

ОПЕРАЦИОННАЯ СЕМАНТИКА МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ЗНАНИЙ

Ивашенко В. П.

Кафедра интеллектуальных информационных технологий, Факультет информационных технологий и управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: ivashenko@bsuir.by

В работе исследуются виды операций, их связь с состояниями и элементами состояний, рассматриваемыми как информационные конструкции, в рамках моделей обработки знаний

ВВЕДЕНИЕ

В системах, управляемых знаниями [1], ориентированных на решение задач и способных к обучению, важным качеством является способность адекватно представлять явления и процессы становления онтологических структур [1,2], приобретения знаний, взаимодействия с внешней средой.

I. ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ЗНАНИЙ ДЛЯ АГЕНТОВ В СИСТЕМАХ, УПРАВЛЯЕМЫХ ЗНАНИЯМИ

Пусть все процессы обработки информации в системе, управляемой знаниями, на уровне управления знаниями задаются моделью обработки знаний [2]: $\langle A, L, R, B, I, O, \mu \rangle$, где A – алфавит формального языка L , R – его множество синтаксических отношений, B – множество начальных информационных конструкций ($B \subseteq L$), I – множество интерпретаций текстов формального языка L , O – множество операций, μ – семантическая метрика. Каждая операция понимается как бинарное отношение ($O \subseteq 2^{M \times M}$) на множестве всех состояний (ситуаций) M , которое является подмножеством L ($B \subseteq M$). Операция называется детерминированной, если и только если она является функцией (однозначным соответствием), иначе операция – недетерминированная. Операция называется обратимой, если и только если обратное ей отношение является детерминированной операцией, иначе операция называется необратимой. Операция называется возвратной операцией, если и только если её транзитивное замыкание является симметричным бинарным отношением. Любая индивидуальная задача (задача с единственной исходной ситуацией) на множестве ситуаций M , может быть задана операцией из $2^{M \times M}$. Задача (индивидуальная или обобщённая) называется задачей познания, если и только если некоторые составляющие её индивидуальные задачи задаются недетерминированными операциями, иначе задача называется задачей исполнения. На основе введённых понятий может быть задана общая классификация задач и соответствующих операций (см. таблицу 1).

Индивидуальные задачи могут быть только задачами поиска, конструкции и реконструкции.

Таблица 1 – Общая классификация задач

Задачи	Обратимые		Необратимые	
	Невозвратные	Возвратные	Невозвратные	Возвратные
Познания	Поиск	–	Выбор	Проверка
Исполнения	Конструкция	Реконструкция	–	Дефекция

Представление и обработка знаний рассматриваются как явления их бытия и изменения, являющихся частными видами становления (операции) [1]. Становлением актуального и неактуального [1,3] наряду с процессами обработки знаний задаются процессы приобретения знаний, относящиеся к процессам познания. Так, множество, может быть задано процессом кодирования – становлением знака множества из его элементов, и процессом декодирования – становлением элементов множества из его знака, а множество состояний может быть задано их бытием (становлением). Пусть объединение всех операций есть Γ , а множество целевых состояний (для игрока в игре с полной информацией [4]) задано операцией становления τ , тогда область объективных гарантий τ есть

$$\bigcap_{k=1}^{<\omega} \bigcup_{i=k}^{<\omega} \Phi^i(\tau)$$

где

$$\begin{aligned} \Phi^1 &= \Phi, & \Phi^i &= \Phi^{i-1} \circ \Phi, \\ \Phi(\tau) &= \tau \cup \Gamma^{\pm} \tau, \\ \Gamma^{\pm} \tau &= \tau \overset{\leftarrow}{\circ} (\Gamma^{-1}), \\ \alpha \overset{\leftarrow}{\circ} \beta &= (\alpha \circ \beta) \cap (\alpha \overset{\leftarrow}{\bullet} \beta), \\ \alpha \overset{\leftarrow}{\bullet} \beta &= M \times M - ((M \times M - \alpha) \circ \beta), \\ \alpha \overset{\rightarrow}{\bullet} \beta &= M \times M - \alpha \circ ((M \times M - \beta)). \end{aligned}$$

Здесь ω – ординал, а $\overset{\leftarrow}{\circ}$, $\overset{\leftarrow}{\bullet}$, $\overset{\rightarrow}{\bullet}$ – (мета)операции соответственно: индуктивной композиции (демонической композиции [5]), индукции и кондукции.

Если соотнести операции с разными игроками, то каждая операция может быть рассмотрена как агент [4,6] в многоагентной системе [6].

Пусть ι – тождественная операция (бытия), и множество позиций (состояний), в которых игроку [7] принадлежит ход [4], задано операцией

бытия ψ ($\psi \subseteq \iota$), а множество позиций, в которых ход принадлежит соперникам, задано операцией бытия φ ($\varphi \cup \psi = \iota$), тогда область полусубъективных гарантий τ есть

$$\bigcap_{k=1}^{<\omega} \bigcup_{i=k}^{<\omega} \Phi_{\varphi^i}(\tau),$$

где

$$\begin{aligned} \Phi_{\varphi}(\tau) &= \tau \cup \Gamma_{\varphi}^{\pm} \tau \cup \Gamma_{\varphi}^{-} \tau, \\ \Gamma_{\varphi}^{\pm} \tau &= (\Gamma \cap (\varphi^{-1} \circ \emptyset))^{\pm} \tau, \\ \Gamma_{\varphi}^{-} \tau &= \tau \circ (\Gamma \cap (\varphi^{-1} \circ (M \times M)))^{-1}, \end{aligned}$$

а область субъективных гарантий [4] τ есть

$$\bigcap_{k=1}^{<\omega} \bigcup_{i=k}^{<\omega} \Phi_{\psi^i}(\tau),$$

где

$$\begin{aligned} \Phi_{\psi}(\tau) &= \tau \cup \Gamma_{\psi}^{\pm} \tau \cup \Gamma_{\psi}^{-} \tau, \\ \Gamma_{\psi}^{\pm} \tau &= (\Gamma \cap (\psi^{-1} \circ (M \times M)))^{\pm} \tau, \\ \Gamma_{\psi}^{-} \tau &= \tau \circ (\Gamma \cap (\psi^{-1} \circ \emptyset))^{-1}. \end{aligned}$$

II. КЛЮЧЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЯЗЫКОВ С ОПЕРАЦИОННОЙ СЕМАНТИКОЙ

Каждая операция обработки знаний Γ задаёт разбиения языка L и множества состояний M на подязыки в соответствии с выражением

$$D = \Delta(\langle \langle \Lambda(\langle \langle M, L/M \rangle, B) \rangle, G \rangle, \Gamma \rangle) / \{\emptyset, L\}$$

где

$$\begin{aligned} G &= \varepsilon((\Gamma \circ \Gamma^{-1}) / (\Gamma^{-1} \circ \Gamma)), \\ \varepsilon(\Gamma) &= \{\chi \mid \langle \chi, \chi \rangle \in \Gamma^{-1} \circ \Gamma\}, \\ \Lambda(\langle \alpha, \beta \rangle) &= \{\chi \cap \beta \mid \chi \in \alpha\} \cup \{\chi \cap (L/\beta) \mid \chi \in \alpha\}, \\ A(\langle \alpha, \beta, \Gamma \rangle) &= \Lambda(\langle \Lambda(\langle \alpha, \varepsilon(\beta \circ \Gamma) \rangle), \varepsilon(\beta) \rangle), \\ \Omega(\langle \beta, \Gamma \rangle) &= \Gamma / (\Gamma^{-1} \circ (\Gamma^{-1} \circ \beta)), \\ \Psi(\langle \alpha, \beta, \Gamma \rangle) &= \langle A(\langle \alpha, \beta, \Gamma \rangle), \Omega(\langle \beta, \Gamma \rangle) \rangle, \\ \Delta(\langle \alpha, \Gamma \rangle) &= \alpha \cap \bigcup_{\langle \chi, \gamma \rangle \in \Gamma} \Delta(\Psi(\langle \alpha, \{\chi\}^2 \circ \Gamma, \Gamma \rangle)) \end{aligned}$$

Наименьший набор ключевых элементов [8] соответствующих подязыков $N(P(D))$, задающих то же самое разбиение D , будем рассматривать как набор ключевых элементов, задающих операционную семантику и обладающих ею, где

$$\begin{aligned} B(\alpha) &= (\alpha^{\alpha} \cap \{\delta^{-1} \mid \delta \in \alpha^{\alpha}\}) / \{\langle \chi, \chi \rangle \mid \chi \in \alpha\}, \\ K(\delta) &= C(\langle \bigcup_{\langle \chi, \gamma \rangle \in \delta} x, \bigcup_{\langle \chi, \gamma \rangle \in \delta} \gamma, A, T \rangle), \\ \Theta(\delta) &= \{\chi \cup \gamma \mid \langle \chi, \gamma \rangle \in \delta\}, \\ P(\alpha) &= \{K(\delta) \cup \chi \mid (\chi \in P(\Theta(\delta))) \wedge (\delta \in B(\alpha))\}, \\ Z(\alpha) &= \{\chi \mid \exists \beta (L(\langle \alpha, \beta \rangle) \wedge (\chi \in \beta))\}, \\ N(\alpha) &= \arg_{\chi \in Z(\alpha)} (\langle |\chi|, \min(\{|\gamma| \mid \gamma \in \alpha\}) \rangle), \end{aligned}$$

а C (функция ключевых элементов), T (предикат комбинаций разбиения) и L (функция наименее мощных множеств) наряду с \arg определены

в [8]. Если в модели обратить все процессы становления, т.е. обратить все операции (агенты), то полученные для такой модели (агента) ключевые элементы с операционной семантикой для исходной модели (агента) будем называть ключевыми элементами ко-операционной семантики.

Аналогичным образом могут быть определены ключевые компоненты, фразы и схемы [8], задающие операционную семантику.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с онтологической моделью пространственно-временных отношений событий и явлений для процессов обработки знаний [1] выделены наиболее общие виды задач и проведён анализ основных видов гарантий при их решении агентами обработки знаний в многоагентных системах, управляемых знаниями и соответствующих условиям игр с полной информацией. Предложен подход для выявления ключевых компонентов и элементов языка обработки знаний на основе сведения анализа его текстов, обладающих операционной семантикой, к анализу языков представления знаний.

- Ивашенко, В. П. Онтологическая модель пространственно-временных отношений событий и явлений в процессах обработки знаний / В. П. Ивашенко // Вестник БрГТУ. – 2017. – №5(107). – С. 13–17.
- Ivashenko, V. P. Semantic logging of knowledge processing based on binary generated events / V. P. Ivashenko // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP 2019) : Proceedings of the 14th International Conference, Minsk, 21–23 May 2019, “Bestprint”, Belarus. – Minsk, 2019. – P. 172–177.
- Гегель, Г. В. Ф. Наука логики / Г. В. Ф. Гегель ; в 3-х тт. Т.1. : – Москва: Мысль. – 1970. – с. 501.
- Берж, К. Общая теория игр нескольких лиц / К. Берж ; Пер. с фр. : – М. : ФизМатЛит. – 1961. – с. 129.
- Backhouse, R. Demonic operators and monotype factors / R. Backhouse, J. van der Woude // Mathematical Structures in Computer Science. – 1993. – 3(4). – P. 17–433.
- Ивашенко, В. П. Применение мультиагентного подхода для реализации виртуальной графодинамической среды / В. П. Ивашенко, А. Л. Кондратенко // Четвертая международная летняя школа-семинар по искусственному интеллекту для студентов и аспирантов : сб. науч. тр., Республика Беларусь, Браславские озера, 29 июня – 6 июля 2000 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол. : О.П. Кузнецов (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – С. 154–163.
- Blass, A. A game semantics for linear logic / A. Blass // Annals of Pure and Applied Logic. – 1992. – 56. – P. 151–166.
- Ivashenko, V. Attributes, scales and measures for knowledge representation and processing models / V. Ivashenko // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2019) : материалы международной научно-технической конференции, Минск, 21 – 23 февраля 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В. В. Голеников (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – С. 247–250.