

М.А. Кухар

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ МНОЖИН ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЛІНГВІСТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В ОНТОЛОГІЇ

Зараз виникає актуальна науково-практична задача, яка полягає в представленні суперечливих знань багаторівневих систем адміністрування.

Задача передбачує перетворення декларативні знання у вигляді математичних моделей для організації системи підтримки прийняття рішень з використанням теорії множин.

У дослідженні використані методи: аналізу, теорії множин, математичного моделювання, корпусної лінгвістики, онтологічного інжинірингу.

Ключові слова: формалізація, теорія, логіка предикатів, корпусна лінгвістика, онтологія, теорія множин, модель.

Постановка проблеми

Світовий досвід свідчить про те, що інтелектуальні інформаційні системи підтримки прийняття рішень є невіддільною частиною функціонування сучасного суспільства.

У сучасних умовах найбільш ефективними для формального представлення знань в системах підтримки прийняття рішень є математичне моделювання, яке можливо використовувати для представлення декларативних знань.

Тому, зараз виникає актуальна науково-практична задача, яка полягає в представленні суперечливих і, в значній мірі, суб'єктивних знань багаторівневих систем адміністрування слабоструктурованих предметних галузей.

Науково-практична задача передбачує перетворення декларативні знання предметної галузі у вигляді математичних моделей для організації системи підтримки прийняття рішень з використанням теорії множин.

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є розробка моделей представлення знань з використання теорії множин в онтології.

Об'єкт дослідження – процес підтримки прийняття рішень в багаторівневих системах.

Предмет дослідження – математичні моделі представлення знань в багаторівневих системах адміністрування з використанням теорії множин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Був проведений аналіз ряду праць пов'язаних з використанням математичного апарату для представлення декларативних знань [1-4].

Онтологічний інжиніринг був відповіддю науки на потреби свого часу, то і поява їх відбулася відразу в декількох галузях знань. Цю точку зору поділено авторами робіт [5, 6], які вважають, що в проектуванні онтологій умовно можна виділити два напрямки, що до деякого часу розвивалися окремо.

На даний час існують онтології, що були розроблені для використання в конкретних проєктах. Це свідчить про те, що подібні онтології відрізняються від стандартних.

Наприклад, метод побудови онтології компанії Сус. В рамках проєкту Сус були розроблені перші інструментальні засоби інженерії знань і, зокрема, мова представлення знань CusL. Саме в рамках цього проєкту вперше було поставлено і, в обмеженому обсязі, вирішено завдання формування великих баз знань, верифікації таких баз, а також завдання виведення на основі знань [7, 8].

Метод Усколда і Кінга був запропонований за результатами розробки онтології моделювання бізнес-процесів Enterprise Ontology [7, 9].

Методологія Грюнінгера і Фокса, як і багато інших методологій та методів онтологічного інжинірингу першого покоління, була сформована на основі досвіду розробки конкретної онтології Tove [7, 10].

Методологія Methontology [7, 11] розроблена в лабораторії Мадридського політехнічного університету. Відмінною ознакою цієї методології є те, що Methontology сформована на базі аналізу і переосмислення основних видів діяльності, властивих процесам розробки програмного забезпечення та інженерії знань. Таким чином, Methontology інтегрує досвід проектування складних об'єктів з двох галузей знань.

Деякі кроки в напрямі розробки онтології були зроблені в загальнонаукових дисциплінах [12, 13].

Були розглянуті класифікації онтології: семантична та прагматична [14].

Виклад основного матеріалу

Дана робота присвячено розробленню моделей формалізації згідно з методом розробки онтології для заповнення баз знань системи підтримки прийняття рішень.

Загалом існують багато рекомендацій згідно побудови онтології в різних галузях діяльності людини, але на даний момент відсутній загальної процедури створення онтологій. Деякі кроки в

цьому напрямі були зроблені, але вони не враховують складність побудови онтології для комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень складних процесів, в тому числі багаторівневих систем адміністрування. Зважаючи на світовий досвід в розробці онтологій, запропонована послідовність кроків побудови онтології претворення декларативних знань, що розділений на 4 логічні частини (див. рис.1):

- початкові кроки онтології;
- ієрархія елементів онтології;
- формалізація елементів онтології;
- верифікація елементів онтології.



Рис. 1. Послідовність кроків методу побудови онтології декларативних знань багаторівневих систем

В цій роботі увага приділяється 3 логічній частині.

Насамперед, знання предметної галузі представляються у вигляді узагальненої ієрархічної логіко-лінгвістична моделі, яка ілюструє декомпозицію цих знань до останнього лінгвістичного об'єкта за допомогою методів лінгвістичного аналізу та математичної логіки, як це показано на моделі (див. рис. 2).

Ця модель характеризує зв'язок наступного рівня знань з попереднім і характеризує залежність кожного рівня знань від поставленої задачі:

$$Dz = \{Dz^h\}, h = \overline{1, n}, \quad (1) \quad \text{де,}$$

$$Dz^1 = \{dz_\pi^1\}, \pi = \overline{1, q}, \quad (2)$$

Dz – множина знань предметної галузі

Dz^1 – множина знань першого рівня ієрархії предметної галузі,

$$Dz^2 = \{dz_\theta^2\}, \theta = \overline{1, x}, \quad (3)$$

$$Dz^3 = \{dz_\eta^3\}, \eta = \overline{1, v}, \quad (4)$$

$$Dz^n = \{dz_\zeta^n\}, \zeta = \overline{1, g}, \quad (5)$$

$$L = \{l_k^1\}, k = \overline{1, j}, \quad (6)$$

$$L \subset Dz^n, \dots; Dz^3 \subset Dz^2; Dz^2 \subset Dz^1, \quad (7)$$

Dz^2 – множина знань другого рівня ієрархії предметної галузі,

Dz^3 – множина знань третього рівня ієрархії предметної галузі,

Dz^n – множина знань останнього рівня ієрархії предметної галузі,

L – множина знань предметної галузі, яка представлена елементарними лінгвістичними об'єктами. Логічна, структурована сукупність елементарних лінгвістичних об'єктів представлена баштою множин характеризує ієрархію декларативних знань предметної галузі.

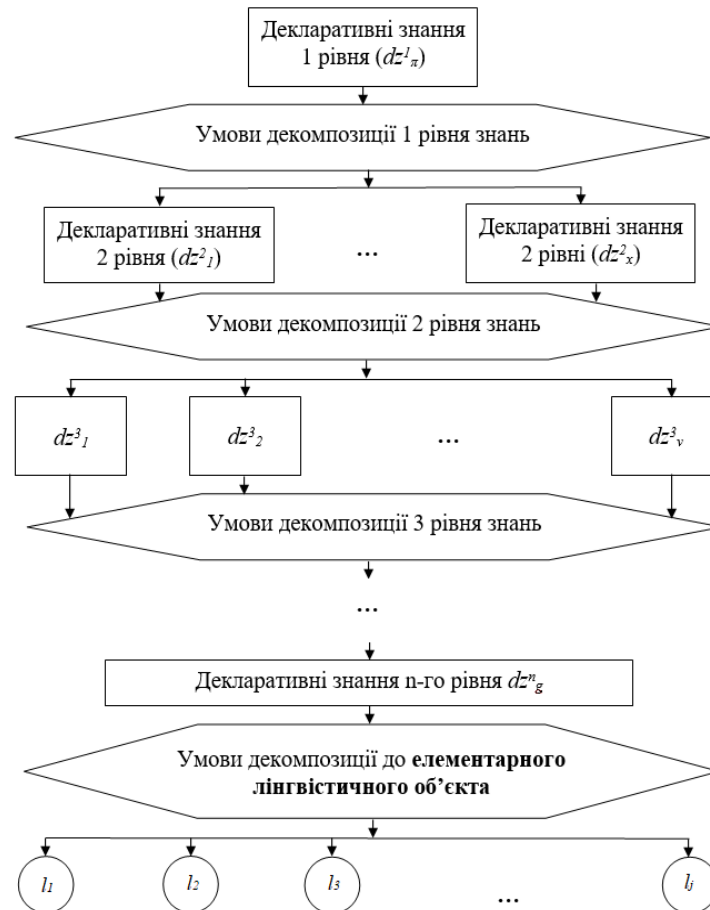


Рис. 2. Узагальнена ієрархічна логіко-лінгвістична модель, яка представляє декларативні знання предметної галузі до елементарного лінгвістичного об'єкта

Отримані елементарні лінгвістичні об'єкти характеризують структурні елементи, які необхідні для реалізації логіки вирішення поставлених задач в предметній галузі.

Елементарні лінгвістичні об'єкти представлені мовою корпусної лінгвістики є корпусами тексту, що описують елементи предметної галузі та несуть основне семантичне навантаження в розкритті основних знань необхідних для вирішення поставлених задач в предметній галузі. Знання представлені в аналітичному вигляді, вони будуть становити основу бази знань СППР в предметній галузі.

Таким чином, кожний елементарний лінгвістичний об'єкт характеризує знання в базі знань СППР предметної галузі необхідні для вирішення поставлених задач.

Висновки

В роботі використовувались методи: системного аналізу з ціллю наукового обґрунтування актуальності побудови системи прийняття рішень; корпусної лінгвістики та онтологічного інжинірингу з ціллю виявлення відносин між суб'єктами та об'єктами предметної галузі; теорії множин для представлення лінгвістичних об'єктів; математичного моделювання для формування моделей згідно теми та завдань дослідження. Розроблено моделі для представлення декларативних знань у формальному вигляді з використанням теорії множин.

У дослідженні вирішено актуальну науково-практичну задачу, яка полягає в представленні декларативних знань багаторівневих систем за

допомогою теорії множин. Ці моделі представлення знань були розроблені за рахунок використання онтологічного інжинірингу, корпусної лінгвістики, математичної логіки, а також алгебри відношень та алгоритмізації. Вони інтерпретують декларативні знання в аналітичному вигляді та описують зв'язки між множиною елементів.

Розроблена в дослідженні модель представлення декларативних знань дозволяє відобразити слабоструктуровані та суперечливі декларативні знання в ієрархічному, структурованому вигляді, представивши їх у вигляді множин, що можуть бути використані для подальшої розробки онтології в певній предметній галузі.

Основним результатом є те, що розроблена ієрархічна модель представлення знань для автоматизації виконання функцій і завдань адміністрування в багаторівневих системах, заснована на методах декомпозиції та математичної логіки, яка, на відміну від існуючих, представляє знання комбінованим логіко-семантичним способом, що дозволило підвищити ефективність прийняття рішень в слабоструктурованих галузях.

Результати дослідження мають важливе значення для організації діяльності в різних галузі діяльності з використанням великого об'єму документів та законів. Основні наукові та практичні результати роботи дають змогу зробити відповідні висновки.

Література

- Manos, B., Bournaris, T., Papathanasiou, J., Moulogianni, C., Voudouris, K. A. (2007) DSS for Agricultural Land Use, Water Management and Environmental Protection. *Environment, Ecosystems and Sustainable Development, Agios Nikolaos, Greece*, 3., 340-345.
- Carlson, C., Critto, A., Ramieri, E., Marcomini, A. (2007) Desyre decision support system for the rehabilitation of contaminated mega-sites. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3, 211-222.
- Giove, S., Agostini, P., Critto, A., Semenzin, E., Marcomini, A. (2006) Decision Support System for the management of contaminated sites: a multi-criteria approach. *Environmental Security in Harbors and Coastal Areas: Management Using Comparative Risk Assessment and Multi-Criteria Decision Analysis*. Amsterdam, 267-273.
- Rajbhandari, S., Aryal, J., Osborn, J., Musk, R., Lucieer, A. (2017) Benchmarking the Applicability of Ontology in Geographic Object-Based Image Analysis. *Discipline of Geography and Spatial Sciences, University of Tasmania*, 1-24.
- Никоненко, А.А. Обзор баз знаний онтологического. [Текст] / А.А. Никоненко // Искусственный интеллект. 2009. №4. С. 208-219.
- Соловьев, В.Д. Онтологии и тезаурусы. [Текст] / В.Д. Соловьев, Б.В. Добров, В.В. Иванов, Н.В. Лукашевич - К.: Москва. 2006. 173 с.
- Анцибор, Д. В. Методи створення та використання онтологій як основи інформаційних систем. [Текст] / Д.В. Анцибор - Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». 2015. 87с.
- Ефименко, И.В. Онтологическое моделирование: подходы, модели, методы, средства, решения. [Текст] / И.В. Ефименко, В.Ф. Хорошевский - Москва : Изд. дом Высшей школы экономики. 2011. 76 с.
- Dietz, J. Enterprise Engineering Enterprise Ontology. Retrieved from: http://www.siks.nl/map_IO_Archi_2006/J.Dietz.pdf (date of appeal 20.01.2018).
- TOVE Ontology Project. Retrieved from: <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove/> (date of appeal 20.03.2020).
- Fernandez, M., Gomez-Perez, A., Juristo, N. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. Retrieved from: http://oa.upm.es/5484/1/METHONTOLOGY_.pdf (date of appeal 20.03.2020).
- IDEF5 Method Report. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, September 1994. Retrieved from: <http://www.idef.com/pdf/Idef5.pdf> (date of appeal 20.03.2020)
- Gruber, T. (1995) Towards principles for the design of Ontologies used for knowledge sharing. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5/6), 907-928.
- Гладун, А.Я. Онтологии в корпоративных системах. [Текст] / А.Я. Гладун, Ю.В. Розушина // Часть I. Корпоративные системы. 2006. № 1. С. 41-47.

References

- Manos, B., Bournaris, T., Papathanasiou, J., Moulogianni, C., Voudouris, K. A. (2007) DSS for Agricultural Land Use, Water Management and Environmental Protection. *Environment, Ecosystems and Sustainable Development, Agios Nikolaos, Greece*, 3., 340-345.
- Carlson, C., Critto, A., Ramieri, E., Marcomini, A. (2007) Desyre decision support system for the rehabilitation of contaminated mega-sites. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3, 211-222.
- Giove, S., Agostini, P., Critto, A., Semenzin, E., Marcomini, A. (2006) Decision Support System for the management of contaminated sites: a multi-criteria approach. *Environmental Security in Harbors and Coastal Areas: Management Using Comparative Risk Assessment and Multi-Criteria Decision Analysis*. Amsterdam, 267-273.
- Rajbhandari, S., Aryal, J., Osborn, J., Musk, R., Lucieer, A. (2017) Benchmarking the Applicability of Ontology in Geographic Object-Based Image Analysis. *Discipline of Geography and Spatial Sciences, University of Tasmania*, 1-24.
- Nikonenko, A.A. (2009) Obzor baz znaniy ontologicheskogo [Ontological Knowledge Base Overview]. *Iskusstvennyy intellektu*, 4, 208-219.
- Solov'yev, V.D., Dobrov, B.V., Ivanov, V.V. (2006) Lukashovich N.V. *Ontologii i tezaurusy* [Ontologies and Thesauri]. Kiev, Moskva, 173.
- Ancybor, D. V. (2015) *Metody stvorennja ta vykorystannja ontolohij jak osnovy informacijnyx system*. [Methods of creating and using ontologies as the basis of information systems]. Kiev, Nacional'nyj texničnyj universytet Ukrajinny «Kyjivskij politexničnyj instytut», 87.

8. Efimenko, I.V., Khoroshevskiy, V.F. (2011) Ontologicheskoye modelirovaniye: podkhody. modeli. metody. sredstva. resheniya. [Ontological modeling: approaches, models, methods, tools, solutions]. Moscow, Izd. dom Vysshey shkoly ekonomiki, 76.
9. Dietz, J. Enterprise Engineering Enterprise Ontology. Retrieved from: http://www.siks.nl/map_IO_Archi_2006/J.Dietz.pdf (date of appeal 20.01.2018).
10. TOVE Ontology Project. Retrieved from: <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove/> (date of appeal 20.03.2020).
11. Ferndndez, M., Gomez-Perez, A., Juristo, N. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. Retrieved from: http://oa.upm.es/5484/1/METHONTOLOGY_.pdf (date of appeal 20.03.2020).
12. IDEF5 Method Report. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, September 1994. Retrieved from: <http://www.idef.com/pdf/Idef5.pdf> (date of appeal 20.03.2020).
13. Gruber, T. (1995) Towards principles for the design of Ontologies used for knowledge sharing. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5/6), 907-928.
14. Gladun, A.Ya., Rogushina, Yu.V. (2006) Ontologii v korporativnykh sistemakh. Chast I. [Ontologies in corporate systems. Part I] *Korporativnyye sistemy*, 1, 41-47.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. К.О. Метешкін, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна.

Автор: КУХАР Максим Анатолійович
кандидат технічних наук, асистент кафедри
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - maksimposhta@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8305-6269>

APPLICATION OF THE THEORY OF THE SETS TO REPRESENT THE LINGUISTIC OBJECTS IN ONTOLOGY

M. Kukhar

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

World experience shows that intelligent information systems for decision support are an integral part of modern society functioning. The basis of many tasks that lies in the development of decision support systems is the presentation of knowledge of a particular subject field. Each decision-support system, depending on the application field, has its own characteristics that characterize the main objectives of this subject area, among which, for example, the presentation of knowledge of multi-level administration systems for decision support purposes. In modern conditions, mathematical modeling is the most effective for the formal representation of knowledge in decision support systems which can be used to represent declarative knowledge of land relations.

Therefore, urgent scientific practical problem is relevant now that lies in the representing contradictory knowledge in multilevel administration systems.

The scientific and practical task envisages the transformation of declarative knowledge of the subject field in the form of mathematical and informational models using elements of set theory.

The task envisages the transformation of declarative knowledge in the form of mathematical models with using set theory.

The research used methods: analysis, set theory, mathematical modeling, corpus linguistics, ontological engineering.

The results of the study are important for organizing activities in a variety of industries using a large body of documents and laws.

The purpose of this work is to develop models of knowledge representation on the use of set theory in ontology.

The object of research is the process of decision support in multilevel systems.

Subject of research is the mathematical models of knowledge representation in multilevel administration systems using set theory.

Keywords: formalization, theory, predicate logic, corpus linguistics, ontology, set theory, model.