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:
студент гр. 820601
Шведов А. Р.

Проверила:
Герман Ю. О.

Минск 2022

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

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

2 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 $X = (X_1,X_2,...,X_N)$, где X_j - 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 M классов. Для распознавания используется N признаков. Пусть для каждого класса известен объект-прототип со значениями признаков $P_i=(P_{i1}, P_{i2},...,P_{iN})$. Для распознавания объекта используются следующие функции:

$$D_i = 2\,(X_1 \cdot P_{i1}+X_2 \cdot P_{i2}+...+X_N \cdot P_{iN}) - (P_{i1} \cdot P_{i1}+P_{i2} \cdot P_{i2}+...+P_{iN} \cdot P_{iN}),$$

где X_j, $j=1,...,N$ - значения признаков распознаваемого объекта.

Примечание. Обычно такая решающая функция записывается в векторной форме:
$D_i=2X\cdot P_i - P_i\cdot P_i$.

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

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

$$|X - P_i| = \sqrt{(X_1 - P_{i1})^2 + (X_2 - P_{i2})^2 + \cdots + (X_N - P_{iN})^2}.$$

Здесь $| X - P_i |$ - расстояние между объектами X и P_i.

3 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 X1);

P12 = (1,00+0,94+1,00)/3 = 0,98 (по признаку X2).

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:

$D1 = 2\ (X1 \cdot 0{,}52 + X2 \cdot 0{,}98) - (\ 0{,}52 \cdot 0{,}52 + 0{,}98 \cdot 0{,}98) = 1{,}04 \cdot X1 + 1{,}96 \cdot X2 - 1{,}24;$

$D2 = 2\ (X1 \cdot 0{,}93 + X2 \cdot 0{,}80) - (0{,}93 \cdot 0{,}93 + 0{,}80 \cdot 0{,}80) = 1{,}86 \cdot X1 + 1{,}6 \cdot X2 - 1{,}50;$

$D3 = 2\ (X1 \cdot 0{,}50 + X2 \cdot 0{,}59) - (\ 0{,}50 \cdot 0{,}50 + 0{,}59 \cdot 0{,}59) = 1{,}00 \cdot X1 + 1{,}18 \cdot X2 - 0{,}60.$

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: $D12 = 0 \cdot X1 + 0 \cdot X2 + 0$. 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: $D12 = 0{,}64 \cdot X1 + 1{,}00 \cdot X2 + 1$. Так как проверенный объект был распознан неправильно, счетчик правильно распознанных объектов равен нулю: E=0.

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

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

Выбираем очередной объект: X=(0,93; 0,78). Подставляем его в решающую функцию: $D12\ = 0{,}57 \cdot 0{,}93 + 0{,}78 \cdot 0{,}78 + 1\ =\ 2{,}14\ >\ 0$. Объект распознан правильно, коррекция функции не требуется. Счетчик принимается равным нулю (E=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, E=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)	1	1,98 > 0	верно	2
(0,5; 1)	1	2,07 > 0	верно	3
(0,93; 0,78)	2	2,14 > 0	верно	4
(0,86; 0,78)	2	2,10 > 0	верно	5
(1; 0,83)	2	2,22 > 0	верно	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.