

РГБ ОД

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

/ 6 чол 1998

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Мар'їн Сергій Олександрович

УДК 519.7;519.68

Метапродукційні моделі прийняття рішень з контекстно-залежним механізмом виведення

01.05.04 - Системний аналіз та теорія оптимальних рішень

Автореферат

*дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук*

Харків - 1998

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор,

Терзіян Ваган Якович,

Харківський технічний університет

радіоелектроніки, зав. філ.-каф. ШІС

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор Бодянський Євген Володимирович,

Харківський технічний університет радіоелектроніки,

професор каф. Технічної кібернетики

кандидат технічних наук, доцент Шеховцов Сергій Борисович,

Харківський університет внутрішніх справ,

доцент каф. Прикладної математики

Провідна установа: Інститут проблем штучного інтелекту "ІПШІ", м. Донецьк

Захист відбудеться "1" 07 1998 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.052.01 в Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки за адресою:

310726, м. Харків, пр. Леніна, 14, fax: (0572) 40-91-13.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотечі університету.

Автореферат розісланий "17" 05 1998 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради



В.М. Левікін

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність і ступінь дослідженості дисертації. Інтенсивний розвиток апаратного забезпечення ЕОМ, а саме, поява нових периферійних пристроїв, розширив можливості застосування комп'ютерів для цілого ряду галузей людської діяльності. Переживають період активного росту технології, орієнтовані на використання глобальних інформаційних мереж. Кожного року створюються та включаються в світову мережу для вільного доступу сотні баз даних різноманітних типів та призначення, десятки фірм здійснюють перехід на безпаперову технологію ведення документації. Паралельно цим процесам росте навантаження на рядового користувача комп'ютера. Обсяг інформації, який йому доводиться оброблювати, найчастіше перевищує скромні людські можливості. Одним із способів полегшення процесу пошуку та обробки інформації, приховування складності управління комплексними автоматизованими об'єктами, підтримки процесу прийняття рішень є створення та використання інтелектуальних програмних агентів. Вони являють собою нове покоління інтелектуальних систем до яких, однак, висувають вимоги найбільш жорсткі, ніж до їх попередників – перших експертних систем. Характеризуючи цей факт, західні фахівці з штучного інтелекту підкреслюють, що відбулась зміна погляду на інтелектуальні системи та моделювання знань. Зараз моделі набуття знань використовуються скоріше як засіб для боротьби з складністю управління та контролю над деякою предметною галуззю, ніж як простий контейнер для зберігання експертних знань. Звідси стає очевидною необхідність розвитку методів, які вже відомі та широко застосовуються при побудові експертних систем з метою адаптувати їх до підвищених вимог.

Найбільше розповсюдження отримали продукційні моделі подання знань. Вони користуються незмінною популярністю у розробників інтелектуальних систем. Очевидно, це обумовлено вдалим співвідношенням в них таких якостей, як простота та виразність. Особливо показовим є той факт, що безумовна більшість реально функціонуючих експертних систем базуються на продукціях. На теперішній час, зусилля вчених та розробників в цій галузі спрямовані на створення нових, більш виразних та потужних продукційних моделей.

Зв'язок роботи з науковими темами та планами. Дисертаційна робота виконана у відповідності з тематикою науково-дослідницьких робіт: “Ескізний проект експертної системи діагностики АЕС” (шифр 93-12); № ДР 0194U038479 (шифр 381-1) “Розробка моделі метазнань та їх програмних застосувань на базі багаторівневих динамічних математичних засобів”; № ДР 0196U013508 (шифр 432-1) “Розробка нових методів управління зберіганням та пошуком інформації в глобальних інформаційних системах”; № ДР 0197U008894 (шифр 519-1)

“Розробка концепції та математичного апарату інтелектуальної обробки мультитекстних знань в глобальних інформаційних системах”.

Метою роботи є розробка комплексу математичних та програмних засобів подання знань на базі багаторівневих метапродукційних моделей з контекстно-залежним алгоритмом зміни рівня виводу та дослідження їх застосування до задач прийняття рішень у динамічних середовищах і в умовах використання знань декількох експертів.

Основні задачі наукового дослідження:

- 1) дослідження загальних принципів побудови багаторівневих динамічних моделей прийняття рішень та адаптації їх до метапродукційних моделей подання знань;
- 2) дослідження способів формування узагальнених продукцій та методики ідентифікації типів суперечностей між ними;
- 3) створення засобів маніпулювання областю активних знань у рамках багаторівневої метапродукційної моделі;
- 4) розробка класу продукційних правил, призначених для визначення змін контексту на етапі виведення;
- 5) дослідження способів організації робочої пам'яті інтерпретатора продукційних правил та адаптація до задач виводу на багаторівневій системі продукцій та метапродукцій;
- 6) розробка процедури управління зміною рівня виведення на базі результатів застосування спеціалізованих продукційних правил;
- 7) розробка методики використання метапродукційних моделей для моделювання процесу прийняття рішень у динамічних середовищах;
- 8) дослідження існуючих підходів до побудови експертизи на основі знань багатьох експертів;
- 9) вибір та адаптація підходу до особливості задач формування ситуативної експертизи в умовах багатоекспертних знань;
- 10) розробка методики використання метапродукційних моделей для прийняття рішень в умовах багатоекспертних знань;
- 11) підвищення якості автоматизованого створення планів розрахунків та первинного аналізу фінансового стану клієнта шляхом введення метапродукційного управління множиною базових методів.

Наукова новизна одержаних результатів. У процесі розв'язування задач, згідно з метою роботи, одержано наступні наукові результати:

- 1) запропоновано формат метапродукцій, що виключає різноманітність функціонального навантаження на них та регламентує відношення між метапродукціями різних рівнів (удосконалено);

2) запропоновано продукційний принцип розпізнавання ситуацій, що потребують виведення на метапродукціях (вперше одержано);

3) запропоновано алгоритм процедури управління зміною рівня виводу, що базується на використанні продукційних правил (вперше одержано);

4) запропоновано методики моделювання процесу прийняття рішень у складних динамічних предметних галузях на основі багаторівневої системи метапродукцій (вперше одержано).

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що їх можна використати при побудові систем підтримки прийняття рішень різного призначення в якості моделі для зберігання та виводу на експертних знаннях. Особливості розробленого алгоритму виводу роблять найбільш доцільним його застосування в складних предметних областях, що мають динамічну природу або необхідність у використанні декількох, потенційно суперечних, джерел знань. Наприклад, створення систем автоматизованого аналізу фінансового стану та стратегічного планування підприємств; розробка підсистем навігації у мобільних інтелектуальних системах; створення програмних агентів пошуку інформації у глобальних інформаційних мережах; медичні системи моніторингу стану пацієнта.

Наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертації були використані в навчальному процесі під час підготовки курсів лекцій, практичних та лабораторних занять з дисциплін: “Експертні системи”, “Методи та алгоритми прийняття рішень”, “Програмне забезпечення інтелектуальних систем” в Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки.

Результати виконаних досліджень були використані при розробці:

- підсистеми аналізу планів розрахунків, та прогнозу фінансового стану клієнту у складі автоматизованої системи банківського обслуговування “САРС БОН” для зменшення інформаційного навантаження на клерка-операціоніста та виключення можливості виникнення ситуацій, які вимагають повторного повернення клієнта до процедури корекції плану; Головне відділення акціонерно-комерційного агропромислового банку “Україна”, м. Харків;

- макету програмної системи Net Reasoner v. 2.0, який було створено для дослідження різноманітних аспектів проблеми прийняття рішень в умовах динамічного середовища, а також з метою ознайомлення студентів з новими напрямками в цій галузі; Харківський державний технічний університет радіоелектроніки.

Особистий внесок здобувача. Наукові положення, висновки та рекомендації, які викладені в дисертації та виносяться на захист, отримані особисто здобувачем, а саме йому належить:

1) структура семантичних метапродукційних правил з двокомпонентною передумовою та ядром, які описують зміну активності продукційних правил рівнем нижче;

2) принцип розпізнавання ситуацій, що потребують виводу на метапродукціях, які базуються на використанні продукцій особливого типу; а також формат опису цих продукцій, вплив на процес виведення;

3) схема контекстно-залежного алгоритму виведення на багаторівневій метапродукційній моделі;

4) підхід до моделювання процесу побудови ситуативної експертизи в умовах присутності декількох джерел знань;

5) методика моделювання процесу прийняття рішень в умовах суперечних наборів мультисекспертних знань на основі продукційної системи з одним рівнем метапродукцій;

6) методика застосування багаторівневих метапродукційних систем до вирішення задач прийняття рішень у динамічних середовищах.

Апробація роботи. Основні результати дисертації доповідались на щорічній Міжнародній науково-технічній конференції "International Meeting on Information Technology"(MicroCAD'94-97); на 5th International Summer School (університет міста Ювяскюля, Фінляндія, 1995); на Першій Міжнародній науково-практичній конференції "Языки мозга и тела человека: проблемы и практическое использование в деятельности органов внутренних дел" (м. Орел, Росія, 1995); на Першій Міжнародній науковій конференції "М.М.Бахтин и наука XXI века" (м. Орел, Росія, 1995); на XXII Всеросійській молодіжній науковій конференції "Гагаринские чтения" (м. Москва, 1996); на 42-му Міжнародному симпозіумі "Informatics and Automation in the age of the Information Society" (м. Льменау, Німеччина, 1997).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в 1-ій журнальній статті, 4-ох статтях в збірниках наукових праць (дві з них по результатам роботи конференції), 2-ох депонованих статтях та в 4-ох матеріалах конференції (1 доповідь у повному обсязі, 3 тези доповідей), а саме:

1. Кривич Н.В., Мар'ян С.А. Метапродукционные модели в задачах многоэкспертного вывода/ // Радиоэлектроника и информатика. - 1997. - № 1.- С. 49-52.

2. Використання відношень з параметрами у метасемантичних моделях / Н.В. Кривич, С.О. Мар'їн // Проблеми біоніки. - 1998. - Вип. 48.- С. 92-96.

3. Евристичні методи оптимізації резервування у системах розподілення ресурсів / О.О. Гордєєв, С.О. Мар'їн, А.В. Ткачук, О.В. Цимбал // Проблеми біоніки. - 1998. - Вип. 48.- С. 107-114.

4. Марьин С.А. Многоуровневые адаптивные стратегии вывода в медицинских экспертных системах // Материалы научно-технической конференции "International Meeting on Information Technology" (MicroCAD'97).- Харьков: ХИТУ, 1997.- С. 319-323;

5. Huebental F., Maryin S., Vyazelenko S. Model of multilevel metarules over semantic network in medicine // Материалы научно-технической конференции "International Meeting on Information Technology" (MicroCAD'97).- Харьков: ХИТУ, 1997.- С. 363-366;

6. Stephan A., Terziyan V., Huebenthal F., Maryin S. A multilevel metarules models with flexible level management // Proc. 42 International Symposium Informatics and Automation in the age of the Information Society.- Ilmenau (Germany).- 1997.- P. 21-23;

7. Будущее CASE-средств глазами программиста/ Д.І. Вороненко, Н.В. Кривіч, С.О. Мар'їн Харківський техн. університет радіоелектроніки. - Харків, 1996. -8 с.- Рус. - Деп. в ДНТБ України, №1684 - Ук 96;

8. Метапродукционные модели объектов со сложной динамикой поведения / Д.І. Вороненко, Н.В. Кривіч, С.О. Мар'їн Харківський техн. університет радіоелектроніки. - Харків, 1996. -7 с.- Рус. - Деп. в ДНТБ України, №1684 - Ук 96;

9. Вязеленко С.В., Кольцов А.В., Марьин С.А., Нетребченко А.В. Сетевая модель динамики сложного объекта // Тезисы докладов международной научно-технической конференции "International Meeting on Information Technology" (MicroCAD'95).- Харьков. - 1995.- С.135.

10. Марьин С.А. Система синтеза метапродукционных моделей экспертных знаний // Тезисы докладов международной научно-технической конференции "International Meeting on Information Technology" (MicroCAD'96).- Харків.- 1996.- С.83.

11. Вязеленко С.В., Гребенюк В.А., Марьин С.А., Янковский В.В. Инструментальное средство поддержки метапродукционных моделей экспертных знаний // Тезисы докладов международной научно-технической конференции "International Meeting on Information Technology" (MicroCAD'96).- Харьков.- 1996.- С.80.

З наведених нижче 11-ти наукових праць, 9 праць мають співавторів, якими є: Вороненко Д.І. (2 роботи), Вязеленко С.В. (3 роботи), Гордєєв О.О. (1 робота), Гребенюк В.О. (1 робота), Кольцов А.В. (1 роботи), Кривич Н.В. (4 роботи), Нетребченко О.В. (1 робота), Штефан А. (1 робота), Терзіян В.Я. (1 робота), Ткачук А.В. (1 робота), Хюбенталь Ф.(2 роботи), Цимбал А.В. (1 робота), Янковський В.В. (1 робота).

В співпрацях здобувачу належить: 1. Методика застосування метапродукційних моделей до задач багатоекспертних виводів; 2. Узагальнене поняття та подання семантичних продукцій і метапродукцій для випадку семантичної сітки з параметрами; 3. Розробка функцій підсистеми оптимізації резервування та дослідження систем масового обслуговування; 4. Без співавторів; 5. Особливості моделювання контекстно-залежних знань в рамках метасемантичної моделі; 6. Принцип та алгоритм продукційного управління рівнем виводу в багаторівневій метапродукційній моделі; 7. Обґрунтування необхідності переходу від CASE – технологій до BASE – технологій при створенні систем автоматизованого програмування; 8. Дослідження двох типів алгоритмів управління рівнем виводу на багаторівневій моделі знань; 9. Особливості створення систем автоматизованого формування семантичних метапродукцій за вхідним ланцюгом станів семантичної сітки. Поняття суперечності в наборах семантичних продукцій; 10. Без співавторів; 11. Порівняння виразних можливостей апарату метасіток Петрі та метапродукційної моделі.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, містить 46 малюнків, 13 таблиць, список використаної літератури з 72 найменування та 3 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 166 сторінки.

Методи дослідження. До основи теоретичних досліджень покладено методи теорії формальних систем, математичної логіки, об'єктно-орієнтоване проектування, моделі та методи штучного інтелекту.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, яка розглядається в роботі, показано загальну структуру дисертації та короткий зміст кожного розділу.

У першому розділі проведений аналіз існуючих орієнтованих на знання підходів та засобів моделювання процесу прийняття рішень. Відзначено, що одними з найбільш розповсюджених засобів є продукційна модель. Це обумовлено вдалим сполученням таких властивостей, як простота та виразність. Звичайно продукції пов'язують з виконанням програмною системою дій у деякому середовищі або в моделі цього середовища. В розділі розглянуто класифікацію продукцій по типу їх ядер.

Зараз все більшу популярність набувають моделі подання знань типу сіток. Загальна ідея, яка закладена в них, полягає в тому, щоб розглянути проблемне середовище як сукупність об'єктів та відношень між ними.

У розділі досліджено як позитивні, так і негативні риси продукційних та сіткових моделей подання знань. Зроблено висновок про необхідність поєднання цих двох моделей в межах єдиної інтегрованої з метою уникнення деяких недоліків кожної з моделей.

Розділ містить короткий огляд засобів, пов'язаних з та підходів застосуванням моделей подання знань до вирішення проблем виведення в умовах існування деяких, навіть протилежних, джерел знань. На рис. 1. схематично зображено два основні підходи. Перший (рис. 1,а) передбачає створення декількох паралельних виводів на базі знань кожного з доступних експертів. Потім отримані результати виведення інтегруються в єдиний висновок. Другий підхід (рис. 1,б) заснований на попередньому виборі знань одного експерта з множини існуючих та створенні виводу лише на базі його знань.

Проведено якісний аналіз особливостей кожного з підходів з точки зору можливості моделювання експертиз різного роду (оціночної та ситуативної). На базі аналізу зроблено висновок про задовільну можливість застосування цих підходів до створення оціночної експертизи та про незадовільну до побудови ситуативної.

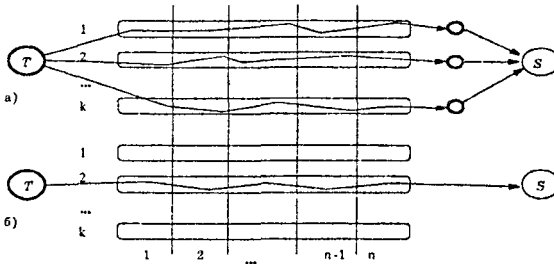


Рис. 1 -- Схема двох підходів до вирішення проблеми багатоекспертного виведення

Розглянуто коло проблем моделювання процесу прийняття рішень в умовах динамічного зовнішнього середовища. Перелічено вимоги до моделей подання знань у термінах контексту.

Сформульовано мету та задачі дисертаційної роботи, основу яких складає вдосконалення формального апарату багаторівневих метапродукційних моделей знань та дослідження його застосування до задач виведення в умовах мультиекспертних знань та до виведення у динамічних середовищах.

Другий розділ присвячений розгляду метапродукційної моделі, яка адаптована до функціонування в умовах мультиекспертних знань та динамічної природи навколишнього середовища.

Продукційна модель знань містить три компоненти: базу фактів (робочу пам'ять), базу продукційних правил та інтерпретатор. База фактів містить поточний стан предметної галузі, база правил містить знання про цю галузь, інтерпретатор забезпечує застосування бази правил до бази фактів з метою набуття нових фактів або модифікації старих. В цій роботі в якості структури робочої пам'яті запропоновано використовувати дискретну екстенсіональну семантичну сітку. Це значить, що сітка, яка описує предметну галузь, по-перше, однорівнева (відсутність родо-видової ієрархії вузлів), а по-друге, містить виключно ситуативні відношення. Ці відношення не мають параметрів, тобто мають всього два стани – або присутні, або відсутні. Типова дискретна семантична сітка з родо-видовою ієрархією легко приводиться до цього стану шляхом використання операції проєкції “згори-вниз”. У розділі рекомендовано один з можливих способів реалізації цієї операції, який базується на переносі всіх властивостей вузлів-предків до вузлів-нащадків.

Формально семантична сітка задається множиною об'єктів $\{A_n\}$, множиною типів відношень $\{L_k\}$ та кон'юнкцією тримістних предикатів P , що описують сукупність існуючих відношень сітки (предикат $P(A_i, L_k, A_j) = 1$, якщо між об'єктами A_i та A_j існує відношення типу L_k і $P(A_i, L_k, A_j) = 0$, протилежному випадку). Стан сітки записується так:

$$S_i = \bigwedge_{\forall i,k,j} P(A_i, L_k, A_j) \quad (1)$$

У разі необхідності у кон'юнкцію можна включити предикати з запереченням, які явно вказують на відсутність деяких відношень у поточному стані сітки.

В цьому розділі також розглядається множина продукцій, що утворена продукційними правилами трьох типів. Розглянуті семантичні продукції як продукції, що описують закони активізації та відключення відношень сітки. Вони задають причинно-наслідковий зв'язок між двома сусідніми станами сітки. Формат продукції цього типу надається:

$$R_i: \text{ IF } (S_i) \text{ THEN } P_k; \quad (2)$$

$$R_j: \text{ IF } (S_j) \text{ THEN } \bar{P}_k. \quad (3)$$

де R_i – логічна змінна, що відображає активність (присутність у поточному наборі правил) i -ої продукції; S_i – стан сітки, який відображається кон'юнкцією предикатів (див. формулу (3)); P_k – предикат P , що описує деякі дійсні відношення. Продукції (2) і (3), відповідно, відображають закони “народження” та “смерті” цього відношення.

Розглянуто шляхи узагальнення продукційних правил та визначено поняття конфлікту між правилами. Досліджено подібність та відмінність семантичних та синтаксичних конфліктів. Проаналізовано коло засобів запобігання конфліктам та зроблено висновок про необхідність використання метапродукційного підходу для досягнення цієї мети.

Введено поняття продукцій-моніторів, що призначені для розпізнавання семантичних конфліктів, які вимагають зміни активного набору семантичних продукцій, а також для формування метаданих (вхідних даних до метапродукцій).

Проведено стисле дослідження найбільш типових ситуацій, які можливо розцінювати як невідповідні нормальному функціонуванню продукційної системи:

- у наборі активних продукцій/метапродукцій є суперечні продукції/метапродукції;
- зміни семантичної сітки мають циклічний характер;
- вичерпана максимально допустима глибина виведення;
- в наборі активних продукцій/метапродукцій немає жодної, що могла б бути застосована до поточного стану бази фактів (тупик).

Подібні ситуації будемо називати проблемами виведення. Кожній проблемі в рамках метапродукційної моделі поставлено у відповідність ідентифікатор C_i . Наприклад, тупик - C_1 , суперечний набір активних продукцій - C_2 і так далі. Таким чином, опис поточного стану процесу виведення деякого рівня містить перелік ідентифікаторів причин, які вимагають метапродукційного втручання. В узагальненому вигляді:

$$F_i = \bar{C}_1 \wedge C_2 \wedge \dots \wedge \bar{C}_k \quad (4)$$

де C_i - логічна змінна-ідентифікатор деякої проблеми виведення, знак заперечення над C_i вказує на відсутність цієї проблеми на поточному кроці виведення. Треба вказати, що серед проблем виведення може бути опис неприпустимого стану предметної галузі.

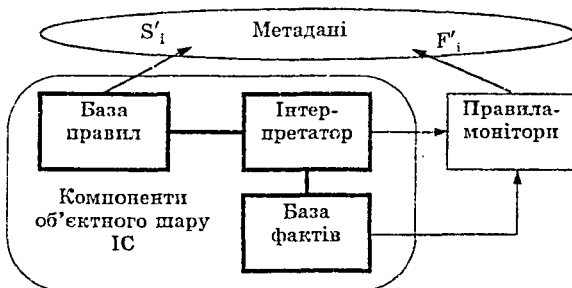


Рис. 2 – Схема формування метаданих для першого рівня метапродукцій

У розділі розглянуто визначення поняття метаданих та схема їх формування в межах метапродукційної моделі (рис.1). Підкреслено багаторівневу природу метаданих, тобто кожному метапродукційному рівню у відповідність ставиться рівень метаданих. Запропоновано склад метаданих. Для першого рівня він включає поточний стан набору правил S'_i та поточний стан процесу виведення F'_i . Тобто:

$$S'_i = R_1 \wedge \bar{R}_2 \wedge \dots \wedge R_n, \quad (5)$$

де знак заперечення над R_i вказує на відсутність i -го семантичного правила в поточному наборі.

Склад метаданих n -го рівню включає поточний стан набору метаправил та поточний стан процесу виведення на попередньому наборі метапродукцій/продукцій. Формально метаданні подаються такими формулами:

$$S_j^{(n)} = \bigwedge_{i=1}^k R_i^{(n-1)}; \quad (6)$$

$$F_j^{(n)} = \bigwedge_{i=1}^k C_i^{(n)}. \quad (7)$$

В розділі був запропонований формат продукцій-моніторів для моделі з одним рівнем метапродукцій :

$$\text{IF } (S_1 \wedge F'_1) \text{ THEN } C'_k; \quad (8)$$

$$\text{IF } (S_j \wedge F'_j) \text{ THEN } \bar{C}'_m, \quad (9)$$

та його узагальнення до моделі з кількістю метапродукційних шарів, що дорівнює n :

$$\text{IF } (S_i^{(n-1)} \wedge F_i^{(n)}) \text{ THEN } C'_k^{(n)}; \quad (10)$$

$$\text{IF } (S_j^{(n-1)} \wedge F_j^{(n)}) \text{ THEN } \bar{C}'_m^{(n)}. \quad (11)$$

В розділі розглянуті семантичні метапродукції. В цій моделі функціональне навантаження на метапродукції однорідне та обмежено описом динаміки нижче розташованого продукційного/метапродукційного рівня. Метапродукції першого рівню мають наступний вигляд:

$$(R'_i, F'_i): \text{IF}(S'_i) \text{ THEN } R_k; \quad (12)$$

$$(R'_j, F'_j): \text{IF}(S'_j) \text{ THEN } \bar{R}_k, \quad (13)$$

де, за аналогією з семантичними продукціями, R'_i – логічна змінна, що описує активність i -ої метапродукції, F'_i – опис проблем, для вирішення яких необхідний крок виведення на метапродукціях.

Однією з основних причин вводу в продукційну систему метапродукцій безумовно є суперечності, що з'являються на етапі виводу в наборі продукцій. При достатньо великій базі продукцій такі суперечності можуть виникати також й

серед метапродукцій. В цьому випадку необхідно добудувати метапродукційні шари. Формат метапродукційних правил n -ого рівня подається так:

$$(R_i^n, F_i^n): \text{IF } (S_i^n) \text{ THEN } R_k^{n-1}, \quad (14)$$

$$(R_j^n, F_j^n): \text{IF } (S_j^n) \text{ THEN } \bar{R}_k^{n-1}. \quad (15)$$

Багаторівнева архітектура продукційної моделі висуває додаткові вимоги до алгоритму виведення на ній. В розділі був описаний контекстно-залежний алгоритм виведення, що базується на запропонованому продукційному принципі управління рівнем процесу виведення. Він встановлює рівень вхідних даних машини виведення в залежності від ситуації, що склалася на тому чи іншому продукційному/метапродукційному рівні. Його схему можна подати так:

{вивід починається з базового рівня правил}

Level:=1;

While (не спрацювали правила зупинки) do

begin

зіставити умовні частини активних правил $S_i^{(Level)}$ з фактами $S_i^{(Level-1)}$;

if (знайдено синтаксичний конфлікт) then модифікувати $F_i^{(Level)}$;

Вивід на множині MR^{Level} продукцій-моніторів;

if (знайдено семантичний конфлікт) then модифікувати $F_i^{(Level)}$;

if ($F_i^{(Level)} \neq F_{i-1}^{(Level)}$) then Level:=Level+1;

else

if (Level≠1) then Level:=Level-1;

end;

Зупинка процесу виводу можлива чи або досягненні цільового стану бази фактів (стану семантичної сітки), або при перевищенні кількості кроків виводу. Як алгоритм зіставлення та заміни можна використати будь-який з відомих алгоритмів.

В третьому розділі було запропоновано розв'язування задачі виведення на знаннях в умовах динамічного природного середовища на основі багаторівневої метапродукційної моделі. Складність розв'язування цієї задачі полягає, по-перше, в необхідності перебудови набору знань при надходженні чи визначенні нових фактів про предметну галузь, по-друге, в зберіганні та використанні суперечних блоків знань. Зроблено висновок про те, що розглянутий в попередньому розділі контекстно-залежний алгоритм виведення в метапродукційній моделі дозволить оцінювати ступінь необхідних змін та уникнути повної перебудови активного тіла знань.

суперечних продукцій, які складають цю стратегію. Наприклад, спроба зберігати та використовувати в традиційній базі знань обидві стратегії “максимального росту” та “рівноваги” веде до виникнення конфлікту між семантичними продукціями, що формалізують ці стратегії.

Таблиця 1

Продукції стратегії “максимального росту”

R_1 : IF $\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge \bar{P}_9 \wedge \bigwedge_{i=10}^{11} P_i \wedge \bigwedge_{i=12}^{15} \bar{P}_i \wedge (\bigwedge_{i=16}^{17} \bar{P}_i \wedge P_{19} \vee P_{18})$ THEN P_9
R_2 : IF $\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge P_9 \wedge \bigwedge_{i=11}^{17} \bar{P}_i \wedge ((\bar{P}_{10} \vee P_{10} \wedge \bar{P}_{19}) \vee \bigwedge_{i=10}^{14} P_i)$ THEN $\bar{P}_9$
R_3 : IF $\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge \bar{P}_9 \wedge (\bigwedge_{i=10}^{14} P_i \vee \bigwedge_{i=12}^{17} \bar{P}_i \wedge (\bar{P}_{10} \vee P_{10} \wedge P_{11} \wedge \bar{P}_{19}))$ THEN $\bar{P}_9$
R_4 : IF $\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_9 \wedge P_{18} \wedge P_{10} \wedge \bigwedge_{i=11}^{14} \bar{P}_i \wedge (\bigwedge_{i=15}^{17} \bar{P}_i \wedge P_{19} \vee P_{15})$ THEN P_9

Таблиця 2

Продукції стратегії “рівноваги”

R_1 : IF $\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge \bar{P}_9 \wedge \bigwedge_{i=10}^{11} P_i \wedge \bigwedge_{i=12}^{17} \bar{P}_i \wedge P_{19}$ THEN P_9
R_2 : IF $\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge P_9 \wedge \bigwedge_{i=11}^{17} \bar{P}_i \wedge ((\bar{P}_{10} \vee P_{10} \wedge \bar{P}_{19}) \vee \bigwedge_{i=10}^{14} P_i)$ THEN $\bar{P}_9$
R_3 : IF $\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge \bar{P}_9 \wedge (\bigwedge_{i=12}^{17} \bar{P}_i \wedge (\bar{P}_{10} \vee P_{10} \wedge P_{11} \wedge \bar{P}_{19}) \vee \bigwedge_{i=10}^{12} P_i)$ THEN $\bar{P}_9$
R_4 : IF $\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge P_9 \wedge P_{10} \wedge \bigwedge_{i=11}^{14} \bar{P}_i \wedge (\bigwedge_{i=15}^{17} \bar{P}_i \wedge P_{19} \vee P_{15})$ THEN P_9

Продукція з першої стратегії R_1 конфліктує з продукцією з другої - R_3 , тобто при виникненні ситуації з множини, яка задовольняє будуть отримані суперечні висновки.

$$\bigwedge_{i=1}^8 P_i \wedge P_{18} \wedge \bar{P}_9 \wedge \bigwedge_{i=10}^{11} P_i \wedge \bigwedge_{i=12}^{15} \bar{P}_i \wedge P_{16} \quad (16)$$

У розділі був розглянутий засіб опису комплексної стратегії, який базується на введенні в продукційну систему продукцій-моніторів та метапродукцій. Продукцій-монітори розпізнають ситуації предметної галузі, які потребують зміни набору продукцій певної стратегії. Метапродукції, маніпулюючи активністю семантичних продукцій, перебудовують тіло поточної стратегії в залежності від існуючої ситуації. Треба підкреслити, що введення метапродукцій дозволяє не тільки здійснити перехід від однієї стратегії до іншої, але інколи отримувати на їх

основі комбіновану стратегію (це можливо, коли відповідні продукційні правила не вступають в конфлікт).

Метапродукції, що здійснюють перехід від однієї стратегії до іншої, мають вигляд:

Таблиця 3

Метапродукції опису зміни стратегії

$(R'_1, C'_1): \text{IF } (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6) \text{ THEN } \bar{R}_1;$ $(R'_2, C'_1): \text{IF } (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6) \text{ THEN } \bar{R}_3;$ $(R'_3, C'_1): \text{IF } (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6) \text{ THEN } R_5;$ $(R'_4, C'_1): \text{IF } (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge \bar{R}_5 \wedge \bar{R}_6) \text{ THEN } R_6.$
--

Оскільки продукції R_4 та R_2 кожної стратегії співпадають, загальна множина продукції, над якою задані метапродукції, складається з 6-ти правил. Продукція-монитор, що розпізнає ситуацію, в якій необхідна зміна стратегії, має такий вигляд:

$$MR_1: \text{IF } \bigwedge_{i=1}^{14} P(A_{x_i}, L_{life}, A_{x_i}) \wedge \bar{C}_1 \text{ THEN } C'_1,$$

де L_{life} – унарне відношення “бути живим”.

В розділі приділено певну увагу дослідженню методики побудови процесу прийняття рішення за допомогою продукцій в умовах мультиекспертних знань. На рис. 4 схематично наведені два можливих типи відношень між блоками знань різних експертів. Зроблено висновок, що в процесі виведення на знаннях декількох експертів необхідно вирішувати дві основні проблеми: 1) розпізнавання ситуації, при якій знання поточного експерта стають неактуальними, та необхідний перехід до іншого блоку знань (на рис. 4 блоки А та С); 2) прийняття рішень при наявності декількох взаємосуперечних блоків знань (на рис. 4 блоки А та В).

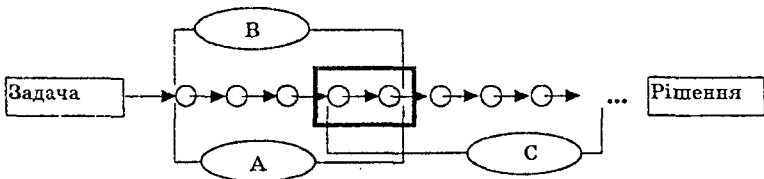


Рис. 4 – Можливі відношення між блоками знань різних експертів

Запропоновано підхід до формування процесу виведення на багатоекспертних знаннях. Він являє собою інтеграцію двох традиційних підходів та експлуатує достатньо відомий принцип “одна задача – знаннями одного експерта” в наступній його модифікації: “підзадача – знаннями одного експерта”.

В цьому випадку особливу роль набувають формальні засоби оцінки ситуації на предмет необхідності зміни поточного набору знань та засоби відтворення цього переходу. Новизна даного підходу полягає в можливості будувати на його основі не тільки оціночну, але й ситуативну експертизу.

Досліджено метапродукційну реалізацію запропонованого підходу для задачі прогнозування результатів проведення ділових переговорів. Розв'язання цієї задачі пов'язано зі створенням та використанням бази знань декількох експертів, що в свою чергу, обумовлено складною багатоаспектною природою предметної галузі, що включає знання з психології, економіки, соціології, політології. Розглянуто функціональне навантаження на всі типи продукційних правил. Підкреслена явна перевага запропонованої моделі перед традиційними при оперуванні суперечними знаннями та недостатня гнучкість при роботі з перекривними.

В четвертому розділі розглянуто макет програмної системи Net Reasoner v. 2.0., розроблений для дослідження різноманітних аспектів проблеми прийняття рішень у динамічних середовищах, а також з метою ознайомлення студентів з новими напрямками в цій галузі. Даний програмний засіб розроблений сумісно з стажером філ.-каф. ІШС Кривич Н.В.

Розглянуто створення макету програмної системи Net Reasoner v. 2.0. Описано послідовність та основні режими роботи з розробленою програмною системою. Наведено опис інтерфейсу програмної системи та складу функціональних можливостей. Серед них найбільш важлива: набуття знань у формі семантичних продукцій; виведення на основі семантичних продукцій; візуалізація динаміки семантичної сітки. Крім того, розділ вміщує опис логічної структури програмної системи.

У висновках наводяться основні результати дисертаційної роботи, висновки за результатами роботи, перспективи подальших розробок.

В додатках наведені екранні форми та текстові приклади функціонування системи Net Reasoner v. 2.0.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТА ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз існуючих підходів, що орієнтовані на знання, та засобів моделювання процесу прийняття рішень. Розглянуто основні парадигми побудови багаторівневих моделей для складних динамічних предметних галузей.

2. Описано основні проблеми виведення у подібних галузях з точки зору контекстної залежності знань. На основі цього сформульовано ряд вимог до моделей подання знань. У результаті обрано метапродукційний підхід як найбільш прийнятний поставленим вимогам.

3. Запропоновано модифікований формат опису метапродукцій, що зберігають універсальність метапродукційного підходу та дозволяють скоротити число метапродукцій, які використовуються на кожному конкретному кроці виведення.

4. Запропонований продукційний принцип оцінки ситуацій, що потребують метапродукційного втручання. Він дозволяє експерту з предметної галузі явно описувати множину ситуацій, що потребують метапродукційного втручання.

5. Для реалізації наведеного вище принципу було введено специфічний тип продукційних правил, та було запропоновано формат їх опису. Формат опису продукцій був узагальнений для випадку багаторівневої метапродукційної системи.

6. Розроблено схему алгоритму управління зміною рівня виведення у багаторівневих метапродукційних моделях. В її основі лежить продукційний принцип. Цей алгоритм може бути розглянуто як надбудова над будь-яким з класичних алгоритмів виведення.

7. Запропоновано підхід до моделювання процесу прийняття рішень в умовах мультіекспертних знань. Він уявляє собою інтеграцію двох відомих підходів до оціночної експертизи з переорієнтацією їх на побудову ситуативної експертизи.

8. Запропоновано методику застосування метапродукційної моделі з одним рівнем метапродукцій до задач виведення в умовах декількох джерел знань. Досліджено функціональне навантаження, що виконується продукціями, які обумовлюють використання метапродукційного шару, та самими метапродукціями.

9. Розроблено методику застосування метапродукційної моделі до задач виведення у динамічних середовищах. Розглянуто можливість опису декількох, потенційно суперечних стратегій у рамках єдиної продукційної системи.

10. Розроблено програмний продукт, призначений для дослідження динаміки змін семантичної сітки, що керується продукційними правилами. Використання комбінованої моделі знань в якості інтелектуального ядра системи припускає моделювання та аналіз поведінки системи в умовах динамічного середовища.

11. Збільшено загальну продуктивність роботи клерка-операціоніста з автоматизованою підсистемою аналізу планів розрахунків шляхом використання метапродукційного управління процесом створення плану. А саме, знижено частоту виникнення ситуацій, що вимагають повторного повернення до процедури корекції плану, а також розширено можливості системи в області первинного аналізу фінансового стану клієнта.

АНОТАЦІЯ

Мар'їн С.О. Метапродукційні моделі прийняття рішень з контекстно-залежним механізмом виведення. Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.04 – системний аналіз та теорія оптимальних

рішень. Харківський державний технічний університет радіоелектроніки. Харків, 1998.

Запропоновано продукційний принцип розпізнавання ситуацій, які вимагають виведення з метапродукціями. На базі цього розроблено контекстно-залежний алгоритм виведення у багаторівневих метапродукційних моделях подання знань. Розглянуто методики застосування отриманого алгоритму для вирішення задач виведення в умовах мультиекспертних знань та в умовах динамічного зовнішнього середовища. Розроблений алгоритм є адаптацією відомого алгоритму виведення до багаторівневої модифікації продукційних систем.

Ключові слова: штучний інтелект, системи прийняття рішень, семантичні сітки, продукційні системи, метазнання, алгоритми виведення, мультиекспертні знання.

АННОТАЦИЯ

Марьин С.А. Метапродукционные модели принятия решений с контекстно-зависимым механизмом вывода. Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.05.04 – системный анализ и теория оптимальных решений. Харьковский государственный технический университет радиоэлектроники. Харьков, 1998.

Предложен продукционный принцип распознавания ситуаций, требующих вывода на метапродукциях. На основе этого принципа разработан контекстно-зависимый алгоритм вывода в многоуровневых метапродукционных моделях представления знаний. Рассмотрены методики применения полученного алгоритма для решения задач вывода в условиях мультиэкспертных знаний и в условиях динамической внешней среды. Разработанный алгоритм является адаптацией известного алгоритма вывода к многоуровневой модификации продукционных систем.

Ключевые слова: искусственный интеллект, системы принятия решений, семантические сети, продукционные системы, метазнания, алгоритмы вывода, мультиэкспертные знания.

ABSTRACT

Maryin S.A. The metarule problem solution model with context-sensitive inference procedure. Manuscript. Dissertation of candidate degree of technical sciences on speciality 01.05.04 – system analysis and theory of the optimal decisions. Kharkov State technical University of Radioelectronics, 1998.

The production principle of the recognition situations, which is needed in metarule inference was proposed. On the basis of them the context-sensitive inference algorithm on multilevel metarule knowledge representation model was designed. Proposed algorithm may be considered as extension of well-known inference algorithm. The methods for solution of the multiexpert inference problem and for the problem of the inference in a dynamical environment was offered. They are based on the multilevel metaproduction model.

Keywords: artificial intelligence, problem solution system, semantic nets, system of production rule, metaknowledge, inference algorithm, multiexpert knowledge.

Підп. до друку 18.05.98

Умов. друк. арк. 1,1

Зам. № 445

Формат 60 × 84 1/16

Облік вид. арк. 1,0

Папір друк.

Тираж 100 прим.

Надруковано у видавництві ХТУРЕ
310726, Харків, просп. Леніна, 14