

СЗУУ.18

Г-611

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2348



Б.М.Головин, Л.А.Кулюкина

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ЛЭОМТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО
ОПОЗНАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ЧАСТИЦ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
II

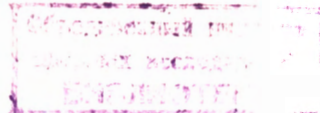
1965



3687/2 ч8

Б.М.Головин, Л.А.Кулюкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО
ОПЗНАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ЧАСТИЦ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
II



Зависимость надежности опознавания от вида
потенциала

1. В первой части нашей работы /1/ была сформулирована задача идентификации заряда частицы по величине энергии, теряемой ею в нескольких ионизационных счетчиках регистрирующей системы.

В качестве примера было промоделировано опознавание заряда частиц первичного космического излучения, падающих на телескоп, состоящий из четырех детекторов.

Использованный в этой работе метод идентификации основывался на алгоритме потенциальных функций /2/. При этом потенциал, как и в работе /3/, брался в виде

$$\Phi_m(x) = \frac{1}{N_m} \sum_{i=1}^{N_m} \lambda_i^{(m)} \phi[R(x_i^{(m)}, x)] \quad (1)$$

Здесь
$$R^2 = \sum_k (x_k - x_{ik})^2 ;$$

$$\left. \begin{aligned} x_{ik} &= f_k(V_m^i) & m &= 1, 2, 3, 4 \\ x_k &= f_k(V_m) & m &= 1, 2, 3, 4 \end{aligned} \right\} ;$$

V_m - амплитуда импульса (пропорциональная потере энергии опознаваемой частицы), выработанная m -тым детектором телескопа;

$V_m^{(i)}$ - то же для частицы, предъявляемой при обучении на классе z ;

i - номер точки, предъявляемой при обучении;

λ_i^m - весовой множитель i -точки;

k - номер "координаты".

В работе /1/ $3 \leq m \leq 5$

$$\phi[R(x_i^{(m)}, x)] = \frac{1}{1 + R^2} .$$

В настоящей работе сделана попытка проверить, насколько существенна в рассматриваемой задаче конкретная форма используемых при опознавании потенциалов.

2. Анализ результатов опознавания с потенциалом (1) показал, что одним из недостатков такого потенциала является большой вес точек со значениями V_k , сильно отклоняющимися от наиболее вероятного значения потери энергии в детекторе. Это обусловлено тем, что при использованном определении R одно большое значение V_k может приводить к большому значению R и, следовательно, к существенному уменьшению потенциала.

Для уменьшения влияния этого эффекта были проведены вычисления с потенциалами (3) и (4):

$$\Phi_n(x) = \frac{1}{N_n} \sum_{i=1}^{N_n} \lambda_i^{(n)} \prod_m \phi_m(x_{im}^{(n)}, x_m), \quad (3)$$

$$\Phi_n(x) = \frac{1}{N_n} \sum_{i=1}^{N_n} \lambda_i^{(n)} \sum_m \phi_m(x_{im}^{(n)}, x_m), \quad (4)$$

$$\phi_m = \frac{1}{1 + R_m^2}, \quad (5)$$

где

$$R_m^2 = (x_m - x_{im})^2.$$

Следовало ожидать, что при использовании таких потенциалов роль выскакивающих значений V_k должна быть значительно меньшей, так как они будут приводить к уменьшению лишь одного из членов (слагаемого или множителя) структуры потенциала, оставляя другие члены структуры без изменения.

В качестве координат в настоящей работе были использованы выражения

$$x_m = \frac{1}{n-m} \sum_{i=1}^{n-m} V_i, \quad (6)$$

здесь $V_1 < V_2 < V_3 < V_4$; $n=4$; $m=1, 2, 3, 4$.

3. Во всех описанных выше потенциалах их убывание при удалении от точки-источника происходило по закону

$$\Phi = \frac{1}{1 + R^2}. \quad (7)$$

Для проверки того, насколько существенна в рассматриваемой задаче скорость спада потенциала, вычисления были проделаны также с потенциалом 8, убывающим по закону Гаусса:

$$\Phi_n(x) = \frac{1}{N_n} \sum_{i=1}^{N_n} \lambda_i^{(n)} e^{-\sum_k (x_k - x_{ik})^2}. \quad (8)$$

4. Можно было надеяться на некоторое улучшение надежности опознавания заряда, используя при конструировании потенциалов следующие особенности распределения вероятности ионизационных потерь.

а) Функция распределения резко спадает со стороны значений потерь, меньших их вероятного значения. Поэтому можно принять, что частица, для которой наименьшее из V_m меньше всех минимальных значений групп амплитуд, предъявленных при обучении на классе Z_0 , может принадлежать лишь к классу $Z < Z_0$.

б) В области потерь, больших их вероятного значения, функция распределения уменьшается, но приближается к нулю лишь асимптотически. Поэтому для случая, когда среди V_m опознаваемой частицы есть величины, превышающие наибольшие значения амплитуд, предъявленных при обучении на классе Z_0 , нельзя однозначно утверждать, что частица не принадлежит этому классу, однако вероятность ее принадлежности к классу Z_0 можно считать меньшей, чем определяется величиной ее потенциала. При этом более вероятной становится ее принадлежность к классу $Z > Z_0$.

Математически эти положения могут быть сформулированы, например, домножением использованных выше потенциалов на выражение

$$A^{(s)} = n_+(x_{\min} - x_{i\min}^{(s)}) [n_+(x_{i\max}^{(s)} - x_{\max}) + 1] \frac{1}{N_z} . \quad (9)$$

Здесь

$n_+(y)$ - число случаев $y > 0$ при переборе всех точек обучения на классе Z ,

x_{\min} - минимальная из координат опознаваемой точки,

$x_{i\min}^{(s)}$ - минимальная из координат i -точки обучения на классе Z .

Основные результаты вычислений приведены в следующей таблице.

Т а б л и ц а

Зависимость надежности опознавания заряда от вида потенциала

при $T_{\text{мян}} = 0,15$ Гэв/нуклон $N_z = 70$

Z	Потенциал (формула №)				
	(1)	(3)	(4)	(9)х(4)	(9)х(8)
1	0,98	0,96	0,96	0,97	0,97
2	0,88	0,87	0,87	0,87	0,92
3	0,92	0,90	0,90	0,93	0,93
4	0,87	0,87	0,88	0,77	0,70
5	0,78	0,76	0,77	0,79	0,83
6	0,90	0,87	0,90	0,94	0,94

5. Сравнивая результаты вычислений, выполненных при разных предположениях, легко заключить, что при использованных нами "экспериментальных" данных^{х/} надежность опознавания слабо зависит от формы потенциала, хотя можно отметить, что потенциал с быстрым спадом дает несколько лучшие результаты. Более детальный анализ ошибок опознавания приводит к заключению, что почти все случаи ошибочного отнесения опознаваемой частицы не к тому классу, к которому она в действительности принадлежит, происходят в тех случаях, когда соответствующее этой частице значение параметра Z/β , где $\beta = v/c$, может быть осуществлено при разных значениях заряда частицы.

Авторы благодарны В.П.Джелепову за постоянный интерес к работе.

Л и т е р а т у р а

1. Б.М.Головин, Л.А.Кулюкина. Препринт ОИЯИ, 2187, Дубна, 1965.
2. Г.А.Аркадьев, Э.М.Браверман. Обучение машины опознаванию образов. Москва, "Наука", 1964.
3. О.А.Башкиров, Э.М.Браверман, И.Б.Мучник. Автоматика и телемеханика. 25, 692 (1964).

Рукопись поступила в издательский отдел
3 сентября 1965 г.

^{х/} Моделирование^{/1/} проводилось в предположении, что чувствительный слой детектора $\epsilon = 0,36 \text{ г/см}^2$, а ширина канала амплитудного анализатора соответствует интервалу потерь энергии, равному 1 Мэв.