

УДК 004.8 : 004.89

Н.Ю. Любченко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ФУНКЦІОНУВАННЯ ФОРМАЛЬНО-ЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ОБРОБЦІ МОДЕЛІ ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМАХ

Розглядаються питання побудови процедур функціонування формально-логічних засобів для обробки моделі проблемної області в системах підтримки прийняття рішень складних організаційних ієрархічних систем на основі декомпозиції вхідних виразів, представлених у вигляді предикативних схем і використання процедур умовного виведення фактів. У роботі також розглянутий алгоритм пошуку понять в структурі стратифікованої семантичної мережі.

списки підтримки актуальності, елементарні вирази, семантичні мережі

Вступ

Постановка проблеми і аналіз літератури

При дослідженні існуючих методів представлення знань було встановлено, що побудова адекватних моделей проблемної області і здійснення їх ефективної обробки при підготовці системою відповідей пов'язана з рішенням проблеми семантичного управління процесом логічного висновку [1]. Необхідною умовою її рішення є усунення монотонності логічного висновку. У технології побудови стратифікованої семантичної мережі (ССМ) для цієї мети розроблені списки підтримки актуальності LSA і сценарії [2]. Як достатня умова виступає організація обробки моделі проблемної області на основі інформації, що міститься в питанні до системи. Основною інформацією є тип питання. Він визначає загальний алгоритм обробки моделі. Конкретні дані, що містяться в питанні, використовуються загальним алгоритмом для організації висновку залежно від стану моделі проблемної області з підключенням списків сценаріїв, різних аксіом і правил висновку.

Метою досліджень є розгляд процедур функціонування формально-логічних засобів при обробці моделі проблемної області. Виходячи з аналізу проблемної області управління в складних організаційних ієрархічних системах (СОІС), виділимо сім типів питань, які можуть бути задані в системі в процесі підготовки управлінських рішень:

1. Питання на ідентифікацію елемента.
2. Питання на перевірку істинності факту.
3. Питання на визначення кількості елементів, що беруть участь у дії, тобто на визначення модифікатора.
4. Питання на визначення взаємозв'язку між елементами ССМ.
5. Питання на перевірку можливості встановлення певного типу взаємозв'язку між елементами ССМ.
6. Питання на визначення модифікатора поняття, при якому можливо встановлення певного типу взаємозв'язку між елементами ССМ.
7. Питання на визначення поняття і його модифікатора, при яких можливо встановлення певного типу взаємозв'язку між елементами ССМ.

Окрім питань, в систему можуть вводитися факти про стан проблемної області, які відображаються в СМ.

Процедура обробки вхідних виразів починається з визначення: чи є вираз питанням або фактом, що вводиться. Питання визначається по наявності в структурі аналізованого виразу символу "?". Далі вхідний вираз приводиться до формалізованого виду предикативних схем, ролі яких інтерпретуються інформацією з вхідного виразу.

Предикативна схема має вигляд

$$\left\{ I; \bigcup_{\eta=1}^{\ell_{\eta}} R_{\mu} \left[* r_{\zeta}; \bigcap_{\gamma=1}^{\ell_{\gamma}} M_{r\gamma} \left(x_{j\gamma}^{i,\mu,\gamma}; b_{j\gamma}^{i,\mu,\gamma}; x_{j_{i-1}\gamma}^{i-1,\mu,\gamma}; b_{j_{i-1}\gamma}^{i-1,\mu,\gamma}; \dots; x_{j_{i-k}\gamma}^{i-k,\mu,\gamma}; b_{j_{i-k}\gamma}^{i-k,\mu,\gamma} \right) \right]; \right. \\ I; R_5 \left[* 1; \left\langle x_f^{\gamma}; b_{m_{\lambda}}^{\gamma}; \dots; x_{\gamma-k}^{\gamma-k}; b_{\gamma-k}^{\gamma-k}; h_{\lambda} \right\rangle; * 4.1; \left\langle P_{\xi}; P_{\phi_{\xi}} \right\rangle; \dots \right. \\ \left. \left. I; R_5 \left[* 1; \left\langle x_f^{\gamma}; b_{h_{\lambda}}^{\gamma}; \dots; x_{\gamma-k}^{\gamma-k}; b_{\gamma-k}^{\gamma-k}; h_{\lambda} \right\rangle; * 4.1; \left\langle P_{\xi}; P_{\phi_{\xi}} \right\rangle \right] \right\}, R_5 \neq R_5^*, \mu \neq 5 \quad (1)$$

де η, γ – відповідно ідентифікатори диз'юнктивів і кон'юнктивів;

* – розділовий символ;

$r = 1, 9$ – номери ролей; через розділяючу крапку

ку показаний ідентифікатор, що виділяє підмножину використовуваних приводів зі всієї множини визначених для ролі; для $r = 2, 3, 7, 8, 9, \ell_r = 1$;

I – індикатор прикладу або контрприкладу.

У дужках <...> вказані поняття $x_{jr}^{i,\mu,\gamma}$, x_f^γ , $x_f^{\gamma'}$, P_ξ , P_ξ' і їх приклади, які необхідно виділити в понятійній структурі, а також поняття і їх приклади, що є предками понять $x_{jr}^{i,\mu,\gamma}$, x_f^γ , $x_f^{\gamma'}$ і що дозволяють реалізувати направлений потік вказаних понять.

У (1) символ "?" поміщається замість тих елементів, які необхідно визначити відповідно до типу питання.

Перетворення вхідного виразу до вигляду (1) здійснюється з метою спрощення його обробки шляхом декомпозиції предикативних схем. Декомпозиція проводиться в два етапи. На першому етапі виділяються структури з іменами предикатів R_μ, R_5, \dots, R_5^* . На другому – структура з іменами предиката R_μ перетворюється в безліч структур тих, що не містять знак \wedge в ролі 4, тобто по числу елементарних кон'юнктив в 4-й ролі. Другий етап виконується для типів питань 5, 6, 7. Для них проводиться перевірка на можливість вибору сценарію за інформацією, що інтерпретує роль 4, тобто за прикладом поняття і значенню модифікатора, а також на імя предиката R_μ , причому R_μ – предикативне відношення 4-го типу. Якщо сценарій з таким ідентифікатором існує, то він вибирається для подальшої обробки. У тому випадку, коли приклад поняття в 4-й ролі не визначений, здійснюється його пошук так, щоб який-небудь рядок його D-таблиці співпадав з антецентом сценарію із списку сценаріїв, визначеного для вказаного поняття.

На основі даних, представлених в роботі [3] відзначимо, що можливі переходи по SQN зв'язках від поняття, якому поставлений у відповідність конкретний LSA, до понять, що входять в показники даного списку, і вибір їх LSA. Інтерпретація вибраних LSA здійснюється прикладами знайдених понять. Це дозволяє реалізувати процедуру транзитивного аналізу LSA, що полягає в перевірці істинності фактів, які виражаються через факти, що аналізуються за допомогою LSA понять великого рангу. У загальному випадку процес аналізу LSA довільного (вибраного) поняття починається з визначення LSA понять, що містяться в показниках аналізованого списку. Потім визначаються LSA понять, що входять в показники LSA знов певних понять рангу з великими індексом. Ця процедура повторюється до тих пір, поки в показниках визначених на поперед-

ньому етапі LSA не міститиметься понять. Аналіз всіх певних списків починається з LSA понять рангу з найбільшим індексом. Процедура аналізу припиняється, якщо хоч би один з цих LSA приймає статус "0", і LSA вибраного поняття одержує також статус "0". Інакше статус LSA вибраного поняття – "1". Приведена процедура переходу між LSA моделює процес взаємодії органів управління COIC при рішенні задач перерозподілу ресурсів на основі аналізу стану об'єкту управління.

Як вже наголошувалося, при декомпозиції предикативних схем утворюються безліч структур, що не містять знак \wedge в ролі 4. Для подальшої обробки до цих структур застосовується процедура нормалізації, в результаті роботи якої виходять елементарні вирази (ЕВ) з імям предиката, що не містять знак \wedge в ролях 1, 5, 6. Їх кількість визначається за формулою

$$K = \ell_1 \ell_4 \ell_5 \ell_6 \quad (2)$$

де $\ell_1, \ell_4, \ell_5, \ell_6$ – число кон'юнктив відповідно в ролях 1, 4, 5, 6.

Сукупність ЭВ, одержаних в результаті нормалізації однієї структури, утворюватиме рядок в групі нормалізованих предикативних схем (ГНПС).

ЭВ використовуються як початкові дані для процедури умовного введення фактів в СМ. Необхідність цієї процедури викликана тим, щоб елементи СМ моделі проблемної області, які задіяні при обробці одного ЕВ, не могли бути використані при обробці інших ЕВ. Інакше, проводиться перерозподіл ресурсів для виконання конкретних дій, визначуваних множиною ЕВ. Введення чергового факту в СМ здійснюється тільки після того, як всі ролі у відповідному ЕВ можуть бути інтерпретовані необхідними елементами СМ, які не були використані при інтерпретації ролей рані тих, що вводяться ЕВ з даної ГНПС. У разі невиконання цієї умови вважається, що реалізація дії, визначуваної таким, що вводиться ЕВ, неможлива через відсутність необхідних ресурсів, і факт не вводиться умовно в СМ.

Перш, ніж почати опис алгоритму пошуку понять, розглянемо списки атрибутів, які визначені для кожного елементу понятійної структури. В цілях спрощення подальшого викладу матеріалу вважатимемо, що елементи понятійної структури, зв'язані відносинами SQN, утворюють I структуру ССМ; елементи універсумів понять I структури, окрім елементів універсумів найбільших порядків (III структура), утворюють II структуру. Списки атрибутів понять відповідно I, II і III структур мають наступні формати:

<імя поняття><адреса безпосереднього предка>|<адреса безпосереднього потомка>;

[<адрес елементу II (III) структури>]<адреса списку безумовних аксіом>;

<адреса списку умовних аксіом><адреса списку сценаріїв><адреса списку LSA>;

<ім'я поняття><адреса безпосереднього предка у П структурі>;

<адрес безпосереднього нащадка у П структурі |адреса елементу структури>|<адреса списку безумовних аксіом><адреса списку умовних аксіом>;

<унікальний покажчик><ім'я поняття><адреса безпосереднього предка з П (I) структури><адреса безпосереднього предка по структурі>|<адреса безпосереднього нащадка по III структурі>}<адреса D-таблиці><адреса таблиці предикативних відносин>.

Фігурні дужки містять в собі факультативний опис. Між елементами універсуму поняття, що належать як різним структурам, так і структурі П, можуть встановлюватися тільки відносини SI. Елементи III структури, що належать універсумам понять різних рангів, можуть бути зв'язані відносинами SQN. Імена елементів I і П структур є унікальними. Імена елементів III структури не унікальні. Тому для їх пошуку використовується унікальний покажчик, що складається з імені (адреси) поняття I структури і (якщо існує) імені (адреси) поняття П структури, з якими даний елемент структури III безпосередньо або транзитивно пов'язаний відносинами SI.

Структура елементарного пошукового запиту (ЕПЗ), який може бути виділений в процесі декомпозиції або нормалізації вхідного виразу, має вигляд:

<ім'я поняття I структури>|< ім'я поняття П структури>|<ім'я поняття III структури>{|<ім'я поняття I структури><ім'я поняття П структури >|< ім'я поняття III структури >|}.

Друга частина структури, ув'язнена у фігурні дужки, визначає список уточнюючих понять, що дозволяють організувати більш направлений пошук. У списку поняття розташовуються у порядку зменшення їх номерів рангів. Пошук починається з вибору останнього елементу III структури в списку уточнюючих понять. Вибір цього елементу проводиться в результаті ідентифікації в першу чергу елементу I структури, а потім елементів П структури, з якими він пов'язаний безпосередньо або транзитивно відносинами SI. Елемент I структури визначається або перебором елементів I структури, починаючи з кореневого, або за допомогою словника понять, де вказані адреси елементів I структури в ССМ.

Ідентифікація фактів, що містяться у вхідному виразі здійснюється на ім'я предикатів, іменам і ролям понять (прикладів понять). Після знаходження R_{μ} в ССМ першого прикладу поняття, що міститься у вхідному виразі, здійснюється перехід до його таблиці предикативних відносин (ТПВ), в якій ука-

зується ім'я предиката, роль, з якою входить у факт, що вводиться, цей приклад, імена (адреси) і ролі інших прикладів понять тих, що також входять в даний факт. ТПВ, по суті, служать формою для представлення СМ.

Логічний висновок в ССМ орієнтований на отримання інформації про елементи проблемної області, явно не представлені в моделі. Він ґрунтується на використанні умовних, безумовних аксіом, схем висновку, а також сценаріїв і LSA, що відображають інтенціональні знання про проблемну область. В-аксіома [3] використовується у випадку, якщо факт з ім'ям предикативного відношення R_{μ} не може бути визначений, а в ній дія R_{μ} виражається через дію з іншим ім'ям предикативного відношення. Після застосування В-аксіоми здійснюється пошук факту із знов певним ім'ям предикативного відношення.

Схеми висновку використовуються в тому випадку, якщо імена предикативних відносин шуканих фактів 1 або 2 типу. Може трапитися, що схеми висновку неможливо застосувати на СМ вибраних прикладів понять або в результаті їх використання не вдалося вивести факт з ім'ям предикативного відношення R_{μ} на СМ будь-якого з цих вибраних прикладів. Тоді перевіряється можливість використання схем висновку на СМ безпосередніх предків вибраних прикладів понять.

Безумовні аксіоми ідентифікуються на ім'я предикативного відношення, іменам і ролям вхідних в це відношення понять. Ця інформація визначається з вхідного виразу.

Аналіз списків умовних аксіом полягає у виборі аксіоми, в сукцеденті якої міститься предикативний вираз з ім'ям предикативного відношення, іменами і ролями вхідних в нього понять, співпадаючими з відповідними атрибутами вхідного виразу. Аналогічним чином можливий вибір аксіом по антецеденту.

Висновки

Таким чином, побудова алгоритмів функціонування формально-логічних засобів для обробки моделі проблемної області в системах підтримки ухвалення рішень складних організаційних ієрархічних систем здійснюється на основі запропонованої декомпозиції вхідних виразів, представлених у вигляді предикативних схем і використання процедур умовного виведення фактів, що дозволяє реалізувати ефективну процедуру пошуку понять в структурі стратифікованої семантичної мережі. Запропонована процедура семантичної обробки вхідних виразів дозволяє формувати запит як до інтенціональної, так і до екстенціональної баз даних, що в середньому на 15 % розширює клас даних запитів.

Список літератури

1. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. – М., СПб., К., 2003. – 863 с.

2. Паржин Ю.В., Любченко Н.Ю. Технология построения операционной семантики стратифицированной семантической сети для поддержки принятия управленческих решений // Збірник наукових праць ХУ ПС. – Х.: ХУПС, 2007. – Вип. 2 (14). – С. 115-118.

3. Любченко Н.Ю. Средства управления логическим

выводом и поддержания непротиворечивости экстенсioнальной базы данных в системах поддержки принятия решений // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2007. – Вип. 3 (61). – С. 56-60.

Надійшла до редколегії 4.04.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Краснобаєв, Харківський національний університет сільського господарства ім. П. Василенка, Харків.