ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Сборник трудов
Института математики СО АН СССР

1966 г. Выпуск 22

# КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Н.Г. Загоруйко

Опыт проектирования цифровых автоматов, предназначенных для распознавания большого количества образов в пространстве большой размерности, показывает, что время, необходимое для принятия решения как путем сравнения евклидовых расстояний, так и с помощью решающих функций, близких к оптимальным (р.ф.б.о) [I], оказывается неприемлемо большим.

Так, при проектировании устройства для распознавания 200 образов в I50-мерном выборочном пространстве выяснилось, что время на решение по евклидовым расстояниям в 40 раз больше времени, необходимого для измерения и сравнительно непростого преобразования параметров, причем время принятия решения было в 20 раз больше допустимого. Возможное сокращение этого времени в I,5-2 раза за счет использования р.ф.б.о. положения не меняло.

Выход был найден в применении комбинированного метода, состоящего из двух частей: "вычеркивания" x) и "сравнения".

Из технических требований, предъявляемых устройству, устанавливается, что надежность распознавания каждого из $k$ - образов должна быть не меньше $\alpha_i = 1 - P(d_i \delta_i)$, где $P(d_i \delta_i)$ -

x) В основу этой части алгоритма положена идея "метода вычеркивания", предложенного Л.А. Чистович.

вероятность появления реализаций $i$ -го образа на расстоянии от его математического ожидания $\geqslant d_i \delta_i$.

На первом шаге процедуры распознавания используются значение $j$ -го параметра реализации ( $x'_j$ ) и проекция распределений образов на $j$ -ю координату выборочного пространства. Ищутся образы, проекции математических ожиданий которых ($\mu_{ij}$) на $j$ - ю ось удалены от точки $x'_j$ на расстояние $\Delta$, большее, чем $d_i \delta_{ij}$. Здесь $\delta_{ij}$ - среднеквадратичное отклонение проекции плотности распределения $i$ - го образа на $j$ -ю ось, $\mu_{ij}$ - $j$ - я координата математического ожидания $i$ - го образа, а $d_i$ - положительный коэффициент.

Если $\Delta = |\mu_{ij} - x'_j| > d_i \delta_{ij}$, то вероятность принадлежности реализации к $i$ -му образу пренебрежимо мала и $i$ -й образ из дальнейшего рассмотрения исключается. После окончания проверки всех образов по $j$ -й координате остается $\kappa_1 = \beta_1 \cdot \kappa$ образов, где $\beta_1$ - коэффициент пропускания - может принимать значения от 0 до I ( I - если в результате проверки по $j$ - й координате не был исключен из дальнейшего рассмотрения ни один образ).

Та же самая процедура повторяется с использованием другой координатной оси, после чего для дальнейшего рассмотрения остается $\kappa_2 = \beta_2 \cdot \kappa_1$ образов, где $\beta_2$ - коэффициент пропускания по 2-й координате. После такого последовательного просмотра $\ell$ координат невычеркнутыми остаются $\kappa_\ell = \beta_\ell \cdot \kappa_{\ell-1}$ образов. Величина коэффициента пропускания $\beta_j$ будет в общем случае непостоянной. Если вначале используются более информативные координаты, а потом менее информативные, то $\beta_j$ от шага к шагу будет уменьшаться. Процесс просмотра координат прекращается либо когда просмотрены все координаты ( $\ell = n$ ), либо когда ( при $\ell < n$ ) величина $\beta_\ell$ становится меньше заданной величины.

Решение о принадлежности реализации к одному из оставшихся $\kappa_\ell$ образов принимается затем с использованием оптимальных решающих функций. В зависимости от вида распределений это могут быть линейные или нелинейные решающие функции. Если матрицы ковариаций единичны и стоимость потерь при неправильном распознавании всех образов одинакова, то на стадии просмотра координат величина $\Delta$ для всех образов и для всех координат одна и та же. При этом процедура распознавания как на первом этапе ("вычеркивание"), так и на втором ( "сравнение" ) максимально проста.



Если мы предположим, что вплоть до $\ell$ -го шага коэффициент пропускания $\beta_j$ остается постоянным и равным $\beta$, $\ell \leq n$, то на этап "вычеркивания" будет затрачиваться время $T_{выч} = \sum_{q=0}^{\ell} \beta^q \kappa \cdot t_{выч}$, где $t_{выч}$ - время проверки на вычеркивание одного образа по одной координатной оси. На этап "сравнения" реализации с оставшимися $\kappa_\ell = \kappa \cdot \beta^\ell$ образами в $n$-мерном пространстве будет затрачиваться время $T_{ср} = \kappa \cdot \beta^\ell \cdot n \cdot t_{ср}$. Здесь $t_{ср}$ - время, необходимое для вычисления, например, составляющей евклидова расстояния по одной координатной оси от реализации до эталона одного образа. Если $t_{ср} = t_{выч} = t$, то время $T_\kappa$ на принятие решения таким "комбинированным" методом будет

$$T_\kappa = T_{выч} + T_{ср} = \kappa \cdot t \left( \sum_{q=0}^{\ell} \beta^q + n \cdot \beta^\ell \right).$$

Принятие решения о принадлежности к одному из $\kappa$ образов без предварительного вычеркивания занимает время

$$T_o = \kappa \cdot n \cdot t,$$

так что выигрыш во времени при переходе к комбинированному методу будет выражаться отношением:

$$H = \frac{T_\kappa}{T_o} = \frac{1}{n} \sum_{q=0}^{\ell} \beta^q + \beta^\ell.$$

Отсюда следует, что относительный выигрыш во времени не зависит от числа распознаваемых образов. Он зависит от размерности $n$ выборочного пространства, количества шагов вычеркивания $\ell$ и от величины коэффициента пропускания $\beta$. Для частных случаев распознавания образов в I50-мерном и в 75-мерном пространствах выигрыш как функция от $\ell$ и $\beta$ показан на рис. I.

Если на каждом шаге будет вычеркиваться в среднем I0 % образов, то для $n$ = I50 уже при $\ell$ = 30 время $T_\kappa$ будет на порядок меньше времени $T_o$. Для этих случаев применение комбинированного метода становится выгодным, если на каждом шаге будет вычеркиваться не меньше 0,007$\kappa$ и 0,013$\kappa$ для $n$ = I50 и $n$ = 75, соответственно ( при этом $H \geqslant 1$ ).

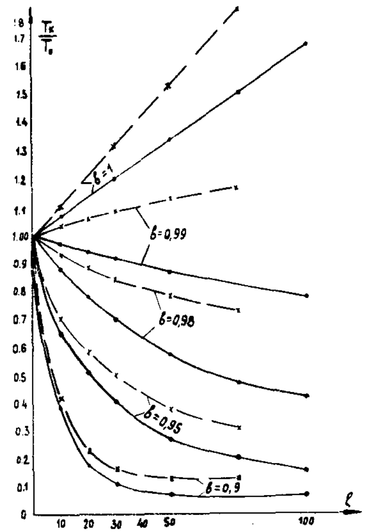


Рис. I. Сокращение времени на принятие решения при использовании комбинированного алгоритма.

$r = 150$ —•—•—•—•—

$r = 75$ —×———×—

ЛИТЕРАТУРА


I. Н.Г. Загоруйко. Линейные решающие функции, близкие к оптимальным.-Вычислительные системы, Новосибирск, I965, вып.I9, стр. 67.



Поступила в редакцию
22.IУ.I966 г.