

МЕТОДЫ ОБОБЩЁННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ

к.т.н. Т.Н. Новожилова

(представил д.ф.-м.н., проф. В.Ф. Клепиков)

В статье рассмотрены методы обобщённого определения механизма целеполагания языка представления знаний интеллектуальной базы данных (ЯПЗ ИБД) для задач экспертной классификации.

Как известно, абстрагирование есть деятельность присущая психологическим функциям вообще: существуют абстрагирующее мышление, чувство, ощущение и интуиция. В ЯПЗ ИБД абстрагирование используется при обобщении и анализе экспертных знаний и является средством образования логических форм представления знаний [1]. Процессы обобщения и абстракции – разные логические процессы: если процесс обобщения есть сам процесс перехода от менее общего к более общему, то процесс абстракции есть процесс, позволяющий осуществить этот переход [2]. В общем виде задача обобщения в ЯПЗ ИБД формируется следующим образом: по совокупности наблюдений (H_0) и совокупности базовых знаний, сгруппированных по ситуациям (DS_i), сформировать механизм целеполагания $R_{na}(H_1): DS_i \rightarrow DS_j$.

Определение 1. Под методом обобщённого определения $R_{na}(H_1)$ понимается способ формализации выражения комплекса условий, влияющих на осуществление перехода $DS_i \rightarrow DS_j$, наилучшим образом аппроксимирующего тенденцию динамических изменений и общий вид сценария действий, соответствующий этим изменениям.

Методы обобщения при формировании $R_{na}(H_1)$ используют несколько видов классификации [3], но в общем виде формализация $R_{na}(H_1)$ представляется следующим образом:

- 1) выбор общей цели $DS_i \rightarrow DS_j$;
- 2) формализация условий и факторов;
- 3) установление причинно-следственных связей;
- 4) назначение факторов уверенности;
- 5) логический вывод цели в подпространстве гипотез;
- 6) корректировка $R_{na}(H_1)$ [2].

В ЯПЗ различаются обобщения *по логическим формам* модели эксперта и обобщения *по аксиоматическим установкам* DS_i . При обобщениях по логическим формам существует априорное разделение фактов по DS_i . Целью обобщения в этом случае может являться:

- *формирование* логических координат [1]: построение для каждой DS_i максимальной совокупности общих характеристик;

- классификация и дальнейшая дифференциация DS_i ;
- определение закономерности последовательного появления событий.

Модели обобщения по логическим формам используются для синтеза схем вывода необходимых ситуаций.

В моделях обобщения по аксиоматическим установкам DS_i априорное разделение фактов по DS_i отсутствует, здесь ставятся следующие цели:

- установление закономерностей, характеризующих DS_i ;
- формулирование $R_{na}(H_1)$ обобщающего H_0 ;
- формализация родо - видовых соотношений в наборах правил [4].

С точки зрения способа представления знаний и допущений к общему виду DS_i , методы обобщенного определения $R_{na}(H_1)$ в ЯПЗ ИБД делятся на методы обобщения по признакам и структурно-логические методы. Методы обобщения по признакам различаются для качественных и измеримых значений признаков. Выявление всех дополнительно действующих причин, действия которых накладываются на основную причину, ведёт к тому, что для тех гипотез $[X-O]$, при которых кортеж вывода логической формы описывается совокупностью абстрактных наборов правил (когда изучение априорного экспертного знания когнитологу недоступно), необходимо прибегать к эвристическому конструированию в ИБД законов распределения значений признаков по DS_i в $R_{na}(H_1)$. В [3] было доказано, что любой обобщенный $R_{na}(H_2)$ сходится к исходному $R_{na}(H_1)$, если при выполнении условий $[X-O]$:

$$\lim_{h \rightarrow [x-o]} R_{na}(H_2) = R_{na}(H_1). \quad (1)$$

Поскольку модели обобщения ЯПЗ ИБД характеризуются как целями обобщения, так и моделью классификации, используемой при формировании наборов правил [2], рассмотрим способы обнаружения закономерностей, фиксируемые в кортеже вывода:

$$\lim_{\Delta DS \rightarrow 0} \sum INT : DS_i \xrightarrow{\Delta R_{na}} DS_j = f(R_{na}), \quad (2)$$

где ΔR_{na} - общее выражение изменения вида операций, вносимых в R_{na} , INT- процесс интегрирования смысла [4]. Все наблюдаемые факты, выражающие динамические изменения показателей и период изменений, представляют собой сложное действие, к которому должна быть подыскана объясняющая его причина или их закономерный порядок. Пусть при опросе эксперта сформировано H'_0 . Для функций $B_i, M_j \in H'_0$ положим

$$INT'(B_i, M_j) \subseteq \sup_{h \in H'_0} [M_j(H'_0) \cap B_i(H'_0)]. \quad (3)$$

Кроме предположенной в гипотезе причины X могут существовать добавочные причины, для объяснения этих впоследствии обнаруженных изменений, в первоначальное предположение на логических уровнях $R_{na}(H'_1)$ и $R_{na}(H''_1)$ вводятся дополнительные причины [4]. Если $\exists M_j(h) : H'_1 \xrightarrow{B} H''_1$,

где для $\mathbf{h} \in \mathbf{H}_{1i}$ $\exists \text{INT}_{\mathbf{B}}(\mathbf{M}_j(\mathbf{h}))$ по направлению обобщения \mathbf{B} и

$$\exists \text{INT}_{\Delta\mathbf{B} \cap \Delta\mathbf{M}}(\mathbf{M}_j(\mathbf{h})): \mathbf{H}'_1 \xrightarrow{\Delta\mathbf{B} \cap \Delta\mathbf{M}} \mathbf{H}'_1, \quad (4)$$

такое, что

$$\text{INT}_{\Delta\mathbf{B} \cap \Delta\mathbf{M}}(\mathbf{M}_j(\mathbf{h})(t)) = \text{INT}'_{\mathbf{B}}(\mathbf{M}_j(\mathbf{h})), \quad (5)$$

то

$$\mathbf{M}_j(\mathbf{h}): \mathbf{H}'_1 \xrightarrow{\Delta\mathbf{B} \cap \Delta\mathbf{M}} \mathbf{H}_1. \quad (6)$$

При этом \mathbf{M}_j является обобщением \mathbf{B} , если $\mathbf{M}_j(\mathbf{h}) = \mathbf{M}_j(\mathbf{X}) = \mathbf{B}$. В этом случае \mathbf{B} является уточнением \mathbf{M}_j [4]. Развитие гипотезы может привести не только к уточнению и улучшению основного допущения, но и к необходимости изменения основного предположения гипотезы или к замене данной гипотезы другой гипотезой. Формализация в $\mathbf{R}_{na}(\mathbf{H}_1)$ стратегических целей, может быть уточнена тактическими целями с помощью генетических алгоритмов [5]. Для $\forall \mathbf{h} \in \mathbf{H}'_0$ имеем

$$\text{INT}: \sum_{i=32}^{38} \mathbf{DS}_i \xrightarrow{(\mathbf{M}_j \mathbf{H}'_0)} \sum_{j=15}^{21} \mathbf{DS}_j, \quad (7)$$

если $\exists \mathbf{R}_{ni}(\mathbf{H}_3): \mathbf{H}'_0 \rightarrow \mathbf{H}_1$ такой, что через доказательство гипотез открываются функциональные зависимости, связывающие отдалённые друг от друга явления, то в этом случае $\mathbf{R}_{ni}(\mathbf{H}_3) \in \mathbf{H}'_1$ является дифференциалом отображения (7). Ошибки при формулировке содержательной, временной и причинно-следственной составляющих общей цели можно откорректировать локальными целями при построении дерева целей:

$$\bigcup_i^j \mathbf{R}_{na}(\mathbf{H}_1): \mathbf{DS}_i \rightarrow \mathbf{DS}_j. \quad (8)$$

Основой каждой схемы вывода обобщений в наборах правил является схема индуктивной резолюции. Как известно, результатом применения правила индуктивной резолюции к двум предложениям является их «наименьшее общее обобщение». Помимо принципа индуктивной резолюции, соотношение между обобщёнными и исходными наборами правил в ЯПЗ ИБД определяют следующие методы обобщённого определения.

Определение 2. *Обобщение индуктивное* - процесс построения подпространства гипотез, описывающего общую закономерность, связывающую воедино разрозненные гипотезы $\mathbf{R}_{na}(\mathbf{H}_1)$, выступающие как частные случаи этой закономерности.

Обобщением посредством индукции является интерпретация, то есть преобразование набора правил в $\mathbf{R}_{ni}(\mathbf{H}'_2)$, чтобы он приобретал смысл. В [4] было доказано, что $\forall \mathbf{R}_{na}(\mathbf{H}_{1i}) \in \mathbf{DS}_i$ существует его пополнение $\mathbf{M}_j(\mathbf{h}) \in \mathbf{DS}_j$ через обобщение \mathbf{B} , которое задаёт $\mathbf{R}_{na}(\mathbf{H}_{1i}) \rightarrow \mathbf{R}_{ni}(\mathbf{H}'_2)$ для $\mathbf{DS}_i \rightarrow \mathbf{DS}_j$. При этом может быть несколько $\text{INT}(\forall \mathbf{R}_{na}(\mathbf{H}_{1i}) \oplus \mathbf{M}_j(\mathbf{h}))$ и распознавание представляется как двухэтапный процесс:

• предварительный выбор в H_2' потенциальных H_2 на роль нужных объектов по ассоциативным связкам (X-O):

$$R_{ni}(H_2') = \lim_{\Delta R_{na} \rightarrow r} \sum_j \sum_i R_{na}(B_i, M_j, X); \quad (9)$$

• сопоставление потенциальных логических форм с их описаниями и окончательный выбор класса для H_2 : определение $INT'(B_i, M_j)$ для упорядоченных зависимостей (B_i, M_j) , такого, что:

$$INT'(B_i, M_j) = INT'_X(B_i, M_j), B_i, M_j \in R_{na}(H_1), X \in R_{na}(H_{1i}); \quad (10)$$

$$INT'_X(B_i, M_j) = 0 \text{ тогда и только тогда, когда } B_i = M_j; \quad (11)$$

$$INT'_X(B_i, M_j) \subseteq INT'(B_i, X) \oplus INT'(X, M_j), \{B_i, M_j, X\} \in R_{na}(H_1). \quad (12)$$

Определение 3. *Обобщение как перенесение закономерностей, действительных для одних наборов правил на другие. Те операции и схемы вывода, которые оказываются применимыми к конечным устойчивым множествам рассуждений, переносятся на случай бесконечных множеств при введении отрицательных примеров.*

При экспертных опросах для подтверждения или отрицания выдвигаемой гипотезы используются методы порождения новых элементов обучающей выборки, которые выдаются для классификации эксперту

$$R_{na}(H_1) \& [h = r_1] \Rightarrow R_{na}(H_2) \mid R_{na}(H_1) \& [h = r_2] \Rightarrow R_{na}(H_2), \quad (13)$$

где $r_1 \subseteq r_2 \subseteq \text{DOM}(h)$ - решающее правило, которое переопределяется, пока не будет достигнута равновесная ситуация. Для формализации $R_{na}(H_1)$ вначале определяется структура $R_{na}(H_2)$, частью которой является h , затем уже внутри структуры формализуется $R_{na}(h)$.

Определение 4. *Обобщение посредством анализа смысла некоторых выражений, возникающих в ходе приобретения знаний за счет введения новых правил и перехода к другой логической форме*

$$R_{na}(H_1) \& [h = X] \Rightarrow R_{na}(H_2) \\ \dots \mid R_{na}(H_1) \& [h = [X, O]] \Rightarrow R_{na}(H_2). \quad (14)$$

$$R_{na}(H_1) \& [h = O] \Rightarrow R_{na}(H_2)$$

Этот метод обобщения используется для введения новых характеристик в набор правил и изменения операций в родовидовых отношениях [6].

Определение 5. *Обобщение посредством перехода от конкретным по содержанию свойств и предложений к логическим переменным*

$$R_{na}(H_1) \& R_{na}(h) \Rightarrow R_{na}(H_2) \mid R_{na}(H_1) \Rightarrow R_{na}(H_2). \quad (15)$$

При использовании структурно-логических методов обобщения ЯПЗ ИБД вывод общих следствий из данных фактов должен объяснять:

1) является ли H_1 обоснованным H_0 и каковы условия для H_1 при H_0 , такие, что H_1 даёт наиболее разумное объяснение;

2) существуют ли методы обоснования H_1 при данном H_0 ;

3) существуют ли методы выдвижения новых гипотез на основании H_0 .

Методами структурного обобщения решаются задачи классификации при формировании логических форм. Упорядочение и структурирование знаний экспертов в логические формы, удовлетворяющие описанию объекта, когнитологу обеспечивает метод явных ссылок. Операция сопоставления может использоваться для классификации, подтверждения, декомпозиции и коррекции. Для идентификации неизвестного объекта он может быть сопоставлен с некоторыми известными операциями [6]. Это позволяет классифицировать неизвестный объект, как такой известный набор правил, при сопоставлении с которым были получены лучшие результаты. Успешное сопоставление некоторого известного объекта с неизвестным описанием позволяет частично декомпонировать описание. Таким образом, моделям обобщения ЯПЗ ИБД свойственны черты как алгоритмов обобщения по признакам, так и индуктивной логики. Здесь также при формировании обобщённого представления H_1 определяется набор правил и выдвигаются критерии оценки достижимости и обоснованности гипотез. В этих моделях в отличие от признаковых устанавливаются отношения на множестве элементов сети вывода [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Новожилова Т.Н. Особенности формализации классифицирующих структур в среде приобретения знаний // Системы обработки информации. – Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 5(15). – С. 50 - 55.
2. Новожилова Т.Н. Анализ влияния техники абстрагирования на структуры управления обобщёнными объектами // Системы обработки информации. – Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 6(16). – С. 201 - 205.
3. Новожилова Т.Н. Классификация объектов в интеллектуальной базе данных // Системы обработки информации. – ХФВ “Транспорт Украины”. – 2001. – Вып. 3(13). – С. 141 - 145.
4. Новожилова Т.Н. Особенности функциональной схемы обобщения процесса капиталобразования в интеллектуальной базе данных // Системы обработки информации. – Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2000. – Вып. 1(7). – С. 8 - 15.
5. Клепиков В.Ф., Корда В.Ю., Трофимов Ю.И., Шершнев В.М., Шляхов Н.А., Ямницкий В.А. Самоорганизация в программных средах. – Серия НТЦ электрофизической обработки НАН Украины. – Харьков: Акта, 1998. – 108 с.
6. Новожилова Т.Н. Алгебраические свойства операций интеллектуальной базы данных // Системы обработки информации. – Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 4(14). – С. 111 - 115.

Поступила 23.01.2002

НОВОЖИЛОВА Татьяна Николаевна, канд. техн. наук, научный сотрудник Научно - технического центра электрофизической обработки НАН Украины. В 1989 году окончила Харьковский институт инженеров железнодорожного транспорта. Область научных интересов – модели представления и обработки экспертных знаний в знаниеориентированных системах.