

М. Ф. БОНДАРЕНКО, С. И. МАТОРИН, Е. А. СОЛОВЬЕВА

## О МОДЕЛИРОВАНИИ ВРЕМЕНИ В НЕКОТОРЫХ СИТУАЦИЯХ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

В системах искусственного интеллекта, понимающих естественный язык, требуется моделировать события, о которых имеется неполная информация. Сюда относятся так называемые размытые квантификаторы: временные (вскоре, давно, очень давно и т. п.); пространственные (далеко, близко); частотные (редко); количественные и др.

Важное значение имеет моделирование размытого времени, которое практически не изучено во временной семантике [1—6 и др.]. Рассмотрим особенности и определим характеристики размытого времени с целью моделирования. Прежде всего уточним кратко употребление терминов временной семантики: абсолютный, относительный, размытый, точка, интервал.

Принято различать абсолютное и относительное время, абсолютные и относительные шкалы. Внутри системы отсчета времени, например, общепринятой у нас, время типа «13 августа 1986 года» называют абсолютным, хотя этот термин нельзя признать удачным. Дело в том, что любое время совершения события или его длительность, выраженные количественно, при выходе за пределы принятой системы отсчета времени, на метауровне всегда относительны, так как они сравниваются с моментом совершения или длительностью другого события, т. е. с какой-нибудь точкой или единицей отсчета. Например, названная выше дата отсчитывается от мифического рождества Христова. Не случайно абсолютные шкалы с общепринятыми точками отсчета можно совместить с относительной шкалой, в которой точкой отсчета обычно является точка говорения.

Точнее было бы разделить временные высказывания на постоянные (константные), для которых время отсчета фиксировано, и переменные (функциональные), в которых время отсчета является переменной величиной, а время свершения события зависит от времени отсчета. Например, если переменное высказывание «сегодня» обозначим через  $x$ , то переменное высказывание «вчера» ( $y$ ) будет зависеть от  $x$  следующим образом:  $y = x - 1$  (в днях), а высказывание «через два дня» ( $z$ ) выражается через  $x$  так:  $z = x + 2$  (в днях).

Учитывая сделанные оговорки, далее будем пользоваться общепринятыми терминами, понимая под абсолютным временем постоянные временные высказывания, под относительным — переменные. Таким образом, об абсолютном времени мы говорим, когда пренебрегаем наличием постоянной точки отсчета.

Аналогично при рассмотрении точечных событий пренебрегают их длительностью, так как любое событие является интервальным. Как было отмечено, длительность любого события, выраженная количественно, относительна, потому что зависит от принятой единицы измерения.

Если выбранная единица измерения длиннее времени совершенного события или длительностью события можно пренебречь, то такое событие принято условно считать точечным.

Размытые временные высказывания используются при неполной информации о времени свершения или длительности события. Д. А. Поспелов отмечает [2], что размытые шкалы устроены сложнее абсолютных и относительных шкал и в отличие от них не являются метрическими; на размытых шкалах не отложены какие-либо временные единицы, они устанавливают лишь частичный порядок событий.

Некоторые выводы [2] о размытом времени нам кажутся спорными. Например: «Пожалуй, единственное, что не находит отражения на шкалах нашей системы, это сказочное время, традиционными формулами которого являются выражения типа «долго ли коротко» или «скоро сказка сказывается, да не скоро дело делается», а также тексты, подобные тому, которые Н. В. Гоголь привел в «Записках сумасшедшего»: «Числа не помню. Месяца тоже не было. Было черт знает, что такое». Эта абсолютная размытость не отражается во временной логике даже на размытых шкалах».

На наш взгляд, эти выражения легко представить на размытой шкале или описать в терминах размытого времени (неполной информации о времени) следующим образом. Обозначим временные высказывания:  $u_1$  — долго ли коротко;  $u_2$  — скоро сказка сказывается;  $u_3$  — не скоро дело делается;  $c_1$  — все последнее высказывание из Н. В. Гоголя.

Тогда высказывание из первого примера [2] можно представить на абсолютной размытой шкале в виде временного интервала, высказывание из второго — в виде двух интервальных событий  $u_2$  и  $u_3$ , о которых известно, что длительность события  $u_2$  больше, чем длительность  $u_3$ . Высказывание третьего примера также представлено на размытой шкале, только относительной, как временное событие (интервальное или точечное), расположенное левее (происшедшее раньше) точки говорения. Кроме того, можно сделать вывод, что расстояние этого события от точки отсчета не длиннее срока человеческой жизни.

Важная особенность размытого времени — его ситуативность, зависимость от конкретной рассматриваемой ситуации. Размытое время более или менее конкретизируется в контексте, по крайней мере становится ясен порядок или временные границы (граница), которые ставятся в соответствие размытому квантификатору. Например, время, обозначенное квантификаторами «давно» и «недавно», может исчисляться часами, или столетиями, или тысячелетиями и т. п. Это зависит от того, о каких событиях идет речь

в конкретной ситуации: о времени начала экзамена по математике или возникновении жизни на земле. Тогда в высказываниях «экзамен длится давно» и «разумная жизнь на Земле возникла недавно» квантификатору *давно* соответствует время, на много порядков меньшее, чем квантификатору *недавно*.

Длительность этих квантификаторов относительна внутри конкретной ситуации и рассматривается в ее временном масштабе. «Давно» в случае длительности экзамена по математике сравнивается с длительностью других экзаменов и обычно исчисляется в часах. Недавнее возникновение разумной жизни на Земле может сравниваться, например, со временем существования Земли, гораздо более длительным, и соответствовать тысячелетиям. В этих и других примерах размытых квантификаторов можно установить хотя бы грубые границы временного интервала, который они обозначают. Приведенная зависимость размытых квантификаторов от ситуации позволяет соотнести их между собой внутри ситуации. Результаты сравнения размытых квантификаторов в одной и той же или в аналогичных ситуациях одинаковы или подобны.

Для определения смысла размытого квантификатора может потребоваться контекст, выходящий за пределы одного предложения. Например, в высказывании «опыт начался недавно» смысл квантификатора можно уточнить, зная суть опыта. Анализ квантификатора человеком зависит также от имеющихся у него знаний.

Рассмотрим ряд относительных размытых квантификаторов. Относительное размытое время отсчитывается обычно от точки говорения, которой соответствует «сейчас» (или некоторое «тогда»). Квантификаторы «недавно», «давно», «очень давно» предшествуют точке отсчета «сейчас»; «совсем скоро», «вскоре», «не скоро» — следуют за ней.

Приведем фрагмент модели для относительного размытого времени на языке алгебры конечных предикатов [7], которая позволяет математически описать те свойства размытого времени, которые являются детерминированными.

Введем переменные и их значения:  $t_1$  — характеристика информативности временного высказывания:  $p$  — размытое время;  $n$  — неразмытое;  $t_2$  — характеристика точки отсчета временного события:  $s$  — постоянная точка отсчета (для абсолютного времени);  $v$  — переменная (для относительного времени);  $t_3$  — характеристика взаимного расположения событий на временной оси:  $o$  — одновременность;  $p$  — предшествование;  $b$  — следование;  $t_4$  — сравнительная характеристика временного расстояния события от точки отсчета:  $z$  — нулевое (событие совпадает с точкой отсчета);  $k$  — короткое;  $m$  — среднее;  $d$  — длительное;  $y_i (i=1, 100)$  —  $i$ -я буква буквосочетания — обозначает любую букву русского алфавита или пробел.

Покажем примеры уравнений.

$$t_1^n t_2^p t_3^o t_4^m = y_1^1 y_2^3 y_3^p y_4^o y_5^m y_6^-,$$

$$t_1^n t_2^s t_3^b t_4^k = y_1^c y_2^p y_3^b y_4^c y_5^m y_6^- y_7^- y_8^p y_9^o y_{10}^p y_{11}^o y_{12}^- y_{13}^-,$$

$$t_1^p t_2^s t_3^o t_4^z = y_1^c y_2^p y_3^o y_4^p y_5^m y_6^- y_7^-.$$

Встречаются также количественно-временные размытые высказывания, например «17 мгновений» по аналогии с аналогичными неразмытыми (15 минут, 2 часа и т. п.). Этот факт позволяет высказать гипотезу о наличии условных единиц размытого времени. Они отличаются от обычных неразмытых единиц, но характеризуются многими их свойствами: являются временными интервалами, их можно считать и сравнивать друг с другом, естественно без указания коэффициента соотношенности. В результате анализа единиц размытого времени рассмотрены и описаны следующие размытые единицы: вечность, эпоха, эра, момент, мгновение и др.; дана характеристика их сравнительной длительности. Полученные модели размытого времени реализованы на ЕС ЭВМ и позволяют автоматически определять некоторые его характеристики.

**Список литературы:** 1. *Литвинцева Л. В., Поспелов Д. А.* Время в работах и диалоговых системах//Вопр. кибернетики: Пробл. искусственного интеллекта. М., 1980. С. 61—70. 2. *Поспелов Д. А.* Фантазия или наука: на пути к искусственному интеллекту. М., 1982. 224 с. 3. *Дембовская В. Н.* Логика времени для структурирования связного текста//Вопр. кибернетики: Пробл. искусственного интеллекта. М., 1980. С. 144—158. 4. *Кандрашина Е. Ю.* Время в представлении знаний. Соотношения между единичными событиями//Проект ВОСТОК. Новосибирск, 1983. 25 с. (Предпринт 438). 5. *James F. A.* An Interval — Based Representation of Temporal Knowledge//Proc. 7th IJCAL. Vancouver, 1987. P. 221—226. 6. *Hirschman J., Story G.* Representing Implicit and Explicit Time Relations in Narrative//Proc. 7th IJCAL. Vancouver, 1981. P. 289—295. 7. *Шабанов-Кушнаренко Ю. П.* Теория интеллекта. Математические средства. X., 1984. 144 с.

*Поступила в редколлегию 13.01.87*