

МОДЕЛИ ОПЕРАЦИЙ НАД СЕМАНТИЧЕСКОЙ ПАМЯТЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Предлагаются формальные модели базовых операций над *sc*-памятью.

Введение

В *ostis*-системах семантическая память реализуется как общая *sc*-память, по которой взаимодействуют асинхронные *sc*-агенты, решающие задачи через чтение и модификацию общей семантической сети [1]. Корректность операций над такой памятью критична для согласованности решателей и устойчивости системы.

Имеющиеся работы описывают модель *sc*-памяти и отдельные операции *sc*-машины, но не дают единого формализма, охватывающего основные классы операций как преобразования состояний *sc*-памяти. Цель работы – предложить такой формализм.

I. Модель семантической памяти

Семантическая память задаётся структурой

$$M = \langle A, T, R, \Sigma \rangle,$$

где A – множество *sc*-элементов, T – множество типов, R – отношения инцидентности и типизации, Σ – набор инвариантов допустимых состояний [1]. Состояние памяти определяется подмножеством актуально присутствующих *sc*-элементов $A_{occ} \subseteq A$ и ограничениями $R \upharpoonright_{A_{occ}}$; множество всех состояний, удовлетворяющих Σ , обозначим S .

Ключевой инвариант целостности инцидентностей формулируется так: (1) для любого актуального *sc*-коннектора a_c структурного типа

$$\beta(a_c) \in A_{occ} \wedge \varepsilon(a_c) \in A_{occ}. \quad (1)$$

Любая операция над *sc*-памятью рассматривается как преобразование

$$\mathcal{O} : S \rightarrow S, \quad (2)$$

что согласуется с трактовкой *sc*-машины как графодинамической машины, выполняющей последовательность операций над *sc*-памятью [2].

II. Классы операций

На основе модели (2) выделяются три класса операций, образующих программный интерфейс *sc*-памяти [1, 2].

Операции чтения задаются отображениями

$$\mathcal{O}_{read} : S \times Q \rightarrow Res,$$

где Q — множество запросов, Res — множество результатов. Для любого $s \in S$ выполняется

$$\pi_S(\mathcal{O}_{read}(s, q)) = s,$$

то есть состояние памяти сохраняется. В реализации *sc*-машины этот класс охватывает итераторы поиска и операции поиска по граф-шаблону [2]; они допускают параллельное выполнение при отсутствии конкурентных модификаций.

Операции модификации описываются отображениями

$$\mathcal{O}_{mod} : S \times P \rightarrow S,$$

где P – параметры (шаблоны добавляемых конструкций, множества удаляемых элементов). Операционная семантика задаётся правилами изменения A_{occ} и $R \upharpoonright_{A_{occ}}$ при сохранении инвариантов Σ [1].

Операции создания *sc*-элементов переводят свободные ячейки в актуальные с инициализацией инцидентностей, сохраняя инвариант (1). Операции удаления реализуются как *каскадное удаление*: вместе с исходным множеством D_0 удаляется множество

$$cascade(D_0) = \text{lfpr}(\Phi_{D_0}), \quad (3)$$

где Φ_{D_0} – монотонный оператор каскадного замыкания на решётке подмножеств A_{occ} , добавляющий инцидентные *sc*-элементы [1].

Операции управления процессами задают взаимодействие *sc*-агентов с памятью через типизированные события и подписки на них, что включается в Σ как ограничения на допустимые конфигурации процессов [2].

Заключение

Модель $M = \langle A, T, R, \Sigma \rangle$ и три класса операций $\mathcal{O}_{read}$, $\mathcal{O}_{mod}$, $\mathcal{O}_{ctrl}$ задают единую операционную семантику *sc*-памяти *ostis*-систем [1, 2]. Явное задание инвариантов Σ создаёт основу для верификации процессов обработки знаний [1].

Список литературы

1. Zotov N. A Formal Model of Shared Semantic Memory for Next-Generation Intelligent Systems / N. Zotov // Open Semantic Technologies for Intelligent Systems : сборник научных трудов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. В. Голенков [и др.]. – Минск, 2024. – Вып. 8. – С. 63–78.
2. ostis-ai/sc-machine: Software implementation of semantic computer behavior [сайт] // GitHub. – URL: <https://github.com/ostis-ai/sc-machine> (дата доступа: 21.04.2026).

Зотов Никита Владимирович, аспирант, кафедра ИИТ БГУИР, n.zotov@bsuir.by

Научный руководитель: Голенков Владимир Васильевич, д-р. техн. наук, профессор кафедры ИИТ, golen@bsuir.by