

# **Toma de Decisiones Multiagentes**

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales

**Pedro Oscar Pérez Murueta, PhD**

Tecnológico de Monterrey

✉ [pperezm@tec.mx](mailto:pperezm@tec.mx)

🐙 [github.com/Manchas2k4](https://github.com/Manchas2k4)

# Teoría de juegos

# Teoría de juegos

- Cuando existen múltiples agentes, todos tratando de perseguir sus propias preferencias y el agente debe tomar en cuenta todas esas preferencias, estamos en un área llamada **teoría de juegos**: la teoría de toma de decisiones estratégicas.
- Realmente “juego” no es la mejor forma de describir esta área, es la forma de realizar decisiones estratégicas:
  - Diseño de agentes: Analizar posibles decisiones y calcular posible sucesos con el fin de determinar la mejor estrategia contra algún otro participante y su posible ganancia.
  - Diseño de mecanismos: Cuando existen muchos agentes en el ambiente, la teoría de juegos puede permitirte diseñar protocolos para el comportamiento de todos los agentes.

La teoría de juegos proporciona una gran cantidad de modelos, pero los más importantes son:

- **Juegos cooperativos:** Es posible llegar a acuerdos para el bien común (por ejemplo, contratos, reglas sociales).
- **Juegos no cooperativos:** No es posible llegar a acuerdos.

# Equilibrio de Nash

# Equilibrio de Nash

- En general, diremos que dos estrategias,  $s_1$  y  $s_2$  está en equilibrio de Nash si:
  - Bajo el supuesto de que el agente  $i$  juega  $s_1$ , el agente  $j$  no puede hacer nada mejor que jugar  $s_2$ ; y
  - Bajo el supuesto de que el agente  $j$  juega  $s_2$ , el agente  $i$  no puede hacer nada mejor que jugar  $s_1$ .
- Ninguno de los agentes tiene ningún incentivo para desviarse de un equilibrio de Nash.
- Desafortunadamente:
  1. No todos los escenarios de interacción tienen un equilibrio de Nash.
  2. Algunos escenarios de interacción tienen más de un equilibrio de Nash.

# Llegar a acuerdos

- ¿Cómo llegan los agentes a acuerdos cuando están interesados en sí mismos?
  - En un caso extremo (encuentro de suma cero) no es posible llegar a un acuerdo. Pero, en la mayoría de los escenarios, existe la posibilidad de un acuerdo mutuamente beneficioso sobre asuntos de interés común.
  - Las capacidades de negociación y argumentación son fundamentales para la capacidad de un agente para llegar a tales acuerdos.

# Mecanismos, protocolos y estrategias

- La negociación se rige por un mecanismo o protocolo particular.
- El mecanismo define “las reglas de encuentro” entre agentes.
- El diseño de mecanismos consiste en diseñar mecanismos para que tengan ciertas propiedades deseables.
- Dado un protocolo en particular, ¿cómo se puede diseñar una estrategia en particular que los agentes individuales puedan utilizar?



- Propiedades deseables de los mecanismos:

- Convergencia / éxito garantizado.
- Maximizar el bienestar social.
- Eficiencia de Pareto.
- Racionalidad individual.
- Estabilidad.
- Sencillez.
- Distribución.

# Coaliciones

# Coaliciones

- Una coalición es un subconjunto de agentes que se unen debido a un bien común.
- Cuando todos los agentes forman parte de una única coalición, ésta se llama “coalición mayor”.
- En sistemas multiagentes, todos los involucrados forman parte de alguna coalición.

- Formalmente, una coalición sobre un conjunto de agentes  $N$  es un conjunto de coaliciones  $\{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ , tal que:

$$C_i \neq \{\}$$

$$C_i \subset N$$

$$C_i \cap C_j = \{\} \text{ para todo } i \neq j \in N$$

$$C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_k = N$$

- Por ejemplo, si  $N = \{1, 2, 3\}$ , entonces tenemos 7 posibles coaliciones:

$$\{1\}, \{2\}, \{3\}, \{1, 2\}, \{2, 3\}, \{3, 1\}, \{1, 2, 3\}$$

- Y 5 posibles estructuras de coaliciones:

$$\{\{1\}, \{2\}, \{3\}\}, \{\{1\}, \{2, 3\}\}, \{\{2\}, \{1, 3\}\}, \{\{3\}, \{1, 2\}\}, \{\{1, 2, 3\}\}$$

Subastas

# Subastas

- Una subasta se lleva a cabo entre un agente conocido como el subastador y una colección de agentes conocidos como los postores.
- El objetivo de la subasta es que el subastador asigne el bien a uno de los postores.
- En la mayoría de los entornos, el subastador desea maximizar el precio; mientras que los postores desean minimizarlo.

# Parámetros de subasta

- Los bienes pueden tener ...
  - Valor privado.
  - Valor público / común.
  - Valor correlacionado.
- La determinación del ganador puede ser ...
  - Primer precio.
  - Segundo precio.
- Las pujas pueden ser ...
  - A grito abierto.
  - Oferta sellada.
- Pujar puede ser ...
  - Un disparo.
  - Ascendente.
  - Descendente.

# Subastas inglesas

- Tipo de subasta más conocido:
  - Primer precio.
  - Grito abierto.
  - Ascendente.
- La estrategia dominante es que el agente oferte sucesivamente una pequeña cantidad más que la oferta más alta hasta que alcance su valoración y luego se retire.



# Subastas holandesas

- Las subastas holandesas son ejemplos de subastas descendentes de grito abierto:
  - El subastador comienza ofreciendo bienes a un valor artificialmente alto.
  - El subastador reduce el precio de oferta hasta que algún agente hace una oferta igual al precio de precio actual.
  - El bien se asigna al agente que hizo la oferta.

# Subastas de oferta sellada de primer precio

- Las subastas de oferta sellada de primer precio son subasta de una sola vez:
  - Hay una sola ronda.
  - Los postores envían una oferta sellada por el bien.
  - El bien se asigna al agente que hizo la oferta más alta.
  - El ganador del artículo paga el precio de la oferta más alta.
- La mejor estrategia es pujar por debajo de la valoración real.

# Subastas de Vickrey

- La subastas de Vickrey son:
  - A segundo precio.
  - Oferta sellada.
- El bien se adjudica al agente que hizo la oferta más alta; al precio de la segunda oferta más alta.
- Hacer una oferta a su verdadera valoración es la estrategia dominante en las subastas de Vickrey.
- Subastas de Vickrey son susceptibles a comportamientos antisociales.

# ¿Quieres saber más?

- Capítulo 18 de libro de Russel y Norvig.
- Capítulos 6 y 7 11 de Woolridge.
- Capítulo 7 del libro de Shoham y Leyton.