

Tema 6: Negociación

Agentes Inteligentes (AIN)

Authors: Vicent Botti, Carlos Carrascosa, Vicente Julián

Tema 6- Índice

6.1 Introducción

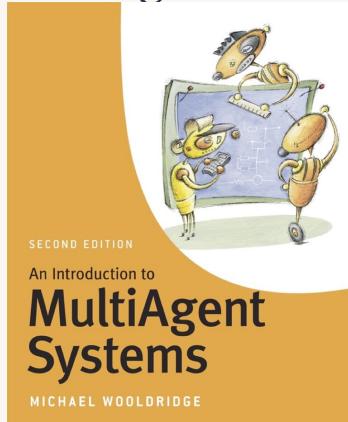
6.2 Tomando decisiones en grupo: Social Choice

6.3 Subastas

6.4 Negociación Bilateral y multiparticipante

Bibliografía

Bibliografía básica:



Temas 12, 14 y 15

An Introduction to MultiAgent Systems – Second Edition

by Michael Wooldridge

Published May 2009 by John Wiley & Sons

ISBN-10: 0470519460

ISBN-13: 978-0470519462

6.1 Introducción

6.1.1 ¿Qué es la negociación?

6.1.2 Un poco de historia: hacia la negociación automática

6.1.3 Tipología de las negociaciones

6.1.4 ¿Qué es un framework de negociación?

6.1.5 Aplicaciones

6.1.6 Bibliografía

6.1.1 ¿Qué es la negociación?

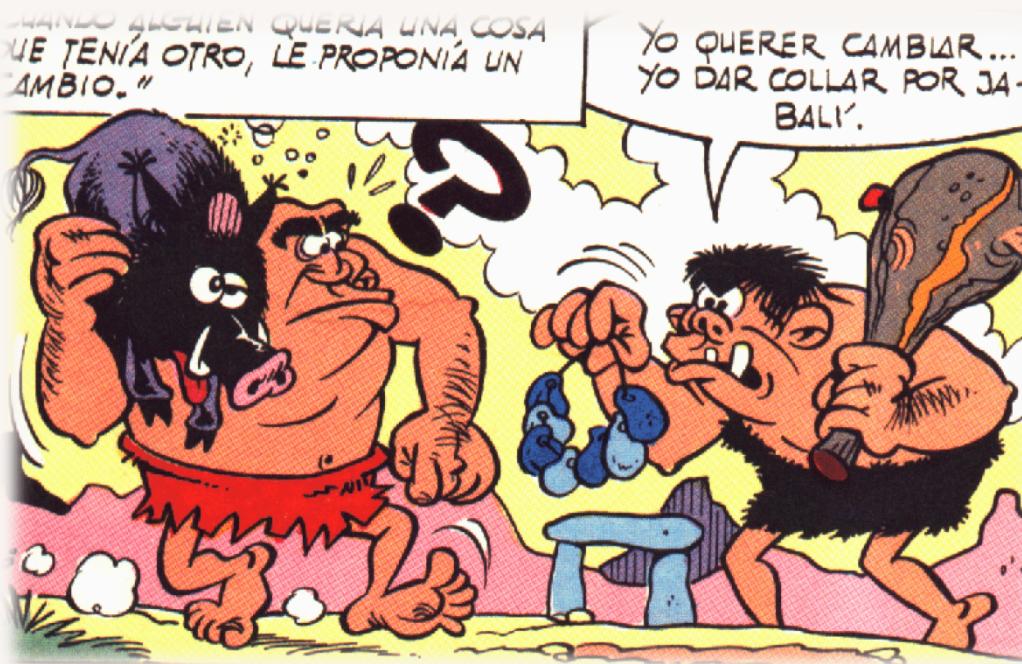
- “Acción y efecto de negociar. Tratar y comerciar, comprando y vendiendo o cambiando géneros, mercancías, o valores para aumentar el caudal”. Real Academia Española de la Lengua
- “Un proceso por el cual una **decisión conjunta** es tomada por dos o más partes. Las partes primero verbalizan demandas contradictorias y se **mueven** hacia un acuerdo mediante un proceso de **concesión**, haciendo o **buscando** nuevas alternativas”. Negotiation Behaviour. D.G. Pruitt (1981)
- “La negociación es una forma de **interacción** en la que un grupo de agentes o personas con intereses en **conflicto** y un deseo de **cooperar**, intentan alcanzar un acuerdo mutuamente satisfactorio en la división de una serie de recursos limitados”. Commitment in Dialogue: Basic concepts of interpersonal reasoning. Walton y Krabbe (1995)

¿Qué es la negociación?

- ❖ Situación de conflicto, diferentes preferencias de los participantes → Si no, no hay necesidad de negociar
- ❖ Interacción entre dos o más partes → Uno no necesita negociar consigo mismo
- ❖ Es un proceso de búsqueda conjunta → Buscamos un acuerdo mutuamente satisfactorio para todos
- ❖ Existe un inherente sentimiento de cooperación y competición → Naturaleza dual
- ❖ Podemos encontrarla prácticamente en cualquier dominio

6.1.2 Un poco de historia: Hacia la negociación automática

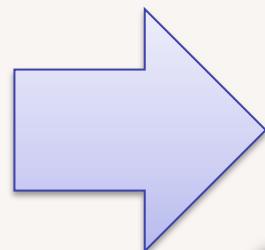
- * Negociación en la sociedad



Del truque al mercado. Aprendeconomía. Eva Baena. 2011

Un poco de historia: Hacia la negociación automática

- ❖ Negociación en la sociedad



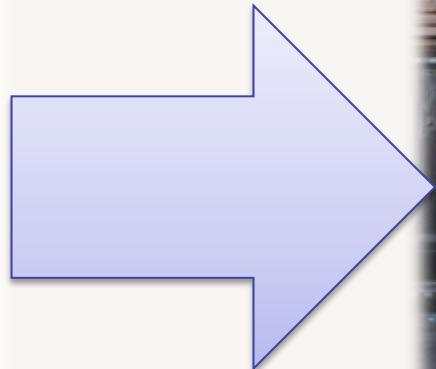
Un poco de historia: Hacia la negociación automática

- Negociación en la sociedad



Un poco de historia: Hacia la negociación automática

- ❖ Negociación en la sociedad



Un poco de historia: Hacia la negociación automática

- Negociación en el mundo académico



Matemáticas,
Economía y
Teoría de Juegos



Ciencias Sociales

Un poco de historia: Hacia la negociación automática

- ❖ Negociación en el mundo académico
 - ❖ Ciencia de los computadores
 - ❖ Los humanos son buenos reconociendo patrones pero malos para el cálculo → La mayoría de los humanos son malos negociadores
 - ❖ Las computadoras son buenas para el cálculo y están empezando a ser buenas reconociendo patrones
 - ❖ ¿Porqué no hacer que las computadoras negocien por nosotros? → Negociación automática

Un poco de historia: Hacia la negociación automática

- ❖ Negociación automática
 - ❖ Surge como rama de la inteligencia artificial
 - ❖ Es demasiado costoso buscar la solución óptima → Soluciones cercanas al óptimo a menor coste
 - ❖ Se suelen evitar las asunciones de:
 - ❖ Conocimiento Perfecto
 - ❖ Recursos computacionales ilimitados
 - ❖ Proceso no acotado en el tiempo
 - ❖ Los primeros trabajos datan de la época de los '80
 - ❖ Área de investigación todavía en auge

6.1.3 Tipología de las negociaciones

- ❖ En base al número de participantes en el proceso:
 - ❖ 1 vs 1 (regateo, comprador-vendedor)
 - ❖ 1 vs n / n vs 1 (subastas, equipos de negociación)
 - ❖ n vs n (group decision making, collaborative design, equipos de negociación)

Tipología de las negociaciones

- ❖ Segundo el número de atributos:
 - ❖ Monoatributo
 - ❖ Típicamente precio
 - ❖ Multiatributo
 - ❖ Ej: Negociaciones de servicios compra/venta (precio, plazo de entrega, calidad)
 - ❖ Ej: Viajes (ciudad a visitar, vuelos, hoteles, precio, extras incluidos)
 - ❖ Ej: Laboral (salario, duración, seguro médico, otros extras)
 - ❖ Ej: Marital (distribución de cada uno de los bienes)

Tipología de las negociaciones

- ❖ Según el tipo de relación a establecer
 - ❖ Corto plazo (compra en ebay)
 - ❖ Largo plazo (alianza estratégica)
 - ❖ Ninguna (resolución de disputas)

Tipología de las negociaciones

- ❖ De acuerdo a la intervención de terceras partes
 - ❖ Negociaciones no mediadas
 - ❖ Negociaciones mediadas

Tipología de las negociaciones

- ❖ Naturaleza social del conflicto:
 - ❖ Interpersonal
 - ❖ Intragrupo
 - ❖ Intergrupo

Tipología de las negociaciones

- ❖ Tipos de solución:
 - ❖ Distributiva: Hacer ganar valor a una de las partes supone pérdidas en otra de las partes
 - ❖ Integrativa: Existe potencial para encontrar una situación donde todas las partes salen ganando (win-win)
 - ❖ Mixta: Valores tanto distributivos como integrativos

Tipología de las negociaciones

- ❖ Cardinalidad de los atributos:
 - ❖ Binarios
 - ❖ Discretos (ordenables, no ordenables)
 - ❖ Continuos

6.1.4 ¿Qué es un framework de negociación?

- ❖ Tareas básicas que debe llevar a cabo un agente negociador
- ❖ Lopes, Wooldridge y Novais identifican:
 - ❖ Preeliminares
 - ❖ Modelo de pre-negociación
 - ❖ Modelo de negociación
 - ❖ Renegociación y implementación del acuerdo
- ❖ Sanchez-Anguix, Botti, García-Fornes, Julián identifican para equipos de negociación:
 - ❖ Identificación situación de conflicto
 - ❖ Formación del equipo
 - ❖ Acordar y planificar de atributos de negociación
 - ❖ Acordar y planificar protocolos de negociación
 - ❖ Seleccionar estrategia inicial y dinámica de equipo inicial
 - ❖ Negociar y adaptar equipo

¿Qué es un framework de negociación?

- ❖ Preliminares:
 - ❖ Conflicto social:
 - ❖ Identificar una situación de conflicto y su naturaleza (interpersonal, intragrupo, intergrupo)
 - ❖ Participantes en la negociación:
 - ❖ Identificar posibles oponentes
 - ❖ Identificar potenciales compañeros
 - ❖ Identificar competidores

¿Qué es un framework de negociación?

- ❖ Modelo de pre-negociación:
 - ❖ Estructurar la información personal
 - ❖ Definir atributos a negociar
 - ❖ Caracterizar las preferencias sobre los atributos
 - ❖ Definir límites y objetivos
 - ❖ Análisis de los oponentes
 - ❖ Obtener o inferir información sobre los límites y objetivos de los oponentes
 - ❖ Historial de negociación de los oponentes
 - ❖ Estrategias usadas por los oponentes
 - ❖ Definir el protocolo y seleccionar estrategia inicial
 - ❖ Protocolo: Conjunto de reglas de interacción que deben seguir los participantes
 - ❖ Estrategia: Define qué decisiones se van a tomar, y cómo y cuando van a ser esas tomadas. Va ligada al protocolo

¿Qué es un framework de negociación?

- ❖ Modelo de negociación:
 - ❖ Intercambio de ofertas y intercambio de feedback sobre las mismas
 - ❖ Argumentación/ Intercambio de información
 - ❖ Aprendizaje
 - ❖ Adaptación de la negociación

¿Qué es un framework de negociación?

- ❖ Renegociación e implementación del acuerdo:
 - ❖ Formalización del acuerdo en un contrato
 - ❖ Renegociar flecos no solucionados o adaptar clausuras a nuevas condiciones
 - ❖ Monitorización e implementación del acuerdo

6.1.5 Aplicaciones

- ❖ Comercio electrónico



Aplicaciones

❖ Comercio electrónico

The screenshot shows the homepage of the Aroxo website. At the top, there's a navigation bar with links for Home, My Aroxo, Help, Blogs, Special Offers, and a search bar. Below the navigation is a main menu with categories: Electronics, Home audio and video, Computing, Kitchen and home, and Other Items. A sidebar on the left lists categories under Electronics, Home audio and video, Computing, Kitchen and home, and Other Items. The main content area features a "Welcome to Aroxo" message and a "Special offers and voucher codes" section with logos for Interflora, thanksdarling!, Shelter, Ann Summers, and RAMADA. There's also a "Hot products on Aroxo" section showing images of a Toshiba Regza television, a Canon IXUS 100 IS camera, and a Samsung YP-S5 4Gb Bl smartphone. On the right side, there's a "Top Tens" list and a "Aroxo News" section featuring BBC NEWS.

Electronic commerce - Wiki... Aroxo - Say what you'll pay

Esta página está escrita en Inglés ¿Quieres traducirla? Traducir No Opciones

aroxo Say what you'll pay

vicsana1 (Re-send verification email) (0% of 0) NEW! LOGOUT

Home My Aroxo Help Blogs Special Offers

Electronics | Home audio and video | Computing | Kitchen and home | Other Items Search Aroxo

Enter Email for daily deals!

Welcome to Aroxo

Save time and money by simply saying what you'll pay for thousands of items. We do all the hard work to get you a great deal from our network of sellers. Select the best deal or even negotiate!

Categories

Electronics
MP3 Players
Digital cameras
Video cameras
Sat navs
Games consoles
Games

Home audio and video
TVs
DVD and Bluray players

Computing
Notebooks and laptops
PCs and desktops
Netbooks
Inkjet and photo printers
Laser printers
Scanners

Kitchen and home
Coffee makers
Cookers
Dishwashers
Freezers
Microwaves
Refrigerators
Washing machines
Tumble dryers

Other Items
Watches

Special offers and voucher codes

View our Special Offers, Voucher Codes & Great Deals

Interflora the flower experts thanksdarling! Shelter

Ann Summers RAMADA

See All Great Online Deals

Hot products on Aroxo

Toshiba Regza 32AV61 Canon IXUS 100 IS Samsung YP-S5 4Gb Bl

Buyers waiting Buyers waiting Buyers waiting

Top Tens

- 1 MP3 Players
- 2 Digital cameras
- 3 Video cameras
- 4 Sat navs
- 5 TVs
- 6 DVD and Bluray players
- 7 Notebooks and laptops
- 8 PCs and desktops
- 9 Inkjet and photo printers
- 10 Netbooks
- 11 Laser printers
- 12 Scanners

Aroxo News

Aroxo on the BBC

BBC NEWS

Aroxo featured on the BBC
Read about how to negotiate online more...

Sobre Dau support

2015-2016 Ager Esperando googleads.g.doubleclick.net... Inicio CursoNegociacion Microsoft PowerPoint ... Aroxo - Say what yo... ES 10:03

Aplicaciones

- ❖ Comercio electrónico
 - ❖ Cadenas de suministro
 - ❖ Compras en grupo
- ❖ B2B
 - ❖ Administración pública (ej: mercados de regantes)
 - ❖ Etc...

Aplicaciones

- ❖ ¿Más aplicaciones?
 - ❖ Coordinación
 - ❖ Tracking con cámaras de seguridad
 - ❖ Control
 - ❖ Manejo de robot con procesos de subastas
 - ❖ Sistemas de apoyo a la decisión/negociación
 - ❖ Modelos humanos

6.1.6 BIBLIOGRAFÍA

- *Real Academia Española de la Lengua* (2010)
- *Negotiation Behaviour*. D.G. Pruitt (1981)
- *Commitment in Dialogue: Basic concepts of interpersonal reasoning*. Walton y Krabbe (1995)
- *Automated Negotiation: Prospects, Methods and Challenges*. N.R. Jennings, P. Faratin, A. R. Lomuscio, S. Parsons, C. Sierra and M. Wooldridge. *Group Decision and Negotiation Journal* (2000)
- *Tasks for Agent-Based Negotiation Teams: Analysis, Review, and Challenges* V. Sánchez-Anguix, V. Julian, V. Botti and A. García-Fornes. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Vol. 26, Issue 10 pp. 2480-2494. 2013
- *Negotiation and Cooperation in Multi-Agent Environments*. S. Kraus. *Artificial Intelligence* (1997)
- *A classification scheme for negotiation in electronic commerce*. A. R. Lomuscio, M. Wooldridge, N. R. Jennings. *Group Decision and Negotiation Journal* (2003)
- *Scientific Approaches and Techniques for Negotiation: A Game Theoretic and Artificial Intelligence Perspective*. E.H. Gerding, D.D.B. van Bragt, J.A. La Poutré (2000)
- *Negotiation among autonomous computational agents: principles, analysis and challenges*. F. Lopes, M. Wooldridge, A.Q. Novais. *Artificial Intelligence Review* (2008)
- *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations*. Y. Shoham, K. Leyton-Brown. Ed. Cambridge (2010)

BIBLIOGRAFÍA

- ✳ <http://www.aroxo.com>
- ✳ *A Real-Time Negotiation Model and A Multi-Agent Sensor Network Implementation.* L. Soh, C. Tsatsoulis. Journal of Autonomous Agents and Multi-agent Systems. (2005)
- ✳ Towards Agent-based Negotiation Teams. V. Sanchez-Anguix, V. Julian, V. Botti, A. Garcia-Fornes. Group Decision and Negotiation (2010)
- ✳ Multi-robot exploration controlled by a market economy. R. Zlot, A. Stentz, M. B. Dias, S. Thayer. IEEE International Conference on Robotics & Automation (2002)
- ✳ A Stable and Efficient Buyer Coalition Formation Scheme for E-Marketplaces. J. Yamamoto, K. Sycara. Fifth International Conference on Autonomous Agents. (2001)
- ✳ Managing Water Demand as a Regulated Open MAS. V. Botti, A. Garrido, A. Giret, P. Noriega. The Mallow'09 Workshop on Coordination, Organization, Institutions, and Norms in agent systems in on-line communities. (2009)
- ✳ Agent-Oriented Supply Chain Management. M. S. Fox, M. Barbuceanu, R. Teigen. International Journal of Flexible Manufacturing Systems. (2000)

6.2. Tomando decisiones en grupo: Social Choice

6.2.1 Introducción al social choice

6.2.2 Nociones básicas

6.2.3 Votaciones

6.2.4 ¿Porqué tantos métodos de elección social?

6.2.5 Bibliografía

6.2.1 Introducción al Social Choice

- ¿Qué es el social choice?



Introducción al Social Choice

- ❖ ¿Qué es el social choice?
 - ❖ Un **grupo** personas o agentes
 - ❖ Cada uno tiene sus propias preferencias
 - ❖ Objetivo: Tomar una **decisión conjunta** (tomar una decisión en grupo – group decision making)
 - ❖ Ejemplo clásico de la teoría de social choice son las **votaciones**
 - ❖ Ej: Elegir un presidente, elegir el mejor curso de acción, etc.
 - ❖ El social choice estudia la forma de **agregar las preferencias** de las personas.
 - ❖ Formalmente la cuestión es como combinar las preferencias para obtener resultados sociales.

Introducción al Social Choice

- Hombre y sociedad → Tomar decisiones en grupo es algo natural
- Los métodos estudiados en social choice surgen de forma natural en la sociedad
- Ha sido estudiado por las matemáticas y la teoría de juegos principalmente

Introducción al Social Choice



Roma y Grecia
800AC-476DC



Ramón Llull
1232-1315DC

Marqués de Condorcet
1743-1794DC



Jean-Charles de Borda
1733-1799DC

Kenneth Arrow
1921DC



Introducción al Social Choice

- ¿Qué interés tiene el social choice desde el punto de vista computacional?



Doodle®

6.2.2 Nociones básicas

- Un conjunto de agentes $N = \{1, 2, \dots, n\}$ o votantes, estas son las entidades que expresarán sus preferencias
- Un conjunto de posibilidades o candidatos $O = \{o_1, o_2, \dots, o_o\}$, si $|O| = 2$ tenemos una elección de parejas
- Relaciones de preferencia \succeq_i
 - Preferencia estricta $o_1 \succ_i o_2$ ← Asumimos esta
 - Preferencia débil $o_1 \succeq_i o_2$
 - Indiferencia $o_1 \sim_i o_2$
- La relación de preferencia induce un orden de preferencias sobre O para cada uno de los agentes.
- F_N es la función de social choice o criterio del ganador

Nociones básicas

- Preferencias:
 - Cada votante tienen sus preferencias sobre las distintas opciones (O)
⇒ una ordenación sobre el conjunto de posibles opciones.
 - Ejemplo: sea el siguiente conjunto de opciones
 $O = \{\text{ginebra, ron, brandy, whisky}\}$
Podríamos tener el agente ccc con el siguiente orden de preferencias
 $O_{ccc} = (\text{whisky, brandy, ron, ginebra})$
que expresaríamos:
 $\text{whisky} \succ_{ccc} \text{brandy} \succ_{ccc} \text{ron} \succ_{ccc} \text{ginebra}$

Nociones básicas

- ❖ Agregación de preferencias
 - ❖ El problema fundamental de la teoría de social choice es:

dada una colección de órdenes de preferencia, una para cada votante, ¿cómo podemos combinarlas para obtener una decisión de grupo, que refleje lo más fielmente posible las preferencias de los votantes?

- ❖ Tenemos dos variantes de agregación de preferencias:
 - ❖ Funciones de bienestar social (social welfare functions)
 - ❖ Funciones de elección social (social choice functions)

Nociones básicas

- ❖ Funciones de bienestar social (social welfare functions)
 - ❖ Sea $\Pi(O)$ el conjunto de ordenaciones de preferencia sobre O
 - ❖ Una función de bienestar social determina, a partir de las preferencias de los votantes, un orden de preferencia social:

$$F_N : \Pi(O) \times \dots \times \underset{n \text{ veces}}{\Pi(O)} \rightarrow \Pi(O)$$

- ❖ Denotado por el resultado de una función de bienestar social
- ❖ Ejemplo: concursos de belleza

Nociones básicas

- ❖ Funciones de selección social (social choice functions)
 - ❖ Algunas veces solo necesitamos seleccionar una de las posibles opciones en vez de establecer un orden social
 - ❖ Una función de selección social determina, a partir de las preferencias de los votantes, una de las opciones:

$$F_N : \Pi(O) \times \dots \times \underset{n \text{ veces}}{\Pi(O)} \rightarrow O$$

- ❖ Ejemplo: elección presidencial

Nociones básicas

- ❖ Condiciones Condorcet
 - ❖ Una opción o es ganadora Condorcet si para cualquier otra opción o' , el número de agentes que $o \succ o'$ es mayor o igual que el número de agentes que $o' \succ o$
 - ❖ Una opción o es perdedora Condorcet si para cualquier otra opción o' , el número de agentes que $o' \succ o$ es mayor o igual que el número de agentes que $o \succ o'$
 - ❖ $F_N(\cdot)$ es condorcet ganador si escoge como ganador al ganador condorcet
 - ❖ $F_N(\cdot)$ cumple el criterio condorcet perdedor si excluye al condorcet perdedor como ganador

Nociones básicas

- Supongamos 3 agentes $Ag = \{Carlos, Juan y Luisa\}$ y tres opciones $O = \{a, b, c\}$, y las siguientes preferencias (Condiciones Condorcet)

$$Carlos \quad a \succ b \succ c \quad \equiv \quad a \succ_{Carlos} b \succ_{Carlos} c$$

$$Juan \quad b \succ c \succ a \quad \equiv \quad b \succ_{Juan} c \succ_{Juan} a$$

$$Luisa \quad a \succ c \succ b \quad \equiv \quad a \succ_{Luisa} c \succ_{Luisa} b$$

- Ganador Condorcet: a
- Perdedor Condorcet: c

Nociones básicas

- Paradoja Condorcet

Carlos a > b > c

Juan b > c > a

Luisa c > a > b

- Ganador Condorcet: No hay!!
 - Para cada posible opción (candidato) hay otra opción que es preferida por una mayoría de votantes
 - ¿A quien hacemos ganador?
 - Esto es la paradoja Condorcet: hay situaciones en las que, sin importar el resultado que elijamos, una mayoría de los votantes no estarán contentos con el resultado elegido.

Nociones básicas

- ✿ Propiedades deseables en procedimientos de votación
 - ✿ ¿Podemos clasificar las propiedades que deseamos que satisfaga un **buen** procedimiento de votación?
 - ✿ Destacaremos dos propiedades clave:
 - ✿ La propiedad de Pareto
 - ✿ Independencia de alternativas irrelevantes (IIA)

Nociones básicas

https://www.youtube.com/watch?v=v7aq_1rlqfE

- Criterio Pareto
 - Si para todo votante i , $o \succ_i o'$, entonces $F_N(O) \neq o'$
 - *Si todos prefieren a o más que a o' , entonces o debe ser clasificado antes que o' en el resultado social.*
- Consistencia
 - Supongamos el espacio de votantes particionado en dos subgrupos $N=\{N_1, N_2\}$
 - Denotamos a la elección social de N_1 como $F_{N_1}(O)$ y a la elección social de N_2 como $F_{N_2}(O)$
 - Si $F_{N_1}(O) \cap F_{N_2}(O) \neq \emptyset \rightarrow F_N(O) = F_{N_1}(O) \cap F_{N_2}(O)$

Nociones básicas

- Independencia de alternativas irrelevantes (IIA)

Si o_i se clasifica por encima de o_j en el resultado social debe depender solamente de los ordenamientos relativos de o_i y o_j en los perfiles de los votantes.

Nociones básicas

- ✳ Monotonía
 - Suponer que P es el perfil de preferencias de N y $F_N(O \mid P) = o$
 - P' es un perfil de preferencias basado en P donde la posición de o ha sido mejorada en al menos una posición
 - $F_N(\cdot)$ es monótono si $F_N(O \mid P') = o$

6.2.3 Votaciones

- ❖ La votación es el mecanismo de social choice por excelencia
- ❖ Distintos tipos:
 - ❖ Comparaciones por pares:
 - ❖ Método de Dodgson
 - ❖ Regla de Copeland
 - ❖ Posicionales:
 - ❖ Pluralidad
 - ❖ Conteo Borda
 - ❖ Posicionales + Comparación por pares
 - ❖ Pluralidad a dos rondas
 - ❖ Sistema de Hare
 - ❖ Basados en agenda:
 - ❖ Proceso de enmienda
 - ❖ Proceso sucesivo

Votaciones

Comparación por pares:

- ❖ Método de Dodgson
 - Elige el ganador condorcet, y en caso que no exista busca el candidato más próximo al ganador condorcet
→ Menor número de cambios en las preferencias para convertirlo en ganador condorcet
 - Requiere el paso completo del ranking de los agentes
 - Problema NP-duro

Votaciones

- Comparación por pares:
 - Método de Dodgson

Agentes : 5 a ≻ b ≻ c

Agentes : 4 b ≻ c ≻ a

Agentes : 3 c ≻ a ≻ b

- No hay ganador condorcet
 - Ganador de Dodgson → Hay que aplicar dos cambios a *a*

Votaciones

Comparación por pares:

- ✿ Regla de Copeland
 - ✿ Busca la alternativa o cuyo índice copeland $IC(o)$ es mayor

$$\arg \max_{o \in O} IC(o) = \arg \max_{\substack{o' \neq o \\ o' \in O}} \sum p(o, o')$$

$$p(o, o') = \begin{cases} 1 & \#(o \succ o') > (o' \succ o) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- ✿ Paso completo de las preferencias

Votaciones

- Comparación por pares:
 - Regla de Copeland

Agentes : 5 a ≻ b ≻ c

Agentes : 4 b ≻ c ≻ a

Agentes : 3 a ≻ c ≻ b

- $IC(a) = 1+1=2$
- $IC(b) = 1$
- $IC(c) = 0$

Votaciones

- ❖ Posicionales: pluralidad
 - ❑ Función de elección social: selecciona una única opción
 - ❑ Cada votante presenta sus preferencias
 - ❑ Cada candidato recibe un punto por cada orden de preferencia en que ocupa el primer lugar.
 - ❑ El ganador es el que tiene mayor número de puntos.
 - ❑ Es necesaria una regla para romper desempates!
 - ❑ Solo requiere enviar la mejor opción
 - ❑ Ejemplo: Las elecciones políticas en el Reino Unido.
 - ❑ Si tenemos sólo dos candidatos, entonces la pluralidad es una simple elección de mayoría simple.

Votaciones

- Posicionales: Pluralidad

Agentes : 5 a ≻ b ≻ c

Agentes : 4 b ≻ c ≻ a

Agentes : 3 a ≻ c ≻ b

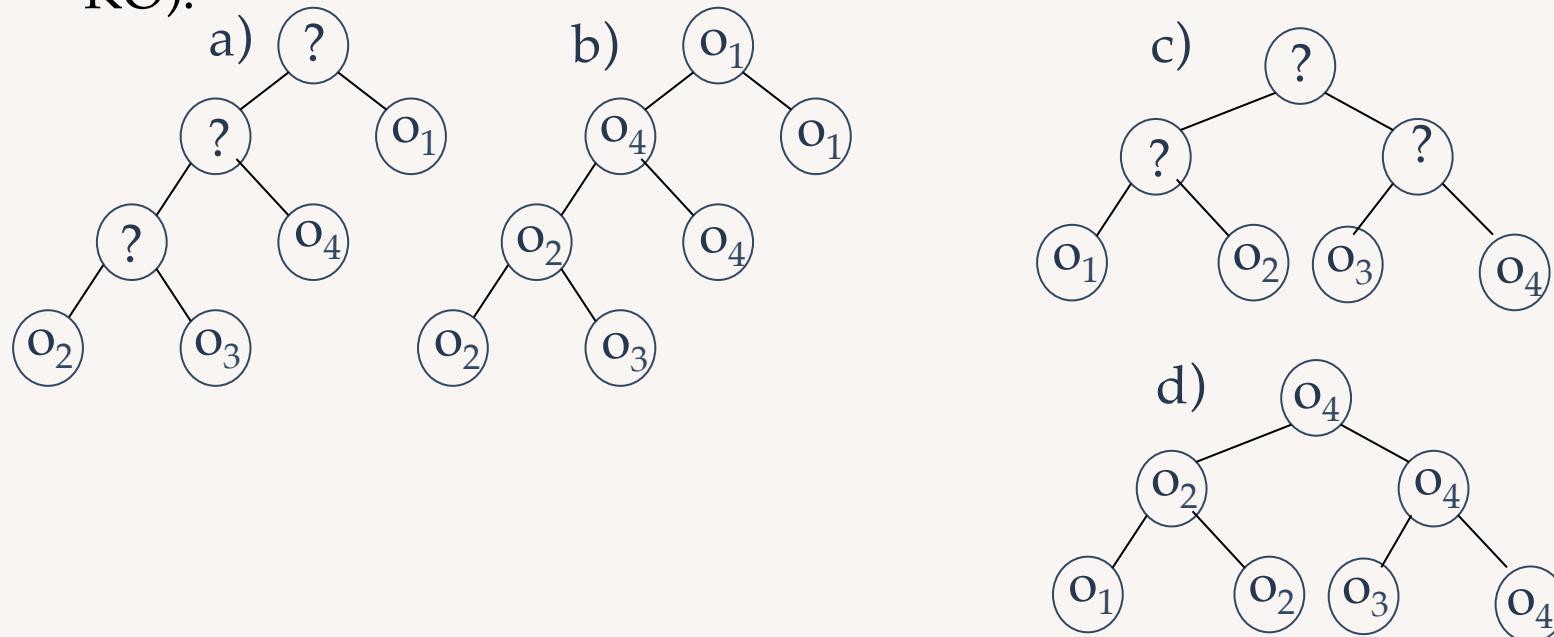
- **Votos a: 8**
- **Votos b: 4**
- **Votos c: 0**

Votaciones

- ❖ Anomalías con la pluralidad:
 - ❖ Suponer que tenemos 100 agentes ($|Ag| = 100$) y tres opciones $O = \{o_1, o_2, o_3\}$ con:
 - 40% de votantes que votan por o_1
 - 30% de votantes que votan por o_2
 - 30% de votantes que votan por o_3
 - ❖ Con la pluralidad o_1 es la opción elegida a pesar de que una amplia mayoría (60%) prefieren a otra opción/candidato!

Votaciones

- Posicionales: elecciones de mayoría secuenciales
 - Una variante de la pluralidad, en el que los jugadores juegan en una serie de rondas: o bien una secuencia lineal o un árbol (torneo del KO).



Votaciones

- ❖ Posicionales:
 - ❖ Una razón por la que la pluralidad tiene tantas anomalías es que ignora la mayor parte de las órdenes de preferencias del votante: sólo considera al candidato mejor clasificado.
 - ❖ El conteo de Borda considera un orden de preferencia total.
 - ❖ Conteo Borda
 - ❖ Cada agente asigna una puntuación a cada candidato igual a su posición en su ranking de preferencias (k) descendente menos 1.

Para cada candidato / opción se va contando la fuerza de la opinión a favor de dicho candidato. Si o_i aparece primero en un orden de preferencia, entonces se incrementa el conteo de o_i en $k - 1$, a continuación se incrementa el conteo para el siguiente candidato en ese orden de preferencia en $k - 2, \dots$. Hasta que el candidato final en el orden de preferencia incrementa su conteo en 0.
 - ❖ Despues de hacer esto para todos los votantes, el candidato con mayor número de puntos es seleccionado como ganador
 - ❖ Es un criterio de semi-unanimidad
 - ❖ Requiere revelar todas las preferencias

Votaciones

- Posicionales:
 - Conteo Borda

Agentes : 5 a ≻ b ≻ c

Agentes : 4 b ≻ c ≻ a

Agentes : 3 a ≻ c ≻ b

- **Votos a: $5*2 + 4*0+3*2=10+6=16$**
- **Votos b: $5*1+4*2+0*3=5+8=13$**
- **Votos c: $5*0+4*0+3*1=3$**

Votaciones

- Posicionales:

- Paradoja de Borda

Agentes : 1 $a \succ b \succ c$

Agentes : 7 $a \succ c \succ b$

Agentes : 7 $b \succ c \succ a$

Agentes : 6 $c \succ b \succ a$

- Ganador pluralidad: **a**

- Problema:

- $a > b \rightarrow 8$ $b > a \rightarrow 13$

- $a > c \rightarrow 8$ $c > a \rightarrow 13$

- $b > c \rightarrow 8$ $c > b \rightarrow 13$

- Ganador borda

- Votos a: $1*2+7*2=2+14=16$

- Votos b: $1*1+7*2+6*1=1+14+6=21$

- **Votos c: $7*1+7*1+6*2=7+7+12=14+12=26$**

Votaciones

- ❖ Posicionales+Comparación por pares:
 - ❖ Pluralidad a dos rondas
 - ❖ Cada agente vota a su mejor candidato.
 - ❖ Los dos candidatos con mayor número de votos permanecen para una próxima votación. El resto son eliminados.
 - ❖ Se vuelve a votar con solo los dos candidatos ganadores como opciones

Votaciones

- Posicionales+Comparación por pares:
 - Pluralidad a dos rondas

Agentes : 5 a ≻ b ≻ c

Agentes : 4 b ≻ c ≻ a

Agentes : 3 c ≻ b ≻ a

- **Votos a: 5 → Votos a: 5**
- **Votos b: 4 → Votos b: 4+3=7**
- **Votos c: 3**

Votaciones

- ❖ Posicionales+Comparación por pares:
 - ❖ Sistema de Hare
 - ❖ Cada agente vota a su mejor candidato.
 - ❖ Si uno de los candidatos recibió la mayoría de los votos, es ganador
 - ❖ Sino, se elimina el candidato con menor número de votos y se repite el proceso hasta que uno de los candidatos gana por mayoría

Votaciones

- Posicionales:+Comparación por pares
 - Sistema de Hare

Agentes : 1 $a \succ b \succ c$

Agentes : 7 $a \succ c \succ b$

Agentes : 7 $b \succ c \succ a$

Agentes : 6 $c \succ b \succ a$

- Ganador Hare
 - Votos a: 8 → Votos a: 8
 - Votos b: 7 → Votos b: 7+6=13
 - Votos c: 6

Votaciones

- ❖ Basados en agenda: elecciones por pares secuenciales lineales
 - ❖ Aquí elegimos una ordenación de los resultados – la agenda- que determina quién juega contra quién.

Alguien escoge un orden para los candidatos

Ej: a → b → c → d

la primera elección es entre *a* y *b*, y el ganador pasa a una elección con *c*, y el ganador de esta elección entra en una elección con *d*

- ❖ Proceso de enmienda
 - ❖ Los candidatos son enfrentados a pares hasta que una única opción queda como ganadora
- ❖ Proceso sucesivo
 - ❖ En orden, cada uno de los candidatos es enfrentado contra el resto. Si obtiene la mayoría es ganador. Sino, es eliminado del conjunto

Votaciones

- Basados en agenda

Agentes : 3 a ≻ b ≻ c ≻ d

Agentes : 7 a ≻ c ≻ b ≻ d

Agentes : 7 d ≻ a ≻ c ≻ b

Agentes : 6 c ≻ b ≻ d ≻ a

- Agenda: d → a → b → c

- Sucesivo: d vs (a,b,c) → a vs (b,c)

- Enmienda: d vs a → d vs b → b vs c

Votaciones

- Basados en agenda: anomalías

Agentes : 3 a ≻ b ≻ c ≻ d

Agentes : 7 a ≻ c ≻ b ≻ d

Agentes : 7 d ≻ a ≻ c ≻ b

Agentes : 6 c ≻ b ≻ d ≻ a

- Agenda: c → b → a → d
 - Sucesivo: c vs (a,b,d) → b vs (a,d) → a vs **d**
 - Enmienda: **c** vs b → c vs **a** → a vs **d**
- El ganador depende del orden de la agenda!!!

Votaciones

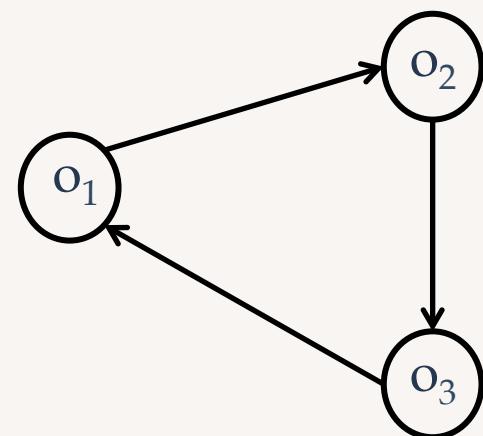
- ❖ Basados en agenda: anomalías
 - ❖ Suponer:
 - ❖ 33 votantes tienen preferencias
$$o_1 \succ_i o_2 \succ_i o_3$$
 - ❖ 33 votantes tienen preferencias
$$o_3 \succ_i o_1 \succ_i o_2$$
 - ❖ 33 votantes tienen preferencias
$$o_2 \succ_i o_3 \succ_i o_1$$
 - ❖ Luego, para cada candidato, ¡se puede establecer una agenda para que gane dicho candidato en una elección por pares secuencial!

Votaciones

- ❖ Grafos de mayorías:
 - ❖ Los grafos de mayorías nos permiten ilustrar fácilmente como establecer una agenda para que gane un candidato.
 - ❖ ¿Qué es un grafo de mayorías?
 - ❖ Un grafo dirigido con:
 - ❖ Vertíces = candidatos
 - ❖ Un arco (i,j) si i ganaría a j es una elección por mayoría simple
 - ❖ Una representación compacta de las preferencias de los votantes.

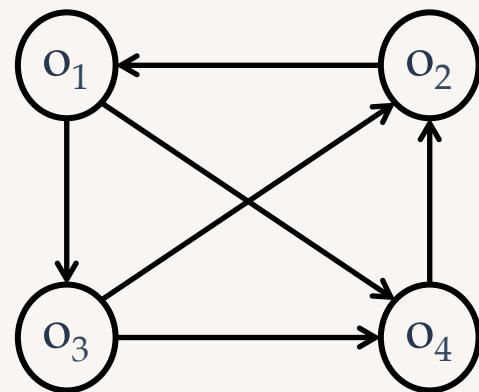
Votaciones

- ❖ Grafos de mayorías: ejemplo
 - ❖ 33 votantes tienen preferencias
$$o_1 \succ_i o_2 \succ_i o_3$$
 - ❖ 33 votantes tienen preferencias
$$o_3 \succ_i o_1 \succ_i o_2$$
 - ❖ 33 votantes tienen preferencias
$$o_2 \succ_i o_3 \succ_i o_1$$
 - ❖ con la agenda (o_3, o_2, o_1) vence o_1
 - ❖ con la agenda (o_1, o_3, o_2) vence o_2
 - ❖ con la agenda (o_1, o_2, o_3) vence o_3



Votaciones

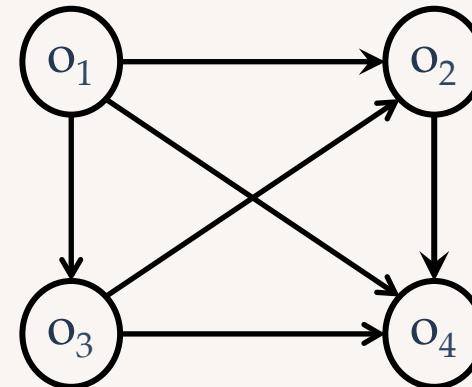
- Otro ejemplo de grafo de mayorías



- Para cada uno de los candidatos del grafo dar una agenda para que venza.

Votaciones

- ✿ Vencedores Condorcet
 - ✿ Un ganador de Condorcet es un candidato que ganaría a todos los candidatos en una elección por parejas.
 - ✿ En este grafo o_1 es un ganador Condorcet.



6.2.4 ¿Por qué tantos sistemas de elección social?

Sistema	a	b	c	d	e
Enmienda	1	1	1	0	0
Sucesivo	0	1	1	0	0
Copeland	1	1	1	1	0
Dodgson	1	0	0	1	0
Pluralidad	0	0	1	1	1
Borda	0	1	1	1	1
Pluralidad 2 ron.	0	1	0	1	0
Hare	0	1	0	1	0

Abreviatura	Criterio
a	Ganador Condorcet
b	Perdedor Condorcet
c	Monotonía
d	Criterio Pareto
e	Consistencia

¿Por qué tantos sistemas de elección social?

- ✿ ¡No pasa nada, voy a diseñar el proceso de votación justo y universal!
- ✿ Lo siento, pero tengo una mala noticia que darte...

¿Por qué tantos sistemas de elección social?

- ❖ Teorema de Arrow
 - ❖ Es el resultado más importante de social choice de los últimos tiempos
 - ❖ Función de bienestar social $W \rightarrow$ Da un ranking social de las alternativas
 - ❖ Criterios de justos y lógicos para Arrow
 - ❖ **Criterio Pareto ($P(W)$)** : Si todos los agentes están de acuerdo en el orden entre dos candidatos, W debe seleccionar ese orden
 - ❖ **Independencia de alternativas irrelevantes (IIA(W))**: El orden entre dos candidatos debería depender solo del orden relativo de los candidatos dado por los agentes
 - ❖ **No dictatorial ($\neg D(W)$)**: No existe un solo agente cuyas preferencias siempre determinen el orden social.

¿Por qué tantos sistemas de elección social?

- Teorema de Arrow:

Si $|O| > 3$, $P(W)$, IIA(W) \rightarrow D(W)

- Para las elecciones con más de 2 candidatos, el único procedimiento de votación que satisface la condición de Pareto y IIA es una dictadura, en la que el resultado social es, de hecho, simplemente seleccionado por uno de los votantes.
- Se trata de un resultado negativo: ¡hay límites fundamentales a la toma de decisiones democrática!
- ¿Qué implicaciones tiene este teorema?
 - No podemos encontrar un orden social que cumpla las tres propiedades a la vez
 - En muchas ocasiones no existe forma justa y lógica de agregar las preferencias individuales \rightarrow No existe forma exacta de determinar la voluntad colectiva
 - Pero ¿y si yo solo quiero seleccionar un ganador? ¿Puedo tener criterios de justicia y lógicos?

¿Por qué tantos sistemas de elección social?

- ✿ Lo siento, pero tengo otra mala noticia que darte...

¿Por qué tantos sistemas de elección social?

- ✿ Teorema de Muller-Satterthwaite
 - ✿ Función de elección social $F \rightarrow$ Elegir un ganador
 - ✿ Criterios justos y lógicos
 - ✿ **Criterio Pareto (P'(F))**
 - ✿ **Monotocidad (M(F))**
 - ✿ **No dictatorial ($\neg D'(W)$)**: F es no dictatorial si no existe un agente i tal que la elección de F siempre seleccione el mejor candidato para i
 - ✿ Si $|O| > 3$, $P'(F), M(F) \rightarrow D'(F)$

¿Por qué tantos sistemas de elección social?

- * Manipulación estratégica mediante votación táctica:
 - * En ocasiones, los votantes se pueden beneficiar al tergiversar estratégicamente sus preferencias, es decir, la mentira - voto táctico.
 - * Suponer que tenemos las siguientes preferencias:
$$o_1 \succ_i o_2 \succ_i o_3$$
 - * mientras que creemos que el 49% de los votantes tienen las siguientes preferencias
$$o_2 \succ_i o_1 \succ_i o_3$$
 - * y creemos que el 49% tiene las preferencias
$$o_3 \succ_i o_2 \succ_i o_1$$
 - * Haríamos mejor votando por o_2 , a pesar de que este no es nuestro verdadero perfil de preferencias.
 - * Esta es la votación táctica: un ejemplo de manipulación estratégica de los votos.

¿Por qué tantos sistemas de elección social?

- ¿Existen métodos de votación que no son manipulables, en el sentido de que los votantes no pueden beneficiarse de tergiversar las preferencias?
- La respuesta viene dada por el teorema de Gibbard-Satterthwaite:
El único método de votación no manipulable que satisface la propiedad de Pareto para las elecciones con más de 2 candidatos es una dictadura.
- En otras palabras, todo método de votación "realista" es presa de la manipulación estratégica...
¡Complejidad computacional al rescate!
- Gibbard-Satterthwaite sólo nos dice que la manipulación es posible en principio. No da ninguna indicación de cómo tergiversar preferencias.
- Bartholdi, Tovey, y Trick demostraron que hay elecciones que son propensas a la manipulación, en principio, pero que la manipulación era computacionalmente compleja.
- ¡'El Voto Único Transferible" es NP-duro de manipular!

¿Por qué tantos sistemas de elección social?

- Todo lo que os he contado es social choice asumiendo veracidad de los agentes
- Cuando los agentes juegan estratégicamente, la cosa se complica todavía más → Podéis consultar material en la bibliografía
- Los sistemas de ránking (e.g., pagerank) son casos particulares de problemas de social choice → Más material en la bibliografía

6.2.5 BIBLIOGRAFÍA

- ❖ General:
 - ❖ *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations.* Y. Shoham, K. Leyton-Brown. Ed. Cambridge (2010)
 - ❖ *Voting Systems for Social Choice.* H. Nurmi. Handbook of Group Decision and Negotiation (2010)
 - ❖ *A Short Introduction to Computational Social Choice.* Y. Chevaleyre, U. Endriss, J. Lang, N. Maudet. SOFSEM 2007: Theory and Practice of Computer Science (2007)
- ❖ Votación estratégica:
 - ❖ *The computational difficulty of manipulating an election.* J.J. Bartholdi III, C. A. Tovey, M. Trick. Social Choice and Welfare (1989)
 - ❖ Manipulation of voting schemes: a general result. A. Gibbard. Journal of the Econometric Society (1973)
- ❖ Sistemas de Ranking:
 - ❖ *Axiomatic Foundations for Ranking Systems.* A. Altman, M. Tennenholtz. Journal of Artificial Intelligence Research (2008)

6.3 Subastas

6.3.1 Introducción a las subastas

6.3.2 Subastas por un único bien

6.3.3 Subastas por más de una unidad

6.3.4 Subastas combinatorias

6.3.5 Intercambios

6.3.6 Ejemplos del uso de subastas

6.3.7 Bibliografía

6.3.1 Introducción a las subastas

- ❖ La asignación de recursos escasos entre un número de agentes es un tema central en sistemas multiagente.
- ❖ Los recursos pueden ser:
 - ❖ Un objeto físico
 - ❖ El derecho a usar el agua
 - ❖ Recursos computacionales (procesador, memoria, ...)
- ❖ Si el recurso no es escaso, no hay problemas para su asignación.
- ❖ Si no hay competencia por los recursos, entonces no hay problemas para su asignación.
- ❖ En la práctica, esto significa que vamos a estar hablando de subastas.
- ❖ Esto solía ser poco frecuente (y no hace mucho tiempo).
- ❖ Sin embargo, las subastas han crecido enormemente con la Web / Internet
 - ❖ Comercio electrónico
- ❖ Ahora es factible subastar cosas que antes no eran rentables:
 - ❖ eBay
 - ❖ Adword subastas

Introducción a las subastas

- ✿ ¿Qué es una subasta?
- ✿ ¿Es la subasta un mecanismo de negociación?
- ✿ Sois capaces de describirme un ejemplo de subasta?
- ✿ ¿Cómo clasificamos la subasta dentro de nuestra tipología?

Introducción a las subastas

- ❖ ¿Qué es una subasta?
 - ❖ Están relacionadas con los comerciantes y sus asignaciones de:
 - ❖ Las unidades de un bien indivisible, y
 - ❖ El dinero, que es divisible.
 - ❖ Asumir alguna asignación inicial.
 - ❖ El intercambio es la libre modificación de la asignación de los bienes y dinero entre los comerciantes

Introducción a las subastas

- ✿ **Protocolo** de negociación. Si sumamos la estrategia = modelo de negociación.
- ✿ En general
 - ✿ **Distribución** uno o más bienes discretos
 - ✿ 1 vendedor vs **n** compradores
 - ✿ **Monoatributo**
 - ✿ Pueden ser mediadas o no
 - ✿ Suele ser **distributiva**
- ✿ Hay excepciones

Introducción a las subastas

- ❖ Ventajas:
 - ❖ Es un fenómeno usado socialmente → Conocido por usuarios y desarrolladores
 - ❖ Casas de subasta
 - ❖ Administración pública
 - ❖ Ebay
 - ❖ El protocolo de interacción es bien definido y cerrado
- ❖ Desventajas:
 - ❖ No permite intercambiar información
 - ❖ Suele tratar solo negociaciones monoatributo
 - ❖ Shill Bidders

Introducción a las subastas

- ✿ Estudiadas por el diseño de mecanismos
 - ✿ Se buscan propiedades matemáticas interesantes
 - ✿ Maximizar las ventas del vendedor
 - ✿ El bien es distribuido al comprador que más lo desea
 - ✿ Veracidad de los participantes
- ✿ En este tema solo veremos los protocolos, no nos centraremos en estrategias

6.3.2 Subastas por un único bien

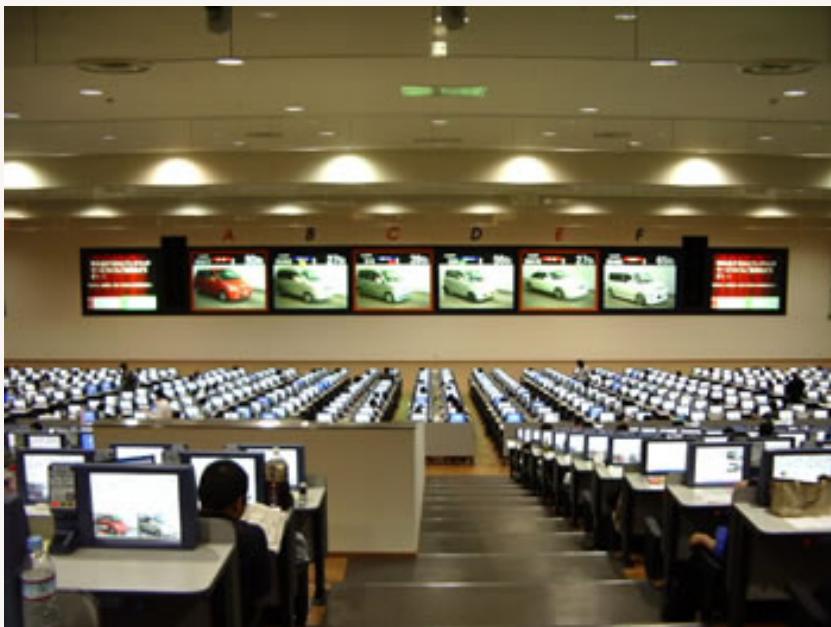
- Un vendedor y n compradores
- Negociación por un único bien o producto
- Cada comprador valora en mayor o menor grado el producto
→ Está dispuesto a pagar más o menos
- Los compradores prefieren pagar cuanto menos mejor
- Los vendedores prefieren cobrar cuanto más mejor

Subastas por un único bien

- ❖ Subasta inglesa:
 - ❖ El vendedor ajusta un precio inicial para el producto
 - ❖ Mínimo para el vendedor
 - ❖ Los compradores pujan
 - ❖ Valor mayor que el anterior
 - ❖ La puja suele ser pública
 - ❖ Condición de terminación
 - ❖ Tiempo fijo
 - ❖ Tras no recibir nuevas pujas en un tiempo
 - ❖ Ganador paga el dinero que pujó



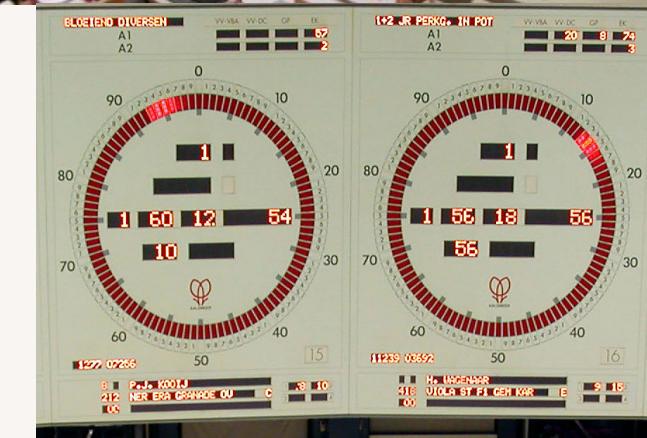
Subastas por un único bien



- ❖ Subasta japonesa:
 - ❖ De precio ascendente, como la inglesa
 - ❖ El vendedor indica un precio inicial
 - ❖ A cada paso, todos los compradores indican de forma pública si están dispuestos a aceptar el precio. Los que no, abandonan
 - ❖ El vendedor incrementa el precio hasta que solo queda 1 comprador
 - ❖ El ganador paga el precio de la anterior ronda

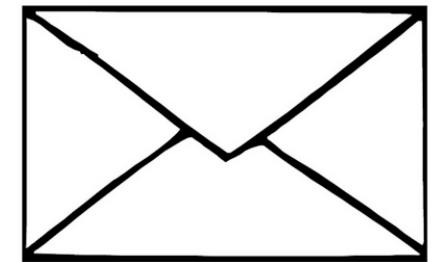
Subastas por un único bien

- ❖ Subasta holandesa:
 - ❖ De precio descendente
 - ❖ El vendedor indica un precio máximo
 - ❖ Va descendiendo a cada paso el precio a cada tick de un reloj público
 - ❖ La subasta termina cuando alguno de los compradores indica que acepta la oferta
 - ❖ Usado cuando se quiere vender rápido



Subastas por un único bien

- ❖ Subastas de sobre cerrado
 - ❖ Realmente es una familia de subastas
 - ❖ La puja no es pública, sino privada a un mediador
 - ❖ Todos los compradores pujan un valor al mediador (one-shot)
 - ❖ Ganador: Aquel comprador cuya puja es más alta
 - ❖ Tipos (dependen de lo que paga el ganador):
 - ❖ De Primer precio
 - ❖ De segundo precio (Vickrey auction)
 - ❖ De k-ésimo precio



Subastas por un único bien

- ❖ Un poco de teoría de juegos
 - ❖ Una estrategia es dominante cuando esta es la más provechosa independientemente de la estrategia de los otros jugadores
 - ❖ Veamos las subastas como un juego para los compradores
 - ❖ Cada participante es un agente
 - ❖ Cada agente tiene un máximo que desea pagar por el bien. Esta cantidad también representa su preferencia por el bien.
 - ❖ Neutral al riesgo: Los agentes quieren simplemente maximizar su beneficio esperado. (Ejemplo lotería)
 - ❖ Idealmente, el bien tendría que ir a aquel que lo valora más (esto también es más positivo para el vendedor)

Subastas por un único bien

- ✿ Un poco de teoría de juegos
- ✿ ¿Creéis que hay una estrategia dominante en las subastas que os he presentado hasta ahora?
- ✿ Pensad un poco!!

Subastas por un único bien

- ❖ Un poco de teoría de juegos
 - ❖ Subasta inglesa
 - ❖ Estrategia dominante: Pujar la unidad incremental mínima hasta que el resto de agentes alcanzaron su máximo
 - ❖ Subasta japonesa
 - ❖ Estrategia dominante: Continuar en el proceso siempre que nuestro límite máximo lo permita. Decir la verdad es una estrategia dominante cuando nuestro máximo no depende de lo que hagan otros.
 - ❖ Subasta holandesa
 - ❖ No tiene!!
 - ❖ Subasta de sobre cerrado de primer precio
 - ❖ No tiene!!
 - ❖ Subasta de sobre cerrado de segundo precio
 - ❖ Estrategia dominante: Decir la verdad y pujar por nuestro precio límite

Subastas por un único bien

- ✿ Un poco de teoría de juegos
 - ✿ La subasta holandesa y la subasta de sobre cerrado de primer precio son estratégicamente equivalentes
 - ✿ La subasta japonesa y la de sobre cerrado de segundo precio también lo son cuando los valores máximos no dependen de lo que otros hacen.

Subastas por un único bien

- ❖ ¿Qué protocolo de subasta escogemos si somos el subastador?
 - ❖ Desde el punto de vista del beneficio teórico esperado:
 - ❖ Si los agentes son neutrales al riesgo y la función de valuación es independiente, da igual
 - ❖ Computacionalmente:
 - ❖ Protocolos con estrategias dominantes son más baratos
 - ❖ Hay que tener en cuenta el coste de las comunicaciones
 - ❖ Desde el punto de vista del beneficio real
 - ❖ La valuación de un objeto depende de lo que observamos → La subasta inglesa es mejor que la de sobre cerrado de segundo precio
 - ❖ Ambas son mejores que la holandesa y la de sobre cerrado de primer precio

Subastas por un único bien

- ❖ No es oro todo lo que reluce...
 - ❖ Cuidado con los compradores! (Collusion)
 - ❖ Los compradores pueden aliarse para pagar menos por un producto
 - ❖ Esto es dominante en la subasta inglesa y la de sobre cerrado de segundo precio
 - ❖ Subastador mentiroso! (Lying Auctioneer)
 - ❖ El propio subastador puja por el producto para subir su valor real (shill bidder)

6.3.2 Subastas por más de una unidad

- ❖ Hasta ahora: un único producto (bien)
- ❖ Muchos productos (bienes) de un mismo tipo
 - ❖ Los vendedores quieren vender todos los productos de una
- ❖ Pasar de subastas de un único bien a más de uno no es trivial
- ❖ Subastas de paquetes de productos (bienes).
 - ❖ Un buen ejemplo de paquetes de productos son las licencias de frecuencia de radio o TDT.
 - ❖ Para la banda de 1,7 a 1,72 GHz de Valencia para ser útil, se necesita una licencia de Castellón y Alicante.
 - ❖ Lo más valioso son las licencias para el mismo ancho de banda.
 - ❖ Pero una licencia de ancho de banda diferente es más valioso que ninguna licencia

Subastas por más de una unidad

- ❖ Veamos qué pasa con las subastas que conocemos:
 - ❖ De sobre cerrado:
 - ❖ ¿Qué regla de pago aplicamos?
 - ❖ Regla discriminatoria: Cada uno paga lo que ofrece
 - ❖ Regla de pago uniforme: Todos los ganadores pagan lo mismo → La cantidad más alta de los perdedores, o la más baja de los ganadores
 - ❖ Tipos de puja → (cantidad, precio/unidad)
 - ❖ Todo o nada → Deseo de un número fijo de bienes a un precio
 - ❖ Divisible → Acepta una cantidad menor al mismo precio/unidad
 - ❖ Desempates → Por cantidad, por tiempo, etc...

Subastas por más de una unidad

- ✿ Veamos qué pasa con las subastas que conocemos:
 - ✿ Subasta inglesa
 - ✿ Ganadores cuando se consigue vender todos los bienes de una → ¿Y en caso de empate?
 - ✿ Problemas similares a sobre cerrado
 - ✿ ¿Son las pujas todo o nada o divisibles?
 - ✿ ¿Cuál es la cantidad mínima incrementable de una ronda a otra? → Dos dimensiones!

Subastas por más de una unidad

- ✿ Veamos qué pasa con las subastas que conocemos:
 - ✿ Subasta japonesa
 - ✿ En vez de decir si se sigue o no, los compradores dicen el número de unidades que están dispuestos a pagar a dicho precio
 - ✿ El número de unidades va descendiendo
 - ✿ La subasta termina cuando la demanda iguala o supera el número de unidades a vender

Subastas por más de una unidad

- ✿ Veamos qué pasa con las subastas que conocemos:
 - ✿ Subasta holandesa
 - ✿ El precio por unidad va descendiendo
 - ✿ Los compradores indican cuantas unidades desean comprar a ese precio
 - ✿ Si la cantidad no es todas las unidades, se continua con la subasta

6.3.4 Subastas combinatorias

- ❖ Hemos visto:
 - ❖ Subastas por un solo bien
 - ❖ Subastas por múltiples unidades de un bien
- ❖ Subastas combinatorias:
 - ❖ Subastas por múltiples bienes distintos
 - ❖ Subastas por múltiples unidades de múltiples bienes distintos
 - ❖ Ejemplos de aplicación:
 - ❖ Subastas gubernamentales por el espectro electromagnético
 - ❖ Subastas en mercados energéticos
 - ❖ Subastas por caminos en redes (e.g., derechos de envío)

Subastas combinatorias

-
- ❖ Una modelización sencilla del problema:
 - ❖ Sea $G=\{1,2,3,\dots,M\}$ un conjunto de bienes a subastar
 - ❖ 1 vendedor
 - ❖ Tenemos N compradores diferentes, un conjunto de agentes $Ag=\{1, 2, \dots, n\}$ y capturamos las preferencias de cada agente i con la función de utilidad o valuación

$$U_i(.) = 2^G \mapsto \mathfrak{R}$$

que significa que para cada posible conjunto de bienes $g \subseteq G$, $U_i(g)$ dice lo bueno que es g para i .

Si $U_i(\emptyset) = 0$, entonces se dice que la función de valuación de i se normaliza.

- ❖ Otra idea útil es la libre disposición:

$$g_1 \subseteq g_2 \text{ implica que } U_i(g_1) \leq U_i(g_2)$$

en otras palabras, para un agente nunca es peor tener más cosas

Subastas combinatorias

- ❖ Las pujas son por un conjunto de bienes variables y un precio
 - ❖ (Cama, Silla, 200) XOR (Silla, Mesa, Cortinas, 130) XOR (Mesa, Cama, 150) ...
- ❖ Un agente puede incluso hacer muchas pujas distintas
- ❖ Las pujas expresan en cierta manera preferencias por ciertos conjuntos de objetos
 - ❖ Substitubilidad: $U_i(G_1 \cup G_2) < U_i(G_1) + U_i(G_2)$
 - ❖ Complementariedad: $U_i(G_1 \cup G_2) > U_i(G_1) + U_i(G_2)$

Subastas combinatorias

- ✿ Problemática:
 - ✿ ¿Qué pujas manda el comprador?
 - ✿ ¿Cómo se determina el ganador?

Subastas combinatorias

- Ya hemos mencionado la idea de una asignación.
- Formalmente **una asignación** es una lista de conjuntos de g_1, \dots, g_n , uno para cada agente Ag_i con la condición de que

$$g_i \subseteq G$$

y que $\forall i, j \in Ag$, tal que $i \neq j$, se cumple que $g_i \cap g_j = \emptyset$

- No se asigna un mismo bien (producto) a más de un agente.
- El conjunto de todas las asignaciones G a los agentes Ag es:

$$alloc(G, Ag)$$

Subastas combinatorias

- ❖ Cuando diseñamos la subasta, tenemos que decir cómo se determina la asignación.
- ❖ ¿Cómo se haría?
- ❖ Una forma natural es **maximizar el bienestar social**
 - ❖ Suma de las utilidades de todos los agentes
- ❖ Definimos una función de bienestar social:

$$F_N(g_1, \dots, g_n, u_1, \dots, u_n) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i)$$

Subastas combinatorias

- Teniendo en cuenta, esto podemos definir una subasta combinatoria.
- Dado un conjunto de bienes G y un conjunto de funciones de valuación (utilidad) u_1, \dots, u_n una por cada agente $i \in Ag$, el objetivo es encontrar una asignación $g_1^*, g_2^*, \dots, g_n^*$

que maximice F_N , es decir:

$$g_1^*, g_2^*, \dots, g_n^* = \arg \max_{(g_1, g_2, \dots, g_n) \in alloc(G, Ag)} F_N(g_1, g_2, \dots, g_n, u_1, u_2, \dots, u_n)$$

- Calcular esto es determinar el ganador

Subastas combinatorias

- ¿Cómo se determina el ganador? → ¿Cómo se distribuyen los recursos de forma óptima?
 - Optimalidad: $g_1^*, g_2^*, \dots, g_n^* = \arg \max_{(g_1, g_2, \dots, g_n) \in \text{alloc}(G, Ag)} F_N(g_1, g_2, \dots, g_n, u_1, u_2, \dots, u_n)$
 - Correctitud:
 - Ningún objeto es distribuido más de una vez
 - A cada comprador solo se le asigna como mucho un subconjunto
 - Caso especial Problema del empacamiento de conjuntos → NP Completo
 - Métodos exactos polinómicos
 - Heurísticas
 - Podríamos conseguir que cada agente i declare su valuación u_i
 - Esta valuación es lo que dice el agente, no necesariamente lo que es.
 - El agente puede mentir!
 - Entonces basta con ver todas las posibles asignaciones y decidir cuál es la mejor.

Subastas combinatorias

- Ver todas las posibles asignaciones supone un problema, la representación, las valoraciones son exponenciales:

$$u_i(.) = 2^G \mapsto \Re$$

- Una representación simple es poco práctico.
- En una subasta de ancho de banda con 1122 licencias tendríamos que especificar 2^{1122} valores para cada postor.
- Buscar todas las posibles valoraciones es computacionalmente intratable.

Subastas combinatorias

- ❖ ¿Qué pujas manda el comprador?
 - ❖ El posible número de pujas para un comprador es exponencial con el conjunto de bienes a la venta
 - ❖ Problemas de evaluación y selección de pujas a enviar
 - ❖ Problemas de representación → Lenguajes de expresión de pujas

Subastas combinatorias: lenguajes de pujas

- Lenguajes de pujas:
 - En lugar de evaluaciones exhaustivas, permitir a los licitadores la construcción de las valoraciones de las ofertas que quieren mencionar.
 - Ofertas atómicas (g,p) donde $g \subseteq G$.
 - Un lote g' satisface una oferta (g,p) si $g \subseteq g'$.
 - En otras palabras, un lote cumple una oferta si contiene por lo menos los productos de la oferta.
 - Ofertar atómicas definen las valoraciones
$$u_\beta(g') = \begin{cases} p & \text{si } g' \text{ satisface } (g,p) \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$
 - Las ofertas atómicas por si solas no nos permiten construir valoraciones muy interesantes.

Subastas combinatorias: lenguajes de pujas

- Para construir valoraciones más complejas, las ofertas atómicas pueden ser combinadas en ofertas más complejas.
- Una aproximación son la ofertas XOR
 - $\beta_i = (\{a,b\}, 3) \text{ XOR } (\{c,d\}, 5)$
- XOR porque pagaremos por al menos una.
- El significado de la oferta es:
Pagaría 3 por un lote que contenga a y b pero no c y d . Pagaré 5 por un lote que contenga c y d pero no a y b , y pagaré 5 por un lote que contenga a, b, c y d .
- A partir de esto podemos construir una valoración.

$$u_{\beta 1}(\{a\}) = 0, u_{\beta 1}(\{b\}) = 0, u_{\beta 1}(\{a, b\}) = 3, u_{\beta 1}(\{c, d\}) = 5, u_{\beta 1}(\{a, b, c, d\}) = 5$$

Subastas combinatorias: lenguajes de pujas

- Más formalmente, una oferta como esta:

$$\beta = (g_1, p_1) \text{ XOR } \dots \text{ XOR } (g_k, p_k)$$

define la siguiente valoración v_β :

$$u_\beta(g') = \begin{cases} 0 & \text{si } g' \text{ no satisface ninguna oferta } (g_i, p_i) \\ \max\{p_i \mid g_i \subseteq g'\} & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

- Las ofertas XOR son totalmente expresivas, es decir pueden expresar cualquier función de valoración sobre un conjunto de mercancías.
- Para ello, es posible que necesitemos un número exponencial de ofertas atómicas.
- Sin embargo, la valoración de un lote se puede calcular en tiempo polinómico.

Subastas combinatorias: determinación del vencedor

- ❖ El problema básico es intratable.
- ❖ Pero esto sucede en ‘el caso peor’, por lo tanto es posible desarrollar aproximaciones **óptimas** que funcionan bien en muchos casos.
- ❖ También puede resultar adecuado **renunciar** al óptimo y utilizar:
 - ❖ Heurísticas, o
 - ❖ Buscar algoritmos de aproximación.
- ❖ Una aproximación muy común: codificar el problema como un programa lineal entero y utilizar un solucionador estándar, esto funciona frecuentemente en la práctica

Subastas combinatorias: determinación del vencedor

- El mecanismo VCG
 - En general no sabemos si las valoraciones (u_i) que nos proporcionan los agentes son veraces o falsas.
 - ¡La vida sería más fácil si lo fuesen!
 - ¿Podemos hacer estas valoraciones veraces?
 - Si, en una generalización de la subasta Vickrey.
 - El mecanismo Vickrey/Clarke/Groves
 - El mecanismo es compatible con los incentivos: decir la verdad es una estrategia dominante.
 - Necesitamos más notación:
 - Una función de valoración indiferente ($u^0(G) = 0$) para todo G .
 - F_{N-i} es la función de satisfacción social sin i :

$$F_{N-i}(g_1, \dots, g_n, u_1, \dots, u_n) = \sum_{j \in Ag \setminus \{i\}} u_j(g_j)$$

Subastas combinatorias: determinación del vencedor

- Ahora podemos definir el **mecanismo VCG**
 1. Cada agente declara una valoración u_i simultáneamente.
 2. El mecanismo VCG calcula:

$$g_1^*, g_2^*, \dots, g_n^* = \arg \max_{(g_1, g_2, \dots, g_n) \in \text{alloc}(G, Ag)} F_N(g_1, g_2, \dots, g_n, u_1, u_2, \dots, u_n)$$

y es elegida la asignación

$$g_1^*, g_2^*, \dots, g_n^*$$

3. El mecanismo calcula también, para cada agente i :

$$g_1^*, g_2^*, \dots, g_n^* = \arg \max_{(g_1, g_2, \dots, g_n) \in \text{alloc}(G, Ag)} F_N(g_1, g_2, \dots, g_n, u_1, u_2, \dots, v^0, \dots, u_n)$$

la asignación que maximiza la satisfacción social es la del agente que ha declarado v^0 (función de valoración indiferente) como su valoración

Subastas combinatorias: determinación del vencedor

4. Cada agente i paga p_i , donde:

$$P_i = F_{N-i}(g'_1, \dots, g'_n, u_1, \dots, u_n^0, \dots, u_n) - F_{N-i}(g^*_1, \dots, g^*_n, u_1, \dots, u_i, \dots, u_n)$$

- En otras palabras, cada agente paga su coste, a los otros agentes, después de haber participado en la subasta.
- Es compatible con los incentivos por exactamente la misma razón por la cual la subasta Vickrey lo era antes.
- Si yo hago una oferta mayor que mi valoración y gano, entonces yo acabo pagando lo que vale el bien para todos los demás, que es más de lo que vale para mí.
- Si oculto mi subasta, reduzco mi probabilidad de ganar, pero incluso si gano aún estoy pagando lo que todo el mundo piensa que vale el bien, por lo que no ahorro dinero reduciendo mis probabilidades de ganar.
- Por lo tanto, tenemos una estrategia dominante para cada agente que garantiza maximizar el bienestar social.

6.3.5 Intercambios

- ✿ Son subastas donde todos pueden actuar como compradores y vendedores.
- ✿ Principalmente dos tipos:
 - ✿ Distribución de recursos → Subastas a dos bandas
 - ✿ Agregación de información → Mercados de predicción

Intercambios

- ❖ Subastas a dos bandas:
 - ❖ Hay muchos compradores y muchos vendedores de un bien (e.g., stock, acciones)
 - ❖ Cada comprador y cada vendedor hace una puja de compra/venta respectivamente con precio y número de unidades
 - ❖ Las pujas son almacenadas en un servidor central
 - ❖ Subasta a dos bandas continua
 - ❖ Subasta a dos bandas periódica

Intercambios

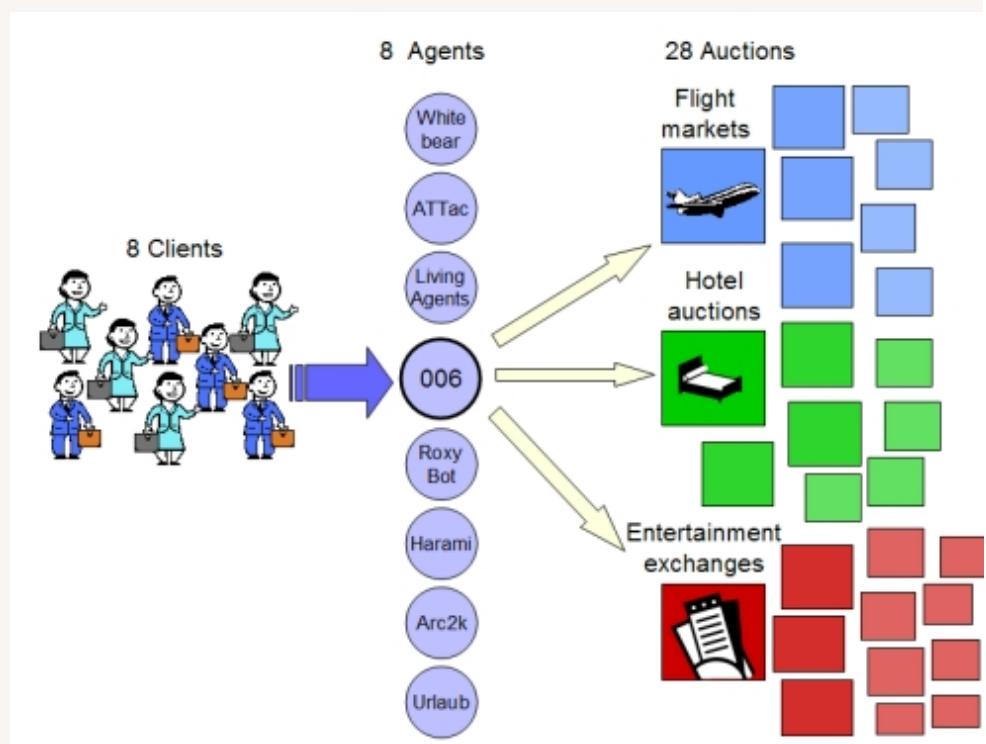
- ❖ Subastas a dos bandas:
 - ❖ Las ofertas de compra y venta son agrupadas de forma que se compra/venden las unidades deseadas (matching / clearing the market)
 - ❖ Si no es posible, el remanente se introduce como nueva oferta para próximas distribuciones
 - ❖ El agrupamiento de compra es posible si el precio de venta es menor o igual que el de compra
 - ❖ El precio del producto es determinado mediante el algoritmo especificado por el mercado
 - ❖ Se encuentra entre el precio de la oferta de venta y el de la oferta de compra

Intercambios

- ❖ Mercados de predicción:
 - ❖ Se busca agregar creencias de agentes en vez de distribuir bienes
 - ❖ Intención de voto
 - ❖ Casas de apuestas/ Predicción de eventos deportivos
 - ❖ Se abre un mercado con contratos (c_1, c_2, \dots, c_k), donde c_i es un compromiso a pagar al portador si el candidato i gana es vencedor
 - ❖ Los agentes compran y venden a su antojo
 - ❖ Los agentes valoran c_i de acuerdo a la probabilidad que ellos creen que la opción i será la vencedora
 - ❖ Si la probabilidad de que i gane es mayor que su precio de venta, el agente querrá comprar contratos
 - ❖ Si la probabilidad de que i gane es menor que su precio de venta, el agente querrá vender contratos
 - ❖ Hay evidencias que apuntan a que los mercados de predicción son más efectivos que las encuestas

6.3.6 Ejemplos del uso de subastas

- ❖ TAC Classic:
 - ❖ Mercados de viajes
 - ❖ Cada agente representa 8 clientes
 - ❖ Buscar un paquete de viajes:
 - ❖ Vuelo de ida y vuelta
 - ❖ Alojamiento
 - ❖ Tickets para eventos
 - ❖ Juego académico de simulación
 - ❖ Mercado con subastas
 - ❖ Vuelos: A un lado
 - ❖ Hoteles: Subasta inglesa multi-unidad
 - ❖ Tickets: Subastas a dos lados
 - ❖ Objetivo es maximizar las preferencias de los clientes

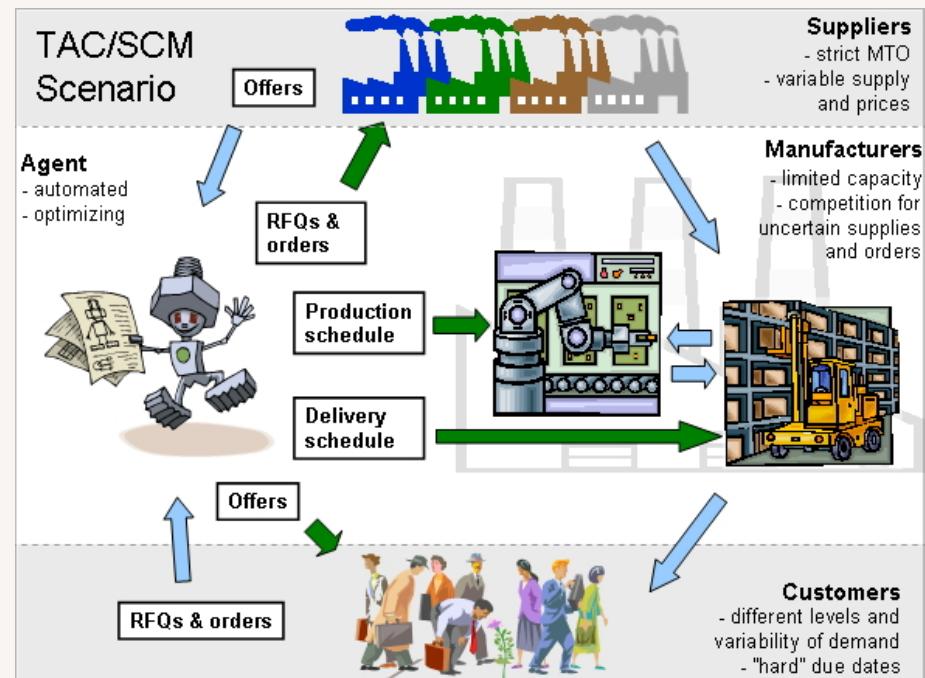


Ejemplos del uso de subastas

- ❖ Market Based Control:
 - ❖ Se centra en el diseño de mercados
 - ❖ Hay N mercados que compiten por atraer compradores y vendedores
 - ❖ Mercado: Emparejar vendedores y compradores en un mercado y cobrar comisión
 - ❖ Vendedores y compradores tienen oferta y demanda, y pueden seleccionar un mercado u otro de acuerdo a sus intereses
 - ❖ Juego de simulación
 - ❖ Los participantes se centran en programar los mercados
 - ❖ El servidor proporciona clientes y vendedores
 - ❖ El objetivo es maximizar los beneficios del mercado

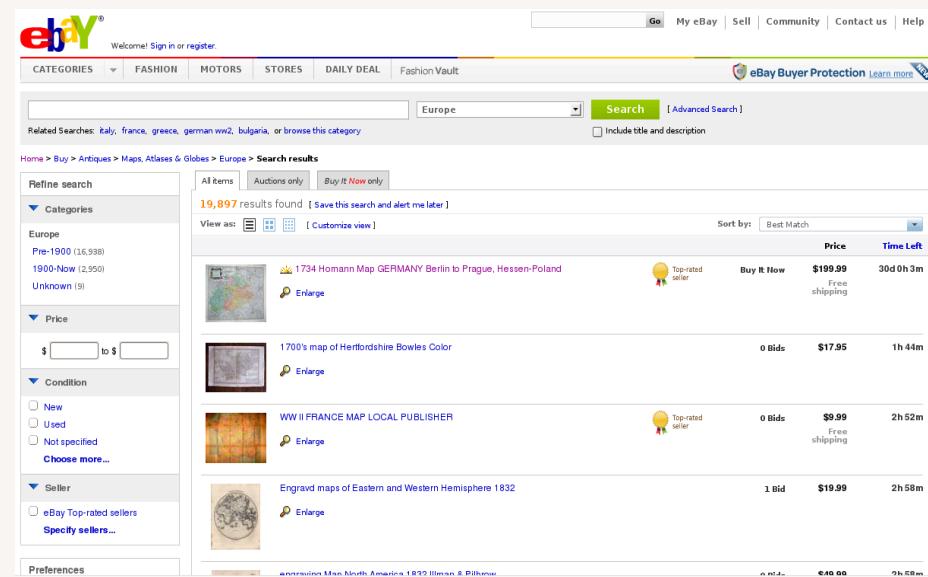
Ejemplos del uso de subastas

- ❖ TAC Supply Management:
 - ❖ Mercados en cadenas de suministro
 - ❖ Elementos: Factorías, Productores de componentes, Clientes
 - ❖ Planificar producción y negociar contratos con productores y clientes
 - ❖ Juego de simulación
 - ❖ Los agentes representan factorías
 - ❖ Cada día:
 - ❖ Negociar contratos de suministro con productores
 - ❖ Pujar por órdenes de clientes
 - ❖ Organizar la producción y los plazos de entrega



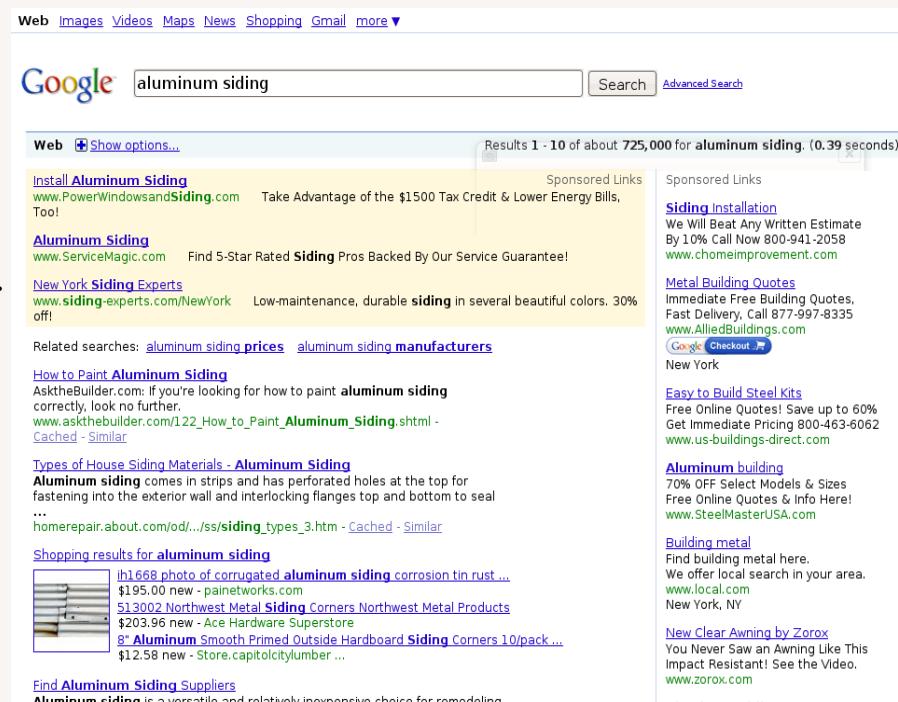
Ejemplos del uso de subastas

- ❖ eBay utiliza una variante de la subasta Inglés.
- ❖ Es vulnerable a francotiradores (sniping) .
- ❖ Para contrarrestar esto, eBay ofrece un agente de licitación automático.
- ❖ Reduce la subasta a un FPSB (First-price sealed-bid auction).
- ❖ Hay compañías que ofrecen servicios de francotiradores.
- ❖ Hay una solución fácil a los francotiradores, pero eBay optó por no utilizarlo.



Ejemplos del uso de subastas

- ❖ Adword auctions
- ❖ Se ejecuta una subasta adword para decidir en que posición se muestra un anuncio a los buscadores.
- ❖ La subasta se ejecuta en tiempo real (aunque evidentemente las ofertas se colocan previamente).
- ❖ La subasta es una variante de la Vickrey.
- ❖ El 85% de los ingresos de Google (\$ 4.1 millones) en 2005 proviene de estas subastas.
- ❖ Un área de investigación muy activa
 - ❖ No está claro cual es el mejor mecanismo de subasta para esta aplicación.
 - ❖ No está claro cual es la mejor forma de ofertar.



6.3.7 BIBLIOGRAFÍA

- ❖ General:
 - ❖ *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations.* Y. Shoham, K. Leyton-Brown. Ed. Cambridge (2010)
 - ❖ Agent Technology for e-Commerce. M. Fasli. Ed. Wiley & Sons, Chichester, 2007
 - ❖ *Auctions and bidding: a guide for computer scientists.* S. Parsons, J. A. Rodriguez-Aguilar, M. Klein. ACM Computing Surveys (2011)
- ❖ Subastas combinatorias:
 - ❖ *Combinatorial Auctions.* P. Cramton, Y. Shoham, R. Steinberg. Ed. MIT Press (2006)
- ❖ Prediction markets:
 - ❖ *Prediction markets.* J. Wolfers. The journal of economic perspectives (2004)
- ❖ Plataformas de subastas:
 - ❖ Ad Auctions: <http://aa.tradingagents.org/>
 - ❖ TAC Classic: <http://www.sics.se/tac/page.php?id=3>
 - ❖ Market Based Control:
http://www.marketbasedcontrol.com/blog/index.php/?page_id=5
 - ❖ TAC Supply Chain Management: <http://www.sics.se/tac/page.php?id=13>

6.4 Negociación bilateral y multiparticipante

6.4.1 Introducción

6.4.2 ¿No tenemos suficiente con las subastas y el social choice?

6.4.3 ¿De qué se compone un modelo de negociación bilateral?

 6.4.3.1 Protocolos de negociación

 6.4.3.2 Preferencias del agente: funciones de utilidad

 6.4.3.3 Estrategias de negociación

6.4.4 Negociación en dominios orientados a la tarea.

 6.4.4.1 El conjunto de negociación

 6.4.4.2 Protocolo de concesión monótono

 6.4.4.3 Estrategia de Zeuthen

6.4.5 Funciones de utilidad complejas

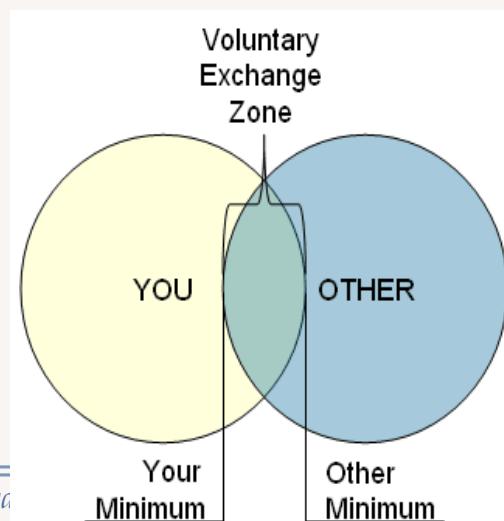
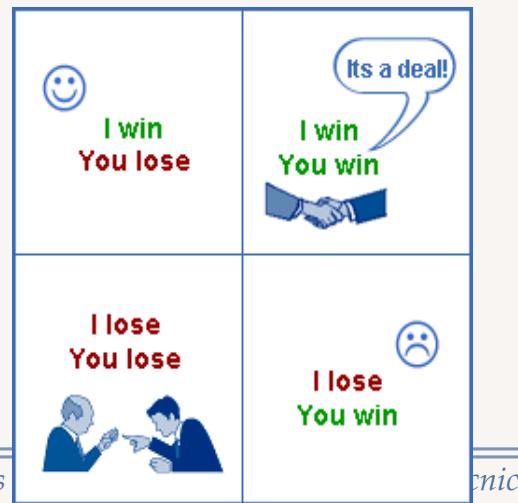
6.4.6 Outside options

6.4.7 Negociación multilateral

6.4.8 Bibliografía

6.4.1 Introducción

- ¿Cómo alcanzar acuerdos cuando los agentes son auto interesados?
- En un caso extremo (zero sum encounter) no hay acuerdo posible, pero en muchos escenarios, **existe la posibilidad de un acuerdo mutuamente beneficioso sobre asuntos de interés común.**
- Las capacidades de:
 - Negociación y
 - Argumentaciónson fundamentales para la capacidad de un agente para alcanzar tales acuerdos.



Introducción

- ❖ Mecanismos, protocolos y estrategias:
 - ❖ La negociación se rige por mecanismos particulares o protocolos
 - ❖ El mecanismo define las ‘reglas de encuentro’ entre agentes.
 - ❖ El diseño del mecanismo contempla que satisfagan ciertas propiedades deseables.
 - ❖ Propiedades como la Pareto eficiencia
 - ❖ Dado un protocolo particular, ¿cómo puede diseñarse una estrategia particular que puedan utilizar los agentes individuales?

6.4.2 ¿No tenemos suficiente con las subastas y el social choice?

- ❖ ¿Qué tienen en común las subastas y el social choice?
 - ❖ Nos permiten resolver conflictos en grupo y multiparticipante ☺
 - ❖ Los protocolos usados son rígidos y no permiten mucho intercambio de información ☹
 - ❖ Normalmente se trata un solo atributo o bien un conjunto finito de opciones ☹
- ❖ Subastas vs negociación:
 - ❖ Las **subastas** solo se ocupan de la asignación de bienes: se requieren técnicas más ricas de alcanzar acuerdos.
 - ❖ La **negociación** es el proceso de alcanzar acuerdos sobre asuntos de interés común.

¿No tenemos suficiente con las subastas y el social choice?

- ❖ Cualquier entorno de negociación tendrá cuatro componentes:
 - ❖ Un conjunto de negociación: las posibles propuestas que los agentes pueden hacer.
 - ❖ Un protocolo
 - ❖ Estrategias, una por cada agente, que son privadas.
 - ❖ Una regla que determina cuando se ha alcanzado un acuerdo y cuál es el trato del acuerdo.
- ❖ Frecuentemente la negociación ocurre en una serie de rondas con propuestas en cada ronda.
- ❖ Hay una serie de aspectos de la negociación que hacen que sea compleja.
- ❖ Multiples soluciones
 - ❖ El número de ofertas posibles es exponencial en el número de soluciones. (Al igual que el número de lotes en una subasta combinatoria)
 - ❖ Es difícil comparar las ofertas a través de las múltiples soluciones (El problema del vendedor de coches)

¿No tenemos suficiente con las subastas y el social choice?

- Multiples agentes:
 - Negociación uno a uno
 - Negociación muchos a uno
 - Negociación muchos a muchos
- Al final concluimos que no hay mucho que diferencie las subastas de la negociación.

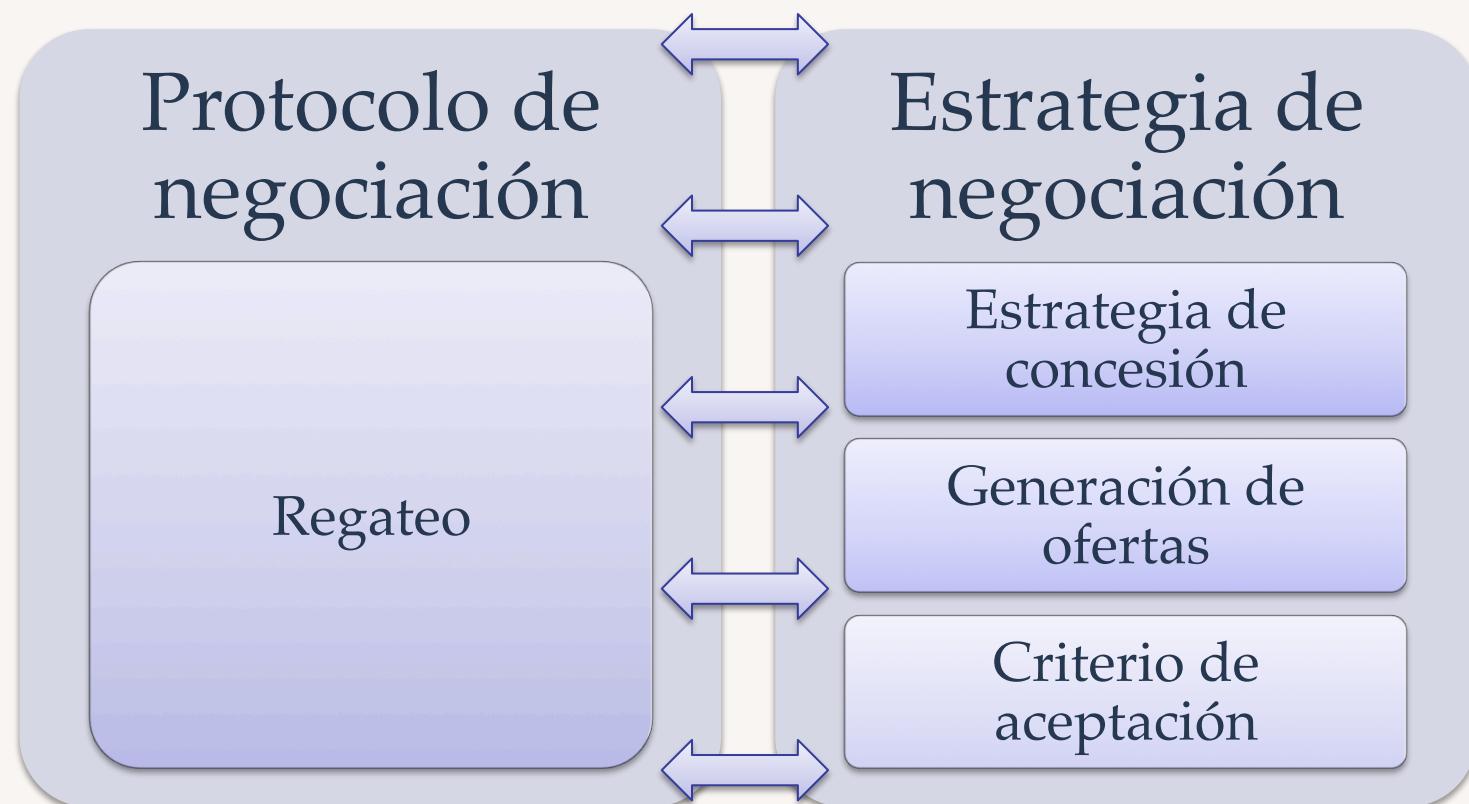
¿No tenemos suficiente con las subastas y el social choice?

- Negociación bilateral y multilateral:
 - Múltiples atributos y valores → espacios de búsqueda muy grandes
 - Complicado alcanzar un acuerdo óptimo en dichos espacios
 - Ya no nos valen protocolos one-shot para alcanzar un acuerdo válido → Requerimos intercambiar más información u ofertas



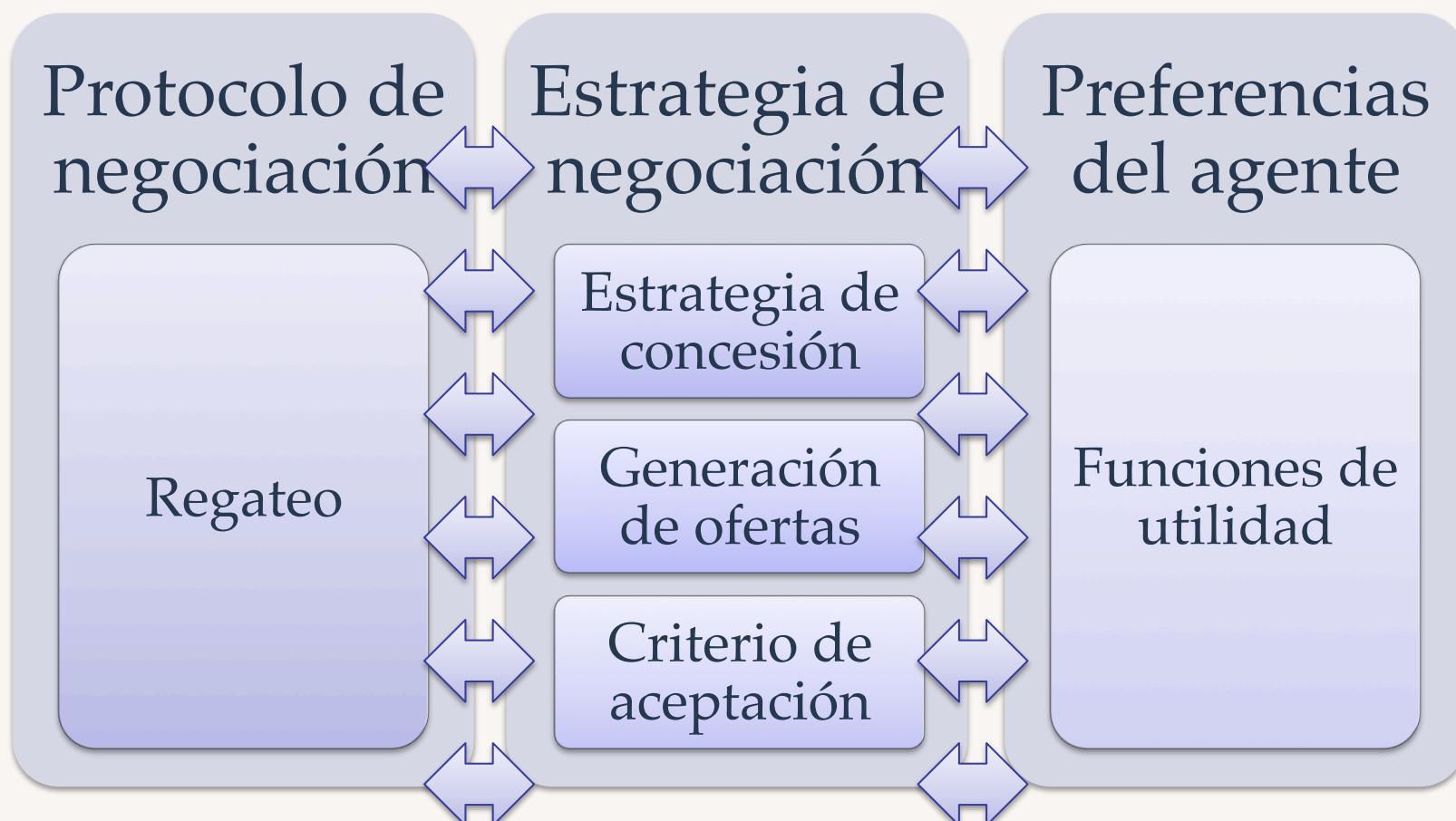
6.4.3 ¿De qué se compone un modelo de negociación bilateral?

- Recordemos:



¿De qué se compone un modelo de negociación bilateral?

- Recordemos:



6.4.3.1 Protocolos de negociación

- ❖ Protocolo de negociación:
 - ❖ Regateo:
 - ❖ También conocido como el protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein
 - ❖ Es un protocolo uno a uno.
 - ❖ El protocolo se divide en rondas:
 - ❖ Cada ronda está constituida de 1 oferta (o aceptación) por uno de los agentes, 1 contraoferta (o aceptación) del otro agente
 - ❖ En cualquier momento uno de los agentes puede abandonar el proceso
 - ❖ Asumimos que las negociaciones no son infinitas
 - ❖ Cada agente tiene un deadline privado para terminar la negociación

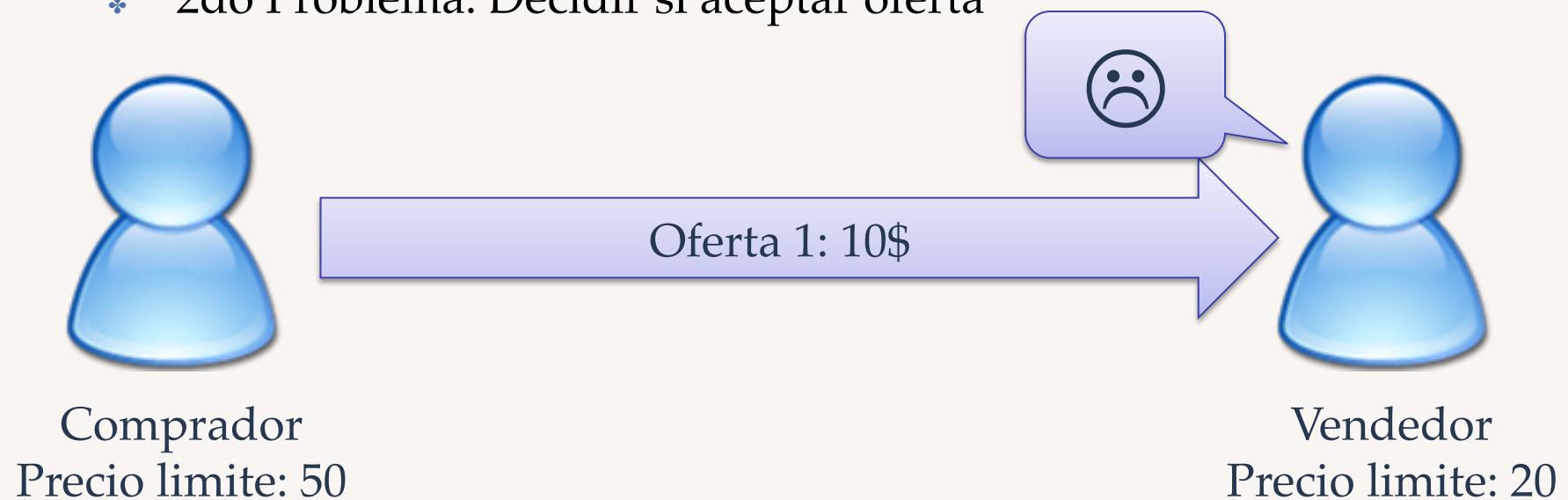
Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/ protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein :
 - 1er Problema: Decidir qué oferta enviar



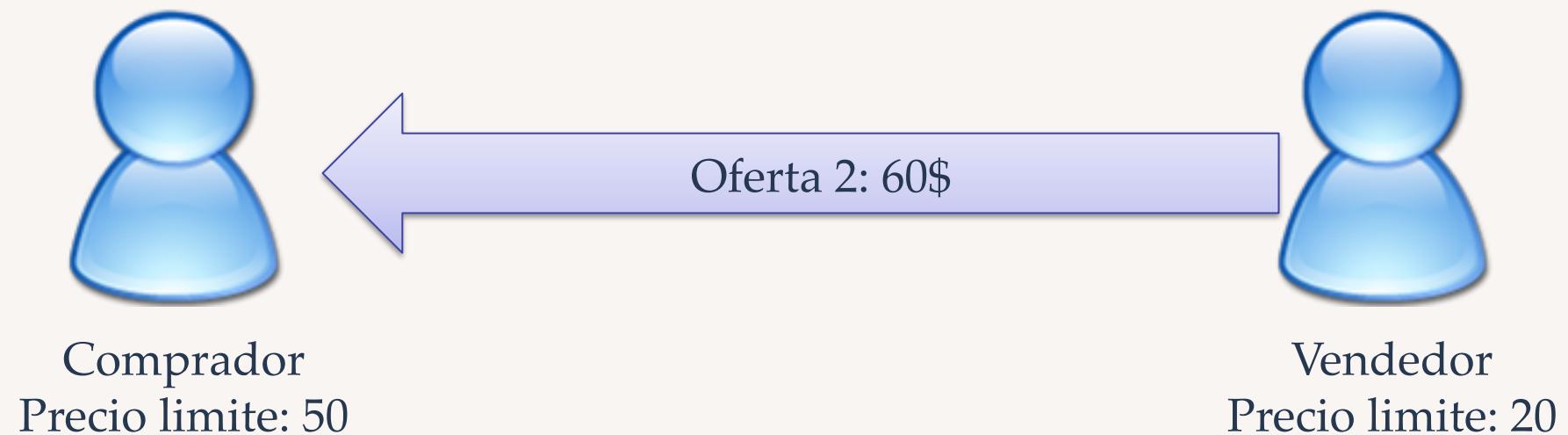
Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/ protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein :
 - 2do Problema: Decidir si aceptar oferta



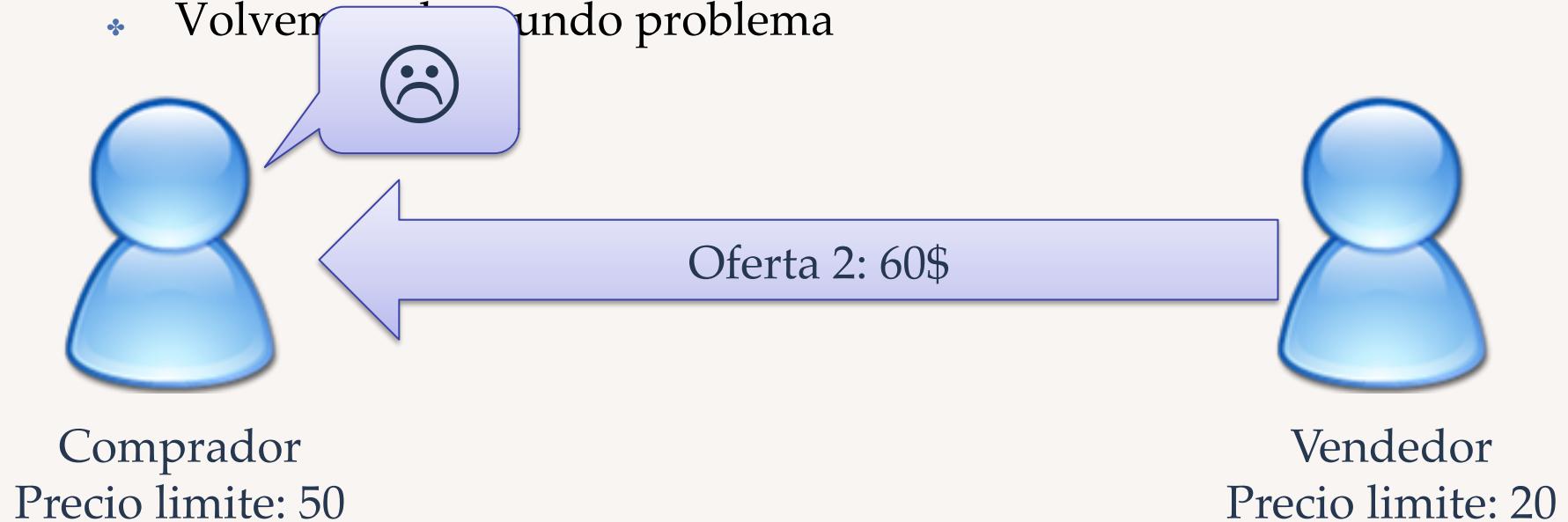
Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/ protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein :
 - Volvemos al primer problema



Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/ protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein :
 - Volver al segundo problema



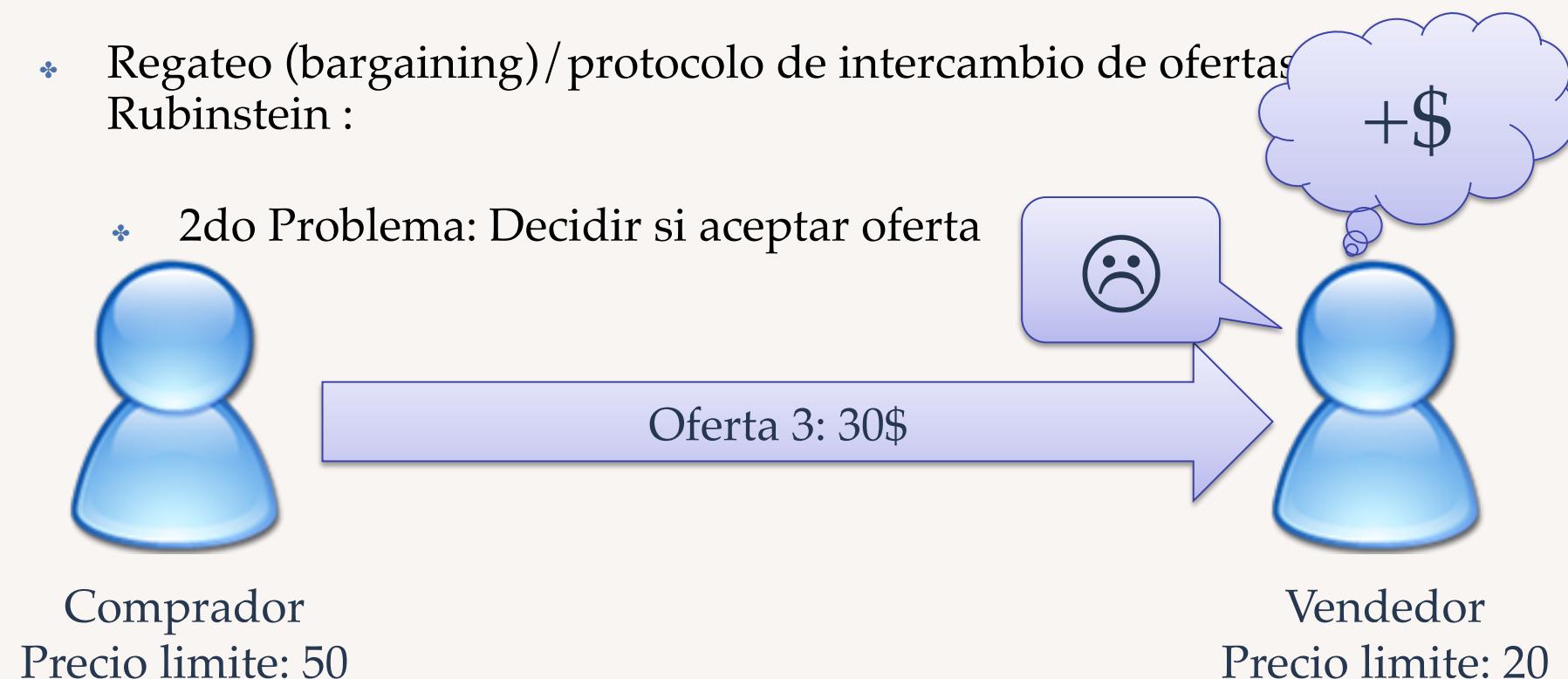
Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/ protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein :
 - Volvemos al primer problema



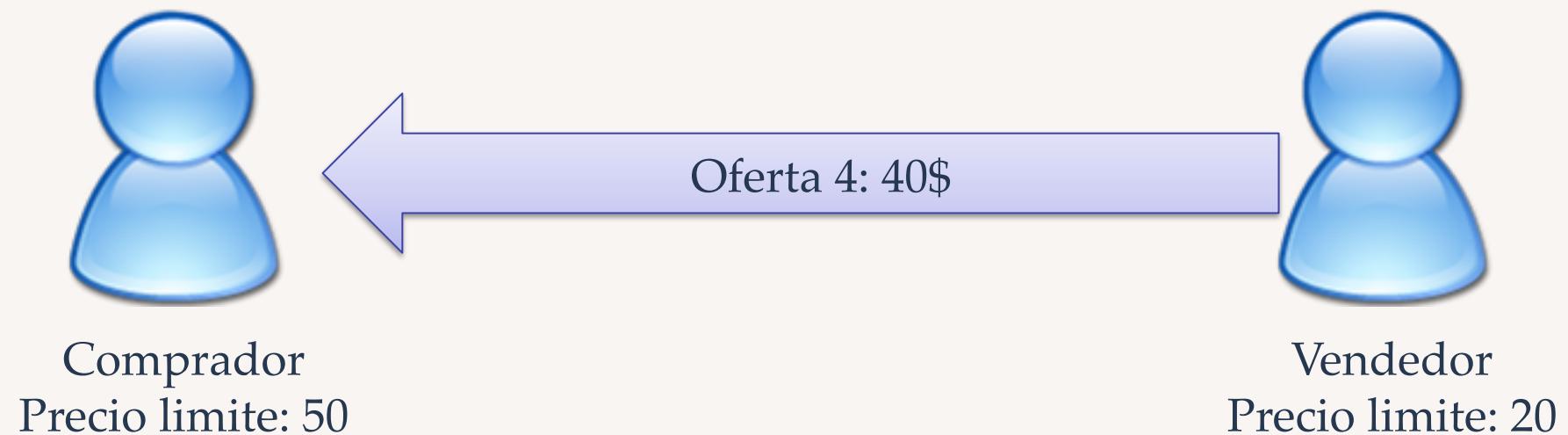
Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/ protocolo de intercambio de ofertas
Rubinstein :
 - 2do Problema: Decidir si aceptar oferta



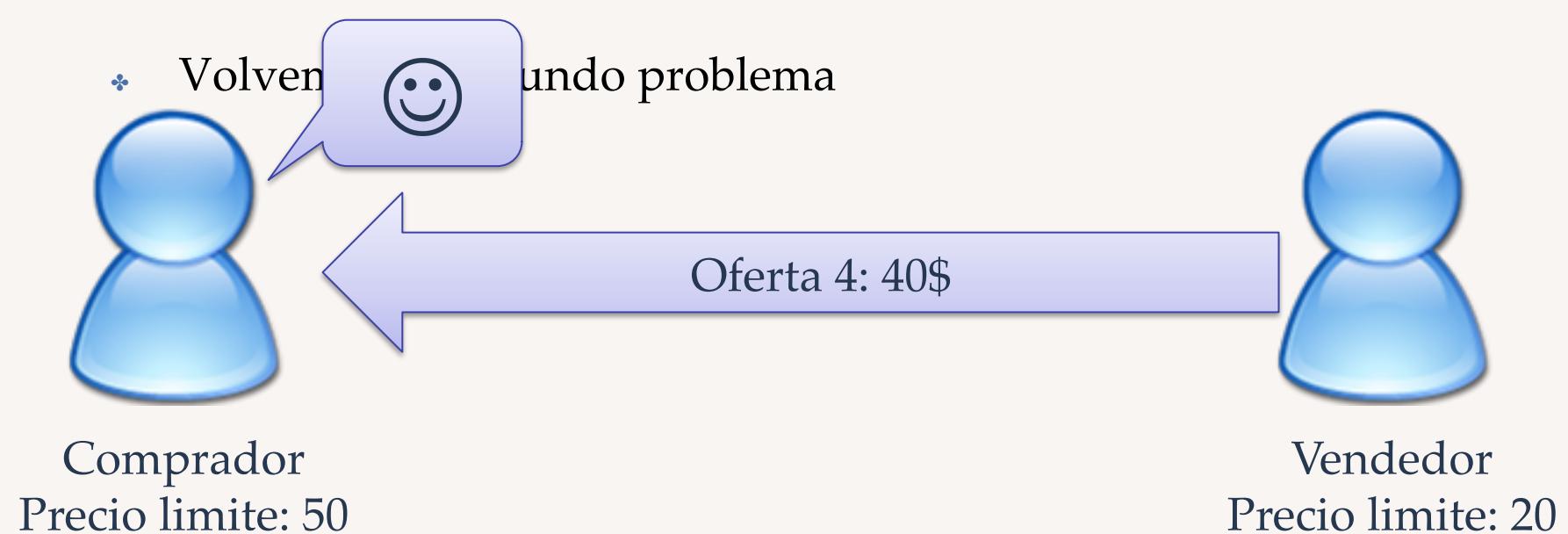
Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/ protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein :
 - Volvemos al primer problema



Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/ protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein :



Protocolos de negociación

- Regateo (bargaining)/protocolo de intercambio de ofertas de Rubinstein :



6.4.3.2 Preferencias del agente: funciones de utilidad

- ❖ Funciones de utilidad:
 - ❖ Es una función matemática abstracta que encapsula las preferencias o gustos del agente
 - ❖ Esta información es personal y privada para cada uno de los agentes
 - ❖ Determina cuánto le gusta a la agente una determinada oferta
 - ❖ Esta información puede ser elicitada de diversas formas:
 - ❖ Machine learning
 - ❖ Cuestionarios
 - ❖ Configurable por el usuario

Preferencias del agente: funciones de utilidad

- ❖ Funciones de utilidad:
 - ❖ Nuestro objetivo es que el acuerdo final maximice lo máximo posible esta función
 - ❖ ¿Entonces la función de utilidad es el dinero ganado/gastado? ¿Es todo puramente económico?
 - ❖ ¡Error común! Nosotros podemos hacer depender la función utilidad de lo que queramos
 - ❖ Calidad del producto adquirido
 - ❖ Plazo de entrega
 - ❖ Nuestra relación con el comprador
 - ❖ Emociones humanas, factores culturales
 - ❖ Nuestra previsión de futuras interacciones con el comprador/vendedor

Preferencias del agente: funciones de utilidad

- ✿ Funciones de utilidad:
 - ✿ Funciones de utilidad lineales
 - ✿ Son el modelo de preferencias multiatributo más común

$$U_{a_i}(X) = w_{i,1}V_{i,1}(x_1) + w_{i,2}V_{i,2}(x_2) + \dots + w_{i,N}V_{i,N}(x_N)$$

$$U_{a_i}(.) \in [0,1], V_{i,j}(.) \in [0,1]$$

$$\sum_j^N w_{i,j} = 1$$

Preferencias del agente: funciones de utilidad

-
- Funciones de utilidad:

$$U(car) = w_{price}V_{price}(price) + w_{color}V_{color}(color) + w_{abs}V_{abs}(abs)$$

$price \in \mathbb{R}, 0 \leq price \leq 3300$

$color = \{blue, green, red\}$

$abs = \{yes, no\}$

$$V_{price}(x) = \begin{cases} 0 & 2000 \leq x \leq 3300 \\ 0.5 & 1000 \leq x < 2000 \\ 1 & 0 \leq x < 1000 \end{cases}, V_{color}(x) = \begin{cases} 0.4 & blue \\ 0.1 & green \\ 1 & red \end{cases}, V_{abs}(x) = \begin{cases} 0 & no \\ 1 & yes \end{cases}$$

$$w_{price} = 0.4, w_{color} = 0.4, w_{abs} = 0.2$$

$$U(\{1000, blue, yes\}) = 0.4 \times 0.5 + 0.4 \times 0.4 + 0.2 \times 1 = 0.56$$

$$U(\{3000, red, yes\}) = 0.4 \times 0 + 0.4 \times 1 + 0.2 \times 1 = 0.6$$

$$U(\{800, red, yes\}) = 0.4 \times 1 + 0.4 \times 1 + 0.2 \times 1 = 1$$

6.4.3.3 Estrategias de negociación

- Las reglas del protocolo no significan que siempre se alcanzará un acuerdo.
 - Los agentes podrían seguir rechazando ofertas.
- Si no hay acuerdo, diremos que el resultado es la oferta conflicto Θ (conflict deal).
- Adoptamos las siguientes suposiciones básicas:
 - El desacuerdo es el peor resultado.
Ambos agentes prefieren un acuerdo a ninguno.
 - Los agentes buscan maximizar su utilidad.
Los agentes prefieren obtener valores de utilidad más grandes.
- Con este modelo básico, obtenemos algunos resultados extraños.

soluciones

Un jugador racional siempre elige la estrategia que maximiza su utilidad esperada.

- Asunciones: Todos los jugadores son racionales y el juego y la racionalidad de los jugadores es conocimiento compartido.
- Soluciones centradas en el individuo:
 - **Estrategia dominante**
 - **Equilibrio de Nash**
- Soluciones sociales:
 - **Optimalidad de Pareto**
 - **Bienestar social**

Equilibrio de estrategias dominantes

Una estrategia $s \in S_i$ es dominante para el jugador i si independientemente de lo que haga el oponente, i no puede estar mejor haciendo cualquier otra cosa.

Un perfil estratégico (s_1, s_2, \dots, s_n) está en equilibrio de estrategias dominantes (ESD) si s_i es la estrategia dominante de i .

Ejemplo de Equilibrio de estrategias dominantes

Dilema del prisionero

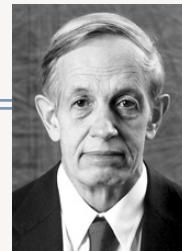
		Prisionero b	
		Calla	Confiesa
Prisionero a	Calla	-1,-1	-4,0
	Confiesa	0, -4	-3,-3

Ejemplo de Equilibrio de estrategias dominantes

Dilema del prisionero

		Prisionero b	
		Calla	Confiesa
Prisionero a	Calla	-1,-1	-4,0
	Confiesa	0, -4	-3,-3

Equilibrio de nash



J. Nash

Un perfil estratégico $(s_1, \dots, s_i, \dots, s_n)$ está en equilibrio de Nash si para cada i y cada $s' \in S_i$,
 $U_i(s_1, \dots, s_i, \dots, s_n) \geq U_i(s_1, \dots, s', \dots, s_n)$

La batalla de los sexos

		Mujer	
		Opera	Fútbol
Marido	Opera	2, 1	0, 0
	Futbol	0, 0	1, 2

Equilibrio de nash. Existencia

		Jugador b	
		Cara	Cruz
Jugador a	Cara	+1, -1	-1, +1
	Cruz	-1, +1	+1, -1

Teorema de Nash

Todo juego en que cada jugador tiene un conjunto finito de estrategias tiene al menos un equilibrio de Nash de estrategias mixtas.

Optimalidad de pareto

Un resultado $o \in O$ es un óptimo de Pareto si no hay otro $o' \in O$ tal que $U_i(o') \geq U_i(o)$ para todos los $i \in N$ y $U_i(o') > U_i(o)$ para algún $i \in N$

		Jugador 2	
		X	Y
Jugador 1	X	2, 2	0, 3
	Y	3, 0	1, 1

Bienestar social

El bienestar social de un resultado $o \in O$ se mide de dos maneras fundamentalmente:

- **Suma** de las utilidades de los agentes:

$$W(o) = \sum_{i \in N} U_i(o)$$

- **Producto** de las utilidades de los agentes:

$$W(o) = \prod_{i \in N} U_i(o)$$

Resultado que maximiza el bienestar:

$$o^* = \arg \max_{o \in O} W(o)$$

Estrategias de negociación

- ✿ Consideremos que estamos **repartiendo un pastel**
- ✿ Modelemos esto como un recurso con un valor 1 que es dividido en dos partes.
 - ✿ Cada parte está entre 0 y 1.
 - ✿ Las dos partes suman 1
- ✿ El conjunto de posibles ofertas es:
$$\{(x, 1-x) : 0 \leq x \leq 1\}$$
- ✿ Si tu eres el Agente 1, ¿qué ofreces?



Estrategias de negociación

-
- Asumamos que solo tendremos una ronda ([ultimatum game](#)).
 - El agente 1 tiene todo el poder.
 - Si el agente 1 propone (1,0), entonces esto es aún mejor para el agente 2 que la oferta conflicto y por lo tanto acepta.
 - El agente 1 tampoco puede hacer una oferta mejor que esta.
 - Así que tenemos un equilibrio de Nash.
 - Asumamos que tenemos dos rondas.
 - El poder pasa al agente 2.
 - Cualquier cosa que proponga el agente 1 el agente 2 la rechaza.
 - A continuación el agente 2 propone (0,1).
 - Como antes, es mejor para el agente 1 esto que la oferta conflicto y por lo tanto es aceptado.
 - Si reflexionamos un poco deducimos que esto sucederá siempre que hay un número de rondas fijo.

Estrategias de negociación

- ❖ ¿Qué sucede si tenemos un número indefinido de rondas?
 - ❖ Supongamos que el agente 1 utiliza esta estrategia:
 - ❖ Siempre propone (1,0) y siempre rechaza cualquier oferta del agente 2.
 - ❖ ¿Cómo debería responder el agente 2?
 - ❖ Si rechaza entonces nunca se alcanzará un acuerdo.
 - ❖ Oferta conflicto
 - ❖ Así que acepta. Y no hay un punto en que no se acepta en la primera ronda.
 - ❖ De hecho, ante cualquier oferta $(x, 1 - x)$ que proponga el agente 1 la aceptación inmediata es el equilibrio de Nash en tanto que el agente 2 sabe cuál es la estrategia del agente 1.

Estrategias de negociación

• Jugadores impacientes

- ❖ Como tenemos un número infinito de equilibrios de Nash, el concepto de solución de NE es demasiado débil para ayudarnos.
- ❖ Podemos obtener resultados únicos si tenemos en cuenta el tiempo.
Para cada resultado x y los tiempos $t_2 > t_1$ ambos agentes prefieren x en el instante t_1 .
- ❖ Una forma estándar de modelar esta impaciencia es descontar el valor del resultado.
- ❖ Cada agente tiene un δ_i , $i \in \{1, 2\}$, donde $0 \leq \delta_i \leq 1$.
- ❖ Cuando más próximo a 1 está δ_i más paciente es el agente.

Estrategias de negociación

- ✿ Si al agente i se le ofrece x entonces el valor del trozo es:
 - ✿ x en el instante 0
 - ✿ $\delta_i x$ en el instante 1
 - ✿ $\delta_i^2 x$ en el instante 2
 - ✿ .
 - ✿ .
 - ✿ $\delta_i^k x$ en el instante k
- ✿ Ahora podemos hacer algún progreso con el número fijo de rondas.
- ✿ Un juego de una ronda sigue siendo un ultimatum game.
- ✿ Un juego de 2 rondas significa que el agente 2 puede jugar como antes, pero si lo hace así, solo obtendrá δ_2 . Obtiene el pastel entero pero vale menos.

Estrategias de negociación

- ❖ El agente 1 puede tener esto último en cuenta.
- ❖ Si el agente 1 ofrece:

$$(1-\delta_2, \delta_2)$$

entonces el agente 2 podría también aceptar, no puede hacer nada mejor.

- ❖ Por ello, esto es de nuevo un equilibrio de Nash.
- ❖ En el caso general, el agente 1 hace la propuesta que ofrece al agente 2 que el agente 2 sería capaz de imponer en la segunda ronda.
- ❖ El agente 1 obtiene:
$$\frac{1 - \delta_2}{1 - \delta_1 \delta_2}$$
- ❖ El agente 2 obtiene:
$$\frac{\delta_2(1 - \delta_1)}{1 - \delta_1 \delta_2}$$
- ❖ Observar que cuanto más paciente es cualquiera de los agentes, ¡más pastel obtiene!

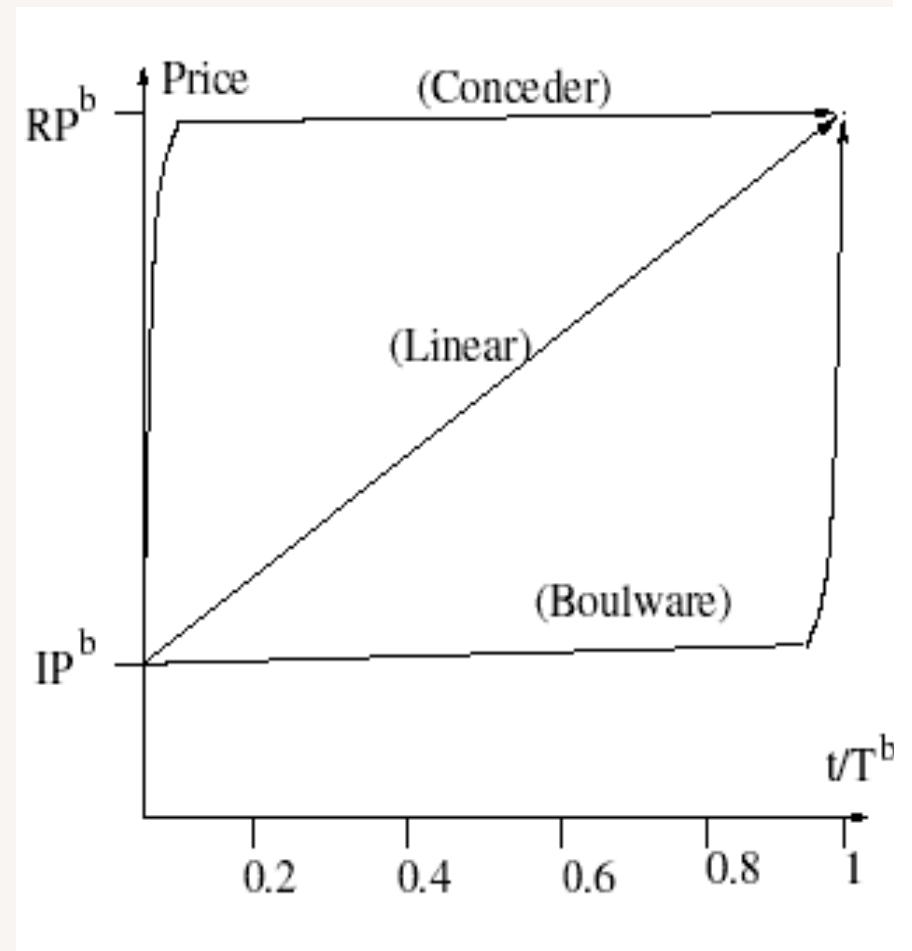
Estrategias de negociación

- **Aproximación heurística:**

- La aproximación que acabamos de ver se basa en el pensamiento estratégico acerca del otro jugador.
- Un enfoque más sencillo es utilizar una aproximación heurística de cómo el valor de la tarta varía para los jugadores.
- Algunas aproximaciones comunes son:
 - Lineal (linear)
 - Boulware
 - Concesión (conceder)
- Podemos ver estas aproximaciones desde el punto de vista de los compradores.

Estrategias de negociación

- ❖ Lineal
 - Incremento lineal desde el precio inicial en el instante de inicio hasta el precio de reserva en plazo máximo.
- ❖ Boulware
 - Aumento muy lento hasta la proximidad del plazo máximo y luego un aumento exponencial.
- ❖ Conceder
 - Incremento exponencial inicial hasta la proximidad del precio de reserva y luego no cambia mucho.

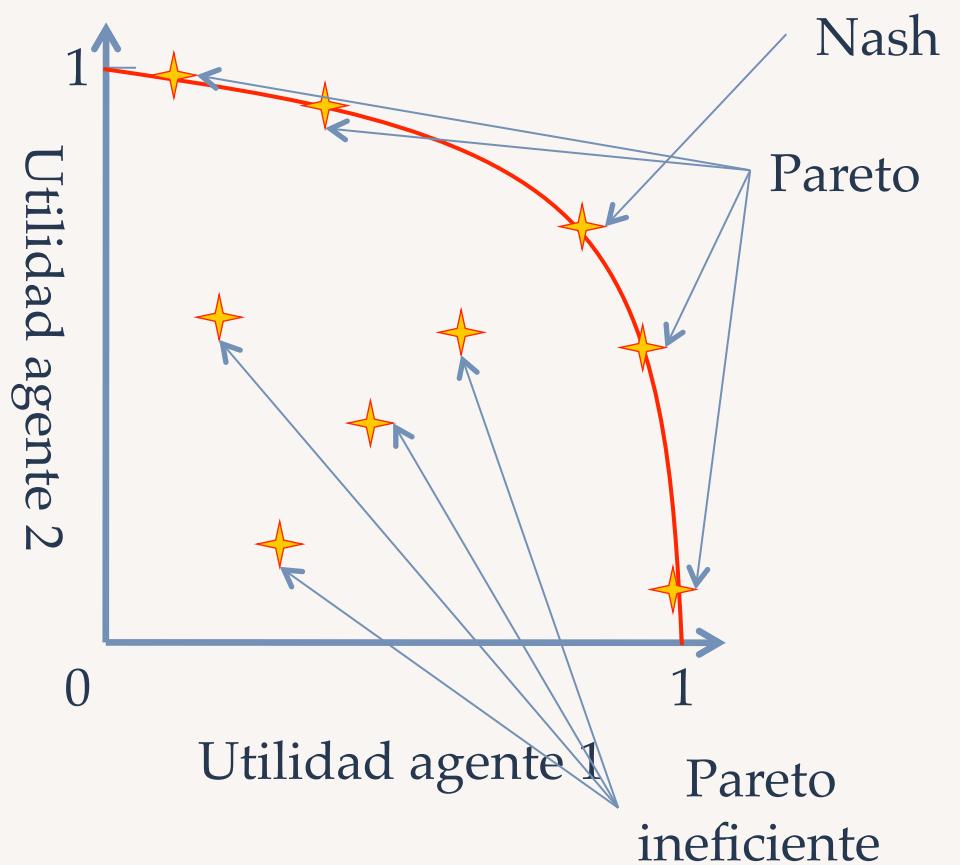


Estrategias de negociación

- ✿ ¿Cómo evaluamos la bondad un modelo de negociación?:
 - ✿ Criterios computacionales:
 - ✿ Número de rondas de negociación
 - ✿ Criterios de eficiencia económica:
 - ✿ Utilidad individual
 - ✿ Utilidad conjunta
 - ✿ Distancia al punto Pareto óptimo más cercano
 - ✿ Distancia al punto de regateo de Nash

Estrategias de negociación

- ❖ ¿Cómo evaluamos la bondad un modelo de negociación?:
 - ❖ Acuerdo pareto eficiente:
 - ❖ Un acuerdo es pareto eficiente si no se puede mejorar la utilidad de uno de los dos agentes sin empeorar la utilidad de otro
 - ❖ Punto de regateo de Nash:
 - ❖ Es el punto que maximiza la multiplicación de la utilidad de los dos agentes (utilidad conjunta)



Estrategias de negociación

- ❖ Estrategia de concesión:
 - ❖ La negociación es un proceso de concesión hacia un punto de acuerdo común
 - ❖ Empezamos con unas aspiraciones, y las vamos reduciendo a medida que vemos que el acuerdo no es posible
 - ❖ Cómo, cuánto y cuándo concedemos es lo que marca la estrategia de concesión → Marca nuestro nivel de aspiración actual

Estrategias de negociación

$$p_{a_i}(t) = \begin{cases} IP^{a_i} + s_{a_i}(t) * (RP^{a_i} - IP^{a_i}) & a_i = b_i \\ RP^{a_i} + (1 - s_{a_i}(t)) * (IP^{a_i} - RP^{a_i}) & a_i = s_i \end{cases}$$

- ✿ Estrategia de concesión:
 - ✿ Estrategia de concesión temporal
 - ✿ Conceder a medida que avanzan las rondas de la negociación

$$s_{a_i}(t) = \left(\frac{t}{T_{a_i}} \right)^{\frac{1}{\beta_{a_i}}}$$

$\beta_{a_i} = 1$ = *lineal*

$0 < \beta_{a_i} < 1$ = *boulware*

$1 < \beta_{a_i} < \infty$ = *conceder*

Estrategias de negociación

- * Estrategia de concesión:
 - * Estrategia de concesión temporal

$$T = 5, \beta = 0.3$$

$$t = 1 \quad s(1) = \left(\frac{1}{5}\right)^{\frac{1}{0.3}} = 0.00468 \quad s(1) = \left(\frac{1}{5}\right)^{\frac{1}{1}} = 0.2 \quad s(1) = \left(\frac{1}{5}\right)^{\frac{1}{10}} = 0.85$$

$$t = 2 \quad s(2) = 0.0472$$

$$s(2) = 0.4$$

$$s(2) = 0.91$$

$$t = 3 \quad s(3) = 0.18$$

$$s(3) = 0.6$$

$$s(3) = 0.95$$

$$t = 4 \quad s(4) = 0.475$$

$$s(4) = 0.8$$

$$s(4) = 0.98$$

$$t = 4.9 \quad s(4.9) = 0.9348$$

$$s(4.9) = 0.98$$

$$s(4.9) = 0.998$$

Estrategias de negociación

- Estrategia de concesión:
 - Estrategia de concesión basada en el comportamiento
 - Es lo que se conoce como el Tit-for-Tat o Toma y Daca. Consiste en conceder lo que creemos que ha concedido el otro

$$s_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-1}, X_{b \rightarrow a}^{t-\delta}, X_{b \rightarrow a}^{t-\delta+1}) = \min(1, \max(RU_{a_i}, \frac{1 - U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-\delta+1})}{1 - U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-\delta})} U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-1})))$$

Relativo

$$s_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-1}, X_{b \rightarrow a}^{t-\delta}, X_{b \rightarrow a}^{t-\delta+1}) = \min(1, \max(RU_{a_i}, U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-1}) - (U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-\delta+1}) - U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-\delta}))))$$

Absoluto

$$s_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-1}, X_{b \rightarrow a}^{t-\delta}, X_{b \rightarrow a}^{t-1}) = \min(1, \max(RU_{a_i}, \frac{1 - U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-1})}{1 - U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-\delta})} U_{a_i}(X_{b \rightarrow a}^{t-1})))$$

Promediado

Estrategias de negociación

- Estrategia de concesión:

$$U_{a_i}(x) = x, RU_{a_i} = 0.3, \delta = 3$$

	Relativo	Absoluto	Promediado
$t = 0$	$s(1,-,-) = 1$	$s(1,-,-) = 1$	$s(1,-,-) = 1$
$t = 1, 0.1$	1	1	1
$t = 2, 0.3, 0.1$	1	1	1
$t = 3, 0.5, 0.3, 0.1$	$s(1,0.1,0.3) = \frac{0.7}{0.9} = 0.77$	$s(1,0.1,0.3) = 1 - 0.2 = 0.8$	$s(1,0.1,0.5) = \frac{0.5}{0.9} = 0.55$

Estrategias de negociación

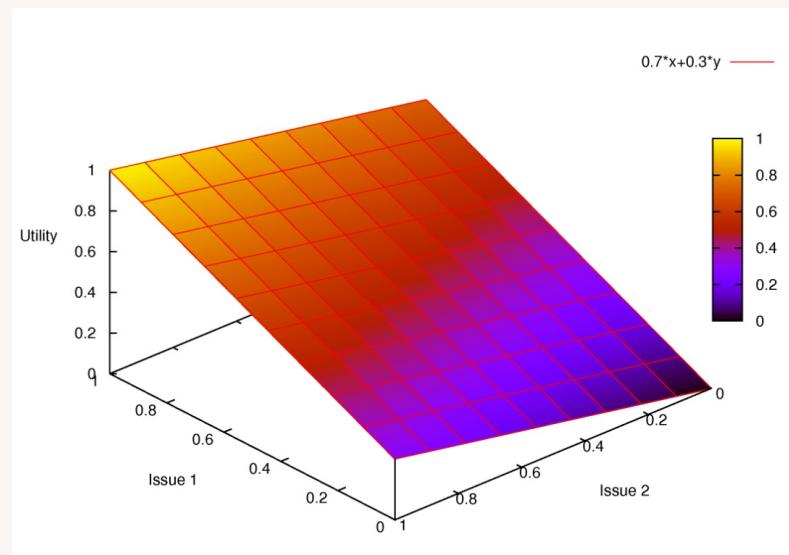
- ❖ Estrategia de concesión:
 - ❖ ¿Son estas las únicas?
 - ❖ ¡¡No!! Pueden haber tantas como se os ocurran. Son infinitas
 - ❖ Basadas en cantidad de recursos a comprar/vender
 - ❖ Basadas en modelado humano
 - ❖ Sit-and-wait
 - ❖ Con subidas y bajadas en el nivel de aspiración
 - ❖ ¡Incluso no conceder!

Estrategias de negociación

- ✿ Generación de ofertas:
 - ✿ Se generan ofertas en base a la utilidad marcada por la estrategia de concesión
 - ✿ Puede haber desde 0 hasta infinitas ofertas con un nivel de utilidad dado
 - ✿ ¿Cómo buscamos estas ofertas?
 - ✿ ¿Cuál de todas las ofertas seleccionamos?
 - ✿ Esto es lo que marca el mecanismo de generación de ofertas

Estrategias de negociación

- ❖ Generación de ofertas:
 - ❖ En el caso de funciones de utilidad lineales
 - ❖ ¿Cómo buscamos estas ofertas? → Relativamente sencillo si las funciones de valuación son monótonas



Estrategias de negociación

- Generación de ofertas:
 - En el caso de funciones de utilidad lineales
 - ¿Cuál de todas las ofertas seleccionamos?
 - Hacer la oferta lo más satisfactoria para el oponente dentro de lo posible
 - Intentar averiguar qué atributos son más interesantes para el oponente
 - El oponente puede darnos información parcial sobre sus preferencias
 - Usar algoritmos para intentar aprender aproximadamente los pesos dados a cada atributo
 - Observar en qué atributos se concede más y en cuales menos
 - Aplicar otras técnicas avanzadas de IA y Aprendizaje

Estrategias de negociación

- * Generación de ofertas:
 - * En el caso de funciones de utilidad lineales
 - * ¿Cuál de todas las ofertas seleccionamos?
 - * Heurística de similaridad: Escoger la oferta con el nivel de aspiración actual que más se parece a la anterior/es ofertas del oponente
 - * Similaridad en base a distancia euclídea (independiente del dominio)
 - * Similaridad en base a criterios de similaridad difusa (requiere información de expertos e información sobre los pesos del oponente)

Estrategias de negociación

- ❖ Generación de ofertas:
 - ❖ En el caso de funciones de utilidad lineales
 - ❖ ¿Cuál de todas las ofertas seleccionamos?
 - ❖ Algoritmos genéticos: Realizar operaciones de cruce y mutación sobre ofertas del oponente y propias
 - ❖ Basándonos en modelos estándar para determinados perfiles de agente (e.g., edad, sexo, provincia, etc...)

Estrategias de negociación

- ✿ Criterio de aceptación:
- ✿ De nuevo, se nos pueden dar muchos:
 - ✿ Basados en condiciones del entorno
 - ✿ Basados en conocimiento sobre el oponente
- ✿ Criterio racional, uno de los más empleados:

$$accept_{a_i}(X, t) = \begin{cases} accept & U_{a_i}(X) \geq s_{a_i}(t + 1) \\ reject & \text{otherwise} \end{cases}$$

6.4.4 Negociación en dominios orientados a la tarea

- Imagine que tiene tres hijos, cada uno de los cuales debe ser llevado a una escuela diferente cada mañana. Su vecino tiene cuatro hijos, y también tiene que llevarlos a la escuela. Llevar a cada niño puede ser modelado como una tarea indivisible. Usted y su vecino pueden discutir la situación y llegar al acuerdo que es mejor para los dos (por ejemplo, transportando al niño del otro a un destino compartido, librando del viaje). No hay preocupación sobre ser capaz de realizar su tarea por sí mismo. Lo peor que puede pasar es que usted y su vecino no lleguen a un acuerdo sobre establecer un pool de coches, en cuyo caso no es peor que si estuviese solo. Sólo se pueden beneficiar (o no hacerlo peor) de las tareas de su vecino. Supongamos, sin embargo, que uno de mis hijos y uno de los hijos de mi vecino van a la misma escuela (es decir, el costo de llevar a cabo estas dos entregas, o dos tareas, es el mismo que el costo de la realización de uno de ellos). Obviamente tiene sentido que ambos niños que sean transportados juntos, y que sólo mi vecino o yo necesitamos hacer el viaje para realizar ambas tareas. (Wooldridge 2011)

Negociación en dominios orientados a la tarea

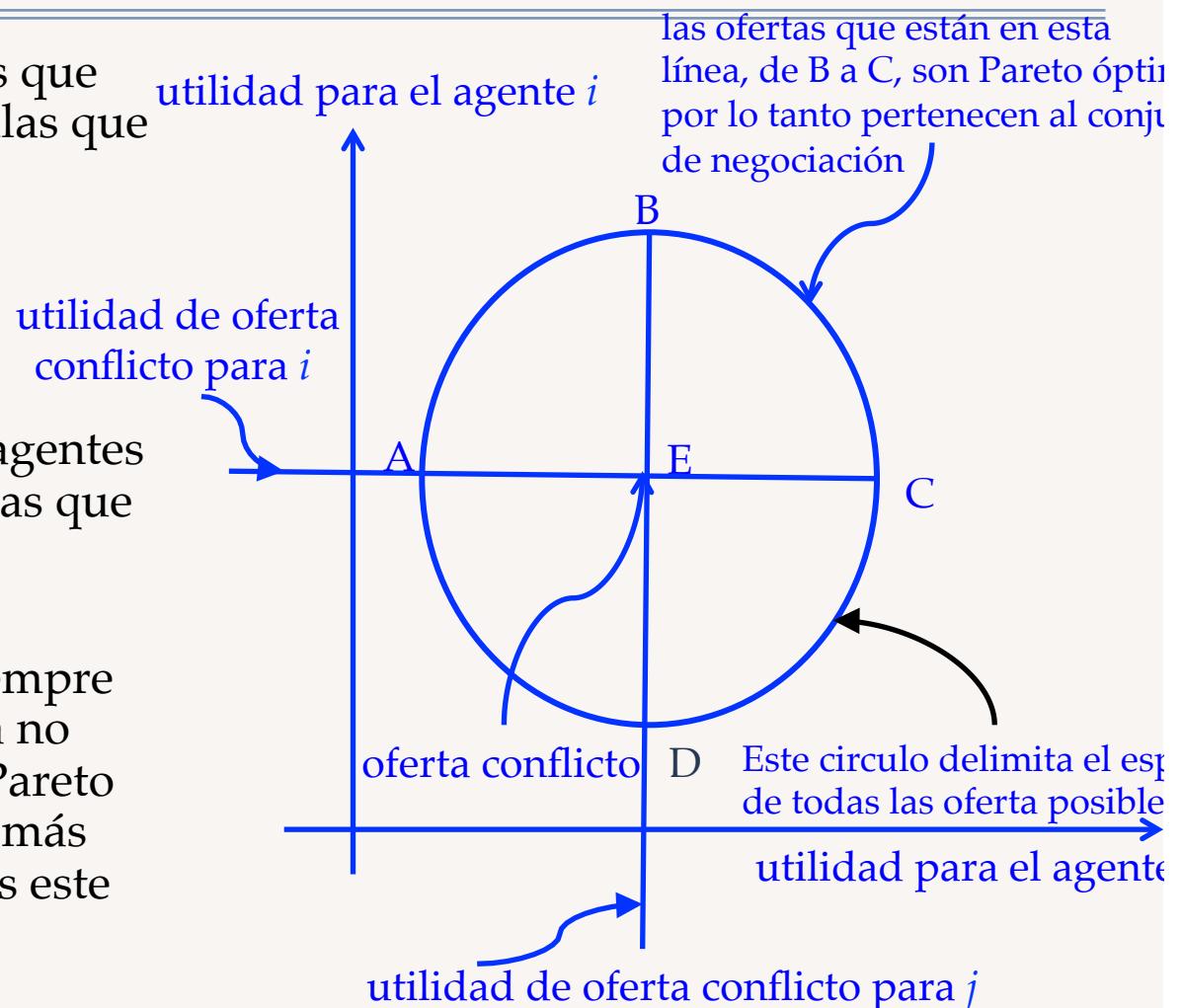
- ✿ Definición de un dominio orientado a la tarea (TOD)
 - ✿ Un dominio orientado a la tarea (Task Oriented Domain -TOD-) es una tripleta:
$$(T, Ag, c)$$
donde:
 - ✿ T es el conjunto (finito) de todas las tareas posibles;
 - ✿ $Ag = \{1, \dots, n\}$ es el conjunto de los agentes participantes;
 - ✿ $c: \mathcal{P}(T) \rightarrow \mathcal{R}$ define el coste de ejecutar cada subconjunto de tareas.
 - ✿ Un encuentro es una colección de tareas
$$\langle T_1, \dots, T_n \rangle$$
donde $T_i \subseteq T$ para cada $i \in Ag$

Negociación en dominios orientados a la tarea

- **Ofertas en TODs:**
 - Dado un encuentro $\langle T_1, T_2 \rangle$ una oferta será una asignación de las tareas $T_1 \cup T_2$ a los agentes 1 y 2.
 - El coste para i de la oferta $\delta = \langle D_1, D_2 \rangle$ es $c(D_i)$ y lo denominaremos por $cost_i(\delta)$
 - La utilidad de la oferta δ del agente i es:
$$utility_i(\delta) = c(T_i) - cost_i(\delta)$$
 - La oferta conflicto, Θ , es la oferta $\langle T_1, T_2 \rangle$ constituida por las tareas asignadas originalmente.
observar que $utility_i(\Theta) = 0$ para todo $i \in Ag$
 - La oferta δ es racional individualmente si da una utilidad positiva.

6.4.4.1 Conjunto de negociación

- El conjunto de ofertas sobre las que negocian los agentes son aquellas que son:
 - racional individualmente (individually rational)
 - pareto eficiente
- Individualmente racional: los agentes no estarán interesados en ofertas que dan utilidad negativa, ya que preferirán la oferta conflicto.
- Pareto eficiente: los agentes siempre pueden transformar una oferta no Pareto eficiente en una oferta Pareto eficiente haciendo a un agente más feliz y que ninguno de los otros esté peor.



6.4.4.2 Protocolo de concesión monótono

- Las reglas de este protocolo son:
 - La negociación se realiza en rondas.
 - En la ronda 1, los agentes proponen simultáneamente una oferta del conjunto de negociación.
 - Se alcanza un acuerdo si un agente considera que la oferta propuesta por los otros es al menos tan buena o mejor que su propuesta.
 - Si no se alcanza un acuerdo entonces la negociación continua en otra ronda de propuestas simultáneas.
 - En la ronda $u+1$, no se permite a ningún agente realizar una propuesta que sea menos preferida por los otros agentes que la oferta propuesta en el instante (ronda) u .
 - Si ningún agente realiza una concesión en alguna ronda ($u>0$), entonces la negociación acaba con la oferta conflicto.

6.4.4.3 Estrategía de Zeuthen

- Tres problemas:
 - ¿Cuál será la primera propuesta de un agente?
Su oferta más preferida.
 - ¿En cualquier ronda, **que agente debe ceder?**
El agente menos dispuesto a correr el riesgo de conflictos.
 - Si un agente concede, **¿cuánto debería conceder?**
Sólo lo suficiente para cambiar el equilibrio de riesgos.
- Disposición a correr riesgo de conflicto:
 - Suponer que has concedido **mucho**. Entonces:
 - Tu propuesta esta ahora cerca de la oferta conflicto
 - En el caso en que ocurra un conflicto, no estás mucho peor.
 - Estás más dispuesto a arriesgar en un conflicto.
 - Un agente estará más dispuesto a arriesgar en un conflicto si la diferencia de utilidad entre su propuesta actual y la oferta conflicto es baja.

6.4.4.3 Estrategía de Zeuthen

- ❖ La estrategia de Zeuthen está en equilibrio Nash: bajo la suposición que un agente está usando la estrategia y el otro no puede hacer nada mejor que utilizarla el mismo....

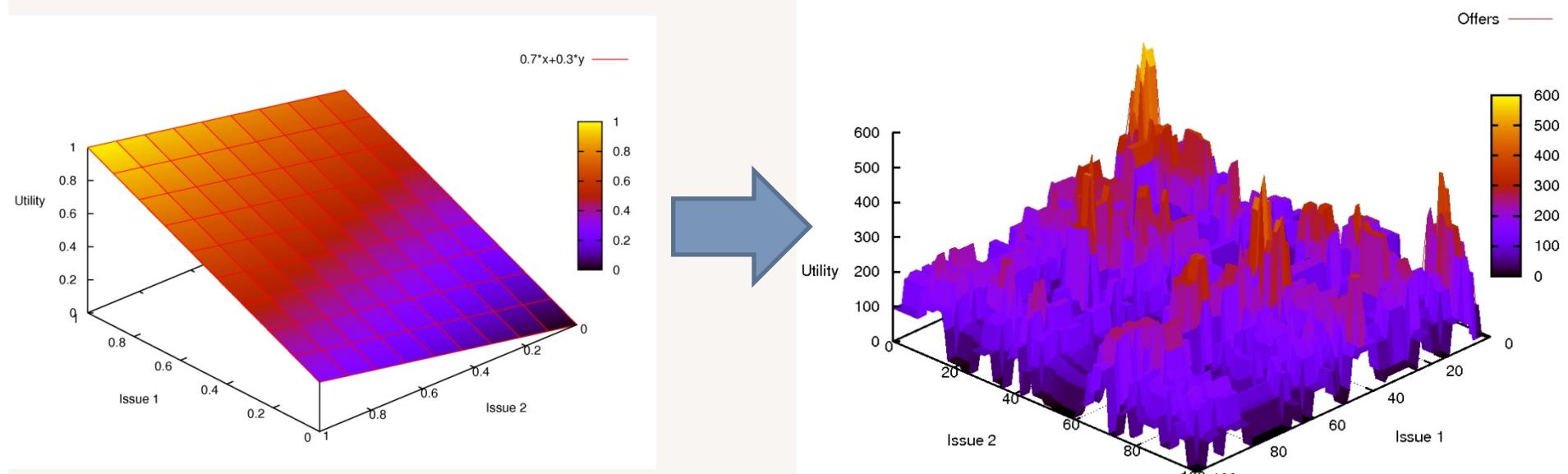
- ❖ Esto es de particular interés para el diseñador de agentes automáticos. Se elimina cualquier necesidad de secreto por parte del programador. La estrategia de un agente puede ser de conocimiento público, y ningún otro diseñador de agentes puede explotar la información eligiendo una estrategia diferente. De hecho, es deseable que la estrategia sea conocida, para evitar conflictos involuntarios.

6.4.5 Funciones de utilidad complejas

- ✿ Las funciones de utilidad lineales son apropiadas para dominios sencillos
 - ✿ No son capaces de modelar dependencias entre atributos
 - ✿ ¿Recordamos que pasaba con las subastas combinatorias?
 - ✿ Sustituidad
 - ✿ Compatibilidad
 - ✿ El razonamiento es similar

Funciones de utilidad complejas

- ❖ Espacios de búsqueda



Funciones de utilidad complejas

- ❖ La búsqueda ya no resulta tan sencilla
 - ❖ ¿Cómo movernos por estos espacios de búsqueda?
 - ❖ ¿Cómo ser computacionalmente eficiente?
- ❖ Modelar este tipo de preferencias complejas

- ❖ Hacen falta nuevos modelos de negociación que aborden este problema

Funciones de utilidad complejas

- ❖ Modelos propuestos:
 - ❖ Matrices de influencia
 - ❖ Restricciones hiperrectángulos
 - ❖ Grafos de utilidad
 - ❖ Restricciones hiper-cónicas
 - ❖ Redes o grafos CP
 - ❖ Independientes del tipo de preferencias

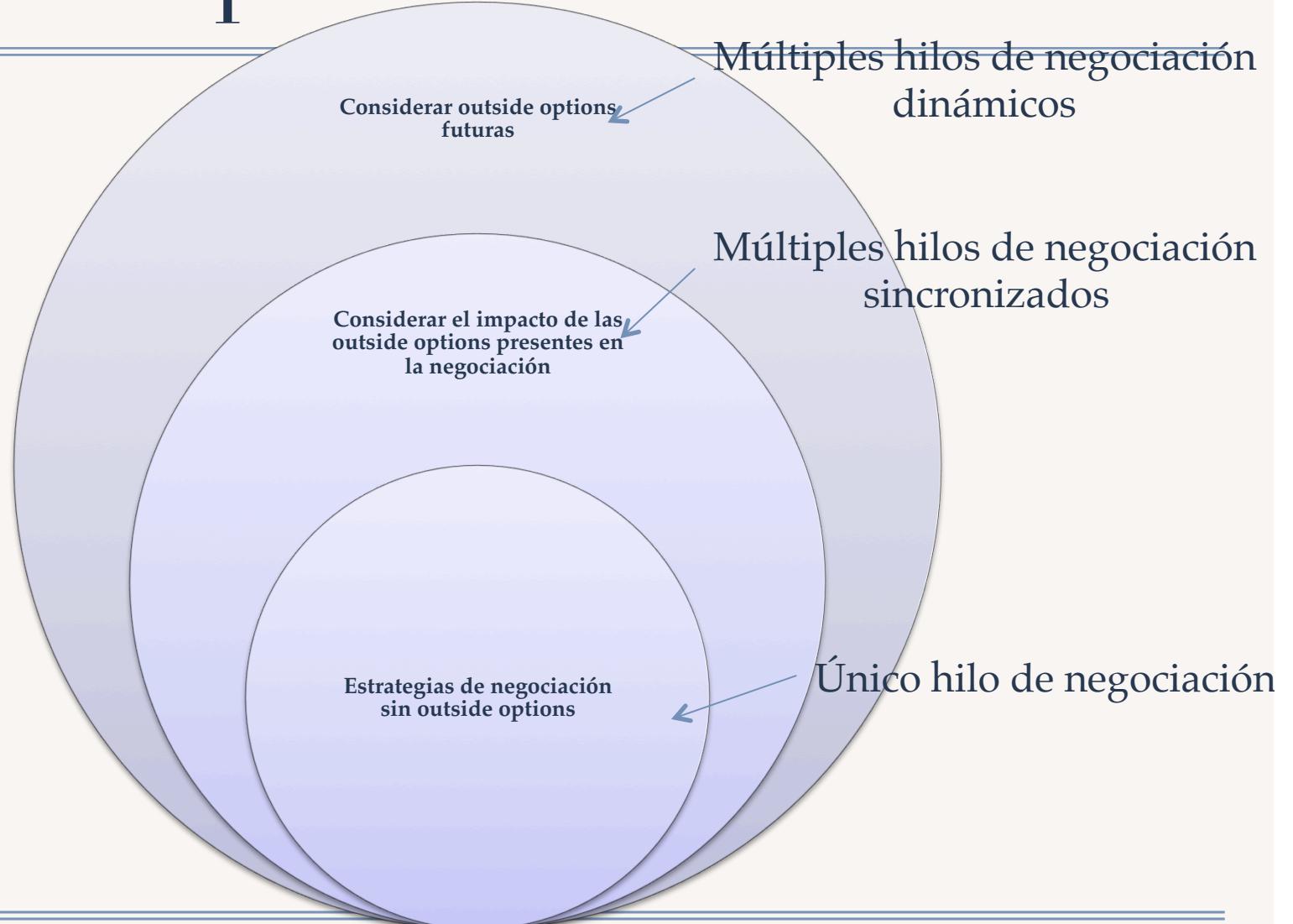
6.4.6 Outside Options

- ✿ Modelos presentados hasta ahora son ciegos, solo se centran en el proceso actual de negociación
- ✿ Realidad
 - ✿ Podemos estar llevando a cabo varias negociaciones a la vez para obtener el mismo producto → Outside options
 - ✿ Los entornos son dinámicos y aparecen y desaparecen oportunidades
- ✿ Incorporemos este conocimiento en la toma de decisiones de los agentes

Outside Options

- ❖ ¿Cómo puede influir las outside options a la hora de tomar decisiones?
 - ❖ Utilidad de reserva → Ésta puede ser actualizada a la mejor oferta recibida de entre todos los oponentes
 - ❖ Estrategia de concesión → Podemos conceder menos cuando hay más outside options
 - ❖ Aceptación de ofertas → Podemos rechazar ofertas aceptables si consideramos que en un futuro vamos a recibir mejores

Outside Options



6.4.7 Negociación multilateral

- ✿ Posibles filosofías:
 - ✿ Coordinación en paralelo de muchas negociaciones por el mismo productos
 - ✿ Relacionado con las outside options
 - ✿ Coordinación en paralelo de negociaciones cuyos resultados están relacionados
 - ✿ No muy estudiado bajo mi entendimiento
 - ✿ Negociación multilateral real:
 - ✿ Muchos agentes negociando a la vez para alcanzar un acuerdo conjunto
 - ✿ Puede verse como una “mejora” del social choice
 - ✿ Muchos modelos requieren mediador debido a la alta complejidad para alcanzar acuerdos

6.4.8 BIBLIOGRAFÍA

- * General:
 - * *Automated Negotiation: Prospects, Methods and Challenges.* N.R. Jennings, P. Faratin, A. R. Lomuscio, S. Parsons, C. Sierra and M. Wooldridge. Group Decision and Negotiation Journal (2000)
 - * *Negotiation and Cooperation in Multi-Agent Environments.* S. Kraus. Artificial Intelligence (1997)
 - * *A classification scheme for negotiation in electronic commerce.* A. R. Lomuscio, M. Wooldridge, N. R. Jennings. Group Decision and Negotiation Journal (2003)
 - * *Scientific Approaches and Techniques for Negotiation: A Game Theoretic and Artificial Intelligence Perspective.* E.H. Gerding, D.D.B. van Bragt, J.A. La Poutré (2000)
 - * *Negotiation among autonomous computational agents: principles, analysis and challenges.* F. Lopes, M. Wooldridge, A.Q. Novais. Artificial Intelligence Review (2008)
 - * *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations.* Y. Shoham, K. Leyton-Brown. Ed. Cambridge (2010)
- * Negociación con funciones de utilidad lineales
 - * *Negotiation Decision Functions for Autonomous Agents.* P. Faratin, C. Sierra, N.R. Jennings. International Journal of Robotics and Autonomous Systems
 - * *Opponent Modelling in Automated Multi-Issue Negotiation Using Bayesian Learning.* K. Hindriks, D. Tykhonov. Proceeding of the 7th International Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems (2008)
 - * *Automated Multi-attribute Negotiation with Efficient Use of Incomplete Preference Information.* C. M. Jonker, V. Robu. Proceedings of the 3rd International Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems (2004)
 - * *An agenda-based framework for multi-issue negotiation.* S.S. Fatima, M. Wooldridge, N.R. Jennings. Artificial Intelligence Journal. (2004)
 - * *Agents behaviors in virtual negotiation environments.* R. Krovi, A. C. Graesser, W. E. Pracht. IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics (Part C) Vol 29. (1999)

BIBLIOGRAFÍA

- * Funciones de utilidad complejas:
 - * *Retrieving the structure of Utility Graphs Used in Multi-Item Negotiation through Collaborative Filtering of Aggregate Buyer Preferences.* V. Robu, J.A. La Poutré. Rational, Robust and Secure Negotiations. (2008)
 - * *Negotiating Complex Contracts.* M. Klein, P. Faratin, H. Sayama, Y. Bar-Yam. Group Decision and Negotiation Journal vol 12. (2003)
 - * *Secure and Efficient Protocols for Multiple Interdependent Issues Negotiations.* K. Fujida, T. Ito, M. Klein vol 21. (2009)
 - * *Addressing Stability Issues in Mediated Complex Contract Negotiations for Constraint-based, Non-Monotonic Utility Spaces.* I. Marsa-Maestre, M. A. Lopez-Carmona, M. Klein, T. Ito. Journal of Autonomous Agents and Multiagent Systems (2011)
 - * *Evolutionary-Aided negotiation model for bilateral bargaining in Ambient Intelligence domains with complex utility functions.* V. Sanchez-Anguix, S. Valero, V. Julian, V. Botti, A. Garcia-Fornes. Information Sciences (2011)
- * Outside options:
 - * *Bilateral Negotiation Decisions with Uncertain Dynamic Outside Options.* C. Li, J. A. Giampapa, K. Sycara. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics (Part C) vol 36. (2006)
 - * *Adaptive Conceding Strategies for Automated Trading Agents in Dynamic, Open Markets.* F. Ren, M. Zhang, K. M. Sim. Decision Support Systems vol 46 (2009)
 - * *Decision Making of Negotiation Agents using Markov Chains.* B. An, K. M. Sim, C. Miao, Z. Shen. Multiagent and Grid Systems Journal vol 4. (2008)
 - * *Intelligent agents for automated one-to-many e-commerce negotiation.* I. Rahwan, R. Kowalczyk, H. H. Pham. Proceeding of the 25th Australasian conference on Computer Science. (2002)
- * Negociación multilateral:
 - * *Secure and Efficient Protocols for Multiple Interdependent Issues Negotiations.* K. Fujida, T. Ito, M. Klein vol 21. (2009)
 - * *Searching for Joint Gains in Multi-party Negotiations.* H. Ehtamo, E. Kettunen, R. P. Hämäläinen. European Journal of Operational Research vol 130. (2001)