

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Técnicas de Inteligencia Artificial

Ingeniería Informática de Gestión y Sistemas de Información

Practica 3

Clasificación

Autor(es):

Xabier Gabiña

Diego Montoya

10 de noviembre de 2024

Índice general

1. Introducción	3
2. Ejercicios	4
2.1. Puertas Lógicas con perceptron	4
2.2. Perceptron	12
2.3. Clonando el Comportamiento del Pacman	14
2.4. Clonando el Comportamiento del Pacman con rasgos diseñados por nosotros	16
2.4.1. Clonando el Comportamiento del Pacman	16
2.4.2. Clonando el Comportamiento del Pacman con rasgos diseñados por nosotros	17
2.5. Autograder	18

Índice de Códigos

2.1. Implementación del perceptron para las puerta lógica AND	4
2.2. Implementación del perceptron para las puerta lógica OR	6
2.3. Implementación del perceptron para las puerta lógica NOT	7
2.4. Implementación del perceptron para las puerta lógica OR con Weighted average	8
2.5. Implementación del perceptron para las puerta lógica XOR	10
2.6. Implementación final del perceptron	12
2.7. Implementación inicial del clonador de comportamiento del pacman	14
2.8. Implementación final del clonador de comportamiento del pacman	15
2.9. Implementación del clonador de comportamiento del pacman con rasgos diseñados por nosotros	16
2.10. Ejecución del clonador de comportamiento del pacman	17
2.11. Ejecución del autograder	18

1. Introducción

En este proyecto, se abordará la implementación de algoritmos de clasificación utilizando el modelo de perceptrón, enfocado en resolver problemas de lógica y clonación de comportamiento en un entorno de aprendizaje. El desarrollo comienza con la construcción de puertas lógicas básicas (AND, OR, NOT y XOR) mediante perceptrones para comprender el funcionamiento del modelo en conjuntos de datos limitados. Posteriormente, se extiende su aplicación hacia la creación de clasificadores más complejos capaces de reconocer dígitos y replicar comportamientos observados en un agente de juego.

2. Ejercicios

2.1. Puertas Lógicas con perceptron

Descripción

En este apartado se implementaran las puertas lógicas AND, OR, NOT y XOR mediante perceptrones. Empezaremos haciendo pruebas ya conociendo los pesos para pasar a entrenar nosotros mismos los pesos y para finalizar utilizaremos el weighted average.

Implementación

```
1 # Definir dos vectores (listas): input my_x, pesos my_w
2 my_x = [0, 1]#input un item
3 my_w = [0.66, 0.80]
4
5 # Multiplicar dos vectores elemento a elemento
6 def mul(a, b):
7     """
8     Devolver una lista c, de la misma longitud que a y b, donde
9     cada elemento c[i] = a[i] * b[i]
10    """
11    return [a[i] * b[i] for i in range(len(a))]
12
13 mul(my_x, my_w)
14
15 my_bias = 1
16 my_wbias = -0.97
17
18 my_wPlusWBias = [my_wbias] + my_w
19
20 def distanciaDelCoseno(x, weights, bias):
21     """
22     El producto escalar (producto punto) de dos vectores y la similitud de coseno no son
23     completamente equivalentes
24     ya que la similitud del coseno solo se preocupa por la diferencia de ángulo,
25     mientras que el producto de punto se preocupa por el ángulo y la magnitud
26     Pero en muchas ocasiones se emplean indistintamente
27     Así pues, esta función devuelve el valor escalar de la neurona, es decir,
28     el producto escalar entre el vector de entrada añadiendo el bias y el vector de los pesos
29     recordad que "sum(list)" computa la suma de los elementos de una lista
30     Así pues se comenzará por añadir el bias en la posición 0 del vector de entrada
31     antes de llevar a cabo el producto escalar para así tener dos vectores de
32     la misma longitud. Emplea la función mul que ya has programado
33    """
34    x = [bias] + x
35    return sum(mul(x, weights))
36
37 distanciaDelCoseno(my_x, my_wPlusWBias, my_bias)
38
39 def neuron(x, weights, bias):
40     """
41     Devolverá el output de una neurona clásica
42     (reutilizar la distancia del coseno definida previamente)
43     y añadir la función de activación (step function): si >=0 entonces 1 sino -1
44    """
45    return 1 if distanciaDelCoseno(x, weights, bias)>=0 else -1
46
47 neuron(my_x, my_wPlusWBias, my_bias)
48
49 def and_neuron(x):
50     """
51     Devuelve x1 AND x2 suponiendo que la hemos entrenado
52     y que en ese entrenamiento hemos aprendido los pesos apropiados
53     (mirar las transparencias de clase). Así pues inicializaremos
54     una la variable local and_w con los pesos aprendidos
55     y a 1 la variable local and_bias
```

```

55     y ejecutaremos la función neurona para el item x"""
56     and_w      = [-0.97,0.66, 0.80]#initialization of the weights and_w
57     and_bias   = 1#initialization of the bias and_bias
58     return neuron(x, and_w, and_bias)
59
60 my_x_collection = [
61     [0, 0],
62     [0, 1],
63     [1, 0],
64     [1, 1],
65 ]
66
67 print('Testando el output de la neurona AND')
68 #bucle para ir obteniendo el output de la neurona AND para cada item del input
69 for my_x in my_x_collection:
70     print(my_x, f'{and_neuron(my_x):.3f}')
71

```

Código 2.1: Implementación del perceptron para las puerta lógica AND

```

1 from random import seed, random
2
3 # Inicialización
4 print('Entrenando una neurona OR hasta convergencia')
5 notConverge=True
6 seed(1)
7
8 orWeights= [random() for i in range(3)]
9 orBias = 1
10 orGoldOutputs = [-1,1,1,1]
11
12 # Entrenamiento
13 numeroVuelta = 0
14 while notConverge:
15     notConverge = False
16     for i, my_x in enumerate(my_x_collection):
17         x_with_bias = [orBias] + my_x # Agrega el bias al vector de entrada
18         predicted_output = neuron(my_x, orWeights, orBias)
19
20         # Si la predicción no coincide con la salida esperada, ajustar pesos
21         if predicted_output != orGoldOutputs[i]:
22             adjustment = 1 if orGoldOutputs[i] == 1 else -1
23             orWeights = [orWeights[j] + adjustment * x_with_bias[j] for j in range(len(orWeights))]
24
25     notConverge = True # Continuar iterando hasta que todo esté correcto
26     numeroVuelta += 1
27     print(f"Vuelta {numeroVuelta}: Pesos actualizados OR:", orWeights)

```

Código 2.2: Implementación del perceptron para las puerta lógica OR

```

1 my_x_collection = [
2     [0],
3     [1]
4 ]
5 from random import seed, random
6
7
8 # Inicializaciones
9 print('Entrenando una neurona NOT hasta convergencia')
10 notConverge = True
11 seed(1)
12
13 notWeights = [random(), random()]
14 notBias     = 1
15 notGoldOutput = [1, -1]
16
17 #entrenando
18 numeroVuelta = 0
19 while notConverge:
20     notConverge = False
21     for i, my_x in enumerate(my_x_collection):
22         x_with_bias = [notBias] + my_x # Agrega el bias al vector de entrada
23         predicted_output = neuron(my_x, notWeights, notBias)
24
25         # Si la predicción no coincide con la salida esperada, ajustar pesos
26         if predicted_output != notGoldOutputs[i]:
27             adjustment = 1 if notGoldOutputs[i] == 1 else -1
28             notWeights = [notWeights[j] + adjustment * x_with_bias[j] for j in range(len(notWeights))]
29     ]
30     notConverge = True # Continuar iterando hasta que todo esté correcto
31     numeroVuelta += 1
32     print(f"Vuelta {numeroVuelta}: Pesos actualizados NOT:", notWeights)
33

```

Código 2.3: Implementación del perceptron para las puerta lógica NOT


```

1 my_x_collection = [
2     [0, 0],
3     [0, 1],
4     [1, 0],
5     [1, 1],
6 ]
7
8 def matrixAverage(m):
9     res=list()
10    acum=list()
11    if len(m) > 0:
12        res=[0]*len(m[0])
13        for v in m:
14            res = [a+b for a,b in zip (res,v)]
15        acum=[elem/len(m) for elem in res]
16    return acum
17
18 matrix=[[2,3,4],[2,3,4],[2,3,4]]
19 print(matrixAverage(matrix))
20
21 from random import seed, random
22
23 # Inicializaciones
24 print('Entrenando una neurona OR hasta convergencia')
25 notConverge=True
26 seed(1)
27
28 orWeights= [random() for i in range(3)]
29 orBias = 1
30 orGoldOutputs = [-1,1,1,1]
31
32 # Historial de pesos
33 weightHistory = []
34
35 # Entrenamiento
36 numeroVuelta = 0
37 while notConverge:
38     notConverge = False
39     epoch_weights = orWeights.copy() # Copia de los pesos para acumular en cada epoch
40     for i, my_x in enumerate(my_x_collection):
41         x_with_bias = [orBias] + my_x # Agrega el bias al vector de entrada
42
43         # Verificar si la predicción coincide con la salida esperada
44         if neuron(my_x, orWeights, orBias) != orGoldOutputs[i]:
45             # Ajuste de pesos basado en el error
46             adjustment = 1 if orGoldOutputs[i] == 1 else -1
47             orWeights = [orWeights[j] + adjustment * x_with_bias[j] for j in range(len(orWeights))]
48     ]
49     notConverge = True # Continuar iterando hasta convergencia
50     weightHistory.append(orWeights.copy()) # Guardar los pesos de esta epoch
51     numeroVuelta += 1
52     print(f"Vuelta {numeroVuelta}: Pesos actualizados OR:", orWeights)
53
54 # Calcular el promedio ponderado de los pesos al finalizar el entrenamiento
55 averageWeights = matrixAverage(weightHistory)
56 print("\nPromedio ponderado de los pesos OR:", averageWeights)
57
58 def or_neuron(x):
59     """
60     Devuelve x1 AND x2 suponiendo que la hemos entrenado
61     y que en ese entrenamiento hemos aprendido los pesos apropiados
62     (mirar las transparencias de clase). Así pues inicializaremos
63     una la variable local and_w con los pesos aprendidos
64     y a 1 la variable local and_bias
65     y ejecutaremos la función neurona para el item x"""
66     or_w = [-0.3656,0.8474, 0.7637]#initialization of the weights and_w
67     or_bias = 1#initialization of the bias and_bias
68     return neuron(x, or_w, or_bias)
69
70 print('Testando el output de la neurona OR')
71 #bucle para ir obteniendo el output de la neurona AND para cada item del input

```

```
71 for my_x in my_x_collection:
72     print(f'Input: {my_x} -> OR Output: {or_neuron(my_x):.3f}')
73
```

Código 2.4: Implementación del perceptron para las puerta lógica OR con Weighted average

```

1  # Combinando una puerta OR y una AND, y aprendiendo el peso que hay que darle a cada una para
    obtener un XOR
2  from random import seed, random
3
4  # Inicializaciones
5  print('Entrenando una neurona XOR hasta convergencia')
6  xorConverge=True
7  seed(1)
8
9  xorWeights= [random() for i in range(3)]
10 xorBias     = -0.5
11 xorGoldOutputs=[1,-1,-1,1]
12
13 # Entrenando
14 numeroVuelta = 0
15 while xorConverge:
16     xorConverge = False
17     for i, my_x in enumerate(my_x_collection):
18         # Usar las salidas de las puertas AND y OR como entradas para la XOR
19         and_output = and_neuron(my_x)
20         or_output  = or_neuron(my_x)
21
22         # Crear el nuevo vector de entrada con los resultados de AND y OR
23         new_x = [xorBias, and_output, or_output]
24
25         # Verificar si la predicción coincide con el valor esperado
26         if neuron([and_output, or_output], xorWeights, xorBias) != xorGoldOutputs[i]:
27             # Ajuste de pesos
28             adjustment = 1 if xorGoldOutputs[i] == 1 else -1
29             xorWeights = [xorWeights[j] + adjustment * new_x[j] for j in range(len(xorWeights))]
30             xorConverge = True # Continuar iterando hasta convergencia
31     numeroVuelta += 1
32     print(f"Vuelta {numeroVuelta}: Pesos actualizados XOR:", xorWeights)
33
34 def xor_neuron(x):
35     """
36     Return x1_ * x2 + x1 * x2_
37     """
38     xor_w      = [-1.115635755887599, 0.3474337369372327, -0.7362253810233859]
39     xor_bias   = -0.5
40     new_x=list()
41     new_x.append(and_neuron(x))
42     new_x.append(or_neuron(x))
43     return neuron(new_x, xor_w, xor_bias)
44
45 print('Checking XOR neuron output')
46 for my_x in my_x_collection:
47     print(my_x, f'{xor_neuron(my_x):.3f}')
48

```

Código 2.5: Implementación del perceptron para las puerta lógica XOR

Conclusiones

Respecto a la implementación de AND ha sido sencilla ya que lo más complicado que es encontrar los pesos no hemos tenido que realizarlo por lo que no hay mucho que comentar al respecto.

En cuanto a la de OR y NOT de a continuación, ya hemos tenido que realizar el entrenamiento de los pesos. Aquí hemos tenido algún problema con el tema de añadir el BIAS y la longitud de los vectores, pero una vez solucionado hemos podido realizar el entrenamiento de los pesos sin mayor problema.

En cuanto al weighted average, es practicamente el mismo entrenamiento pero guardando los pesos en cada iteración para luego calcular la media ponderada de los pesos.

Por último, la implementación de XOR ha sido la más complicada ya que hemos tenido que combinar las puertas OR y AND para obtener el resultado de la XOR. Una vez obtenido el resultado de las puertas OR y AND, hemos tenido que realizar el entrenamiento de los pesos para obtener el resultado de la XOR pero si nos ha costado ver como podíamos combinar las puertas OR y AND para obtener el resultado de la XOR.

2.2. Perceptron

Descripción

El ejercicio consiste en implementar una función de entrenamiento para un modelo de perceptrón, con el objetivo de clasificar dígitos en diferentes categorías. Este modelo de perceptrón es un tipo de algoritmo de aprendizaje supervisado que ajusta un vector de pesos en función de los errores de clasificación en el conjunto de entrenamiento.

El perceptrón funciona de la siguiente manera:

1. Obtenemos los datos y los pesos asociados a cada etiqueta.
2. Iteramos sobre los datos de entrenamiento y calculamos los puntajes para cada etiqueta. Este puntaje se consigue multiplicando el vector de características por el vector de pesos de cada etiqueta.
3. Predecimos la etiqueta con el puntaje más alto.
4. Si la predicción es incorrecta, actualizamos los pesos de la etiqueta correcta y de la etiqueta predicha.
5. Repetimos el proceso hasta que se alcance el número máximo de iteraciones o hasta que no haya errores de clasificación.

Implementación Final

```
1 class PerceptronClassifier:
2     """
3     Perceptron classifier.
4
5     Note that the variable 'datum' in this code refers to a counter of features
6     (not to a raw samples.Datum).
7     """
8
9     def __init__(self, legalLabels, max_iterations):
10         self.legalLabels = legalLabels
11         self.type = "perceptron"
12         self.max_iterations = max_iterations
13         self.weights = {}
14         self.features = None
15         for label in legalLabels:
16             self.weights[label] = util.Counter() # this is the data-structure you should use
17
18     def setWeights(self, weights):
19         assert len(weights) == len(self.legalLabels)
20         self.weights = weights
21
22     def train(self, trainingData, trainingLabels, validationData, validationLabels):
23         """
24         The training loop for the perceptron passes through the training data several
25         times and updates the weight vector for each label based on classification errors.
26         See the project description for details.
27
28         Use the provided self.weights[label] data structure so that
29         the classify method works correctly. Also, recall that a
30         datum is a counter from features to values for those features
31         (and thus represents a vector a values).
32         """
33
34         self.features = trainingData[0].keys() # could be useful later
35         # DO NOT ZERO OUT YOUR WEIGHTS BEFORE STARTING TRAINING, OR
36         # THE AUTOGRADER WILL LIKELY DEDUCT POINTS.
37
38         for iteration in range(self.max_iterations):
39             print("Starting iteration ", iteration, "...")
40             for i in range(len(trainingData)): # training data
41                 # Obtener el ejemplo y su etiqueta real
42                 x_i = trainingData[i]
43                 y_i = trainingLabels[i]
```

```

44
45         # Calcular los puntajes para cada etiqueta
46         scores = util.Counter()
47         for label in self.legalLabels:
48             scores[label] = self.weights[label] * x_i
49
50         # Predecir la etiqueta con el puntaje más alto
51         predicted_label = scores.argmax()
52
53         # Si la predicción es incorrecta, actualizar los pesos
54         if predicted_label != y_i:
55             self.weights[y_i] += x_i
56             self.weights[predicted_label] -= x_i
57
58     def classify(self, data):
59         """
60         Classifies each datum as the label that most closely matches the prototype vector
61         for that label. See the project description for details.
62
63         Recall that a datum is a util.Counter...
64         """
65         guesses = []
66         for datum in data:
67             vectors = util.Counter()
68             for label in self.legalLabels:
69                 vectors[label] = self.weights[label] * datum
70             guesses.append(vectors.argmax())
71         return guesses
72
73     def findHighWeightFeatures(self, label):
74         """
75         Returns a list of the 100 features with the greatest weight for some label
76         """
77         # Obtener los pesos de los features para la etiqueta dada
78         weights = self.weights[label]
79
80         # Ordenar los features por peso en orden descendente
81         sorted_features = weights.sortedKeys()
82
83         # Seleccionar los 100 features con mayor peso
84         featuresWeights = sorted_features[:100]
85
86         return featuresWeights
87

```

Código 2.6: Implementación final del perceptron

Conclusiones

La implementación del perceptron es bastante diferente a lo que hemos empezado haciendo en el ejercicio de las puertas lógicas aunque la idea es la misma. La diferencia es que ya no tenemos una clasificación binaria sino que tenemos varias etiquetas y por lo tanto tenemos que calcular los puntajes para cada etiqueta y predecir la etiqueta con el puntaje más alto. Esto, también provoca que las actualizaciones de los pesos sean diferentes ya que ahora tenemos que actualizar los pesos de la etiqueta correcta y de la etiqueta predicha. De esta forma, sumando a la etiqueta correcta y restando a la etiqueta predicha conseguimos que la etiqueta correcta se vuelve cada vez más probable en comparación con las etiquetas incorrectas.

2.3. Clonando el Comportamiento del Pacman

Descripción

En este ejercicio se implementará un clonador de comportamiento para el agente Pacman, utilizando un modelo de perceptrón para clasificar los movimientos legales en un estado de juego. El objetivo es entrenar el clonador para que pueda predecir el movimiento correcto del Pacman en función de las características de un estado de juego.

Primera Implementación

```
1 class PerceptronClassifierPacman(PerceptronClassifier):
2     def __init__(self, legalLabels, maxIterations):
3         PerceptronClassifier.__init__(self, legalLabels, maxIterations)
4         self.weights = util.Counter()
5
6     def classify(self, data):
7         """
8         Data contains a list of (datum, legal moves)
9
10        Datum is a Counter representing the features of each GameState.
11        legalMoves is a list of legal moves for that GameState.
12        """
13        guesses = []
14        for datum, legalMoves in data:
15            vectors = util.Counter()
16            for move in legalMoves:
17                vectors[move] = self.weights * datum[move] # changed from datum to datum[1]
18            guesses.append(vectors.argmax())
19        return guesses
20
21    def train(self, trainingData, trainingLabels, validationData, validationLabels):
22        self.features = trainingData[0][0]['Stop'].keys() # could be useful later
23        # DO NOT ZERO OUT YOUR WEIGHTS BEFORE STARTING TRAINING, OR
24        # THE AUTOGRADER WILL LIKELY DEDUCT POINTS.
25
26        for iteration in range(self.max_iterations):
27            print("Starting iteration ", iteration, "...")
28            for i in range(len(trainingData)):
29                #print(trainingData[i])
30                # Obtener el ejemplo, el movimiento legal y la etiqueta
31                x_i, legalMoves = trainingData[i]
32                y_i = trainingLabels[i]
33
34                # Calcular los puntajes para cada etiqueta
35                scores = util.Counter()
36                for move in legalMoves:
37                    #print(x_i[move])
38                    scores[move] = self.weights[move] * x_i[move]['foodCount']
39
40                # Obtener la etiqueta con el puntaje más alto
41                predicted_move = scores.argmax()
42
43                # Si la predicción es incorrecta, actualizar los pesos
44                if y_i != predicted_move:
45                    self.weights[y_i] += x_i[predicted_move]['foodCount']
46                    self.weights[predicted_move] -= x_i[predicted_move]['foodCount']
47
```

Código 2.7: Implementación inicial del clonador de comportamiento del pacman

Final Implementación

```
1 class PerceptronClassifierPacman(PerceptronClassifier):
2     def __init__(self, legalLabels, maxIterations):
3         PerceptronClassifier.__init__(self, legalLabels, maxIterations)
4         self.weights = util.Counter()
5
6     def classify(self, data):
7         """
8         Data contains a list of (datum, legal moves)
9
10        Datum is a Counter representing the features of each GameState.
11        legalMoves is a list of legal moves for that GameState.
12        """
13        guesses = []
14        for datum, legalMoves in data:
15            vectors = util.Counter()
16            for move in legalMoves:
17                vectors[move] = self.weights * datum[move] # changed from datum to datum[1]
18            guesses.append(vectors.argmax())
19        return guesses
20
21    def train(self, trainingData, trainingLabels, validationData, validationLabels):
22        self.features = trainingData[0][0]['Stop'].keys() # could be useful later
23        # DO NOT ZERO OUT YOUR WEIGHTS BEFORE STARTING TRAINING, OR
24        # THE AUTOGRADER WILL LIKELY DEDUCT POINTS.
25
26        for iteration in range(self.max_iterations):
27            print("Starting iteration ", iteration, "...")
28            for i in range(len(trainingData)):
29                # Obtener el ejemplo, el movimiento legal y la etiqueta
30                x_i, legalMoves = trainingData[i]
31                y_i = trainingLabels[i]
32
33                # Calcular los puntajes para cada etiqueta
34                scores = util.Counter()
35                for move in legalMoves:
36                    scores[move] = self.weights * x_i[move]
37
38                # Obtener la etiqueta con el puntaje más alto
39                predicted_move = scores.argmax()
40
41                # Si la predicción es incorrecta, actualizar los pesos
42                if y_i != predicted_move:
43                    self.weights += x_i[y_i]
44                    self.weights -= x_i[predicted_move]
45
```

Código 2.8: Implementación final del clonador de comportamiento del pacman

Conclusiones

En este ejercicio nos hemos hecho un poco lío con las estructuras, especialmente, con las del peso (Por no leer bien el enunciado para variar). Lo principal es que ahora trainingData es una lista con dos elementos, el primero es un diccionario con los movimientos y sus valores y el segundo es una lista con los movimientos legales. También el self.weights es un vector de pesos únicos en vez de un diccionario ya que ahora estas con las clasificación de decisiones por lo que el vector de pesos es compartido mientras que antes era un diccionario con los pesos de cada etiqueta.

Teniendo en cuenta esto, la implementación es bastante similar a la del Perceptron del ejercicio anterior.

2.4. Clonando el Comportamiento del Pacman con rasgos diseñados por nosotros

Descripción

En este ejercicio tendremos que definir nuestros propios rasgos para el clonador de comportamiento del Pacman y entrenar el modelo de perceptrón con estos rasgos. En este caso, el ejercicio ya se nos da implementado por lo que solamente explicaremos en el apartado de Conclusiones el porqué de los rasgos elegidos.

Implementación

```
1      \subsection*{Conclusiones}
2      \paragraph*{}{
3
4      }
5  \chapter{Resultados}
6      \section{Casos de prueba}
7      \subsection{Perceptron}
8      \begin{lstlisting}[language=Python, caption=Ejecución del perceptron]
9  python dataClassifier.py -c perceptron
10 Doing classification
11 -----
12 data:          digits
13 classifier:          perceptron
14 using enhanced features?:      False
15 training set size:      100
16 Extracting features...
17 Training...
18 Starting iteration 0 ...
19 Starting iteration 1 ...
20 Starting iteration 2 ...
21 Validating...
22 55 correct out of 100 (55.0%).
23 Testing...
24 48 correct out of 100 (48.0%).
25
26
27 python dataClassifier.py -c perceptron -i 9
28 Doing classification
29 -----
30 data:          digits
31 classifier:          perceptron
32 using enhanced features?:      False
33 training set size:      100
34 Extracting features...
35 Training...
36 Starting iteration 0 ...
37 Starting iteration 1 ...
38 Starting iteration 2 ...
39 Starting iteration 3 ...
40 Starting iteration 4 ...
41 Starting iteration 5 ...
42 Starting iteration 6 ...
43 Starting iteration 7 ...
44 Starting iteration 8 ...
45 Validating...
46 56 correct out of 100 (56.0%).
47 Testing...
48 54 correct out of 100 (54.0%).
49
```

Código 2.9: Implementación del clonador de comportamiento del pacman con rasgos diseñados por nosotros

2.4.1. Clonando el Comportamiento del Pacman

```

1 python dataClassifier.py -c perceptron -d pacman
2 Doing classification
3 -----
4 data:          pacman
5 classifier:      perceptron
6 using enhanced features?: False
7 training set size: 100
8 Extracting features...
9 Training...
10 Starting iteration 0 ...
11 Starting iteration 1 ...
12 Starting iteration 2 ...
13 Validating...
14 83 correct out of 100 (83.0%).
15 Testing...
16 80 correct out of 100 (80.0%).
17
18 python dataClassifier.py -c perceptron -d pacman -i 9
19 Doing classification
20 -----
21 data:          pacman
22 classifier:      perceptron
23 using enhanced features?: False
24 training set size: 100
25 Extracting features...
26 Training...
27 Starting iteration 0 ...
28 Starting iteration 1 ...
29 Starting iteration 2 ...
30 Starting iteration 3 ...
31 Starting iteration 4 ...
32 Starting iteration 5 ...
33 Starting iteration 6 ...
34 Starting iteration 7 ...
35 Starting iteration 8 ...
36 Validating...
37 83 correct out of 100 (83.0%).
38 Testing...
39 80 correct out of 100 (80.0%).
40

```

Código 2.10: Ejecución del clonador de comportamiento del pacman

2.4.2. Clonando el Comportamiento del Pacman con rasgos diseñados por nosotros

2.5. Autograder

```
1 python autograder.py
2 Extracting features...
3 Extracting features...
4 Starting on 11-8 at 18:30:14
5
6 Question q2
7 =====
8
9 Starting iteration 0 ...
10 Starting iteration 1 ...
11 Starting iteration 2 ...
12 Starting iteration 3 ...
13 79 correct out of 100 (79.0%).
14 *** PASS: test_cases/q2/grade.test (4 of 4 points)
15 ***      79.0 correct (4 of 4 points)
16 ***      Grading scheme:
17 ***      < 70: 0 points
18 ***      >= 70: 4 points
19
20 ### Question q2: 4/4 ###
21
22
23 Question q3
24 =====
25
26 Starting iteration 0 ...
27 Starting iteration 1 ...
28 Starting iteration 2 ...
29 Starting iteration 3 ...
30 Starting iteration 4 ...
31 80 correct out of 100 (80.0%).
32 *** PASS: test_cases/q3/contest.test (2 of 2 points)
33 ***      80.0 correct (2 of 2 points)
34 ***      Grading scheme:
35 ***      < 70: 0 points
36 ***      >= 70: 2 points
37 Starting iteration 0 ...
38 Starting iteration 1 ...
39 Starting iteration 2 ...
40 Starting iteration 3 ...
41 Starting iteration 4 ...
42 72 correct out of 100 (72.0%).
43 *** PASS: test_cases/q3/suicide.test (2 of 2 points)
44 ***      72.0 correct (2 of 2 points)
45 ***      Grading scheme:
46 ***      < 70: 0 points
47 ***      >= 70: 2 points
48
49 ### Question q3: 4/4 ###
50
51
52 Question q4
53 =====
54
55 Starting iteration 0 ...
56 Starting iteration 1 ...
57 Starting iteration 2 ...
58 Starting iteration 3 ...
59 95 correct out of 100 (95.0%).
60 *** PASS: test_cases/q4/contest.test (2 of 2 points)
61 ***      95.0 correct (2 of 2 points)
62 ***      Grading scheme:
63 ***      < 90: 0 points
64 ***      >= 90: 2 points
65 Starting iteration 0 ...
66 Starting iteration 1 ...
67 Starting iteration 2 ...
68 Starting iteration 3 ...
```

```

69 85 correct out of 100 (85.0%).
70 *** PASS: test_cases/q4/suicide.test (2 of 2 points)
71 ***      85.0 correct (2 of 2 points)
72 ***      Grading scheme:
73 ***          < 80:  0 points
74 ***          >= 80:  2 points
75
76 ### Question q4: 4/4 ###
77
78
79 Finished at 18:30:29
80
81 Provisional grades
82 =====
83 Question q2: 4/4
84 Question q3: 4/4
85 Question q4: 4/4
86 -----
87 Total: 12/12
88
89 Your grades are NOT yet registered. To register your grades, make sure
90 to follow your instructor's guidelines to receive credit on your project.
91

```

Código 2.11: Ejecución del autograder