Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра информационных технологий автоматизированных систем

Отчёт

по практической работе №7

«Методы и алгоритмы распознавания в экспертных системах»

по дисциплине «Экспертные Системы»

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнил: | Проверила: |
| студент гр. 820601 | Герман Ю. О. |
| Шведов А. Р. |  |

Минск 2022

1. **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Изучение методов и алгоритмов распознавания, применяемых в ЭС. Изучение методов обучения ЭС на основе алгоритмов распознавания.

1. **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Системы распознавания предназначены для отнесения распознава­емого объекта или явления к одному из известных классов на основе признаков данного объекта (явления). Под классом здесь понимается некоторая совокупность объектов, обладающих близкими (в чем-либо) свойствами. В качестве объекта может рассматриваться реальный фи­зический объект (например, летательный аппарат) или некоторая си­туация (неисправность, заболевание, данные метеорологических наб­людений и т.д.).

Примеры применения систем распознавания - системы технической диагностики, системы медицинской диагностики, системы технического контроля, системы для составления метеорологических прогнозов и т.д.

Во многих случаях распознаваемый объект можно представить в виде набора чисел - значений признаков этого объекта, т.е. как вектор *X* = *(X1,X2,...,XN)*, где *Xj* - значение *j*-го признака объек­та, *N* - количество используемых признаков.

Решающая (дискриминаторная, классифицирующая) функция - это функция от значений признаков распознаваемого объекта, по значению которой может быть принято решение об отнесении объекта к одному из известных классов (или о том, что объект не может быть отнесен ни к одному из этих классов).

Рассмотрим следующие виды решающих функций:

* решающие функции на основе минимального расстояния;
* разделяющие решающие функции (границы между классами).

Решающие функции такого вида могут применяться, если для каж­дого класса можно указать объект, который может рассматриваться как наиболее характерный представитель (прототип) данного класса.

Пусть распознаваемый объект может относиться к одному из *М* классов. Для распознавания используется *N* признаков. Пусть для каждого класса известен объект-прототип со значениями признаков *Pi=(Pi1, Pi2,...,PiN*). Для распознавания объекта используются сле­дующие функции:

*Di = 2 (X1·Pi1+X2·Pi2+...+XN·PiN) - (Pi1·Pi1+Pi2·Pi2+...+PiN·PiN),*

где *Xj, j=1,...,N* - значения признаков распознаваемого объекта.

Примечание. Обычно такая решающая функция записывается в векторной форме:  
*Di=2X·Pi - Pi·Pi.*

Решающая функция такого вида строится для каждого класса. Т.о., находится M таких функций. Объект относится к клас­су, для которого значение функции *Di* максимально.

Смысл решающих функций такого вида следующий. Представим рас­познаваемый объект *X* и объекты - прототипы классов *Pi (i=1,...,M)* как точки в *N-*мерном пространстве (т.е. как точки, имеющие *N* коор­динат). Можно доказать, что значение функции *Di* тем больше, чем меньше расстояние между распознаваемым объектом *X* и объектом-про­тотипом *Pi*, вычисляемое по обычной формуле евклидова расстояния:

*.*

Здесь *| X - Pi |* - расстояние между объектами *X* и *Pi*.

1. **ХОД РАБОТЫ**

Разрабатывается ЭС для прогнозирования урожая некоторых сельскохозяйственных растений. Урожай зависит, в частности, от средней температуры воздуха в начале и в конце весны. Имеются данные за 9 лет в табл.1.

Таблица 1 – данные за 9 лет

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер года** | **Средняя температура в начале весны |в конце весны** | **Урожай** |
| 1  2  3 | 9 | 18  6 | 17  7 | 18 | средний  средний  средний |
| 4  5  6 | 13 | 14  12 | 14  14 | 15 | высокий  высокий  высокий |
| 7  8  9 | 8 | 12  6 | 11  7 | 9 | низкий  низкий  низкий |

1. Построить решающие функции на основе минимального расстояния.

2. Используя решающие функции, найти прогноз урожая, если средняя температура в начале весны составила 8 С, а в конце - 14 С.

3. Построить разделяющие решающие функции (для классов 1 и 2

- вручную, для остальных - на программе).

4. Используя разделяющие решающие функции, найти прогноз урожая для условий, указанных в п.2.

Приведем к безразмерному виду. Результаты приведения виду представлены в табл.2.

Таблица 2 – приведение к безразмерному виду

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер года** | **Урожай** | **Средняя температура:** | |
| **в начале весны** | **в конце весны** |
| 1 | средний | 0.64 | 1.00 |
| 2 | средний | 0.43 | 0.94 |
| 3 | средний | 0.50 | 1.00 |
| 4 | высокий | 0.93 | 0.78 |
| 5 | высокий | 0.86 | 0.78 |
| 6 | высокий | 1.00 | 0.83 |
| 7 | низкий | 0.57 | 0.67 |
| 8 | низкий | 0.43 | 0.61 |
| 9 | низкий | 0.50 | 0.50 |

Составим решающие функции для прогноза урожая на основе минимального расстояния, т.е. на основе минимального различия между температурами в начале и конце весны и некоторым типичным прогнозом урожая, построенным по анализируемым температурам. В качестве прототипов будем использовать “гипотетические” урожаи, характеристики которых соответствуют средним характеристикам урожаев, построенных по каждому из урожаев. Например, для урожая “сердний” объект-прототип будет иметь следующие значения признаков:

*P11 = (0,64+0,43+0,50)/3 = 0,52 (по признаку Х1);*

*P12 = (1,00+0,94+1,00)/3 = 0,98 (по признаку Х2).*

Таким образом, *P1* = (0,52; 0,98). Аналогично найдем признаки объектов-прототипов для второго и третьего классов: *P2* = (0,93; 0,80), *P3* = (0,50; 0,59).

Составим решающие функции для определения наиболее подходящего урожая на основе минимального расстояния:

*D1* = 2 (*X1*·0,52+*X2*·0,98)-( 0,52·0,52+0,98·0,98) = 1,04·*X1*+1,96·*X2*-1,24;

*D2* = 2 (*X1*·0,93+*X2*·0,80)-(0,93·0,93+0,80·0,80) = 1,86·*X1*+1,6·*X2*-1,50;

*D3* = 2 (*X1*·0,50+*X2*·0,59)-( 0,50·0,50+0,59·0,59) = 1,00·*X1*+1,18·*X2*-0,60.

Требуется выбрать наиболее подходящий урожай. Предполагается, что средняя температура в начале весны составила 8 С, а в конце - 14 С.

Выбираемый урожай рассматривается как распознаваемый объект. Требуется определить, к какому классу (прогнозу урожаю) относится этот объект. Перейдем к безразмерным значениям признаков объекта: *X1*=8/14=0,57, *X2*=14/18=0,78.

Для распознавания воспользуемся решающими функциями:

*D1 = 0,89;*

*D2 = 0,80;*

*D3 = 0,89.*

Таким образом, распознаваемый объект отнесен к третьему или первому классу. В данном случае это значит, что урожай при данных температурах будет низким или средним.

Рассмотрим построение решающей функции для первого и второго классов (средний и высокий урожаи).

Значения коэффициентов решающей функции считаем сначала равными нулю: *D12*=0·*X1*+0·*X2*+0. Выбираем первый объект из обучающего множества (0,64; 1,00) и подставляем его признаки в *D12*. Очевидно, что решающая функция равна нулю. Так как рассматривался объект из первого класса, и для него решающая функция должна быть положительной, выполняем коррекцию решающей функции. Функция принимает вид: *D12*=0,64·*X1*+1,00·*X2*+1. Так как проверенный объект был распознан неправильно, счетчик правильно распознанных объектов равен нулю: Е=0.

Выбираем очередной объект: X=(0,43; 0,94). Подставляем его в решающую функцию: *D12*=0,57·0,43+0,94·0,78+1 =1,98. Таким образом, *D12*>0 для объекта из первого класса. Значит, объект распознан правильно и коррекция функции не требуется. Счетчик увеличивается на единицу: *Е*=1.

Выбираем очередной объект: *X*=(0,50; 1). Подставляем его в решающую функцию: *D12*= 0,57·0,5+1·0,78+1= 2,07 > 0. Объект распознан правильно, коррекция функции не требуется. Счетчик увеличивается на единицу: Е=2.

Выбираем очередной объект: *X*=(0,93; 0,78). Подставляем его в решающую функцию: *D12* = 0,57·0,93+0,78·0,78+1 = 2,14 > 0. Объект распознан правильно, коррекция функции не требуется. Счетчик принимается равным нулю (Е=3).

Выбираем очередной объект: *X*=(0,86; 0,78). *D12 =* 0,57·0,86+0,78·0,78+1 = 2,10 > 0. Объект распознан правильно, коррекция не требуется, *Е*=4.

Дальнейший ход построения решающей функции показан в табл. 3.

Таблица 3 – построение решающей функции

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Объект** | **Класс объекта** | **Значение D12** | **Результат распознавания** | **Счетчик** |
| (0,43; 0,94)  (0,5; 1)  (0,93; 0,78)  (0,86; 0,78)  (1; 0,83) | 1  1  2  2  2 | 1,98 > 0  2,07  > 0  2,14 > 0  2,10 > 0  2,22 > 0 | верно  верно  верно  верно  верно | 2  3  4  5  6 |

Таким образом, счетчик правильно распознанных объектов равен общему количеству объектов в обучающем множестве, алгоритм завершается. Решающая функция построена и проверена на всех объектах обучающего множества, и все объекты оказались распознанными правильно. Решающая функция имеет следующий вид: ***D12=0,64·X1 + 1·X2.***

Если имеются только два класса, то построенная решающая функция может применяться для распознавания объектов. Распознавание выполняется подстановкой значений признаков объекта в функцию. Если значение функции оказывается положительным, то объект относится к первому классу, если отрицательным - ко второму.

Геометрическая интерпретация данного метода распознавания следующая. Пусть объекты рассматриваются как точки в *N*-мерном пространстве, где *N* - количество признаков объектов. Решающая функция представляет собой границу между классами; это значит, что объекты одного класса находятся “с одной стороны” от решающей функции, а объекты другого класса - с другой стороны. При этом функция построена таким образом, что для объектов первого класса она принимает положительные значения, а для второго - отрицатель­ные. Таким образом, если при подстановке признаков некоторого объ­екта функция принимает положительное значение, это значит, что объект находится “с той же стороны” от решающей функции, что и объекты первого класса, входившие в обучающее множество.

Воспользуемся построенной решающей функцией, чтобы выбрать урожай, который прогнозируется для средних температур весны со следующими параметрами: средняя температура в начале весны составила 8 С, а в конце - 14 С.

Безразмерные значения признаков объекта: *X1*=0,64; *X2*=1. Найдем значение решающей функции: *D12*= 0,64\*0,57+1\*0,78=1,14. Таким образом, если бы использовались только два типа урожая, то для прогноза был бы выбран “средний” тип урожая. Однако в данной задаче делать вывод о выборе типа урожая пока нельзя, так как при построении решающей функции не учитывался урожай типа “низкий” (третий класс). В то же время уже можно утверждать, что для прогноза не будет выбран тип “средний”.

Построение разделяющих решающих функций для нескольких классов

Аналогичным образом получим:

D13 = 0,5\*X1 + 1,1\*X2 + 1.

D23 = 1\*X1 + 0,83\*X2 + 1.

Найдем значение решающей функции:

*D12*=1,14. – прогноз урожая не принадлежит к классу “высокий”

*D13*= 2,42. – прогноз урожая не принадлежит к классу “средний”

*D23*= 2,47. – прогноз урожая не принадлежит к классу “высокий”

Таким образом, можно сделать вывод, что прогноз урожая принадлежит классу “низкий”.

**ВЫВОД**

Таким образом, в данной лабораторной работе мы познакомились с методами и алгоритмами распознавания, применяемых в ЭС. Изучили метод обучения ЭС на основе алгоритмов распознавания *g*.