

статистика, 1983. – 334 с. 3. Makinouchi A. A consideration on normal form of not-necessarily-normalized relation in the relational data model. In Proc. 3rd International Conference on Very Large Databases, pages 447-453, Tokyo, Oct. 1977. 4. Silberschatz A. Database System Concepts: 5th Edition / A. Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan. - McGraw-Hill, August 9, 2005. Режим доступу: <http://codex.cs.yale.edu/avi/db-book/db5/slide-dir/ch9.ppt> 5. Грабовецький Ю.В., Пасічник В.В. Методичні вказівки до вивчення теми “Ненормалізовані реляційні моделі даних” курсу “Бази та банки даних і знань” для студентів спеціальності 2202 “Автоматизовані системи обробки інформації й управління”. Ч.1,2. – Львів: ЛПП, 1990. – 44 с. 6. Берко А.Ю. Системи баз даних та знань. Книга 1. Організація баз даних та знань / Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. – Львів: Магнолія 2006, 2008. – 456 с. 7. Такеути Г. Теорія доказательств / пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 412 с. 8. Григорович А. Г., Григорович В. Г. Реляційне числення доменів для ненормалізованих відношень // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. – № 8(179) Ч.2. – 2012. – Луганськ. – С.24–30.

УДК 004.89

В. Литвин

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж

ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ УПРАВЛІННЯ СУХОПУТНИМИ ВІЙСЬКАМИ

© Литвин В., 2013

Розглянуто побудову системи прийняття рішень управління Сухопутними військами з використанням онтологічного підходу. Описано побудову сховищ даних такої системи, ядром якої є онтологія.

Ключові слова: онтологія, інтелектуальна система прийняття рішень, база знань, Сухопутні війська.

In the paper considers the construction of the system of decision-making control of the Army Ontology-based. We describe the construction of repositories of such a system, the core of which is the ontology.

Key words: ontology, intelligent system, knowledge base, ground forces.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Сухопутні війська (СВ) є системою, що являє собою множину складових частин – об'єктів, але меншого масштабу. Органи управління підрозділами відповідальні за їх розвиток та боєздатність. Тому формування необхідної інформаційної бази для прийняття управлінських рішень важливе як для СВ загалом, так і для окремого підрозділу нижчого рівня.

Під час математичного моделювання бойових дій [1] можна виділити ряд параметрів, які впливають на результат. До таких параметрів для моделювання бойових дій Сухопутних військ належать:

- відстань між військами;
- характеристики ходових властивостей механізованих військ;
- місцевість:

- проходження місцевості (коефіцієнт супротиву руху);
- видимість цілі (ймовірність знаходження цілі);
- ймовірність знищення цілі;
- сектор пошуку цілі;
- розподіл вогню по цілях противника;
- кількість необхідних вистрілів для знищення цілі (характеристика розсіювання, захищеність цілі, відстань).

Значення цих параметрів здебільшого прямо залежить від озброєння військ (тактико-технічних показників (ТТП) різного виду озброєнь), тобто від їх складу. Тому необхідні потужні програмні засоби для зберігання відповідної інформації. На наш погляд, така інформація повинна зберігатися в базі знань (БЗ), а не в базі даних, оскільки під час моделювання бойових дій важливу роль відіграє логічне виведення, яке можна реалізувати на основі знань про предметну область (ПО). Справді, якщо під час бойових дій ми зазнаємо деяких втрат, то логічне виведення необхідне для отримання певних рішень. Окрім того, на основі баз знань легше здійснювати петлю Бойда [2]. Оскільки ТТП озброєнь та структура військ, їх склад ґрунтується на певних нормативних документах, то ядром такої бази знань слугуватиме онтологія СВ України. Виникає проблема побудови інтелектуальної системи прийняття рішень, центральною компонентою якої є визначена вище БЗ.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Під час моделювання інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСППР) використовується поняття моделі ПО [3–4].

Модель предметної області (МПО) – система знань, яка необхідна для автоматичного синтезу алгоритму розв’язування задачі в деякій ПО. Ці знання складаються з об’єктів, які називають поняттями. Також до них належать зв’язки (відношення) між поняттями або твердження про властивості понять і зв’язків між ними. ІСППР мають такі характерні риси, важливі для моделювання її функціонування:

- містить систему знань про ПО, яка подана у вигляді моделі ПО;
- володіє механізмами міркувань, якими є метапроцедури, що використовують знання з метою вироблення рішень;
- володіє процедурами інтелектуального аналізу даних, тобто можливістю машинного навчання.

Сучасний розвиток ІСППР відбувається у двох напрямках:

- планування діяльності (дедуктивна модель);
- класифікація явищ (індуктивна модель).

Для дедуктивного виведення використовують методи пошуку всир, пошуку вглиб, евристичний пошук. Перші два методи ґрунтуються на повному переборі, що для складних прикладних задач веде до проблеми комбінаторного вибуху. Якість евристичного пошуку безпосередньо залежить від задання евристики, яка прямо залежить від ПО. Задача побудови якісних евристик поки що не розв’язана.

Для індуктивного виведення у кожній конкретній задачі метод вибирають з урахуванням головних цілей дослідження, фізичної і статистичної природи інформації, що використовує ІСППР, тощо. Як методи розв’язання таких задач використовуються алгоритми типу Lazy-Learning, зокрема, відомі алгоритми найближчого сусіда і k -ближніх сусідів, нейронні мережі, генетичні алгоритми, байєсівські мережі, дерева рішень.

Основним недоліком нейромережевої парадигми є потреба в дуже великому обсязі навчальної вибірки. Інший істотний недолік полягає в тому, що ваги декількох сотень міжнейронних зв’язків абсолютно не піддаються аналізу й інтерпретації людиною.

Популярність дерев рішень пов’язана з наочністю і зрозумілістю, але у них дуже гостра проблема значущості. Річ у тому, що окремим вузлам на кожному новому побудованому рівні

дерева відповідає все менша і менша кількість записів даних – дерево дробить дані на велику кількість окремих випадків, тому воно не даватиме статистично обґрунтованих відповідей. Як показує практика, в більшості систем, що використовують дерева рішень, ця проблема не знаходить задовільного рішення. Крім того, загальновідомо, і це легко показати, що дерева рішень дають корисні результати тільки у разі незалежних ознак. Інакше вони лише створюють ілюзію логічного виведення.

Генетичні алгоритми теж мають певні недоліки. Критерій відбору хромосом і використовувані процедури є евристичними і не гарантують знаходження “кращого” рішення. Крім того, ефективно сформулювати завдання, визначити критерій відбору хромосом здатен тільки фахівець. Через ці чинники сьогодні генетичні алгоритми треба розглядати швидше як інструмент наукового дослідження, ніж як засіб аналізу даних для практичного застосування.

Функціонування ІСППР – це постійний процес прийняття рішень на основі аналізу поточних ситуацій для досягнення певної мети. Природно виділити окремі етапи, які утворюють типову схему функціонування такої системи.

Отже, ІСППР під час роботи виконує такі завдання:

- безпосереднє сприйняття зовнішньої ситуації; результатом є формування первинного описування ситуації;
- зіставлення первинного опису зі знаннями системи і дослідження цього опису; результатом є формування вторинного опису ситуації у термінах знань системи. Цей процес можна розглядати як процес розуміння ситуації або як процес перекладу первинного опису на внутрішню мову системи. До того ж можуть змінюватися внутрішній стан системи та її знання.

Вторинний опис може бути несединим, і система може вибирати між різними вторинними описами. Крім того, система під час роботи може переходити від одного вторинного опису до іншого.

Якщо ми можемо формально задати форми внутрішнього подання описів ситуацій та операції над ними, можемо сподіватися на певний автоматизований аналіз цих описів.

Типова схема функціонування ІСППР складається з таких кроків:

- планування цілеспрямованих дій та прийняття рішень, тобто аналіз можливих дій та їх наслідків і вибір тієї дії, яка найкраще узгоджується з метою системи. Це рішення, загалом, формулюється деякою внутрішньою мовою (свідомо або підсвідомо);
- зворотна інтерпретація прийнятого рішення, тобто формування робочого алгоритму для здійснення реакції системи;
- реалізація реакції системи; наслідком є зміна зовнішньої ситуації та внутрішнього стану системи тощо.

Швидкодія ІСППР залежить від проходження петлі Бойда (див. рис. 1) [2]. Детальніше питання використання онтологій ПО у петлі Бойда розглянемо у подальших роботах.

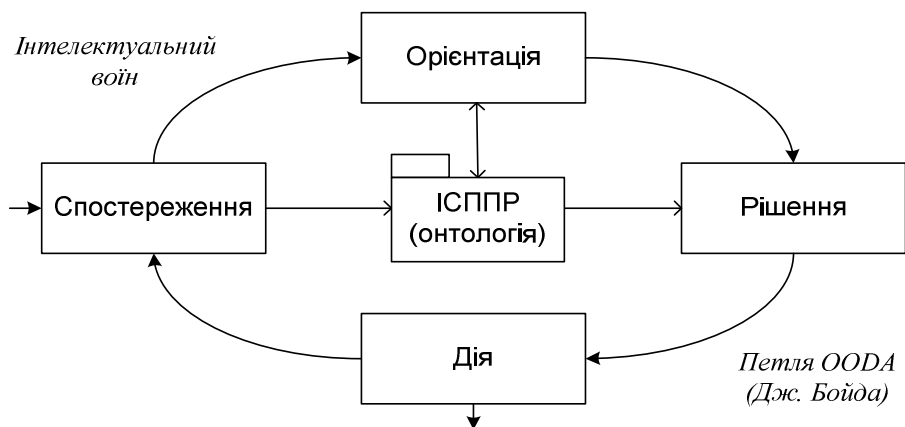


Рис. 1. Використання ІСППР в петлі Бойда

Формування цілей

Розробити підхід до побудови системи прийняття рішень управління Сухопутними військами на основі онтологічного підходу.

Основний матеріал

Онтологія – це знання, формально відображені на базі концептуалізації. Концептуалізація – опис множини об'єктів і понять, знань про них і зв'язків між ними. Формально онтологія складається з термінів (понять, концептів), організованих у таксономію, їхніх визначень і атрибутів, а також пов'язаних з ними аксіом і правил виведення. Онтологія визначає загальний словник для користувачів, які спільно використовують інформацію про деяку ПО. Враховуючи вищевказане, під формальною моделлю онтології O розуміють трійку такого вигляду:

$$O = \langle C, R, F \rangle,$$

де C – скінченна множина понять (концептів, термінів) ПО, яку задає онтологія O ; $R: C \rightarrow C$ – скінченна множина відношень між концептами (поняттями, термінами) заданої ПО; F – скінченна множина функцій інтерпретації (аксіоматизація, обмеження), заданих на концептах чи відношеннях онтології O .

Онтологію можна подати у вигляді графу, де вершини – концепти ПО, дуги вказують напрями відношень між концептами. Приклад такого графу наведено на рис. 2. Вершини можуть бути як інтерпретованими (визначені аксіоми понять), так й не інтерпретованими. Інтерпретовані вершини позначені темним кольором. Своєю чергою, відношення діляться на вертикальні (суцільні лінії) та горизонтальні (штрихпунктирні лінії).

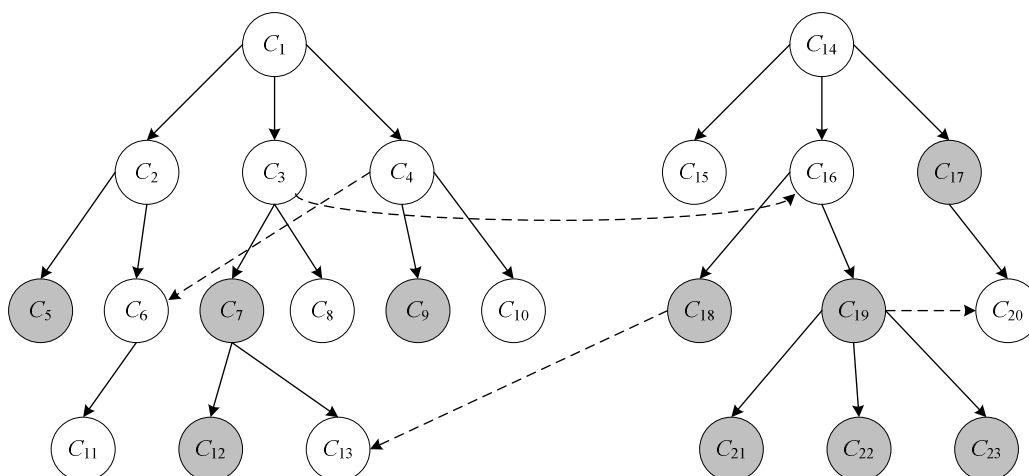


Рис. 2. Приклад графу онтології

Підсистеми та модулі системи прийняття рішень управління СВ наведено на рис. 3. СПР складається із таких модулів:

1. *Чотири сховища даних*, три з яких подано у вигляді онтології ПО та геоінформаційних систем. Так, структура СВ України подається у вигляді дерева (графу), починаючи від найменшої структурної одиниці (взвод), закінчуючи армією. Техніка, озброєння, характеристики подаються у вигляді бази знань системи. Така база знань складається із бази даних ТТП різного роду озброєнь та правил виведення нових можливостей озброєнь.

2. *Задачі*. В сукупності перших два сховища даних дають змогу визначити перелік задач, які можуть виконати окремі підрозділи залежно від технічного оснащення. Такий перелік задач подається у вигляді онтології задач.

3. *Ситуація* моделюється як підмножина наших військ та противника з прив'язкою до місцевості, яка задається у вигляді геоінформаційної системи. Прийняття рішень згідно із ситуацією здійснюємо на основі підсистеми „Прийняття рішення”, зважаючи на мету наших військ (знищення сил противника, розвідка, дезінформація тощо).

4. *Прийняття рішення* подається у вигляді інтелектуальної системи підтримки прийняття рішення (ІСППР). Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень – програмний комплекс, який оперує

знаннями у певній ПО з метою вироблення рекомендацій або розв'язання задачі, щоб допомогти користувачам, які приймають рішення в складних умовах для повного і об'єктивного аналізу предмета діяльності.

5. *Аналіз рішення* – експертний висновок щодо прийнятих рішень. Використовується імітаційне моделювання різного роду ситуацій. Результатом такого моделювання є правка рішень, збереження попередніх рішень (досвід) або вироблення нових рішень.

Для побудови онтологічної моделі, насамперед, необхідно визначити ієрархію понять предметної області, у нашому випадку СВ України. Приклад такої таксономії понять за допомогою діаграми класів UML наведено на рис. 4.

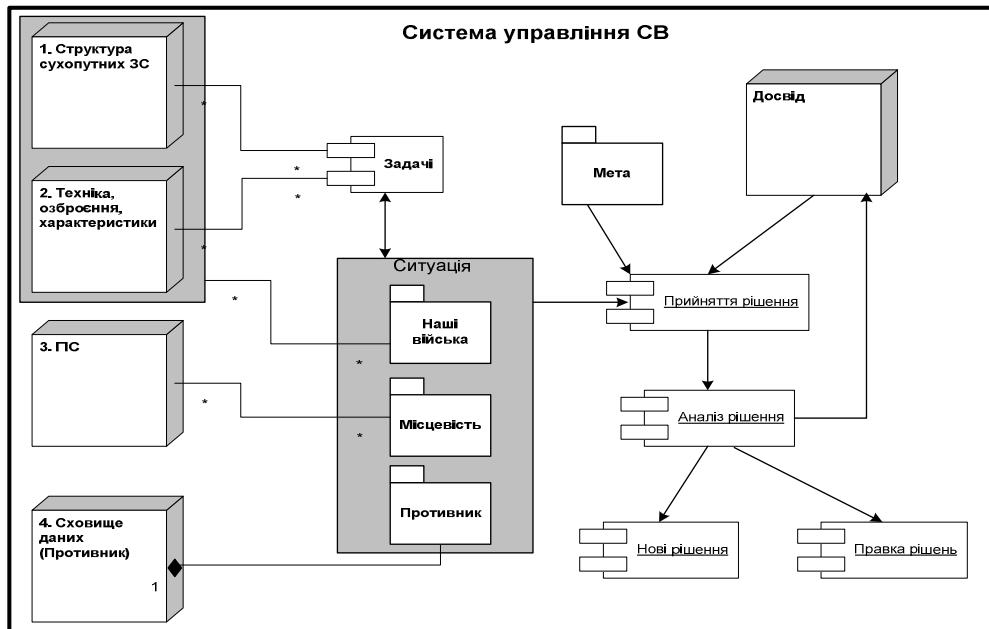


Рис. 3. Архітектура системи прийняття рішень управління Сухопутними військами

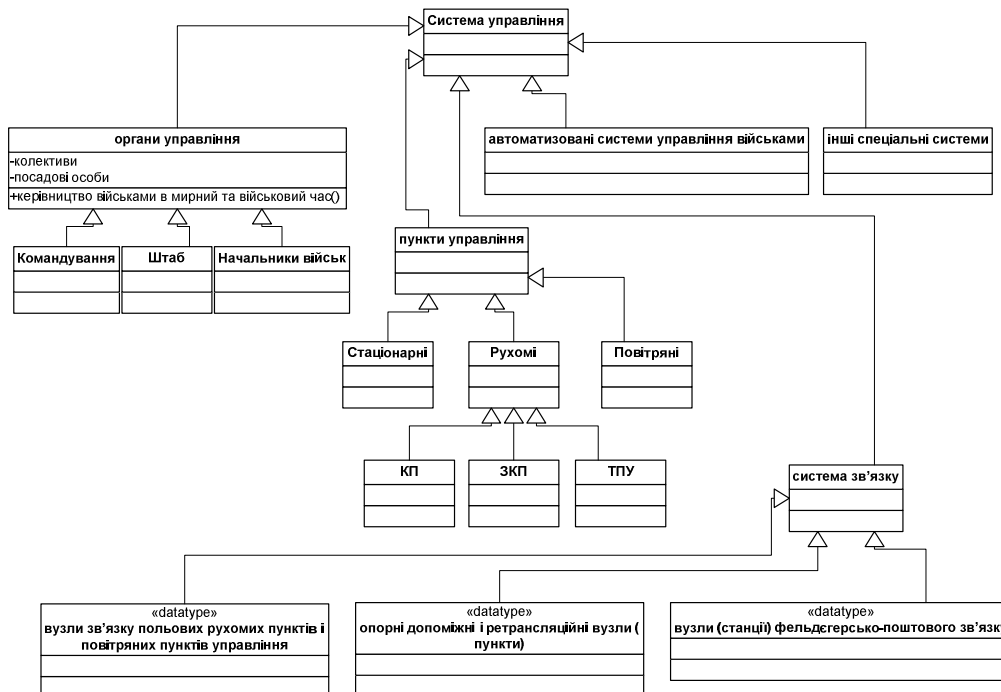


Рис. 4. Діаграма класів "Система управління" СВУ

Розроблену таксономію понять переведено в онтологію предметної області. Для цього використано засіб Protégé. Розроблену ієрархію понять онтології наведено на рис. 5. Надалі планується розбудова цієї структури, визначення окремих понять та їх властивостей. Мета побудови онтології полягає в її аналізі, ціль якою, своєю чергою, – вироблення рекомендацій щодо покращення боєздатності (управління) СВ України.

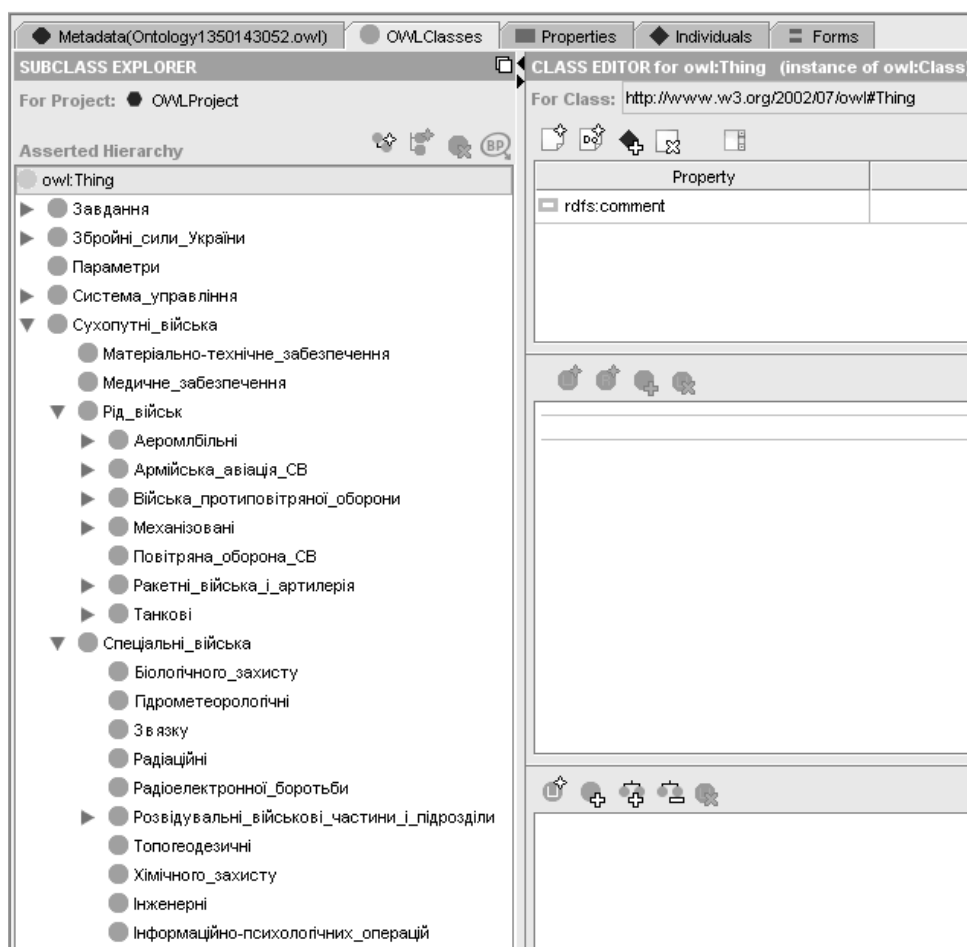


Рис. 5. Ієрархія понять СВ у редакторі онтологій

Висновки

Для прийняття ефективних керуючих рішень СВ необхідна інтелектуальна система підтримки прийняття рішень, центральною компонентою якою є база знань, ядром якої, своєю чергою, є онтологія предметної області. Визначено архітектуру такої системи та функціональне призначення окремих модулів. Розпочата робота зі створення онтології СВ України.

1. *Математические модели боевых действий* / П.Н. Ткаченко, Л.Н. Куцев, Г.А. Мещеряков, А.М. Чавкин, А.Д. Чебыкин. – М.: Советское радио, 1969. – 240 с. 2. *Ивлев А.А. Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации.* – М., 2008. – 64 с. 3. *Литвин В.В. Базы знаний интеллектуальных систем поддержки принятия решений* / В.В. Литвин. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 240 с. 4. *Інтелектуальні системи, базовані на онтологіях* // Д.Г. Досин, В.В. Литвин, Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник. – Львів: Цивілізація, 2009. – 414 с.