

УДК 004.822

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИДЕОСОБЫТИЙ С ПОМОЩЬЮ СТОХАСТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Н. А. Годовиченко

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

nick.godov@gmail.com

*Рассматривается задача моделирования видеособытий. В качестве модели описания и представления событий предложено использовать модифицированную сеть Петри. Модификации сети позволяют моделировать события, которые имеют вариативную продолжительность. Для вероятностного предсказания событий предложено использовать цепь Маркова.*

*Ключевые слова:* распознавание видеособытий, событийная модель, сеть Петри, цепь Маркова.

Моделирование событий является одним из важнейших этапов при построении систем детектирования и распознавания видеособытий. Задача моделирования событий состоит в поиске формальных путей для описания и дальнейшего распознавания событий в определенной предметной области. Конкретная модель событий выбирается исходя из возможности модели описывать требуемые события в определенной предметной области и возможности модели распознавать эти события, если они встречаются на видео.

Модели, используемые в системах детектирования и распознавания видео, можно разделить на модели, основанные на распознавании образов, модели, основанные на состояниях, и семантические модели. Наибольшей выразительной мощностью обладают семантические модели, однако они, как правило, используются для описания семантических знаний о предметной области и не предназначены для описания событий [1].

Автор предлагает использовать модифицированные стохастические сети Петри. Они обладают достаточной выразительной мощностью и применимы для задачи моделирования событий.

Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный граф

$$N = \langle P, T, * \rangle,$$

где  $P = \{p_i\}$  — множество позиций (мест);

$T = \{t_i\}$  — множество переходов;

\* — отношение между вершинами, соответствующее дугам графа.

Маркировкой сети Петри называется функция  $\Phi$ , которая каждой позиции ставит в соответствие целое неотрицательное число. Маркировка характеризуется вектором

$$\Phi = \langle \Phi(p_1), \dots, \Phi(p_n) \rangle,$$

где  $n$  — число позиций сети Петри.

В качестве модели предлагается модифицировать объектную сеть Петри следующим образом:

— вводятся стохастические временные переходы для моделирования событий, которые имеют вариативную продолжительность;

— вместо использования нескольких сетей для моделирования каждого события, используется одна сеть для моделирования всех распознаваемых событий;

— для вероятностного предсказания будущих событий строится цепь Маркова для моделирования переходов между состояниями.

В модифицированной сети Петри, компоненты сети выполняют следующие роли:

— метки представляют собой объекты, распознанные в видеопотоке. Каждая метка имеет свойства, которые соотносятся со свойствами объекта;

— позиции представляют собой возможные состояния объекта. Если позиция содержит более одной метки, это означает, что группа объектов находится в одном и том же состоянии;

— переходы представляют события, которые определяют динамику модели событий. Срабатывание перехода означает, что на видео объект изменил свое состояние либо были удовлетворены условия перехода.

Структура модифицированной сети статична и проектируется вручную с помощью семантического знания о предметной области [2], однако параметры сети динамичны, могут быть получены с помощью обучения и используются для предсказания событий, исходя из текущего состояния системы.

Вероятность задержки срабатывания каждого временного перехода задается с помощью функции плотности вероятности:

$$D_n = 1 - e^{-\frac{t_n}{\mu_n}},$$

где  $t_n$  — время срабатывания временного перехода  $n$ ;

$\mu_n$  — средняя задержка временного перехода  $n$ .

Во время обучения необходимо оценить среднюю задержку для каждого перехода.

Если предположить, что текущее состояние системы зависит только от ее предыдущих состояний, то можно построить цепь Маркова. Это позволит предсказать будущие состояния системы, исходя из ее текущего состояния.

Предлагается строить цепь Маркова динамически из обучающей выборки. Предполагается, что обучающая выборка достаточно репрезентативна, чтобы оценить распределение вероятности в паттернах событий.

Вероятность перехода в цепи Маркова оценивается с помощью формулы

$$\lambda_{n,k} = \frac{N_{n,k}}{N_n},$$

где  $\lambda_{n,k}$  — вероятность метки перейти из позиции  $n$  в позицию  $k$ ;

$N_{n,k}$  — количество распознанных переходов;

$N_n$  — количество возникших меток в позиции  $n$ .

Моделирование событий с помощью сети Петри было протестировано с использованием набора данных *VIRAT Video Dataset* [3].

В результате тестирования было выяснено, что моделирование событий с помощью сети Петри позволило точно смоделировать комплексные многопоточные события с несколькими объектами интереса.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Borzin A. Surveillance interpretation using generalized stochastic petri nets // Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services.— 2007.— № 4.— P. 456—460.
2. Nevatia R., Hobbs J., Bolles B. An ontology for video event representation // Computer Vision and Pattern Recognition Workshops.— Washington, DC, USA.— 2004.— P. 119—124.
3. VIRAT Video Dataset [Electronic Resource].— Mode of access : URL : <http://www.viratdata.org/>

---

N. A. Godovichenko

#### **Video events modeling with stochastic Petri nets.**

The autor considers the problem of modeling video events and proposes to use a modified Petri net as a model for description of events. Modifications enable representation of events which have random variance in duration. It is also proposed to use the Markov chain for probability prediction of future events.

Keywords: *video events recognition, Petri net, Markov chain model.*