

УДК 519.863

Чаплінський Ю.П., к.т.н.,
Надточій В.І., к.т.н.

ОНТОЛОГІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Національний авіаційний університет

Показана актуальність використання онтологічного підходу до опису технології системної оптимізації. У роботі описано представлення моделей та процесів прийняття рішень системної оптимізації в рамках онтологічної моделі. Описані основні характеристики, що входять до такого онтологічного представлення.

Вступ

Комплексна та системна підтримка прийняття рішень сьогодні є домінуючим динамічним діловим середовищем. В такому середовищі процеси і системи реалізуються для координації розподілених організаційних процесів прийняття рішень. Діяльність як окремих людей, так і підприємств зараз все більшою мірою залежить від наявних в них знань як одного з найцінніших ресурсів і здатності їх його ефективно використовувати. В цих умовах на рівні підприємств характерними рисами є: інтеграція наукових знань, зростання кількості міждисциплінарних проблем, комплексність проблем і необхідність їх вивчення в єдності технічних, економічних, соціальних, психологічних, управлінських і інших аспектів; ускладнення вирішуваних проблем і об'єктів, зростання кількості зв'язків між об'єктами; динамічність ситуацій, що змінюються, дефіцитність ресурсів; підвищення рівня стандартизації і автоматизації елементів виробничих і управлінських процесів; глобалізація конкуренції, виробництва, кооперації, стандартизації і т.д.; посилення ролі людського чинника в управлінні і ін.

Управління знаннями сьогодні розглядається як потужна конкурентна перевага на підприємстві, орієнтованому на постійні зміни ділових процесів.

Тому дуже актуальна підтримка прийняття рішень в проблемних ситуаціях з використанням інтелектуальної інформаційно-аналі-

тичної системи, розробленої на принципах інженерії знань в певній предметній області. Інженерія знань тут визначається як сукупність методів і засобів витягування, накопичення, обробки, представлення та синтезу знань.

З іншої сторони прийняття рішень в багатьох систем управління описуються взаємозв'язаними задачами. При чому, як правило, такі задачі виявляються несумісними через їх структуру, що склалася, та обмежуючими факторами, так званими «вузькими місцями». Таким особливостям задач прийняття рішень задовольняє технологія системної оптимізації, яка була запропонована В.М.Глушковим [1].

Постановка задачі

Метою статті є опис можливого використання онтологій до структурованого представлення технології системної оптимізації.

Розглянемо математичну модель локальної задачі прийняття рішення в багаторівневих організаційних системах, яка має наступний загальний вигляд:

$$M = \{ C(x) \rightarrow \text{extr}, x \in X_0, x \in X(u^{i-1}), \\ x \in X(u^i), u \in U(x), u \in U(x^{i+1}) \},$$

де i - індекс задачі ($i \in I = \overline{1, M}$), x - рішення задачі i ; X_0 - область рішень, що визначається локальними обмеженнями задачі. $X(u^{i-1})$ - область рішень, що визначається директивними обмеженнями; $X(u^i)$ - область рішень, що визначається з врахуванням

компромісних зв'язків із задачами, що володіють однакою з даною задачею пріоритетами; $U(x)$ - область змінних x , що залежить від рішення x^* даної задачі; $U(x^{i+1})$ - область змінних, що характеризують вплив даної задачі на пов'язані з нею задачі з меншим пріоритетом. Наявність в задачах прийняття рішення локальних цілей та пріоритетів взаємодії приводить до різних ситуацій взаємодії між відповідними задачами. Якщо припустимих рішень в локальній задачі не існує, то виникає необхідність в цілеспрямованій зміні області X_0 або $X(u^i)$ для виконання директивних вимог, що визначаються областю $X(u^{i-1})$, де u^{i-1} отримано при розв'язанні більш пріоритетних задач. Така задача корекції розв'язується за допомогою технології системної оптимізації. Суть якої полягає в цілеспрямованій зміні моделей прийняття рішень для досягнення спільності та в виборі найбільш прийняттого рішення поставленої задачі [2].

Таким чином, представлення знань про розв'язання задачі за допомогою технології системної оптимізації, необхідно описати:

- моделі, що описують вихідну задачу та виникають в процесі реалізації технології системної оптимізації;
- процес розв'язання задачі за допомогою технології системної оптимізації. Даний процес реалізується через певні етапи [2].

Одним з засобів реалізації такого підходу до представлення знань є онтологія. Як правило, онтологія представляється четвіркою вигляду $\langle C, D, R, A \rangle$, де C - множина понять конкретної предметної або проблемної області; D - множина визначень понять; R - множина стосунків (зв'язків) між поняттями; A - множина аксіом [3].

Тобто, онтологія є системою, що описує структуру певної проблемної області, і що складається з множини класів

понять, зв'язаних стосунками, їх визначень і аксіом, що задають обмеження на інтерпретацію цих понять в рамках даної проблемної області.

Основою для представлення онтологій є поняття та терміни. Під поняттям будемо розуміти форму мислення, що відображає істотні властивості, зв'язки і стосунки предметів і явищ в їх протиріччі і розвитку та дозволяє узагальнювати і виділяти предмети деякого класу по певних загальних і в сукупності специфічних для них ознаках. Під терміном будемо розуміти слово або словосполучення, що покликані точно позначити поняття і його співвідношення з іншими поняттями в межах спеціальної сфери.

Для представлення технології системної оптимізації будемо розглядати онтологічну модель слідуєчого вигляду:

$$OM = \langle O_{meta}, \{O_{DM}\}, O_R, O_{user}, Inf_{dss} \rangle,$$

де O_{meta} - мета-онтологія або онтологія верхнього рівня; $\{O_{DM}\}$ - множина онтологій предметної області, що включає представлення задач предметної області, онтологій предметно-формального та формального представлення; O_R - онтологія реалізацій, що включає опис програмного забезпечення для підтримки прийняття рішень; O_{user} -- онтологія представлення користувача та взаємодії з ним; Inf_{dss} - модель машини виводу, що асоціюється з онтологічною моделлю OM .

Сутностями метаонтології O_{meta} є такі поняття, як "об'єкт", "атрибут", "значення", "відношення" і тому подібне. Наповнені елементи множини O_{DM}^i , $i \in I$ (I - множина індексів предметних областей) може розглядатися як компонента бази знань при роботі з конкретною предметною областю і являтися, у свою чергу, шаблоном для побудови динамічної компоненти бази знань, що змінюється при переході від дослідження одного конкретного

завдання до іншої. *ОМ* можна представити у вигляді семантичної мережі. Семантична мережа – узагальнена модель, що має вигляд графа $SN(A, R)$, в якому вершини $a_i \in A$ відповідають об'єктам відповідних знань, а дуги $r_j \in R$ – стосункам між ними, $A \neq \emptyset$, $R \neq \emptyset$. В семантичній мережі інтегруються як метазнання, так і семантично предметні знання. В семантичній мережі можна виділити стосунки, які особливо важливі для представлення і пошуку знань в системі прийняття рішень: логічні стосунки, каузальні стосунки, стосунки синонімії, залежності та реалізації. Ці стосунки характеризують сумісність окремих подій або фактів в задачі, одночасність або послідовність явищ тощо; вони дозволяють будувати причинно-наслідкові зв'язки, процедури перевірки цілісності і несуперечності знань.

Для цього всі знання, що описують технологію системної оптимізації розглядаються у розрізі знань, що описує контекст, та знань, що описують контент. Контекстні знання описують зв'язок задачі (етапу) з іншими задачами (етапами) технології, а контентні знання описують зміст задачі (етапу). Такий розподіл дозволяє ефективно вирішувати такі задачі роботи зі знаннями, як пошук, категоризація та застосування знань. Контекстні знання $M_k = \{p_1, \dots, p_n\}$ є набором p_i – значень властивостей поняття, що відповідає об'єкту знань (задачі, етапу, моделі тощо), та значення p_i являються або константами різного типу v_i , або посиланнями r_i на інші екземпляри даних. Другий елемент опису – $M_c = \{s_1, \dots, s_m\}$ – це контентні знання, які є набором тверджень вигляду $s_i = (c, r, o, \omega)$, где c – суб'єкт твердження (поняття, або екземпляр – контекстні знання), o – об'єкт (екземпляр – контекстні знання), r – відношення між суб'єктом і об'єктом, а ω – ваговий

коефіцієнт, який оцінює значущість цього твердження для опису об'єкту знань.

При реалізації прийняття рішень в розрізі моделей потрібно реалізувати ефект тріади: від реальної прикладної моделі (прикладна задача) побудувати (за допомогою сприйняття та концептуалізації) концептуальна модель і, за допомогою знаків або мови, зрештою, створити модель представлення (символьна модель). Під концептуалізацією будемо розуміти визначення понять, відносин та механізмів управління, необхідних для опису процесів прийняття рішень в обраній предметній області. Це ілюструється змістовним трикутником, що представлений на рис. 1.

Реальна прикладна модель *M1* представляє формулювання фахівцем задачу в термінах його предметної області, концептуальна модель *M2* відображає модель семантики (або сенс), а модель *M3* представлення моделі синтаксису. На практиці, коли мова йде про конкретну модель, як правило, мається на увазі суміш концептуалізації та представлення. Іноді, якщо використовуються строгі інтерпретації може ссилатися тільки на *M3*.

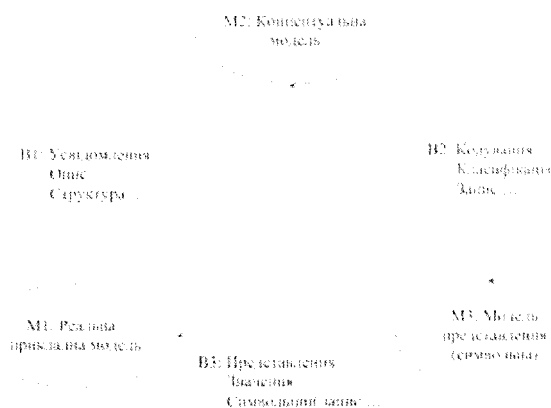


Рис. 1. Змістовний трикутник

При цьому відносини розглядаються через задача–відносини–об'єкт, задача–відносини–значення, об'єкт – відносини–значення, значення–відносини–властивість.

Онтологічне представлення моделей в технології системної оптимізації реалізується через:

Об'єкт – термін або поняття (сутність), що визначається семантичним представленням та з яким пов'язані відповідні властивості, реалізується певний зв'язок з іншим терміном(и), з задачами та моделями, що ініціювали присутність цього терміну;

Задача – кожен екземпляр цього класу визначає задачу для конкретного об'єкту, має ідентифікатор, вказує на об'єкт та що ініціюють цю задачу термін або властивість та значення властивості тощо;

Модель – кожен екземпляр цього класу визначає опис об'єкту на якій-небудь мові, зокрема, формалізованій, що складений з метою вивчення його властивостей. До такого опису вносяться, наприклад, чинники, що впливають на вибір моделі, такі як період часу, змінні рішення, критерії оцінки, числові параметри та відношення, включаючи математичні. Моделі інтегруються в класи моделей. Є кілька класів моделей для прийняття рішень, які, у свою чергу, можуть бути розв'язані декількома альтернативними методами. Кожен клас моделі краще підходить для представлення певних видів процесів прийняття рішень.

Властивість – деяка ознака, що характеризує термін, має властивості, аналогічні класу термінів. Окрім цього він вказує на екземпляри класу значень, які визначають його в задачах;

Значення – визначає значення, що використовуються при пошуку в семантичному представленні, вказує на задачу та на властивість, значенням якої воно є;

Відносини – визначає зв'язок між двома термінами та вказує на терміни або властивості та об'єкти знань.

При цьому розглядаємо абстрактне онтологічне представлення, що дозволяє описувати представлення прийняття рішень в термінах абстрактного опису задачі або моделі незалежно від ситуацій, середовища виконання та типів даних тощо. Конкретного онтологічне

представлення призначена для формування кінцевого представлення задачі або моделі, що призначені для прийняття рішень. Модель конкретного представлення формується під прийняття рішень по моделі абстрактного представлення у відповідності з множиною O_{DM}^i .

Онтологічне представлення моделей призначене для опису ієрархії задач і зв'язків між задачами, що визначають порядок та умови їх виконання: об'єднання, вибір, порядок.

Онтологічне представлення моделей може бути розширене рядом додаткових можливостей: задача взаємодії; задача взаємодії пов'язана з логікою процесу прийняття рішень та призначена для автоматизації функцій управління наборами початкових та результуючих даних; початкові та результуючі дані, які необхідні для встановлення зв'язку між елементами моделі, етапами, задачами з врахуванням логіки взаємодії.

Онтологічне представлення процесу прийняття рішень призначена для опису множини можливих станів та переходів із стану в стан. До таких характеристик відносимо:

- змінні задач. Змінні визначають динамічний контекст задач, що формується в процесі її виконання. Змінні можуть зберігати проміжні результати процесу прийняття рішень та впливати на сценарії виконання задач. Типами змінних можуть бути: логічні, цілочисельні, строкові, дійсні і дискретні. Змінні визначаються розробниками моделей і можуть містити множина припустимих значень для кожного типу даних. Дискретні дані можуть приймати одно з множин значень, що відносяться до цього типу.

- стан задачі. Стан може приймати відповідні значення, наприклад, при аналізі випадків взаєморозташування областей [2]: повне узгодження, директивні вимоги не узгоджуються з цілями даної системи, заданими набором критеріальних функцій. вимоги з лише

частково узгоджуються з цілями даної системи.

- правило виконання задач є парою виду: $\langle \text{умова}, \text{дія} \rangle$. Дія є набором інструкцій, які виконуються тільки в тому випадку, якщо умова істинна. В умовах вказуються значення атрибутів задач та змінних, залежно від значень яких виконуються дії: зміна значень атрибутів задач та змінних, виклики функцій аналізу або функцій логіки взаємодії.

Тамим чином, основними класами при онтологічному представленні процесів (етапів) технології системної оптимізації є:

- Подія, що виникає в результаті зміни станів.
- Дія (перетворення), що переводить прийняття рішень з одного стану в інший з можливою генерацією подій.
- Процес, що представляє весь або деякий етап в прийнятті рішень, як автономну систему, що змінює свої стани відповідно до певного набору дій і подій.
- Підпроцес, що визначає одиницю декомпозиції прийняття рішень (деякий логічно автономний процес, що взаємодіє з іншими процесами в рамках єдиного процесу прийняття рішень).

Таким чином буде описано множину подій; множину дій; множину композицій дій. Дії у свою чергу можуть бути простими і складеними:

$$\langle \text{дія} \rangle ::= [\langle \text{умова}_\text{активації} \rangle]$$

$$\langle \langle \text{проста}_\text{дія} \rangle | \langle \text{складена}_\text{дія} \rangle \rangle$$

Умова активації дії задає логічний вираз на підмножині подій з використанням логічних операторів '&' (кон'юнкція), '|' (диз'юнкція), '!' (заперечення), а так само дужок для розставлення пріоритетів. Значення події x вважається істиною (true), якщо до моменту обчислення умови була ініційована генерація цієї події за допомогою відповідної дії.

Складена дія будується з дій з використанням наступних основних правил: '&' – паралельна активація; '!' – послідовна активація; '|' – вибір

(активується перша дія з істинною або відсутньою умовою активації), що виключає; '!' – заперечення активації при певних умовах; '*' – ітерація (циклічна активація дії до тих пір, поки залишається істинною умова активації дії).

$$\langle \text{складена}_\text{дія} \rangle ::= [(\langle \text{дія} \rangle)]$$

$$\langle \text{операція} \rangle \langle \text{дія} \rangle [\text{'|'}]$$

$$\langle \text{операція} \rangle ::= \text{'&'} | \text{'!'} | \text{'|'} | \text{'*'}$$

Розроблене онтологічне представлення дозволяє створити єдиний інформаційний простір, в якому інтегровані різні моделі представлення знань в області прийняття рішень, що представлені онтологічною моделлю *ОМ*, правила класифікації ситуацій та їх розв'язання відповідно до технології системної оптимізації в конкретних прикладних областях та ситуаціях прийняття рішень.

Висновки

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

Список літератури

1. Глушков В.М. О системной оптимизации // Кибернетика. – 1980. – № 5. – С. 89-90.
2. Чаплінський Ю.П. Алгоритми системної оптимізації для різних припустимих варіацій параметрів // Проблеми інформатизації та управління. – 2007. – №1. – С. 163-168.
3. Guriano N. Understanding, Building, and Using Ontologies / A Commentary to "Using Explicit Ontologies in KBS Development" // International Journal of Human and Computer Studies. – 1997. – V. 46. – № 2/3. – P. 293-310.