**АЛГОРИТМ «ЭНТРОПИЯ»**

**Назначение** *—* решение задач распознавания на  образов, где , причем для каждого объекта формируется свое решающее правило.

**Постановка задачи.** В исходных данных, представленных в виде ТОС, присутствуют представители всех образов. Для каждого объекта указана его принадлежность к образу. В процессе распознавания определяется принадлежность объектов экзамена к одному из образов.

**Метод решения задачи.**Этот метод основан на том, что для каждого объекта формируется свое решающее правило, для чего вокруг каждого объекта экзамена описывается система концентрических сфер. Далее рассматриваются только те из них, в которые попадает достаточно много объектов обучения. Для каждой из этих сфер определяется функция энтропии, характеризующая преобладание точек одного из образов в этой сфере. Результат определяется по той сфере, где значение функции оптимально. Точка экзамена относится к тому классу, который в этой сфере преобладает.

Рассмотрим данный алгоритм более подробно. На первом этапе необходимо вычислить матрицы мер сходства по каждому свойству, а затем — общую матрицу мер сходства . Из общей матрицы мер сходства  выбирается максимальная  и минимадьная  меры сходства. На следующем этапе введем некоторый шаг

 ,

где  — заданное нами постоянное число сфер.

Вычисляется мера сходства для каждого объекта экзамена  с каждым объектом МО . Затем выбираем все объекты, для которых мера сходства с объектами МО удовлетворяют условию

 , 0,1...

В результате получаем набор вложенных сфер (концентрических). Для каждой из этих сфер мы вычисляем энтропию

,

где — число объектов -го образа, попавших в -ую сферу;

 — число объектов, попавших в -ую сферу.

Из всех полученных энтропий  выбираем минимальную . Затем находим номер сферы с минимальной энтропией . Эта сфера, в которой объектов одного образа намного больше объектов другого образа, т. е. .

Последним этапом решения является распознавание. Распознавание производится при помощи правила Байеса. Объект  будет отнесен к -му образу, если

,

где — число объектов -го образа в -ой сфере,

— общее число объектов -го образа,

 — число объектов -го образа в -ой сфере,

— общее число объектов -го образа.

Иначе, если

,

то объект  будет отнесен к -му образу.

***П р и м е р.*** Задана ТОС (табл. 19), в которой имеются объекты, на которых измерены прямые и косвенные свойства (МО) и объекты, на которых измерены только косвенные свойства (МЭ). Часть объектов МО относятся к 1-му образу, часть ко 1-му образу. Необходимо объекты МЭ расклассифицировать по образам.

***Р е ш е н и е***

табл. 19

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Материал обучения** | | | |  | | | **Материал экзамена** | | | |
| N |  |  | Образ | |  | N | |  |  | Образ |
| 1 | 285 | 68.8 | 1 | |  | 11 | | 150 | 87.2 | 0 |
| 2 | 243 | 58.5 | 1 | |  | 12 | | 290 | 87 | 0 |
| 3 | 202 | 51.2 | 1 | |  | 13 | | 110 | 44 | 0 |
| 4 | 132 | 80 | 1 | |  |  | |  |  |  |
| 5 | 146 | 69.3 | 1 | |  |  | |  |  |  |
| 6 | 245 | 62 | 2 | |  |  | |  |  |  |
| 7 | 235 | 87.2 | 2 | |  |  | |  |  |  |
| 8 | 164 | 68 | 2 | |  |  | |  |  |  |
| 9 | 136 | 64.3 | 2 | |  |  | |  |  |  |
| 10 | 225 | 44 | 2 | |  |  | |  |  |  |

1. Находим экстремальные разности

|  |  |
| --- | --- |
| Для свойства : 153.1;  Для свойства : 43.2. |  |

2. Находим матрицы мер сходства по каждому свойству, а затем вычисляем общую матрицу мер сходства (табл. 20).

табл. 20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 1 | 0.74 | 0.53 | 0.37 | 0.54 | 0.79 | 0.62 | 0.6 | 0.46 | 0.52 |
| 2 | 0.74 | 1 | 0.78 | 0.39 | 0.56 | 0.95 | 0.64 | 0.63 | 0.58 | 0.77 |
| 3 | 0.53 | 0.78 | 1 | 0.44 | 0.61 | 0.73 | 0.48 | 0.68 | 0.63 | 0.84 |
| 4 | 0.37 | 0.39 | 0.44 | 1 | 0.83 | 0.42 | 0.58 | 0.76 | 0.8 | 0.28 |
| 5 | 0.54 | 0.56 | 0.61 | 0.83 | 1 | 0.59 | 0.50 | 0.92 | 0.91 | 0.45 |
| 6 | 0.79 | 0.95 | 0.73 | 0.42 | 0.59 | 1 | 0.68 | 0.67 | 0.62 | 0.73 |
| 7 | 0.62 | 0.64 | 0.48 | 0.58 | 0.50 | 0.68 | 1 | 0.55 | 0.41 | 0.47 |
| 8 | 0.6 | 0.63 | 0.68 | 0.76 | 0.92 | 0.67 | 0.55 | 1 | 0.86 | 0.52 |
| 9 | 0.46 | 0.58 | 0.63 | 0.80 | 0.91 | 0.62 | 0.41 | 0.86 | 1 | 0.47 |
| 10 | 0.52 | 0.77 | 0.84 | 0.28 | 0.45 | 0.73 | 0.47 | 0.52 | 0.47 | 1 |

3. Выбираем максимальную и минимальную меры сходства:

Максимальная 0.95,

Минимальная 0.28.

Постоянную задаем равную 3 и вычисляем шаг: *=*0.24.

4. Вычисляем для каждого объекта экзамена энтропию, отыскиваем минимальную энтропию и производим распознавание:

Для 1-го объекта МЭ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***1*** |  |  |  |
| 1 | 0.35 |  |  | 1 |
| 2 | 0.37 |  |  | 1 |
| 3 | 0.41 |  | 1 | 1 |
| 4 | 0.86 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 0.78 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 0.4 |  | 1 | 1 |
| 7 | 0.72 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 0.73 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 0.69 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 0.26 |  |  | 1 |
|  | Энтропия | **0.292** | 0.297 | 0.301 |

, , значит, объект ***1*** принадлежит ко второму образу.

Для 2-го объекта МЭ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***2*** |  |  |  |
| 1 | 0.7707 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0.513 |  | 1 | 1 |
| 3 | 0.2959 |  |  | 1 |
| 4 | 0.4003 |  | 1 | 1 |
| 5 | 0.3216 |  |  | 1 |
| 6 | 0.5614 |  | 1 | 1 |
| 7 | 0.8204 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 0.3673 |  |  | 1 |
| 9 | 0.232 |  |  | 1 |
| 10 | 0.2877 |  |  | 1 |
|  | Энтропия | 0.301 | **0.292** | 0.301 |

, , значит, объект ***2*** принадлежит к первому образу.

Для 1-го объекта МЭ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***3*** |  |  |  |
| 1 | 0.1414 |  |  | 1 |
| 2 | 0.3991 |  | 1 | 1 |
| 3 | 0.6162 |  | 1 | 1 |
| 4 | 0.5118 |  | 1 | 1 |
| 5 | 0.5906 |  | 1 | 1 |
| 6 | 0.3508 |  |  | 1 |
| 7 | 0.0918 |  |  |  |
| 8 | 0.5449 |  | 1 | 1 |
| 9 | 0.6801 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 0.6244 |  | 1 | 1 |
|  | Энтропия | 0 | **0.297** | 0.298 |

, , значит, объект ***3*** относится ко второму образу.

В результате решения данной задачи при помощи алгоритма Энтропия получили следующие результаты:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| N |  |  | Образ |
| 11 | 150 | 87.2 | 2 |
| 12 | 290 | 87 | 1 |
| 13 | 110 | 44 | 2 |