

УДК 681.5

Качур С.А., канд. техн. наук

*Севастопольский национальный технический университет
Студгородок, г.Севастополь, Украина, 99053*

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Предложен критерий классификации природных объектов на базе сетей Петри, который является основой алгоритма идентификации для систем распознавания природных объектов.

Вопросам применения нейроподобных сетей на разных уровнях обработки информации и вопросам, связанным с реализацией нейроподобных сетей (разработкой нейрокомпьютеров), в настоящее время уделяется значительное внимание. Возникло понятие об особой нейросетевой технологии информационной обработки [1]. Основными областями ее применения считаются распознавание образов, экспертные системы и обработка знаний, адаптивное управление процессами и роботами.

Согласно современным представлениям процесс распознавания образов состоит из трех основных этапов: 1) предварительной обработки изображения объекта; 2) описания образа объекта; 3) идентификация объекта, т.е. непосредственного распознавания образа объекта [1].

При идентификации природных объектов необходимо рассматривать пространственную ситуацию. Она представляет собой либо объект, движущийся относительно наблюдателя как подвижного, так и неподвижного, либо окружающую среду, воспринимаемую с движущегося объекта. При обработке пространственных ситуаций следует учитывать масштабы описания текущей ситуации и эталонного класса ситуаций.

Одним из подходов к моделированию нейронных сетей является использование сетей Петри (СП).

Рассмотрим третий этап процесса распознавания ситуации, предполагая, что нейронная сеть описывается СП[2], переходам которой сопоставлены модули нейронов переменного объема. Исходными данными для этого этапа являются: а) описание объекта с разных точек наблюдения в виде множества структур СП [2] и вероятностей появления каждой сетевой структуры; б) эталонные описания классов структур ситуаций. В описании структуры в контек-

сте задачи идентификации нас будут интересовать список переходов и соответствующих им плотностей распределения объемов нейронных модулей.

Задача идентификации ситуации заключается в нахождении класса ситуаций, удовлетворяющих критерию классификации

$$\left\{ I_0 = \min_{k \in K} \sum_{l=1}^m \sum_{i=1}^{n_k} \left\{ \frac{1}{d_{ikl}} \times |p_{\mathcal{E}}^{(ik)} - p_T^{(l)}| \times v_{ikl} \right\} \right\} \left(\begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \right) \delta, \quad (1)$$

где $p_{\mathcal{E}}^{(ik)}$ – вероятность появления i -ой эталонной структуры k -го класса; $p_T^{(l)}$ – вероятность появления l -ой структуры текущей ситуации; d_{ijl} – мера близости по множеству переходов i -ой структуры k -го класса и l -ой структуры текущей ситуации; определяется по формуле (3); v_{ikl} – мера близости по значениям объемов нейронных модулей i -ой структуры k -го класса и l -ой структуры текущей ситуации; определяется по формуле (4); n_k – число структур k -го класса; m – число рассматриваемых структур для текущей ситуации; K – число эталонных классов ситуаций; δ – порог разрешения включения текущей ситуации в k -й класс.

Правило классификации. Если $I_0 > \delta$, то создается новый класс ситуаций, т.е. текущая ситуация добавляется в k -й класс.

Порог δ критерия классификации определяется по формуле

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^{m_1} v_i^{(S_0)}}{2m_1},$$

где $v_i^{(S_0)}$ – математическое ожидание величины объема нейронного модуля для структуры S_0 текущей ситуации; значение S_0 определяется по формуле (2); m_1 – число переходов структуры S_0 .

Формула для вычисления S_0 :

$$S_0 = \arg \left(\max_{s \in S} p_s \right), \quad (2)$$

где S – множество структур текущей ситуации.

Формулы для определения меры близости структуры:

а) по переходам

$$d_{ikl} = \frac{d_1^{(ikl)}}{d_2^{(ikl)}}, \quad (3)$$

где $d_1^{(ikl)}$ – мощность множества $TS_1 = TS_l \cap TS_{ik}$ (TS_l, TS_{ik} – множества переходов соответственно l -ой структуры текущей ситуации и i -ой струк-

туры k -го класса ситуаций); $d_2^{(ikl)}$ – мощность множества $TS_2 = TS_l \cup TS_{ik} - TS_1$;

б) по объемам нейронных модулей:

$$v_{ikl} = \left[\sum_{\substack{f=1 \\ T_{ik}^{(f)} \in TS_1 \\ T_l^{(f)} \in TS_1}}^{d_1^{(ikl)}} \frac{|v_{ik}^{(f)} - v_l^{(f)}|}{v_l^{(f)}} \right] \times \left[\sum_{\substack{q=1 \\ T_l^{(q)} \in TS_2}}^{d_2^{(ikl)}} v_l^{(q)} \right], \quad (4)$$

где $v_{ik}^{(f)}$ – математическое ожидание величины объема нейронного модуля, сопоставленного переходу f $T_{ik}^{(f)}$ i -ой структуры k -го класса ситуаций; $v_l^{(f)}$ и $v_l^{(q)}$ – математические ожидания величины объемов нейронных модулей, сопоставленных переходам f $T_l^{(f)}$ и q $T_l^{(q)}$ l -ой структуры текущей ситуации.

Приведенные расчетные формулы (2)-(4) для критерия классификации (1) и правило классификации полностью описывают алгоритм идентификации природного объекта в принятом контексте. Результатом решения задачи является определение класса ситуаций.

Алгоритм идентификации ситуации предназначен для систем автоматического управления на базе нейрокомпьютеров. Предполагается, что в таких системах информация, поступающая от датчиков, достаточна для определения контуров и дальности объектов, а также их взаимного расположения. При таком подходе проблемы обработки яркости изображения отсутствуют. Проблема описания образа объекта сводится к решению задачи модульной организации нейронной сети. Масштаб описания объекта определяется отношением расстояния от датчика (измерительной системы) до объекта к эталонному радиусу обзора.

Использование алгоритма предполагает применение программно реализованного нейрокомпьютера с модульной структурой для осуществления первых двух этапов распознавания ситуации. Представляется, что методика описания нейрокомпьютера на базе СП, одной из функций которого является распознавание (идентификация) пространственных ситуаций, даст возможность рассматривать нейрокомпьютер как адаптивную оптимальную систему автоматического управления.

Библиографический список

1. Амосов Н.М. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / Н.М. Амосов, Т.Н. Байдык, А.Д. Гольцев; Под ред. Н.М. Амосова. — К.: Наук. думка, 1991. — 271 с.

2. Качур С.А. Модель стохастических систем и их соединений на основе сетей Петри / С.А. Качур // Проблемы управления и информатики. — 2002. — № 1. — С. 93–98.

Поступила в редакцию 9.10.2002 г.