

Sistema de Inferencia Difusa

Alexander A. González Fertel C-412

a.fertel@estudiantes.matcom.uh.cu

Características del Sistema de Inferencia Propuesto

Se presenta la implementación de un sistema de inferencia extensible con la inclusión de varias características interesantes a la hora de resolver un problema real. Como muestra de la capacidad del sistema se implementaron las funciones de pertenencia *triangular* y *trapezoidal*, añadir una nueva función de pertenencia se logra extendiendo el archivo (`membership.py`) basado en las funciones que se muestran. También se presentan 2 métodos de agregación, *Mamdani* y *Larsen* y todos los métodos de defusificación.

Para utilizar el sistema de inferencia para resolver un problema, se deben definir los siguientes aspectos:

- Variables lingüísticas de entrada con sus respectivos *hedges* (funciones de pertenencia)
- Variables lingüísticas de salida con sus respectivos *hedges* (`variables.py`)
- Operadores, i.e. la t-norma, t-conorma y el complemento a usar (`operators.py`)
- Reglas de inferencia (`rules.py`)
- Método de agregación a usar (`aggregations.py`)
- Método de defusificación a usar (`defuzzification.py`)

Cada uno de estos aspectos tiene un formato bien definido y toda estructura que se equivalente es intercambiable, es decir, mientras se añada un nuevo método de agregación que tenga la misma interfaz que los otros, podrá ser usado como parte del sistema.

Por ejemplo, las reglas basadas en variables lingüísticas tienen la forma:

IF formula THEN output variable IS category

Figura 1: Formato de reglas.

Donde *formula* representa una fórmula de la lógica *booleana*, *output variable* es el nombre de una variable de salida y *category* es una categoría de dicha variable o un *hedge*.

Principales ideas seguidas para la implementación del sistema

Veamos progresivamente la implementación desde la definición de la entrada del sistema hasta el significado de la salida del sistema.

Se consta de un problema donde hay varias variables lingüísticas que se pueden dividir en variables de entrada y variables de salida, es decir, el sistema tiene de entrada valores reales para una parte de las variables, estos valores deben ser tuplas donde el primer elemento es el nombre de la variable y el segundo es el valor real que tiene dicha variable.

El resto de las partes del sistema, nombradas en la sección anterior, se configura antes de proveerle los valores para las variables de entrada de la siguiente forma (`main.py`):

- Cada variable lingüística se define por un dominio y las funciones de pertenencia de los distintos modificadores o categorías (*hedges*). Estas funciones de pertenencia se definen en un diccionario que asocia nombres de categorías (*strings*) con tuplas donde el primer elemento es el objeto que representa la función de Python a usar y el resto de los elementos son los argumentos de dicha función excepto la abscisa que se evalúa. El dominio es el intervalo donde van a estar definidas dichas funciones de pertenencia.
- Los operadores son una instancia de alguna clase que extienda *BaseOperatorSet*, aunque básicamente son funciones.
- Las reglas son una lista de *strings* de la forma 1.
- El método de agregación a usar es el objeto que contiene la función de Python que representa dicho método.
- El método de defusificación a usar es el objeto que contiene la función de Python que representa dicho método.

El sistema consta de un pequeño *parser* para expresiones *booleanas* que aparecen en el antecedente de una regla de la forma 1. Dicho *parser* se basa en shunting yard (`utils.py`).

Propuesta de problema a solucionar mediante inferencia difusa

El problema a resolver es: cuánto debe mostrar el héroe dado el control del mapa y la ventaja en oro de su equipo en una partida de **DotA**. *Defense of the Ancients* es un juego multijugador muy popular a nivel mundial, obtener una inteligencia artificial capaz de enfrentar a los jugadores profesionales es una tarea no trivial y aunque se han obtenido grandes avances gracias al uso de técnicas de aprendizaje de máquina por refuerzo a la hora de enfrentar a una computadora contra un jugador profesional en el modo uno contra uno, extrapolar dicha inteligencia a un entorno multijugador no ha logrado grandes resultados. La principal razón es la complejidad del entorno en una partida, hay infinidad de variables y representarlas todas no es computable, entonces, por qué no tratar de utilizar la lógica difusa, que expresa muy bien la incertidumbre, para modelar un mundo lleno de incertidumbre. Se presentan configuraciones del sistema que atacan dicho problema. Las variables lingüísticas son:

- **Control del mapa** (*map control*), con las categorías (*hedges*):
 - Ninguno (*none*)
 - Ligero (*light*)
 - Moderado (*moderate*)
 - Superior (*superior*)
 - Completo (*complete*)
- **Ventaja en oro** (*gold lead*), con las categorías (*hedges*):
 - Perdiendo por mucho (*losing by far*)
 - Perdiendo (*losing*)
 - Perdiendo por poco (*losing by a little*)
 - Equilibrio (*leverage*)
 - Ganando por poco (*winning by a little*)
 - Ganando (*winning*)
 - Ganando por mucho (*winning by far*)
- **Mostrar el héroe** (*show hero*), con las categorías (*hedges*):
 - Nunca (*never*)

- **Un poco** (*a little*)
- **Moderadamente** (*moderately*)
- **Un rato** (*a while*)
- **Siempre** (*always*)

Las funciones de pertenencia para cada variable lingüística se pueden ver en las siguientes figuras:

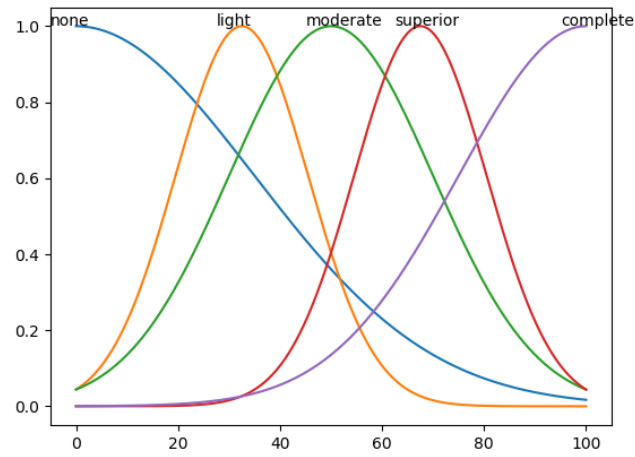


Figura 2: Control del mapa.

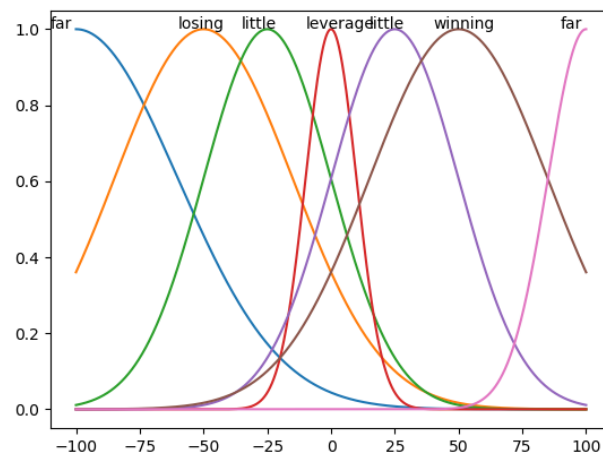


Figura 3: Ventaja en oro.

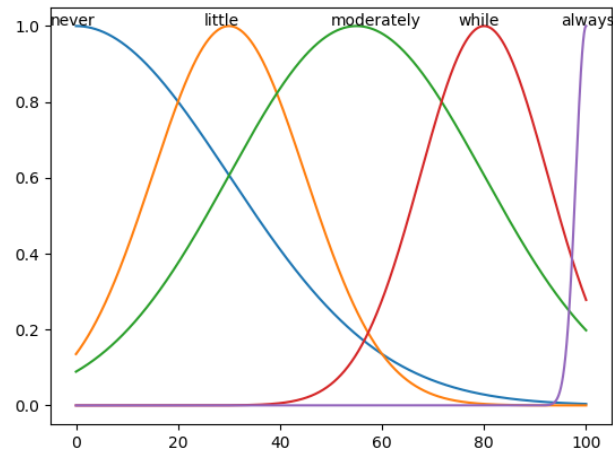


Figura 4: Mostrar el héroe.

Consideraciones obtenidas

Para ver que tal se desenvuelve el sistema de inferencia en el problema presentado, se grafican las inferencias de dicho sistema con la siguiente configuración:

- t-norma usada: *min*.
- t-conorma usada: *max*.
- Complemento usado: $1 - \alpha$.

Cambiando los métodos de agregación y defusificación:

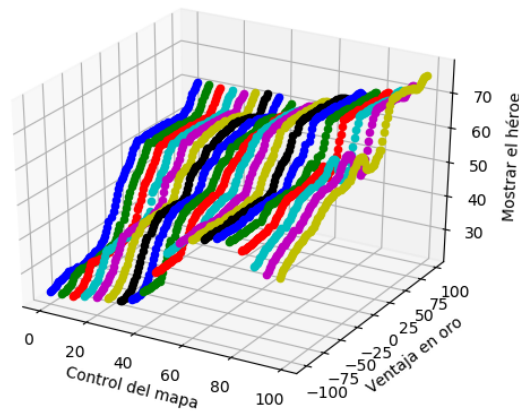


Figura 5: Centroide y Mamdani.

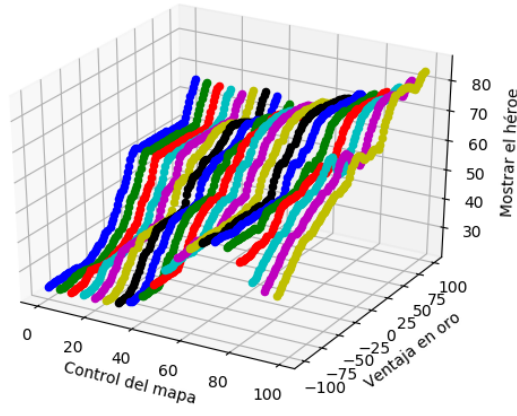


Figura 6: Centroide y Larsen.

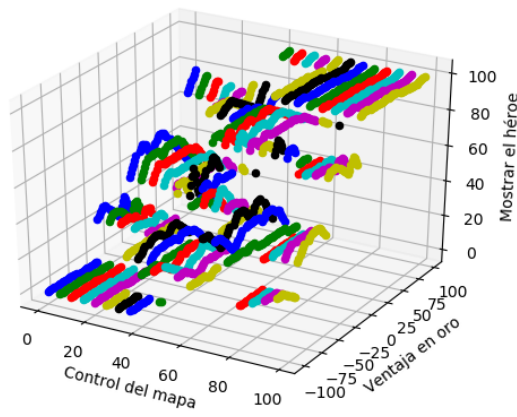


Figura 7: Mínimo de los máximos y Mamdani.

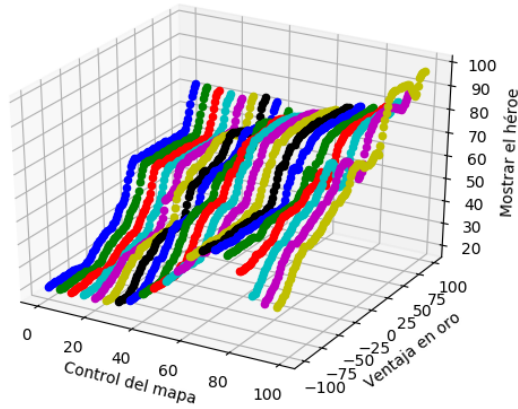


Figura 8: Bisector y Larsen.

A modo de conclusión podemos ver que es muy fácil representar el problema en cuestión mediante el sistema de inferencia difusa y se puede ver que realiza inferencias racionales. Se pudiera realizar, como continuación de este trabajo, una nueva configuración de dicho sistema para representar un jugador artificial de **DotA**, aumentando la cantidad de variables y la cantidad de reglas y extendiendo el sistema con nuevas funcionalidades.