

УДК 004.82

**Модель представления знаний о событиях для языка обработки событий (EPL) в CEP-системе**

**Семёнов Е. И., Гаврилов А.В.**

*Новосибирский государственный технический университет*

*В статье предлагается модель представления событий для использования при разработке систем мониторинга событий – псевдо-физическая логика событий. В основе этой логики лежат нечеткая логика и временная логика. В статье описаны предлагаемые языковые средства для описания параметров событий, описания сложных событий.*

**Ключевые слова: событие, обработка событий, CEP-системы, нечеткая логика, временная логика, системы мониторинга**

В настоящее время становится актуальной задача построения систем мониторинга с элементами искусственного интеллекта. Такие системы должны иметь возможность распознавать и прогнозировать события, а также, реагировать на распознанные события в соответствии с заданными сценариями. Системы мониторинга событий могут быть частью таких систем как «умный дом» [1], умная учебная лаборатория [2, 3] или применяться в системах безопасности.

Обработка сложных событий (Complex Event Processing, CEP) заключается в мониторинге и анализе потоков событий. В настоящее время разработаны различные CEP-системы. Сюда входят Oracle CEP, WSO 2 Complex Event Processor, Esper, Arama и др. Данные продукты обладают рядом следующих недостатков:

1. не поддерживают операторы нечеткой логики;
2. сложный SQL-подобный синтаксис;
3. большой размер продуктов;
4. большая сложность продукта при изучении, что не дает использовать его для решения простых задач.

Для создания собственного продукта для обработки сложных событий, лишённого приведенных выше недостатков, необходимо разработать логическую модель событий – логику событий. При этом при обработке событий выдвигаются следующие требования:

1. обработка события должна происходить в реальном времени;

2. должна быть возможность определения возникновения простых и сложных событий;
3. сложные события описываются посредством логики событий;
4. должна учитываться достоверность возникновения событий (это требование может возникать, когда нет точных условий возникновения события, а, например, используются данные статистики, или события распознаются средствами компьютерного зрения с некоторой вероятностью неправильного распознавания);
5. должна учитываться актуальность событий, т. е. события могут со временем устаревать с точки зрения их обработки (реакции на события).

*Простое событие* – это объект, одним из параметров которого является время его возникновения.

*Сложное событие* – несколько простых событий, находящихся друг с другом в определенном отношении.

Событие описывается следующими параметрами:

1. название события;
2. время возникновения события;
3. достоверность возникновения события (описывается числом от 0 до 1);
4. срок истечения актуальности события;
5. дополнительные данные, сопутствующие событию.

Для описания сложного события необходима логическая модель для описания связи событий друг с другом.

В предлагаемой логической модели событий для описания сложных событий используется соединение нечеткой логики и временной логики, дополненных новыми предлагаемыми отношениями. В качестве временной логики за основу взята модель интервальной временной логики ИТЛ с длиной интервала 0 [4].

Данная модель является псевдофизической логикой (ПФЛ) событий, так как она обладает следующими свойствами [5, стр. 77]:

1. модель является объединением логик отношений: временных и каузальных;
2. часть рассуждений связана со шкалами;
3. содержит в качестве аксиом утверждения, вытекающие из восприятия мира человеком;
4. совокупность ПФЛ характеризуется связями между отдельными частями – логиками.

Ниже приводятся предлагаемые отношения для включения в разрабатываемую модель логики событий.

Пусть  $x$  и  $y$  – это некоторые события, *достоверность*  $d(x)$  некоторого события  $x$  имеет значение в диапазоне от 0 до 1. В общем случае событие обозначается как  $x(t)$ , но ниже время возникновения события будем опускать, предполагая текущее время.

*Отношения нечеткой логики:*

1.  $x$  and  $y$  – оба события возникли (достоверность определяется как минимальная достоверность событий  $\min(d(x), d(y))$ );
2.  $x$  or  $y$  – возникло по крайней мере одно из событий (достоверность определяется как максимальное значение достоверностей событий  $\max(d(x), d(y))$ );
3.  $\text{not } x$  – событие не возникло (достоверность определяется по формуле  $1-d(x)$ ).

*Отношения временной логики*

1.  $x$  earlier  $y$  –  $x$  возникло раньше  $y$ ;
2.  $x$  later  $y$  –  $x$  возникло позже  $y$ ;
3.  $x$  together  $y$  –  $x$  возникло одновременно с  $y$ ;
4. *distance between  $x$  and  $y$  less  $T$*  – время между событиями меньше  $T$  (порядок возникновения событий не важен);
5. *distance between  $x$  and  $y$  more  $T$*  – время между событиями больше  $T$  (порядок возникновения событий не важен);
6.  $y$  after  $x$  through  $t$  – если произошло событие  $x$ , то через время  $t$  происходит событие  $y$  (импликация будущего события);
7.  $y$  before  $x$  through  $t$  – если произошло событие  $x$ , то ему предшествовало событие  $y$  через время  $t$  (импликация прошлого события).

Последние два отношения введены для того, чтобы иметь возможность выдвигать гипотезы о прогнозируемом событии и о прошлом пропущенном (не распознанном) событии, соответственно.

При реализации предложенной логики следует иметь в виду, что система должна работать с понятием текущего времени, привязывая к нему времена, фигурирующие в сложных событиях, формируемых применением временных отношений. При этом, надо учитывать, что достоверность любого простого события зависит от времени по формуле

$$d(x) = f(t_x, t),$$

где:  $t_x$  – время возникновения события  $x$ ;

$t$  – текущее время (время рассуждений и принятия решений системой).

Эта функция зависит от конкретного вида системы мониторинга, решаемых ей задач и вида события, но всегда должна уменьшаться с

увеличением величины  $|t-t_x|$ , хотя могут быть «не устаревающие» события, для которых  $d(x)$  не зависит от прошедшего от возникновения события  $x$  времени.

### **Заключение**

В статье предлагается модель логики событий. В модели используются отношения нечеткой логики и временной логики. Также в модель вводятся дополнительные отношения, использующие единицы измерения времени.

В дальнейшем планируется развить предложенную логику событий, формализовать определение достоверности и времени возникновения сложных событий.

Предложенная модель может применяться для построения систем мониторинга событий для различного применения, а также, может быть использована при создании универсального искусственного интеллекта (Artificial General Intelligence, AGI) [6].

### **Литература**

1. А.В.Гаврилов. Искусственный Домовой. - Искусственный интеллект и принятие решений, №2, 2012.- С.77-89.
2. Новицкая Ю.В., Гаврилов А.В. Система мониторинга умной учебной лаборатории. - Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции «Робототехника и искусственный интеллект» РИИ-2015, Железногорск, СФУ, 2015. – С. 177-182.
3. Novitskaya Y.V., Gavrilov A.V. Expert System of the Monitoring Module for Smart School Laboratory. - Proc. of The 11th International Forum on Strategic Technology, Novosibirsk, 2016. - Vol. 3. - Pp.272-275.
4. Dario Della Monica, Valentin Goranko, Angelo Montanari, Guido Sciavicco. Interval Temporal Logics: a Journey // European Association for Theoretical Computer Science, 2013
5. Искусственный интеллект. – В 3-х кн. Кн. 2. Моделии методы: Справочник / Подред. Д. А. Поспелова – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.: ил.
6. Goertzel Ben, Pennachin Cassio eds.. Artificial General Intelligence, Springer, ISBN 3-540-23733-X, 2006.

### **Model of representation knowledge about events for event processing language in complex-event-processing system**

Semenov Evgeniy Igorevich, Gavrilov Andrey Vladimirovich

Novosibirsk State Technical University

*This paper describes model of representation of events in system of event monitoring. Described parameters of events. Also described approaches for description of complex events. Model of pseudophysics logic for describing of events on developing programming language is suggested.*