

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Ивашенко В. П.

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

В работе рассматриваются онтологические структуры с операционной семантикой на базе графовых динамических структур, рассматриваемых как обобщённые конечные автоматы. Предлагается подход к вычислению информационно-энтропийных характеристик в этих структурах, с этой целью выделяются подвиды этих структур.

ВВЕДЕНИЕ

Способность к решению задач является определяющим качеством интеллектуальных систем [1]. Решение задач, связано с представлением и обработкой знаний, в процессах которых используются графовые структуры: семантические сети [2,3], графы состояний [2], нейронные сети [4,5] и т.д. Семантические сети в первую очередь связаны с денотационной семантикой, тогда как графы состояний в рамках формальных моделей обработки знаний [2] связаны с операционной семантикой, включая игровую [6].

В работах [6,7] рассмотрена взаимосвязь различных видов семантик в языках модели унифицированного семантического представления знаний [2,6,7], использующего графовые структуры [3,5]. Также в работах [5,8] предложен подход к анализу и выявлению признаков (характеристик) графовых структур с целью их сравнения в задачах управления знаниями для систем, управляемых знаниями [3].

С точки зрения управления знаниями для задач сравнения онтологических структур следует выделять семантические сходство и близость [7] для структур различного вида и сложности: отдельных элементов (понятий), статических структур (фрагментов онтологий), динамических структур (фрагментов моделей решения задач). Один из подходов состоит в том [8], что с целью сравнения онтологических структур необходимо построить спецификацию этих структур в рамках модели спецификации знаний [2,7], которая согласуется с метамоделью смыслового пространства [7].

I. АНАЛИЗ И МОДЕЛЬ ПСЕВДОГРАФОВЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР

В работе [8] рассмотрены два вида структур: (конечные) ациклический граф и сильно связный псевдограф. Произвольная (конечная) псевдографовая структура может быть разбита на свои связные компоненты. Произвольная (конечная) связная псевдографовая структура может иметь различные виды подструктур и, в частности, может быть разбита на два рассмотренных ранее

вида структур: сильносвязные компоненты (подпсевдографы), ациклические графы (подграфы). Однако, в рамках структуры эти подструктуры могут иметь различные отношения и выполнять различные роли. Рассмотрим различные виды подструктур в соответствии с их ролями (отношениями), выполняемыми (имеющимися) в структуре.

Резонаторы – максимальные сильносвязные подпсевдографы.

Датчики (рецепторы) – ациклические подграфы, элементы которых не достижимы ни из одного резонатора.

Раздатчики (эффекторы) – ациклические подграфы, из элементов которых не достижим ни один из резонаторов.

Передатчики (транзиттеры) – ациклические подграфы, элементы которых достижимы хотя бы из одного резонатора и из элементов которых достижим хотя бы один другой (другой) резонатор.

Раздатчики и передатчики являются потребителями.

Датчики и передатчики являются поставщиками.

Также можно рассматривать порождающие резонаторы (не достижимые из других резонаторов) и потребляющие резонаторы (достижимые из других резонаторов).

Среди резонаторов можно выделить унимодальные (гармонические) резонаторы и многомодальные (негармонические) резонаторы (многомодальная форма волны). Все многомодальные резонаторы являются потребляющими. Каждая мода сдвинута по фазе менее чем на период.

Из любой структуры можно выделить безрезонаторный подграф, который является множеством всех вершин и рёбер, достижимых из элементов рецепторов.

Оставшиеся рёбра совместно с их начальными и конечными вершинами образуют резонаторный подпсевдограф.

Элемент датчика называется элементом-датчиком, если у него отсутствует поставщик.

Элемент раздатчика называется элементом-раздатчиком, если у него отсутствует потребитель.

Если отсутствуют поставщики (датчики или передатчики), элементы которых являются поставщиками порождающему резонатору, то все его элементы являются элементами-датчиками.

Если отсутствуют потребители (раздатчики или передатчики), элементы которых являются потребителями резонатора, то все его элементы являются элементами-раздатчиками.

II. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЁМКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Метод определения ёмкостных характеристик структур, используемых при решении задач, сводится к следующим принципам.

Каждый резонатор обладает периодом, который является частным НОД T собственного периода и периодов всех (его) поставщиков, от которых он потребляет, к НОД этого НОД (T) и всех его делителей k , для которых свёртка фаз $k * n$ с фазами (с учётом их сдвигов) всех мод (формы волны) сигнала равна $k^{T-k} * ((T - k)!)$. Для каждого элемента потребителя (раздатчика или передатчика) период рассчитывается аналогично, за исключением того, что вместо НОД собственно периода и периодов всех (его) поставщиков, от которых он потребляет, берётся НОД периодов всех его поставщиков.

Для каждого элемента поставщика можно аналогичным образом определить потенциальный период, который является периодом потребителя в инвертированном псевдографе (псевдограф обратного отношения).

Для элементов-датчиков может быть принято, если не принято иначе, что их период равен потенциальному периоду.

Для каждого элемента датчика (поставщика) можно рассчитать период, который равен НОК периодов всех его потребителей (с учётом сдвига по фазе).

Энтропия множества резонаторов рассчитывается на периоде равном НОК периодов всех резонаторов этого множества.

Если резонаторы присутствуют, то (максимально возможная) энтропия всего псевдографа действительна и может быть вычислена как наибольшая энтропия из наибольших энтропий наименьших множеств резонаторов, разрезающих множество (путей) из множества наименьших множеств путей, соединяющих все элементы-датчики со всеми элементами-раздатчиками.

Если все элементы-датчики и элементы-раздатчики являются элементами резонаторов, то (минимально необходимая) энтропия всего псевдографа действительна и может быть вычислена как наименьшая энтропия из наименьших энтропий наименьших множеств резонаторов, разрезающих множество (путей) из множества наимень-

ших множеств путей, соединяющих все элементы-датчики со всеми элементами-раздатчиками.

Если все элементы-датчики и элементы-раздатчики не являются элементами резонаторов, то (минимально необходимая) энтропия всего псевдографа недействительна (мнимая) и вычисляется на периоде равном НОК всех периодов (элементов) подпсевдографов псевдографа и максимальной из длин (простых) путей от элемента-датчика до элемента-раздатчика.

Энтропия несвязного псевдографа может быть вычислена как среднее (минимальное, максимальное и т.п.) энтропий его компонент на периоде равном НОК периодов (на которых производились вычисления для) его компонент.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализированы конечные динамические структуры, используемые при моделировании решения задач. Выявлены виды подструктур, рассмотренные в рамках соответствующей модели. Перечислены основные принципы метода определения ёмкостных характеристик онтологических структур в моделях решения задач. Полученные результаты ориентированы на применение в задачах выявления сходства онтологических структур с целью управления знаниями в интеллектуальных системах.

1. What is Artificial Intelligence (AI)? Режим доступа: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>. Дата доступа: 13.10.2023.
2. Ивашенко, В. П. Модели решения задач в интеллектуальных системах. В 2 ч. Ч. 1 : Формальные модели обработки информации и параллельные модели решения задач : учеб. метод. пособие / В. П. Ивашенко. — Минск : БГУИР, 2020. — 79 с.
3. The standardization of intelligent computer systems as a key challenge of the current stage of development of artificial intelligence technologies / V. V. Golenkov [et al.] // Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2020) : сборник научных трудов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. В. Голеньков (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2020. — Вып. 4. — С. 73–88.
4. Нейросетевые технологии обработки данных : учеб. пособие / В. А. Головкин, В. В. Краснопрошин. — Минск : БГУ, 2017. — 263 с.
5. Grattarola, D. Livi, L. Alippi, C. Learning Graph Cellular Automata / D. Grattarola, L. Livi, C. Alippi, 2021, 2110.14237, arXiv.
6. Ивашенко, В. П. Операционная семантика многоагентных систем обработки знаний. / В. П. Ивашенко // Информационные технологии и системы 2020 (ИТС 2020). — Минск: БГУИР, 2020. — С. 78–79.
7. Ivashenko, V. Semantic space integration of logical knowledge representation and knowledge processing models = Интеграция логических моделей представления и обработки знаний в смысловом пространстве / V. Ivashenko // Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS) : сборник научных трудов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. В. Голеньков [и др.]. — Минск, 2023. — Вып. 7. — С. 95–114.
8. Ivashenko, V. Structures and Measures in Knowledge Processing Models / V. Ivashenko // PRIP'2023 proceedings. — Minsk, BSU, 2023. — 16–21 pp.