технології» подано на рис. 3.

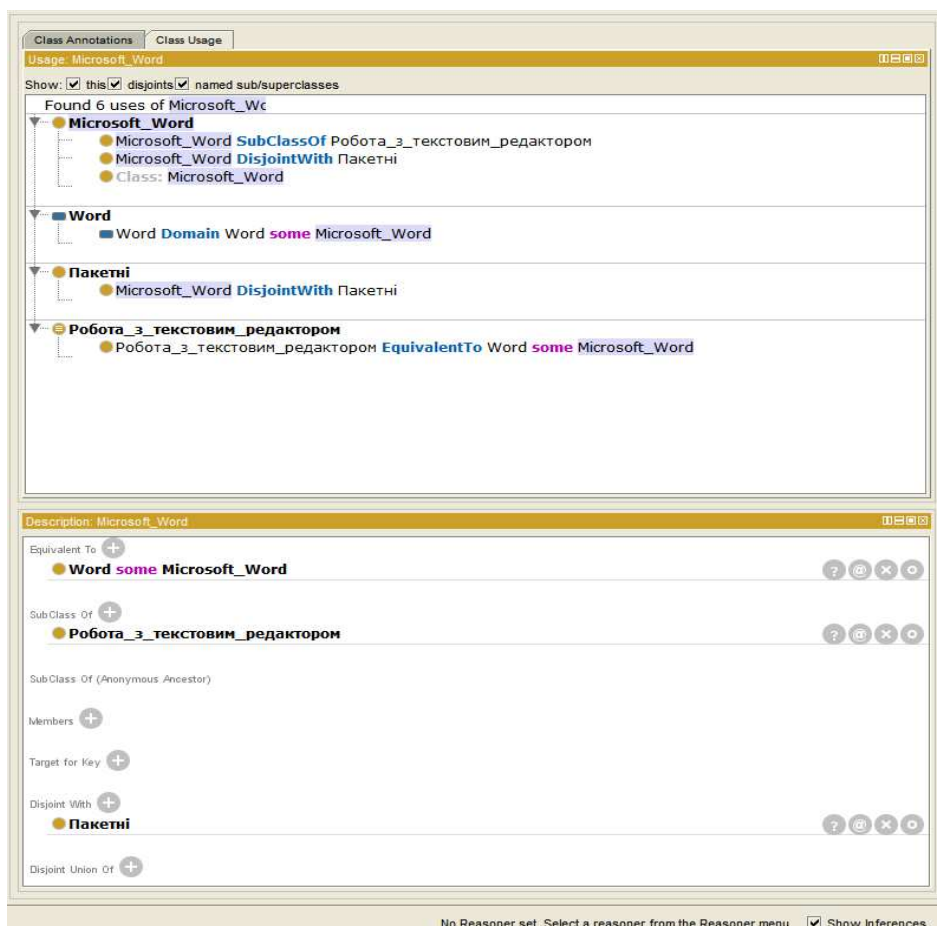


Рис. 3. Вікно налаштування властивостей класу *Microsoft_Word* в *Protégé*

Наступним кроком є створення екземплярів класів. Потрібно пам'ятати, що екземпляри можна задавати тільки для конкретних, а не абстрактних класів. Так для класу *Робота_з_графічними_об'єктами* були задані екземпляри: *Paint*, *Adobe Photoshop*, *Microsoft photo editor*, *Corel Draw*. Причому цей клас має також слоти (у даному випадку – режими роботи графічного редактора): вибір і налаштувань інструмента, вибір робочих палітр, робота із зовнішніми пристроями, режим малювання.

Описавши всі класи, властивості, обмеження й об'єкти та задавши екземпляри предметної галузі, одержуємо базу знань, що є основою для побудови інформаційних систем, здатних здійснювати операції над інформацією. Створену онтологію в редакторі *Protégé* можна відображати також у вигляді графу й експортувати у формат, зрозумілий для інших редакторів, котрі використовуються безпосередньо для розробки інтелектуальних систем (*CLIPS*, *HTML*, *RDF*, *OWL*), що є дуже важливим для вирішення практичних цілей у подальшій діяльності майбутнього інженера-педагога.

Окрім того, І. С. Чистякова вважає, що використання онтологій непрямим чином відноситься до інженерії онтологій [11]. Необхідно виділити це окремих пунктом, ґрунтуючись на тому факті, що онтологія може бути повторно використовуваним компонентом (як повністю, так і її частини).

Існують різні аспекти використання онтологій: зберігання, створення реєстрів, пошук, повторне використання тощо. При цьому у навчальній діяльності інженера-педагога необхідно розкрити суть основних операцій над онтологіями [15].

Якщо для розв'язання того чи іншого завдання необхідна онтологія, якої немає, але вона може бути отримана з інших існуючих, то тоді виникає потреба виконання послідовності операцій над існуючими онтологіями з метою побудови необхідної.

1. *Злиття онтологій* (ontology merging). Створення нової узгодженої онтології, яка об'єднує в собі дві (або більше) інших онтологій. Багато дослідників вважають, що злиттю можуть піддаватися онтології з однієї тематичної предметної галузі. Також загальноприйнятою вимогою є те, що нова онтологія містить всі знання з вихідних онтологій з найменшими можливими змінами. Однак ця вимога в деяких випадках не може бути повністю виконаною, оскільки вихідні онтології можуть бути несумісними. У цьому разі для досягнення сумісності кінцевої онтології треба пожертвувати вимогою повноти. Об'єднана онтологія може містити нові поняття і відносини, які є «сполучною ланкою» між термінами оригінальних онтологій.

2. *Зіставлення онтологій* (ontology matching) є перспективним напрямком у розв'язанні проблем семантичної неоднорідності. Воно розв'язує завдання знаходження відповідності між семантично пов'язаними сутностями двох онтологій. Таке зіставлення може використовуватися для розв'язання різних завдань, наприклад, злиття онтологій (ontology merging), отримання відповідей на запити, трансляція даних, навігація по семантичному інтернету. Отже, зіставлення онтологій дозволяє здійснювати оперування даними і знаннями, представленими в цих онтологіях. З огляду на важливість цього аспекту в маніпулюванні онтологіями, був створений сайт (<http://www.ontologymatching.org/>), що містить літературу, презентації, оцінки, проекти, корисні посилання в цій галузі.

3. *Відображення онтології* (ontology mapping). Відображення однієї онтології в іншу – це функція перетворення однієї онтології в іншу або результат такого перетворення. Переважно це означає відображення понять і відносин. У найпростішому випадку поняття і відносини однієї онтології відображаються у відповідні поняття і відносини іншої. У більш складних випадках примітивні (атомарні) поняття і відносини можуть відображатися в складні поняття і відносини та навпаки. Відображення може бути частковим у тому сенсі, що в повному обсязі поняття вихідної онтології відображаються в результуючу. Це означає, зокрема, що у вихідній онтології існує під-онтологія, для якої існує повне відображення. Відображення не повинно мати ніяких невідповідностей.

4. *Узгодження онтологій* (alignment) – це процес відображення онтологій в обох напрямках. Воно може бути лише частковим. Специфікація узгодження називається артикуляцією. Співвідношення полягає в тому, щоб встановити різні види відповідностей між двома онтологіями, а потім зберегти вихідні онтології разом з інформацією про знайдені відповідності, щоб надалі використовувати інформацію про взаємозв'язки онтологій. У деяких випадках допускається додавання нових понять і відносин до початкових онтологій для того, щоб знайти відповідне двостороннє відображення. Також пропонуються варіанти, коли використовується ступінь (точність) встановлюваних відповідностей.

5. *Уточнення онтології* (ontology refinement). Під уточненням онтології розуміється таке зіставлення онтології *A* з іншою онтологією *B*, що кожному поняттю з онтології *A* ставиться відповідне еквівалентне йому поняття у *B*. Примітивним поняттям з онтології *A* можуть відповідати непримітивні поняття онтології *B*.

6. *Уніфікація онтології* (ontology unification). Онтологія наводиться до якогось канонічного (еталонного) подання. Для уніфікації повинна задаватися вихідна онтологія, яка приводиться до результуючої згідно заданої канонічної онтології. Завдання уніфікації безлічі вихідних онтологій стає актуальним у роботі з гетерогенними онтологіями.

7. *Інтеграція онтологій* (ontology integration). Це операція знаходження однакових частин (тобто встановлення відповідності) двох різних онтологій *A* і *B*, при розробці нової онтології *C*. Інтеграція дає змогу виконати переклад між онтологіями *A* і *B*, дозволяючи здійснювати взаємодію між двома системами, де одна використовує онтологію *A*, а інша – онтологію *B*. Нова онтологія *C* може замінити онтології *A* і *B* або може використовуватись як проміжна онтологія для перекладу між двома онтологіями. Залежно від поставлених цілей рівень інтеграції може змінюватися від узгодження до уніфікації. Відмінність інтеграції від злиття (merging) полягає в такому:

- інтеграція встановлює відповідність, а злиття дає одну результуючу онтологію;
- інтеграція, як правило, діє над онтологіями різних доменів, а злиття – одного домену.

8. *Спадкування онтології* (ontology inheritance). Це означає, що онтологія *A* успадковує все з онтології *B*: усі поняття, відносини, обмеження, аксіоми, додаткові знання, що містяться в онтології, не вносячи при цьому неузгодженостей. Можна сказати, що це родовідне відношення між онтологіями, коли вид успадковує всі властивості роду і при цьому має свої додаткові видові властивості. Родова онтологія описує загальні знання, а видова – спеціалізовані знання, які базуються на загальних.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Проведено аналіз навчальної і методичної літератури з дисципліни «Інтелектуальні системи» і проблем створення і застосування онтологій предметних галузей у навчальній діяльності, проаналізовано літературу для побудови онтології з предметної галузі «Інформаційні системи», виявлені предметні лінії і ключові поняття.

2. Побудована онтологія предметної галузі «Інформаційні системи» з використанням програмного забезпечення Protege OWL.

3. У ході навчального процесу застосування такого роду підходу до навчання майбутнього інженера-педагога дозволить об'єднати великі обсяги інформації в єдину базу знань, яка може поєднувати в собі кілька навчальних дисциплін і бути фактично розподіленою в Інтернеті, що дозволить зробити її незалежною від інтерпретації конкретного навчального процесу. Роль навчальних систем у такому разі буде зведена до ролі інтелектуальних агентів, які будуть робити вибір з бази знань залежно від контексту навчання (також можлива побудова агентів для автоматичного доповнення або зміни такої бази знань у зв'язку з новою інформацією). Це дозволить інженерам-педагогам візуалізувати у легкодоступній наочній формі результат процесів інтеграції й агрегації розподілених інформаційних ресурсів у процесі організації взаємодії користувачів.

4. Ще одна важлива особливість такої системи побудови знань – можливість будувати тестуючі програмні системи, які будуть генерувати контрольні завдання, на основі семантики описаних онтологій. Очевидно, що такі системи побудови контролю знань набагато перевершують існуючі нині тести, орієнтовані на вибірку одного з кількох варіантів відповідей. Як інструмент для опису предметної галузі система онтології повинна виявитися корисною для всіх фахівців, які стикаються у своїй роботі з проблемою пошуку, уявлення і використання знань.

5. Запропоновані рішення можуть слугувати базисом для створення алгоритмів і методів організації процесів видобування, перетворення, завантаження даних та інших технологій інтеграції у сховищах, вітринах даних чи інтегрованих або розподілених базах даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волкова Т. В. Моделирование подготовки инженера-педагога в галузі комп'ютерних технологій до інформаційно-аналітичної діяльності / Т. В. Волкова // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. – 2012. – № 30. – С. 200–204.
2. Довгий С. О. Комп'ютерні онтології та їх використання у навчальному процесі. Теорія і практика: монографія / С. О. Довгий, В. Ю. Велічко, Л. С. Глоба, О. Є. Стрижак та ін. – К.: Інститут обдарованої дитини, 2013. – 310 с.
3. Климов С. О. Развивающийся человек в мире профессий / Е. А. Климов. – Обнинск, 1993. – 56 с.
4. Козіброда С. В. Застосування онтології комп'ютерних систем під час практичної діяльності майбутнього інженера-педагога / С. В. Козіброда // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Педагогіка / гол. ред. Г. Терещук, 2014. – № 1. – С. 204–212.
5. Лапшин В. А. Онтологии в компьютерных системах / В. А. Лапшин. – М.: Научный мир, 2010. – 222 с.
6. Литвин В. В. Интеллектуальные системы / В. В. Литвин, В. В. Пасічник, Ю. В. Яцишин. – Львів: Новий Світ – 2000, 2013. – 406 с.
7. Малышевский О. В. Актуальные проблемы профессиональной подготовки инженеров-педагогов / О. В. Малышевский // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2013. – № 4 (5). – С. 28–30.
8. Муромцев Д. И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé: методическое пособие / Д. И. Муромцев. – СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2007. – 62 с.
9. Попова М. А. Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі / М. А. Попова, О. Є. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1 – С. 127–135.
10. Стрижак О. Є. Методика створення онтологічного інтерфейсу у середовищі WEB-порталу / О. Є. Стрижак, М. А. Попова, К. В. Ляшук // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2014. – № 2. – С. 78–84.
11. Чистякова И. С. Инженерия онтологий / И. С. Чистякова // Инженерия программного обеспечения. – 2014. – № 4 (20). – С. 53–68.
12. Gruber T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing / T. R. Gruber // International Journal Human-Computer Studies, 1995. – 43 (5–6). – 907–928 P.
13. Gruber T. R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases / T. R. Gruber, J. A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference / eds. Morgan Kaufmann, 1991. – 601–602 P.
14. Noy N. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI – 2001 – 0880, March 2001 / N. Noy, D. L. McGuinness. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf – Назва з екрана.
15. Operations on Ontologies. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/operations-on-ontologies.html>. – Назва з екрана.

Матеріал надійшов до редакції 31.03.2016 р.

СОЗДАНИЕ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ БУДУЩИМ ИНЖЕНЕРОМ-ПЕДАГОГОМ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОФИЛЯ

Козіброда Сергей Владимирович

аспірант кафедри комп'ютерних технологій інженерно-педагогічного факультета
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
г. Тернополь, Украина
vaaaav91@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена проблема создания онтологии предметной области в учебном процессе будущего инженера-педагога в области компьютерных технологий. Сконструировано онтологию предметной области «Информационные системы», что

позволило об'єднати велике кількість існуючої інформації в загальну базу знань, яка об'єднує в собі декілька навчальних дисциплін. В процесі дослідження показано, що програмний продукт Protégé OWL найбільш оптимальний для онтології комп'ютерних систем в процесі підготовки майбутніх інженерів-педагогів і дозволяє описати не тільки поняття, а й конкретні об'єкти, він оснований на логічній моделі, яка дозволяє створювати визначення предметної області «Інформаційні системи», що відповідають неформальним описанням. Розроблено структуру і методику конструкції і подальшого використання онтології предметної області «Інформаційні системи» в професійній діяльності інженера-педагога комп'ютерного профілю.

Ключевые слова: інженер-педагог; база знань; предметна область; інформаційні технології.

CREATION OF THE DOMAIN KNOWLEDGE ONTOLOGY BY THE FUTURE ENGINEERS-TEACHERS IN THE AREA OF COMPUTER TECHNOLOGY

Serhiy V. Kozibroda

post-graduate student of Department of Engineering and Education

Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, Ternopil, Ukraine

vaaaav91@mail.ru

Abstract. The problem of creation of the domain knowledge ontology in education of future engineering teachers in branch of Information Technology is considered in the article. The ontology of Information System domain knowledge has been built. This enables to combine a huge amount of existing information into a single knowledge base that combines several disciplines. It has been shown in the process of investigation that Protege OWL programming product is the best for the creation of computer system ontology in preparing future engineering teachers and makes it possible to describe not only concepts, but also specific objects. It is based on a logical model that allows creating definitions of Information System domain knowledge of informal description. The structure and methods of building and using in future the ontology of Information System domain knowledge in the professional activity future engineering teachers in the area of computer technology has been studied.

Key words: engineering teachers; ontology; knowledge base; domain knowledge; information technology

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Volkova T. V. The Model of Training Engineering Teachers in the Sphere of Computer Technologies to the Informational and Analytical Activity/T. V. Volkova// Suchasni informacijni tekhnologhiji ta innovacijni metodyky navchannja v pidghotovci fakhivciv: metodologhija, teorija, dosvid, problemy. – 2012. – #30. – S. 200–204. (in Ukrainian)
2. Dovghyj S. O. The computer ontologies and their use in the educational process.Theory and practice: monograph / S. O. Dovghyj, V. Ju. Velichko, L. S. Ghloba, O. Je. Stryzhak ta in. – K.: Instytut obdarovanoji dytyny, 2013. – 310 s. (in Ukrainian)
3. Klimov Je. O.. A Developing Person in the World of Professions / Ye. A. Klimov – Obninsk, 1993. – 56 s. (in Russian)
4. Kozibroda S. V. Application of Computer System Ontology in Practical Activity of Future Engineering Teachers/ S. V. Kozibroda// Naukovi zapysky Ternopiljskogo nacionaljnogho pedagoghichnogho universytetu imeni Volodymyra Ghnatjuka. Ser. Pedagoghika / Editor-in-Chief H.Tereshchuk, 2014. – #1. – S. 204–212. (in Ukrainian)
5. Lapshin V .A. Ontologies in computer systems / V. A. Lapshin // Ontologies in computer systems.– Moscow: Nauchnyj mir.– 2010.– 222 s. (in Russian)
6. Lytvyn V. V. Intellectual Systems / V. V. Lytvyn, V. V. Pasichnyk, Ju.V. Jacyshyn, – Lviv: Novyj Svit – 2000, 2013. – 406 s. (in Ukrainian)

7. Malyshevskii O. V. Current Problems in Engineering Teachers' Professional Training/O. V. Malyshevskii// Azimut nauchnyh issledovanij: pedagogika i psihologija. – 2013. – # 4 (5) – S. 28–30. (in Russian)
8. Muromtsev D. I. The Ontological Engineering of Knowledge in Protégé System: Resource Book/D. I. Muromtsev – Saint Petersburg: SPb GU ITMO Publishers: 2002. – 62 s. (in Russian)
9. Popova M. A. The ontological interface as a means of presenting the information resources in GIS-environments / M. A. Popova, O. Ye. Stryzhak // Uchenye zapysky Tavrycheskogho nacyonaljnogho unyversyteta ymeny V. Y. Vernadskogho. Seryja: Gheoghrafyja. – 2013. – T. 26 (65). – # 1 – S. 127–135 (in Ukrainian)
10. Stryzhak O. JE. Methods of Creating the Ontological Interface in Web Portal Medium / O. Ye. Stryzhak, M. A. Popova, K. V. Liashuk// Radioelektronni i komp'juterni systemy. – 2014. – # 2. – S. 78–84. (in Ukrainian)
11. Chistiakova I. S. The Ontology Engineering/I. S. Chistiakova/ Inzhenerija proghramnogho zabezpechennja. – 2014. – # 4 (20). – S. 53–68. (in Ukrainian)
12. Gruber T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing / T.R.Gruber // International Journal Human–Computer Studies, 1995. – 43(5–6). – 907–928 P. (in English)
13. Gruber T. R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases / T. R. Gruber, J. A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference / eds. Morgan Kaufmann, 1991. – 601–602 P. (in English)
14. Noy N. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology [online] // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL–01–05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI – 2001 –0880, March 2001 / N. Noy, D. L. McGuinness. – Available from: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf – Name of the screen. (in English)
15. Operations on Ontologies. [online]. – Available from: <http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/operations-on-ontologies.html>. – Name of the screen. (in English)

Conflict of interest. The author has declared no conflict of interest.



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.