

Одинец Д.Н.

кандидат технических наук, доцент кафедры ЭВМ
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск, Республика Беларусь

Сейткулов Е.Н.

кандидат физико-математических наук, директор НИИ информационной
безопасности и криптологии
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Астана, Казахстан

СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО БИОМЕТРИЧЕСКИМ ДАНЫМ НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОЦЕССОРА

Рассматривается подход к разработке системы распознавания лиц по фотопортрету на основе параллельного процессора, в котором реализована оригинальная нейро-нечеткая математическая модель вычислений [1]. Параллельный процессор имеет программируемую наращиваемую архитектуру.

Ключевые слова: параллельный процессор; задача классификации; распознавание образов.

Нейро-нечеткая математическая модель вычислений

Введем следующие обозначения: n – число информативных признаков, k – число классов. Пусть n информативных признаков j -го класса параметризованы, т.е. должны находиться в определенных рамках, которые могут быть заданы как четко (в частном случае), так и нечетко (в общем случае) функциями j

$$\varphi_i(x_i, a_i, b_i, c_i, d_i) = \begin{cases} 0, & a_i > x_i, x_i > d_i \\ \frac{d_i - x_i}{d_i - c_i}, & c_i \leq x_i \leq d_i \\ 1, & b_i < x_i < c_i \\ \frac{x_i - a_i}{b_i - a_i}, & a_i \leq x_i \leq b_i \end{cases}$$

В ряде случаев принятие решения о классификации учитывает дополнительные логические условия, которыми связаны информативные признаки. Например, при идентификации личности по фотопортрету, информативный признак «расстояние между уголками рта» имеет относительно широкий диапазон, а «расстояние между зрачками» – практически не изменяется. Этот признак можно считать ключевым. Часто в процессе принятия решения о классификации применяется условие нахождения ключевых информативных признаков в определенном допуске параметров. Чтобы учесть это условие введем понятие логической компоненты L в нейро-нечеткую модель вычислений.

Если ключевой признак окажется не в допуске, то $L \rightarrow 0$, а значение итоговой

функции принятия решения $Z \rightarrow 0$ независимо от степени совпадения других информативных признаков. В простейшем случае для j -го класса логическая составляющая модели L_j ($j=1..k$) может быть представлена функцией арифметического минимума значений j

$$L^j = \min_{i=1..n} \Phi_i^j(x_i^j, a_i^j, b_i^j, c_i^j, d_i^j),$$

$$\Phi_i^j(x_i^j, a_i^j, b_i^j, c_i^j, d_i^j) = \begin{cases} \varphi_i^j(x_i^j, a_i^j, b_i^j, c_i^j, d_i^j), & i \in N' \\ 0, & i \in N'' \end{cases}$$

N' – бинарное множество (наличие “1” означает, что данный признак ключевой).

Предлагаемая модель (рис.1) содержит также суммарную компоненту S^j , которая определяется путем взвешенного суммирования n значений функций параметризации j -го класса (3).

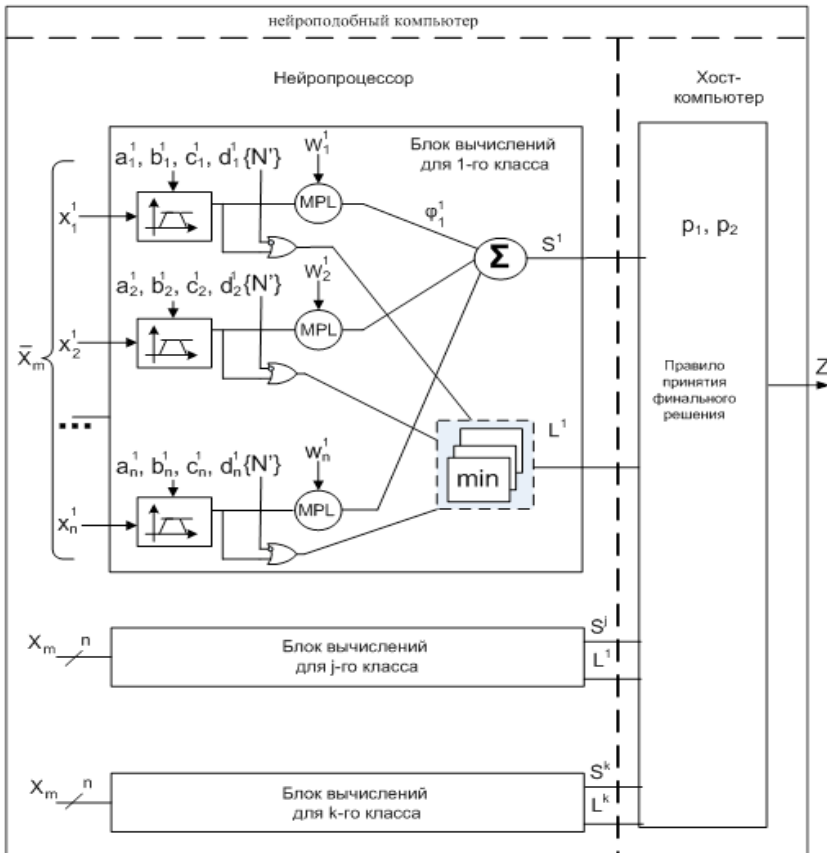


Рисунок 1 – Функциональная схема обобщенной нейро-нечеткой модели вычислений

$$S^j(X) = \sum_{i=1}^n w_i^j \phi_i^j(x_i^j, a_i^j, b_i^j, c_i^j, d_i^j),$$

где w_i^j – (2) – весовой коэффициент i -го информативного признака для j -го класса.

Функция принятия решения Z может быть задана выражением (4):

$$Q^j = \begin{cases} 1, & S^j(X) > p_2^j \\ \frac{S^j(X) - p_1^j}{p_2^j - p_1^j}, & p_1^j \leq S^j(X) \leq p_2^j \\ 0, & S^j(X) < p_1^j \end{cases}$$

где p_1, p_2 – настраиваемые пороги i -го информативного признака для j -го класса, $j=1..k$.

Концепция аппаратно-программной реализации системы идентификации личности на основе параллельного процессора

С учетом особенностей параллельного процессора систему идентификации личности предлагается реализовать в виде аппаратно-программного комплекса, состоящего из Хост-компьютера и сопроцессора с USB интерфейсом [2]. В сопроцессоре реализованы те блоки системы идентификации личности, которые вычисляют функции взвешенных сумм S и минимумов L , так как при аппаратной реализации именно они дают максимальный выигрыш при распараллеливании. Для пользователя параллельный процессор представляет собой k настраиваемых блоков вычислений (процессорных элементов), каждый из которых имеет n информационных входов и шесть входов настроек: $a_i^j, b_i^j, c_i^j, d_i^j, w_i^j, n_i^j$ ($j=1..k, i=1..n$). На выходе блока вычислений j -го класса получаем j -ю взвешенную сумму и j -ый минимум. На выходе параллельного процессора после подачи значения одного вектора признаков на все k блоков вычислений, получаем выходные вектора S и M , которые содержит k взвешенных сумм и k минимумов соответственно (рис.1). Основными задачами Хост-компьютера являются: построение классификатора, реализация правил логического вывода, принятие решения о распознавании.

В данное время ведутся работы по расширению имеющейся базы портретов и поиску алгоритмов обучения классификаторов, которые адаптивны к нейронечеткой модели вычислений.

Литература

1. Synthesis and Analysis of Classifiers Based on Generalized Model of Identification / М. Татур, Д. Адзинетс, М. Лукашевич, С. Байрак // Advances in intelligent and soft computing. – 2010. – Vol. 71. – P. 529 – 536.
2. Параллельные процессоры для построения интеллектуальных систем / С. А. Байрак, Д. Н. Одинец, М. М. Татур, Ф. Филипов, М. Мунос // Материалы II международной научно-технической конференции «Open Semantic Technologies for Intelligent Systems» / Минск, 16-18 февраля 2012 года. – С. 135 – 140.