

Тема 4. Предикатна форма побудови експертної бази знань. Дедукція як головний метод отримання експертних знань та побудови баз знань в експертних системах. Індукція. Чіткі та нечіткі логіки, методи їх використання.

Подання інформації про поведження експертної системи в процесі формування ланцюжка логічного виведення при пошуку рішення є важливим з таких причин:

- користувачі, що працюють із системою, мають потребу в підтвердженні того, що в кожному конкретному випадку рішення, до якого прийшла програма, в основному є коректним;
- інженери зі знань, що мають справу з формуванням бази знань, повинні переконатися, що сформульовані ними знання застосовано правильно, у тому числі й у випадку, коли існує прототип;
- експерти у предметній області бажають простежити хід виведення рішень і спосіб використання тих відомостей, які з їхніх слів були введені в базу знань, що дозволить судити, наскільки коректно відомості застосовуються в даній ситуації;
- програмісти, що супроводжують, налагоджують і модернізують систему, мають потребу у інструменті, що дозволяє заглянути в «нутро» системи на рівні більш високому, ніж виклик окремих мовних процедур;
- менеджер системи, який використовує експертну технологію, що зрештою несе відповідальність за наслідки рішення, прийнятого програмою, також має потребу в підтвердженні, що ці рішення є досить обґрунтованими.

Відсутність достатньої прозорості поведження системи не дозволить експерту вплинути на її продуктивність або дати пораду, як можна її підвищити. Простежування й оцінка поведження системи – задача досить складна і для її вирішення необхідні спільні зусилля експерта і фахівця з інформатики.

Для відображення послідовності дій експертної системи і застосовуваних знань при побудові логічного виведення необхідні динамічні пояснення, тобто пояснення повинні генеруватися в процесі виведення рішення. Для підвищення інтелектуальності експертної системи варто передбачити різні типи питань, на які користувач може одержати відповідь з різною детальністю пояснень, а також мати можливість будувати, модифікувати та використовувати бази знань ЕС. Для цього найбільш релевантними є предикатна форма подання знань.

Предикатна форма побудови експертної бази знань базується на методах виведення тверджень в чіткої і нечіткої логіках, а також на використанні засобів логічного програмування.

Логічне виведення – це дедуктивний процес одержання з вихідних фактів за заданими правилами нових фактів, що логічно випливають з вихідних фактів.

Виділяють наступні типи логічного виведення.

– Дедукція – логічне міркування, у якому висновки повинні випливати з відповідних ним посилок.

– Індукція – логічне виведення від окремого випадку до загального – один з основних методів машинного навчання, у якому комп'ютери навчаються без утручання людини. До цих методів відноситься кластер-аналізі нейронні та нейро-нечіткі мережі, що самоорганізуються.

– Інтуїція – метод, не заснований на перевірених теорії. Відповідь являє собою усього лише припущення, можливо, сформульоване шляхом підсвідомого розпізнавання якогось основного образу. Логічне виведення такого типу ще не реалізовано в експертних системах.

– Евристика – емпіричні (отримані на основі досвіду) правила виведення.

– Метод породження і перевірки – метод проб і помилок. Часто використовується в сполученні з плануванням для досягнення максимальної ефективності.

– Абдукція – метод формування суджень у зворотному напрямку, від істинного висновку до посилок, що могли привести до одержання цього висновку.

– Судження, застосовувані за замовчуванням – судження, що допускають можливість під час відсутності конкретних знань приймати за замовчуванням загальноприйняті чи загальновідомі знання.

– Аутоепістемічні судження – самопізнання, або міркування про те, яким людині уявляється деякий об'єкт, його властивість.

– Немонотонні судження – судження, застосовувані в тих умовах, коли раніше отримані знання можуть виявитися неправильними після одержання нового свідчення.

– Судження за аналогією – логічне виведення виходячи з наявності ознак, подібних до ознак іншої ситуації.

Зупинимось на більш важливих з них.

Дедуктивне виведення

Найбільш відомими є методи логічного виведення висновків: прямий і зворотний.

Прямий метод виведення висновків (метод висхідного виведення, метод прямого ланцюжка суджень, classic forward-chaining reasoning), заснований на використанні правила виведення модус поненс, що дозволяє визначити істинність висновку правила при відомій істинності його умови.

Прямий метод виведення реалізується за допомогою перетворення окремих фактів проблемної області в конкретні значення істинності умов правил. Після цього перетворення ті з правил, для яких стають істинними відповідні умови, генерують висновки своїх правих частин. Ці висновки приймаються як істинні і стають новими фактами, що можуть бути використані як умови в розглянутій базі правил. При цьому правила, для яких є істинними умови, називають активними.

Процес виведення прямим методом має рекурсивний характер і може бути зупинений або у випадку відсутності нових активних правил, або у випадку одержання висновку, що є цільовим у контексті рішення вихідної проблеми. Подібне підтвердження цільового висновку характеризує успіх процесу виведення, оскільки тільки в цьому випадку використання системи правил характеризує рішення поставленої проблеми.

Ланцюжок прямого виведення висновків (forward chaining) – шлях суджень, що будується, відштовхуючись від фактів (умов, про які відомо, що вони задовольняються), до гіпотез (стану проблеми, що впливає з цих умов).

Зворотний метод виведення висновків (метод спадного виведення, classic backward-chaining reasoning), заснований на використанні правила модус толенс, що дозволяє означити хибність умови правила при відомій хибності його висновку.

Зворотний метод виведення в експертних системах реалізується в модифікованому вигляді за допомогою дослідження можливості застосування правил для підтвердження деяких задалегідь заданих висновків: заперечення висновку заміняється питанням про його істинність, що означає, що у випадку істинності імплікації $A \rightarrow B$ достатньою умовою істинності формули B є істинність формули A . Таким чином, якщо метою виведення є доведення істинності висновку B , то для цього досить довести істинність умови A , розглянутої як підціль. Тому зворотний метод служить обґрунтуванням достатніх умов для істинності висновків правил.

Процес зворотного виведення починається з підстановки окремих цікавлячих нас висновків у праві частини відповідних правил, які у цьому випадку стають активними. Після аналізу кожного з активних правил фіксуються умови, що підтверджують ці правила. Ці умови приймаються як істинні і стають новими фактами, що можуть бути використані в якості нових цільових висновків у розглянутій базі правил.

Процес виведення зворотним методом має рекурсивний характер і може бути зупинений або у випадку відсутності нових активних правил, або у випадку одержання підтвердження умов, що є істинними чи відомими фактами проблемної області.

Ланцюжок зворотного виведення (backward chaining) – шлях суджень, що будується, відштовхуючись від заданої цілі (гіпотез, що подають цільовий стан системи) до умов, при яких можливе досягнення цієї цілі (до фактів).

Як правило, системи логічного програмування зазвичай використовують зворотний метод встановлення вивідності.

Індуктивні міркування

Здатність уловлювати подібність і виділяти розходження є головним методом встановлення причинно-наслідкових відношень, що ведуть до індуктивних міркувань в експертних системах (ЕС). У сучасних модифікаціях цього методу використовується виведення за аналогією, враховується контекст реалізації причинно-наслідкових відношень, застосовуються нечіткі описи фактів і т. п.

Монотонна та немонотонна логіки

Монотонна логіка заснована на множині аксіом, прийнятих за істинні, з яких виводяться наслідки. При цьому додавання в систему нової інформації може викликати тільки збільшення множини істинних тверджень. Як правило, логічною основою сучасних ЕС являється класична логіка предикатів першого порядку.

Немонотонна логіка вирішує проблему моделювання суджень, заснованих на довірі і припущеннях за рахунок того, що міри довіри і висновки можуть мінятися в міру накопичення інформації. Система немонотонних суджень керує ступенем невизначеності, роблячи найбільш визначені припущення в умовах невизначеної інформації.

Логічне програмування

Логічне програмування - парадигма програмування, що вивчає методи і можливості використання логіки для виведенні нових фактів з даних фактів згідно заданим логічним правилам. Для розуміння логічного програмування слід ідентифікувати, чим обчислення відрізняються від дедукції. При обчисленнях ми починаємо з вихідних даних і, використовуючи набір «вказівок» (тобто програму), генеруємо результат.

У разі логічного підходу ми генеруємо деяку гіпотезу і відповідно до фіксованого набору правил продукційного типу система логічного програмування намагається перевірити істинність цієї гіпотези, використовуючи існуючі факти, що були перед цим задані.