

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ НА ОСНОВЕ СОБЫТИЙ

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 статье рассматривается подход к онтологическому моделированию причинно-следственно связанных событий и явлений

ВВЕДЕНИЕ

Сложные задачи в системах решения задач (РЗ) [1], как правило, сводятся к элементарным задачам двух видов: абстрактным (логико - математическим) и вещественным (физическим). Информационные системы легче достигают успеха при решении первых, тогда как при решении вторых, как правило, требуется наличие модели соответствующего физического процесса или явления, построение которой само по себе является непременной задачей. В случае же абстрактных задач сами структуры данных, хранящиеся в системе, являются собственной моделью, поэтому построение не требуется. При описании процессов часто рассматриваются такие понятия как причина и следствие, выделение которых присуще человеческому мышлению и связано с РЗ в различных областях [2—5].

С другой стороны для построения моделей и РЗ интеллектуальными системами предложены и разработаны различные подходы, включая: многоагентный подход [2], ситуационное управление [6]. Однако, они, как правило, полагаются на квалификацию разработчика системы решения задач, умение его правильно выявить в явлениях протекающие процессы, действия, соответствующие им субъектов, увидеть существенные отношения и связи, включая причинно-следственные, что является тормозящим фактором для обучаемых систем. Существующие модели и алгоритмы обучения же [7], не всегда позволяют выявить качественную составляющую явлений, делая основной упор на количественном, вероятностном описании выявляемых зависимостей, что впоследствии затрудняет или делает невозможным полноценное моделирование, включая развитие модели, явления с целью объяснения построенных для него РЗ.

I. ВЗАИМОСВЯЗАННЫЕ СОБЫТИЯ И ЯВЛЕНИЯ

Предлагаемый подход основывается на рассмотрении ((условно) элементарных) событий и связей между ними. Часть этих событий, если не целиком, полагается доступной для регистрации сенсорами системы, т.е. соответствуют её

(элементарным) «ощущениям». В рамках подхода, предлагается рассматривать более сложные понятия, включая понятие, которое в работе названо «явлением», что в перспективе, предполагается, даст позволение построить «теорию явлений». Строгая формализация соответствующих понятий строится в соответствии с моделью унифицированного семантического представления знаний [8], однако далее, насколько объём публикации позволяет, приведены перечисление и неформальное нестрогое пояснение некоторых понятий с иллюстрациями. Формализация понятий может проводиться одним из возможных способов (включая связи и события в одну связку или нет), в соответствии с которыми некоторым из терминов может соответствовать абсолютное или относительное понятие [9], тогда как другим – несколько вариантов относительных.

Явление – множество (элементарных) событий (и связей (становлений)). Изменение – связь между разными событиями. Предшествование (событий) – транзитивное замыкание изменений; рассматривается также и на явлениях.

Таблица 1 – Виды явлений

термин	пояснение
Элементарное явление	имеет одно событие
Сложное явление	неэлементарное явление
Ситуация	явление, которое не имеет связанных изменениями событий
Движение	явление, имеющее изменяющиеся события
Действие	имеет событие, которое является предшественником всех остальных событий явления
Содействие	имеет событие, предшественниками которого являются все остальные события явления
Взаимодействие	имеет событие, которое связано со всеми остальными событиями явления предшествованием
Система	явление, которое включает взаимодействие каждой пары своих событий
Внесистемное явление	явление, не являющееся системой

Таблица 2 – Отношения

термин	пояснение
Исход	явление, которое не является последствием
Последствие	существует явление, которое является предшествованием исходного явления
Последствие	существует событие, которое является предшественником всех событий исходного явления
Исток	явление, которое не является предшествованием
Предшествование	существует явление, отличное от исходного, для каждого события которого существует событие в исходном явлении, являющееся предшественником
Воздействие	существует событие, для которого все события исходного явления являются его предшественниками
Процесс	существует событие, которое связано со всеми событиями явления предшествованием
Внутрисистемное явление	явление, каждая пара событий которого задаёт взаимодействие
Несистемное явление	явление, не являющееся внутрисистемным явлением
Состояние	явление, включаемое в процесс и не являющееся взаимодействием

II. ОТНОШЕНИЯ НА ЯВЛЕНИЯХ И СОБЫТИЯХ

Кроме приведённых отношений определяются временные и пространственно-временные отношения [5,10] (см. рис. 1): (непосредственно) «прежде», «после», «раньше», «позже», «с», «по», «от», «до», «тогда», «когда», «во время», «в течение», «на протяжении», «в», «вне».

Для выявления причин строятся дополнительные причинно-логические связки между изменяемыми событиями (см. рис. 1). Сочетание событий и причинно-логических связок позволяет задать следующие понятия и их дополнения: «частичная причина», «сложная причина», «недетерминирующая причина», «обходимая причина», «частичная причина», «частичное следствие», «сложное следствие», «многопричинное следствие», «обходимое следствие», «частичная причина», «исключение событий» (явлений), «исключение совместимых событий», «симметричное исключение событий», «совместимые события», «независимые события», «неэквивалентные события». Перечисленные понятия могут быть гипотетическими, однако при полном их представлении могут быть и достоверными, т.е. конструктивно и однозначно задаваться наблюдаемыми событиями, тогда как их дополнения не могут достоверно подтверждаться событиями, оставаясь гипотетическими. Отчасти перечисленные отношения являются отношениями различия и аналогичны отношениям различия, выявляемым при интеграции знаний [8].

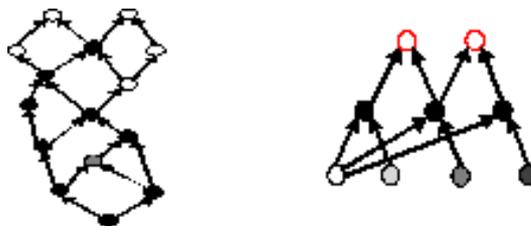


Рис. 1 – Явление с закрашенными событиями находится "до" явления с незакрашенными (слева); два верхних события независимы (справа, причинно-логические связки закрашены чёрным)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение предлагаемого подхода ориентировано на моделирование процессов и явлений, включая процессы обработки знаний для решения задач обучения и объяснения результатов, в системах, управляемых знаниями [11].

1. Morton, K. A Novel Framework for Math Word Problem Solving / K. Morton, Y. Qu // International Journal of Information and Education Technology, 3(1), 2013. — pp. 88—93.
2. Golenkov, V. V. Ontology-based Design of Batch Manufacturing Enterprises / V. V. Golenkov and other // Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2017) : материалы международной научно-технической конференции (Минск, 16 — 18 февраля 2017 года) / редкол. : В. В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. — Минск : БГУИР, 2017. — С. 265—280.
3. Федюкин, В. К. Управление качеством процессов : — СПб.: Питер, 2005. — 202 с.
4. Гуц, А. К. Аксиоматическая теория относительности // Успехи мат. наук. 1982. Т. 37. N 2. — С. 39—79.
5. Penrose, R. Techniques of Differential Topology in Relativity (Paperback). R. Penrose. Verlag: Society for Industrial Applied Mathematics, U.S., United States, 1972.
6. Поспелов, Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. : М.: Наука, 1986. — 288 с.
7. Dey, A. Machine Learning Algorithms: A Review / (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 7 (3), 2016. — pp. 1174—1179.
8. Ивашенко, В. П. Модели и алгоритмы интеграции знаний на основе однородных семантических сетей / В. П. Ивашенко // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2015) : материалы V междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 19-21 февраля 2015 года) / редкол. : В. В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. — Минск : БГУИР, 2015. — С. 111—132.
9. Ивашенко, В. П. Модели обработки информации в интеллектуальных системах, основанных на семантических технологиях / В. П. Ивашенко, А. С. Бельчиков, А. П. Еремеев // Информационные технологии и системы 2016 (ИТС 2016) : материалы международной научной конференции (БГУИР, Минск, Беларусь, 26 октября 2016) / редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. — Минск: БГУИР, 2016. — С. 106—107.
10. Ивашенко, В. П. Пространственно-временные бинарные отношения на множестве событий и их языковые средства представления / В. П. Ивашенко // Карповские научные чтения : сб. науч. ст. / Белорус. гос. ун-т; редкол. : А.И. Головня (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 2014. — Вып. 8, ч. 1. — С. 255—258.
11. Голенков, В. В. Семантическая технология компонентного проектирования систем, управляемых знаниями / В. В. Голенков, Н. А. Гулякина // OSTIS. 2015. — С. 57—78.