

Inteligencia Computacional

Parcial 2

Marco Pereyra, Gaspar Oberti, Darién Julián Ramírez

Índice

1. Unidad V - Lógica borrosa 2	2
1.1. Memorias asociativas borrosas	2
1.1.1. Video 041 - Memorias asociativas borrosas	2
1.1.2. Videos 042 y 043 - FAM correlación mínimo y FAM correlación producto	2
1.1.3. Video 044 - FAM composición	2
1.1.4. Video 045 - defuzzyfication	2
1.1.5. Video 046 - Conjuntos borrosos continuos	2
1.1.6. Video 047 - dos antecedentes por consecuente	2
1.1.7. Video 048 - comparación NN vs FS vs ES	3
2. Unidad VI - Inteligencia colectiva 1	4
2.1. Inteligencia colectiva: introducción	4
2.1.1. Videos 049, 051 y 053 - Autómatas celulares, Sistemas multi-agentes y Ejemplos y aplicaciones	4
2.1.2. Video 052 - Generalidades	4
2.1.3. Búsquedas. Estrategias informadas y no informadas (Georgina)	4
2.2. Computación evolutiva	4
2.2.1. Video 054 - Algoritmos genéticos	4
2.2.2. Video 059 - Función de aptitud (<i>fitness</i>)	5
2.2.3. Video 061 - Operadores	5
2.2.4. Video 062 - Operadores de variación	5
2.3. Variantes de computación evolutiva	5
2.3.1. Video 063 - Algoritmos evolutivos características generales	5
2.3.2. Video 064 - Estrategias de evolución	5
2.3.3. Video 066 - Restricciones en el dominio de aplicación	5
3. Unidad VII - Inteligencia colectiva 2	6
3.1. Inteligencia de colonias y enjambres	6
3.1.1. Video 067 - Introducción a colonias de hormigas	6
3.1.2. Video 068 - Experimento del puente binario	6
3.1.3. Video 069 - Algoritmo de colonia de hormigas simple	6
3.1.4. Video 070 - Sistema de hormigas	6
3.1.5. Video 072 - Enjambres del mejor global	6
3.1.6. Video 073 - Enjambre del mejor local	6
4. Problemas	7

1. Unidad V - Lógica borrosa 2

1. Memorias asociativas borrosas como mapeos, reglas borrosas simples y compuestas, ejemplos.
2. Codificación de reglas borrosas: discretización, memorias asociativas borrosas hebbianas, codificaciones por correlación-mínimo y correlación-producto, bidireccionalidad.
3. Composición de reglas.
4. Métodos de máximo y centroide borroso.
5. Inferencia de Takagi-Sugeno-Kang.
6. Conjuntos de membresía continuos, representación y composición de varios antecedentes por consecuente.

1.1. Memorias asociativas borrosas

1.1.1. Video 041 - Memorias asociativas borrosas

1. (2) Explique cuáles son y qué función cumplen cada uno de los componentes de un sistema de borroso.

1.1.2. Videos 042 y 043 - FAM correlación mínimo y FAM correlación producto

1. (9) Defina/explique las codificaciones de correlación mínimo y correlación producto. Utilice un ejemplo numérico sencillo (paso a paso) para mostrar ventajas y desventajas de cada una, incluyendo la prueba.

1.1.3. Video 044 - FAM composición

1. (3) ¿Cuál es la desventaja que presenta la composición por *sobreposición de reglas* (a través de la función máximo) codificadas en matrices?
2. Explique cómo se realiza la composición de reglas para el caso discreto.
3. ¿Cómo puede aplicarse sobre los conjuntos de salida el factor de activación medido en los conjuntos de entrada?

1.1.4. Video 045 - defuzzyfication

1. (3) Explique al menos dos métodos de defusificación, mencionando sus ventajas y desventajas (discreto).
2. Describa un método de centroides para conjuntos borrosos discretos.

1.1.5. Video 046 - Conjuntos borrosos continuos

1. (3) Encuentre las ecuaciones de cálculo para el método de centroides con conjuntos triangulares simétricos y activación de reglas por factor de escala.
2. (2) Proponga un método para codificar un número real como conjunto borroso continuo.
3. Desarrolle el método de centroides para el caso de conjuntos continuos trapezoidales.
4. Defina formalmente el método de centroides para conjuntos borrosos continuos y ejemplifique para el caso de la activación de más de dos conjuntos de salida.
5. Describa brevemente el método de defusificación por centroides ejemplificando gráficamente.
6. Explique el método del centroide para el caso en que se activen más de dos conjuntos de salida.

1.1.6. Video 047 - dos antecedentes por consecuente

1. (3) ¿Cómo se pueden representar las reglas borrosas cuando hay dos variables de entrada? ¿cómo se implementan los casos en que las relacione un *AND* o un *OR*?
2. (3) Explique el método de centroides para el caso de la activación de dos antecedentes con dos consecuentes.
3. (2) ¿Qué es una memoria asociativa borrosa (FAM) adaptativa y qué utilidad práctica tiene?
4. ¿A qué se denomina antecedente y consecuente de una regla borrosa? Ejemplifique.
5. Explique como se realiza la composición de dos antecedentes para un mismo consecuente.
6. Explique cómo se aplica el método de centroides cuando entre todos los conjuntos activados hay 2 o más reglas que activan, con distinto nivel, un mismo conjunto de salida.

1.1.7. Video 048 - comparación NN vs FS vs ES

1. (2) ¿A qué se denomina modelo de *caja negra*? ¿Qué ventajas o desventajas poseen en este sentido los sistemas borrosos en relación a otras técnicas de inteligencia artificial?
2. Ventajas y desventajas relativas de un controlador borroso y uno neuronal.

2. Unidad VI - Inteligencia colectiva 1

1. Formulación de problemas de búsqueda.
2. Estrategias de búsquedas informadas y no informadas.
3. Métodos evolutivos: inspiración biológica, estructura, representación del problema, función de aptitud, mecanismos de selección, operadores elementales de variación y reproducción.
4. Variantes de la computación evolutiva: algoritmos genéticos, programación genética, estrategias de evolución.
5. Algoritmos multiobjetivo.

2.1. Inteligencia colectiva: introducción

2.1.1. Videos 049, 051 y 053 - Autómatas celulares, Sistemas multi-agentes y Ejemplos y aplicaciones

1. (6) Defina autómata de estados finitos y agente inteligente. Grafique una vecindad de Von Neumann de radio igual a 2. Defina autómata celular y describa un ejemplo aplicado a redes neuronales y otro a inteligencia colectiva (modelos de la inteligencia computacional/aplicaciones prácticas).

2.1.2. Video 052 - Generalidades

1. (6) ¿Qué es el *comportamiento emergente*? ¿Qué es la *estigmergia*? ¿Cómo se aplica el principio de stigmergia en las colonias de hormigas? (Ejemplifique para ambos casos).
2. Explique cómo un mapa auto-organizativo puede ser considerado un modelo de autómatas celulares. Detalle claramente cuáles serían en este caso todos los elementos de la definiciones formales de autómata de estados finitos y autómata celular.
3. ¿A qué se denomina capacidad de autoorganización en inteligencia colectiva? ¿Cuál es la relación con la autoorganización de un SOM?

2.1.3. Búsquedas. Estrategias informadas y no informadas (Georgina)

1. (3) Defina búsqueda informada/heurística. Explique qué tipo de búsqueda representa, cómo funciona y cómo debe ser la función de evaluación de los nodos. Compare las estrategias A^* y avara en cuanto a: características, propiedades de optimalidad y completitud, complejidad computacional y espacial. Explique en cada caso.
2. (2) ¿Cuál es la diferencia entre *búsqueda ciega o no informada*, y *búsqueda informada o heurística*?
3. (2) Defina búsqueda en un espacio de estado. Mencione los dos grupos en los cuales pueden dividirse los algoritmos de búsqueda, explicando brevemente qué caracteriza a cada grupo y mencione un algoritmo de cada tipo.
4. ¿Cuál es la diferencia entre una función de costo ($g(n)$) y una heurística ($h(n)$) cuando se calculan sobre un nodo n de un árbol de búsqueda?

2.2. Computación evolutiva

2.2.1. Video 054 - Algoritmos genéticos

1. (4) Describa las diferencias entre la evolución según Darwin y según Lamarck ¿Cómo entrenaría una red neuronal (perceptrón simple) con un enfoque Lamarckiano? Destaque las ventajas que podría tener este método. ¿Cómo combinaría las ventajas del enfoque Lamarckiano en un algoritmo evolutivo que respete las reglas básicas de la evolución según Darwin?
2. Explique en qué falla la teoría de Lamarck y cómo podría utilizarse esto para acelerar la convergencia de un algoritmo evolutivo.
3. Proponga un operador basado en las ideas de Lamarck que permita acelerar la convergencia de un algoritmo genético estándar. Comente en qué aspectos se opone su propuesta a la visión Darwiniana pura, donde solamente se utilizarían los operadores de cruce y mutación.

2.2.2. Video 059 - Función de aptitud (*fitness*)

1. ¿Qué condiciones debe cumplir la función de aptitud? (explique brevemente en cada caso). Liste tres ejemplos de funciones de aptitud basadas en estimadores estadísticos.

2.2.3. Video 061 - Operadores

1. (4) ¿Cuáles son los principales problemas (afectan la convergencia) de la selección por rueda de ruleta? Proponga una modificación del método para solucionarlos.
2. (2) Explique el método de selección por ventanas.
3. (2) Describa dos métodos de selección y analice comparativamente sus ventajas y desventajas.
4. Explique cómo se puede afectar la convergencia en los casos de poblaciones caracterizadas por el *mar de mediocres* y el *mar de virtuosos*. Proponga una modificación en la función de aptitud de forma de que no se presenten los problemas de la pregunta anterior.
5. Escriba el algoritmo para implementar el método de selección por medio de la rueda de ruleta.

2.2.4. Video 062 - Operadores de variación

1. (5) Explique las diferencias entre *elitismo* y *brecha generacional* (en un método de remplazo), ¿qué rol cumple durante la evolución?
2. (3) Defina dos operadores de programación genética y ejemplifique en cada caso.
3. (2) Explique cómo se realizan las cruza y mutaciones en programación genética.
4. Clasifique el tipo de métodos de ajuste para los parámetros de evolución.
5. Explique la función que cumplen los operadores de cruza y mutación en la exploración del espacio de soluciones.
6. ¿Qué sucedería si la probabilidad de mutación fuera 0? ¿Y si fuera 1?

2.3. Variantes de computación evolutiva

2.3.1. Video 063 - Algoritmos evolutivos características generales

1. ¿Qué importancia posee el teorema del esquema y en qué principios se basa?
2. Liste tres ventajas y tres desventajas de los algoritmos genéticos.

2.3.2. Video 064 - Estrategias de evolución

1. (6) Proponga y describa un operador de *mutación* para representaciones *fenotípicas*.
2. (3) Enumere las principales semejanzas y diferencias (ventajas y desventajas) entre *algoritmos genéticos* (*genotipo*, binaria) y *estrategias de evolución* (*fenotipo*, real).

2.3.3. Video 066 - Restricciones en el dominio de aplicación

1. (8) Explique cuatro métodos para representar las restricciones en la solución de un problema real, que intenta ser resuelto mediante un algoritmo evolutivo/genético (durante la evolución). Indique en cada caso cuáles son sus ventajas y desventajas.

3. Unidad VII - Inteligencia colectiva 2

1. Autómatas de estados finitos y autómatas celulares.
2. Agentes inteligentes.
3. Inspiración biológica de los métodos de inteligencia colectiva.
4. Modelos de vida artificial: comportamiento emergente, autoorganización.
5. Colonias de hormigas: representación del problema, feromonas, búsqueda de alimento, modelo estocástico, experimento de los dos puentes.
6. Enjambre de partículas: representación del problema, restricciones, tamaño de partícula, inicialización, ecuaciones de movimiento, distribuciones de proximidad, topología de las poblaciones.

3.1. Inteligencia de colonias y enjambres

3.1.1. Video 067 - Introducción a colonias de hormigas

1. ¿Qué rol juegan las feromonas en la optimización por colonias de hormigas?

3.1.2. Video 068 - Experimento del puente binario

1. (2) ¿Cuál es el factor clave que determina la formación de un único camino en el experimento del puente binario? Explique.
2. Describa el experimento de puente binario enfatizando los aspectos clave para la simulación del comportamiento de una colonia de hormigas, en cuanto a su aplicación en problemas de búsqueda y optimización.

3.1.3. Video 069 - Algoritmo de colonia de hormigas simple

1. (5) Desarrolle el algoritmo de *colonia de hormigas simple* (sACO), definiendo claramente todas las variables involucradas.
2. ¿Por qué es necesario, desde el punto de vista algorítmico, reducir la cantidad de feromonas $\sigma_{ij}(t) \leftarrow (1 - \rho)\sigma_{ij}(t)$?

3.1.4. Video 070 - Sistema de hormigas

1. Explique el mecanismo de depósito de feromonas basado en información local únicamente. ¿Qué ventajas y desventajas tiene en relación al que utiliza información global?

3.1.5. Video 072 - Enjambres del mejor global

1. (2) Desarrolle el algoritmo de enjambre de partículas con el mejor global, definiendo claramente todas las variables involucradas.

3.1.6. Video 073 - Enjambre del mejor local

1. (2) Dado $v_{ki}(t+1) = v_{ki}(t) + c_1 r_{1i} [y_{ki} - x_{ki}(t)] + c_2 r_{2i} [\hat{y}_{ki} - x_{ki}(t)]$, defina los parámetros c_1 y r_{2i} y describa la función que cumplen en la búsqueda por enjambre.
2. (2) ¿Cuáles son los roles que cumplen la mejor posición personal y la mejor posición del entorno durante la búsqueda de soluciones por medio del algoritmo del enjambre del mejor local?
3. Desarrolle el algoritmo de enjambre de partículas con el mejor local, definiendo claramente todas las variables involucradas.
4. Explique cuál es la principal diferencia entre la optimización por enjambre de partículas local y global, detallando en cada caso la ecuación de actualización de velocidad de las partículas.
5. Explique todos los términos de las ecuaciones de movimiento en un método de enjambre de partículas.

4. Problemas

1. (2) Un proveedor de Internet posee los registros históricos del tráfico en sus servidores a distintas horas del día. Para obtener una buena aproximación de esta función (y hacer predicciones), ha contratado a una consultora informática que propone la siguiente metodología. El aproximador de funciones sería un sistema borroso para el que se optimizaría la definición de sus conjuntos de entrada, salida y reglas mediante un algoritmo genético. A su vez, la probabilidad de mutaciones del algoritmo genético debería ser ajustada durante la evolución mediante un controlador borroso. Se solicita que realice una descripción de cada una de las etapas de este sistema, y el correspondiente diagrama en bloques.
2. Un proveedor de Internet posee los registros históricos del tráfico en sus servidores a distintas horas del día. Para obtener una buena aproximación de esta función (y hacer predicciones), ha contratado a una consultora informática que propone la siguiente metodología. El aproximador de funciones sería un sistema borroso para el que se optimizaría la definición de sus conjuntos de entrada, salida y reglas mediante enjambre de partículas. Se solicita que realice una descripción de cada una de las etapas de este sistema.
3. Proponga un algoritmo evolutivo para resolver el Cubo de Rubik.
4. Se requiere desarrollar un método para programar automáticamente el sistema de navegación de un robot de mensajería para oficinas comerciales. Se ha definido que se utilizaría un controlador borroso y dos cámaras de visión estereoscópicas ubicadas en la parte frontal. El programa del controlador borroso debería encargarse de activar las ruedas a cada lado del robot, conociendo su posición actual y el punto de destino, y evitando los obstáculos que se detecten mediante las cámaras.
5. Proponga un método para determinar automáticamente la duración, colores y posición más adecuada de los mensajes de alerta que se presentan una interfaz web para transacciones bancarias.
6. Proponga un método evolutivo para optimizar un controlador borroso de las velocidades de aprendizaje utilizadas durante el entrenamiento de la capa de salida de una red neuronal con funciones de base radial. Considere como entradas al controlador tanto el error cuadrático cometido por cada neurona como la velocidad de cambio de sus pesos.
7. Se desea optimizar el diseño de un sistema borroso para controlar la velocidad de aprendizaje en cada neurona de una red con retardos en el tiempo (TDNN) utilizada para el reconocimiento de caracteres manuscritos. Proponga un método de optimización que permita encontrar la mejor estructura y los parámetros del controlador borroso.
8. A partir de los datos obtenidos durante el uso de una heladera, se desea desarrollar un sistema de control que mantenga la temperatura interna de la heladera lo más estable posible. Esto implica poder encontrar automáticamente los perfiles de uso (apertura de la puerta en función del tiempo). Proponga un sistema de control, con sus métodos de entrenamiento y operación, para: encontrar los perfiles automáticamente e implementar las políticas de control adecuadas.
9. Proponga un método evolutivo para optimizar un controlador borroso de las velocidades de aprendizaje utilizadas durante el entrenamiento de una red neuronal con funciones de base radial.
10. Proponga una arquitectura neuronal y método de entrenamiento para capturar el comportamiento dinámico de un sistema térmico como el de una habitación cerrada con una única puerta. Indique cómo utilizaría esta red neuronal para diseñar luego un controlador que permita accionar un acondicionador frío-calor.
11. Describa un método para evolucionar aproximadores polinómicos de funciones mediante programación genética, incluyendo todas las definiciones necesarias, como representación de los individuos, función de aptitud, etc.
12. Proponga la representación de los individuos para el diseño de la distribución interna de oficinas en un piso.