

СКЛАДОВІ ОНТОЛОГОКЕРОВАНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Національний авіаційний університет

Показана актуальність використання онтологій до опису процесу прийняття рішень. В роботі визначено структуру представлення області прийняття рішень. Розглянута множина онтологій, що реалізує опис задач прийняття рішень та процес їх розв'язання. Представлено основні характеристики складових онтологокерованого прийняття рішень.

Вступ

Стійкою тенденцією розвитку сучасних процесів, що реалізуються в сфері людської діяльності (соціальної, економічної, наукової, освітньої, технологічної), стає ускладнення задач, які доводиться розв'язувати на різних рівнях управління. Діяльність як окремих людей, так і систем зараз все більшою мірою залежить від використання ними знань як одного з найцінніших ресурсів. Управління знаннями сьогодні розглядається як потужна конкурентна перевага на підприємстві, орієнтованому на постійні зміни ділових процесів. Під представленням знань розуміється їх структуризація з метою формалізації процесів рішення задач в певній проблемній області.

Тому дуже актуальною є задача підтримки прийняття рішень в проблемних ситуаціях з використанням інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР), розробленої на принципах інженерії знань для сукупності певних проблемних областей. Вибір раціонального способу представлення знань про задачі та прийняття рішень є однією з головних проблем побудови будь-якої інтелектуальної системи. Слід також зауважити, що прийняття рішень базується не тільки на знаннях окремої предметної області, а також на деякій сукупності предметних областей, яка визначає певну проблемну область.

Одним з сучасних засобів реалізації такого прийняття рішень є онтології. Онтологія є системою, що описує структуру певної проблемної області та складається з множини класів понять, зв'язаних відношеннями, їх визначень і аксіом, що задають обмеження на інтерпретацію цих понять в рамках даної проблемної області [1, 2].

Постановка задачі

Аналіз сучасних підходів до прийняття рішень визначає, що прийняття рішень можна

описати через три виміри (світи) розуміння процесу прийняття рішень: реальний світ (прикладний світ), формальний світ (формальні моделі, методи, алгоритми тощо) та світ програмного забезпечення (програмні засоби, платформи тощо). Процес прийняття рішень при цьому розглядають як систему, що складається з деякого набору підсистем (етапів) та їх елементів (процедур, дій, операцій), що взаємодіють між собою, кількість та склад яких може варіюватися залежно від умов та задач, що розв'язуються.

Слід також відзначити, що, як правило, сучасні задачі прийняття рішень формулюються як багатодисциплінарні задачі (на стику двох та більше дисциплін або областей). При цьому необхідно розглядати різні аспекти прийняття рішень, які можуть бути змодельовані та досліджені один незалежно від іншого. Тому виникає потреба в створенні інтегрованого представлення процесу прийняття рішень.

Метою статті є опис можливого використання онтологій до структурованого представлення складових прийняття рішень.

Область прийняття рішень будемо розглядати як багаторівневу структуру, що включає область проблем, область моделей, область методу та область реалізацій. Область прийняття рішень можна декомпонувати на елементарні об'єкти, кожен з яких описується сукупністю атрибутів.

В рамках такого розгляду необхідно визначити поняття та конструкції, за якими можуть бути визначені природа, структура та представлення процесу формування та прийняття рішень та відповідних складових областей, що описують такий процес. При цьому будемо виділяти, що розв'язання буде проходити наступні етапи: формулювання проблеми, формування та реалізація моделі, розробка та виконання методу та реалізація розв'язання. Ці етапи зв'язуються один з одним через відношення: «представлення /обмеження». Проблема - це задача,

що характеризуються істотністю, необхідністю, достатністю змісту, множинністю можливих способів рішення та варіантністю результатів. Проблема визначає постановку задачі прийняття рішень, яка базується на семантичній основі та визначає вимоги для розробки моделі. Моделі використовують систему понять та формулюються, щоб представити проблемну ситуацію або задачу деякою визначеною мовою. Моделі складаються з тверджень або операторів, що виражають відношення між поняттями або термінами. Моделі реалізуються та використовуються через методи. Методи визначають процеси прийняття рішень на основі збудованої моделі та забезпечують напрямок розв'язання задачі. Для використання методу необхідно знати, як метод був спроектований, для чого, чому, де та коли. Опис методу визначає контексти, в яких метод може використовуватися. Методи в широкому сенсі представляються через схеми та сценарії, методи в вузькому сенсі (визначені методи) та відповідні алгоритми. Реалізація визначає, як, якими засобами, в якому середовищі моделі або методи можуть бути реалізовані в СППР.

При цьому розглядається поведінковий аспект (описує ситуації прийняття рішень та порядок, в якому розглядаються задачі та в якому виконуються відповідні дії), організаційний аспект (описує структуру середовища прийняття рішень, ресурси та засоби та визначає організаційну структуру, в якій розв'язання задачі виконується або виконано, та відношення між елементами структури), інформаційний аспект (описує інформацію, що використовується при прийнятті рішень, як вона представляється та як вона може застосуватися).

В рамках такого розгляду онтології дозволяють представити прийняття рішень, включаючи складові та взаємозв'язки між елементами процесу прийняття рішень, та використовуються при формуванні та виборі рішень і для специфікації горизонтальних/вертикальних зв'язків між задачами, моделями, методами, реалізаціями та різними шарами прийняття рішень. Для цього всі знання, що описують прийняття рішень, розглядаються в розрізі знань, що описують контекст, та знань, що описують контент.

Під онтологією для представлення задач прийняття рішень та процесу прийняття рішень будемо розуміти взаємопов'язану множину онтологій, що представляє собою багаторівневу асоціативну структуру слідуючого вигляду:

$$O = \langle O_{meta}, O_{core}, O_{cnxt}, \{O_{DM}\}, O_R, O_{user}, Inf \rangle, \text{ де}$$

O_{meta} – мета-онтологія; O_{core} – базова онтологія; O_{cnxt} – контекстна онтологія; $\{O_{DM}\}$ – множина онтологій представлення процесу прийняття рішень, що включає представлення задач та їх розв'язання на рівні проблемної області, онтологій предметно-формального та формального представлення та реалізацій цього процесу; O_R – онтологія реалізацій, що включає опис програмного забезпечення для підтримки прийняття рішень; O_{user} – онтологія представлення користувача та взаємодії з ним; Inf – модель машини виведення, що асоціюється з множиною онтологій O .

Сутностями метаонтології є такі поняття, як об'єкт, атрибут, значення, відношення і т. п., наприклад, описувати метайнформацію на основі моделі Захмана.

Мета базової онтології полягає в тому, щоб забезпечити ключові поняття та конструкції для того, щоб визначити, зрозуміти, структурувати та представити основні принципи області прийняття рішень, в рамках якої функціонує СППР. До базової онтології включається множина онтологій:

- загальна онтологія;
- онтологія опису;
- онтологія визначень та посилань;
- онтологія мов представлення;
- онтологія стану та подій;
- проблемна онтологія;
- онтологія абстракції.

Загальна онтологія забезпечує загальні поняття, з яких всі інші поняття можуть бути отримані конкретизацією та/або спеціалізацією. Онтологія опису визначає поняття, які потрібні, щоб описати об'єкти прийняття рішень через поняття, ознаку та об'єкт посилання. Онтологія визначень та посилань використовується для того, щоб конкретизувати поняття та визначити їх семантичні значення. Онтологія мов представлення забезпечує поняття для того, щоб вони визначили синтаксис та семантику мов, що використовуються для підтримки процесу прийняття рішень. Онтологія станів та подій складається з понять та конструкцій для представлення складових прийняття рішень з точки зору станів, змін стану та подій. Проблемна онтологія складається з консолідованих понять, через які прийняття рішень може бути представлене та визначене на основі вибраної точки зору (стан проблеми, поведінка проблеми та розв'язання проблеми). Онтологія абстракції

визначає поняття та конструкції для класифікації, узагальнення, агрегації та групування.

Контекстна система допомагає розпізнати, зрозуміти та представити відповідні явища як контексти та в межах контекстів. Контекстом є будь-яка інформація, яка може бути використана або характеризує відповідну проблемну область. Серед контекстних онтологій розглядаються наступні компонентні онтології:

- онтологія контексту;
- онтологія шарів;
- онтологія точок зору.

Онтологія контексту визначає слідувачі контекстні області: область мети/результату, область актора (людина або програмне забезпечення), область процесу/дії, область об'єкту, область середовища, область можливостей, область засобів, область представлення, область розташування та область часу. Кожна контекстна область визначається відповідними поняттями та конструкціями. Онтологія шарів підтримує структуру прийняття рішень та описує відношення на загальному рівні складових прийняття рішень та їх реалізацію на відповідних рівнях: проблема, модель, метод та реалізація в рамках системи результатів, системи об'єктів, системи використання та системи управління. Онтологія точок зору підтримує множину визначених аспектів розгляду для конкретного представлення процесу прийняття рішень в СППР та структурування сприйняття складових прийняття рішень, зокрема з системної, концептуальної, функціональної, інформаційної та реалізаційної точок зору.

Множина онтологій представлення процесу прийняття рішень розглядається як компонента бази знань при роботі з конкретною проблемною областю та є, в свою чергу, шаблоном для побудови динамічної компоненти бази знань, що змінюється при переході від дослідження одної конкретної задачі до іншої. Тобто в розрізі моделей реалізує ефект тріади: від реальної прикладної моделі (прикладна задача) побудувати (за допомогою сприйняття та концептуалізації) концептуальну модель і за допомогою знаків або мови створити модель представлення (символьна модель). Такі онтології включають представлення задач предметної області (формулювання проблеми та відповідної їй моделі, визначення схеми/сценарію/методу розв'язання), онтологій предметно-формального та формального представлення (перетворення моделей в формальний та кано-

нічний запис, визначення сценарію, методу та алгоритму розв'язання) та реалізацій цього процесу (перетворення з врахуванням вимог програмної реалізації та вимог користувача). Це дозволяє описати та використати підходи та засоби для формування рішень на основі даних (сховища даних, аналітична обробка даних (*OLAP*), інтелектуальна обробка даних (*Data Mining*)), формування рішень на основі логічних моделей та правил (прийняття рішень на продукційних моделях, семантичних мережах і т. д.), формування рішень на основі математичних моделей (оптимізація через використання аналітичних формул, оптимізація через алгоритми, оптимізація вибору з множини альтернатив і т. д.), формування рішень на основі типових рішень або прецедентів (типові рішення та моделі, прецеденти проблемних ситуацій).

Рівень предметно-формального та формального представлення реалізується через формалізовані онтології, як компоненти що реалізують інформаційні, математичні, логічні моделі, методи, технології, алгоритми та їх взаємодію в процесі прийняття рішень. На цьому рівні використовуючи загальний принцип побудови онтологій та зв'язок з проблемною онтологією, визначається формалізований опис математичних, інформаційних та логічних залежностей для побудови предметно-математичних, інформаційних та логічних моделей розв'язання відповідних задач. Вигляд та тип таких моделей залежить від даних та можливих методів розв'язання. Формалізовані онтології або онтології формальних методів та алгоритмів – містять сценарії, методи, алгоритми реалізації та аналізу побудованих математичних, інформаційних та логічних моделей. При цьому термінам та поняттям можуть бути поставлені у відповідність як моделі, так і окремі математичні розрахункові формули, інформаційні запити. Так, якщо в моделі задачі проблемного рівня замінити терміни предметних областей абстрактними позначеннями, то можемо отримати специфікацію задачі та системи співвідношень в абстрактних позначеннях. Перехід від задач проблемної області до, наприклад, математичних моделей та математичних задач дозволяє визначати різні класи прикладних задач, що їм відповідають, досліджувати їх властивості та розробляти методи формування інтелектуального розв'язання прикладних задач для кожного конкретного класу математичних задач. Це дозволяє представляти та накопичувати знання

про відповідні складові цих онтологій та використовувати їх при розв'язанні прикладних задач.

Опис реалізованих методів, алгоритмів представляє рівень реалізацій.

Онтологія реалізацій, що включає опис програмного забезпечення для підтримки прийняття рішень: функціональний, поведінковий, організаційний та інформаційний. При цьому опис ґрунтується на функціональних (те, що робить програмне забезпечення) та нефункціональних вимогах (обмеження використання). Ці онтології реалізують опис, обробку та використання наявних програмно-алгоритмічних засобів, що дають можливість завершити комп'ютерну підтримку реалізації відповідних процесів прийняття рішень, моделей, методів та алгоритмів.

Онтологія представлення користувача та взаємодії з ним реалізує формування моделі сценарію та компонентів діалогу (автоматично або автоматизовано). Онтологія призначена для опису множини можливих станів діалогу та переходів. Стани діалогу та умови переходів описуються в термінах інтерфейсних елементів моделі представлення. Онтологія абстрактного представлення дозволяє описувати представлення інтерфейсу в термінах абстрактного інтерфейсу користувача, незалежного від середовища виконання та типів вхідних/вихідних даних інтерфейсу. Елементи абстрактного інтерфейсу дозволяють визначати структуру представлення інформації, не уточнюючи їх конкретне представлення. Онтологія конкретного представлення реалізує формування кінцевого представлення діалогу як типового, так і динамічного в залежності від ролі/компетентності користувача, вимог конкретної проблеми, вимог платформи тощо. Така онтологія необхідна для реалізації персоніфікованого підходу до побудови інтерфейсу для підтримки всіх етапів прийняття рішень. На цьому рівні реалізується врахування інтересів користувачів, що здійснюється за рахунок створення певних профілів користувачів, що сприяє більш ефективному та адекватному веденню діалогу.

Для поєднання онтологій використовуються з'єднувачі. З'єднувач реалізує принцип «моста» [4] між відповідними рівнями та онтологіями. Це зумовлено тим, що онтології створюються незалежно друг від друга. Тому необхідно пос-

тавити у відповідність певні поняття та терміни, що використовуються в різних онтологіях. Це передусім необхідно при роботі з онтологіями, коли необхідно зробити додаткові припущення для уточнення та конкретизації, наприклад, формулювання задачі з метою в подальшому правильного вибору моделі, методу, алгоритму та реалізації прикладної задачі. З іншого боку необхідно знати, що формальні онтології, онтології рівня реалізацій та онтології рівня представлення користувача створюються як предметно незалежні та які можуть бути повторно використані. В цьому випадку для розв'язання специфічної предметної задачі використовуються відповідні аксіоми, при цьому гарантується правильність вибору понять і термінів та їх атрибутів (властивостей).

Висновки

Запропоноване онтологічне представлення може бути покладене в основу реалізації проєктів зі створення інтелектуальних систем прийняття рішень. Версію такого онтологічного представлення було розроблено в рамках Українсько - Індійського проєкту "Інтернет-орієнтована інтегрована система підтримки прийняття рішень фермерами".

Список літератури

1. Maedche A., Motik B., Stojanovic L., Studer R. and Volz R. Ontologies for Enterprise Knowledge Management // IEEE Intelligent Systems. – 2003. – V. 18. – № 2. – P. 26-33.
2. Чаплінський Ю.П. Онтологічне представлення процесів прийняття рішень // Проблеми інформатизації та управління. – 2009. – № 2 (26). – С. 146-151.
3. Dey A.K., Salber D., Abowd G.D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications // Context-Aware Computing. – A Special Triple Issue of Human-Computer Interaction / T.P. Moran, P. Dourish (eds.). – Lawrence-Erlbaum, 2001. – Vol. 16. – P. 97-166.
4. Dieter Fensel, Enrico Motta, V. Richard Benjamins, Monica Crubezy, Stefan Decker, Mauro Gaspari, Rix Groenboom, William Grosso, Frank van Harmelen, Mark Musen, Enric Plaza, Guus Schreiber, Rudi Studer, Bob Wielinga. The Unified Problem-solving Method Development Language UPML// Knowledge and Information Systems. – 2002. – V.5. –№ 1 – P. 83-131.