Negociación

Jose Aguilar
CEMISID, Facultad de Ingeniería
Universidad de los Andes
Mérida, Venezuela
aguilar@ula.ve

Conflictos

- Los conflictos surgen cuando al resolver un problema se da una o varias de las siguientes circunstancias:
  - El conocimiento local es incompleto.
  - Coexisten metas diferentes y divergentes en algún momento.
  - Hay diferentes criterios de evaluación de soluciones.
  - Los recursos son limitados.
- Aspecto positivo:
  - se intercambia información
  - mejora la robustez e integración
  - se llega a soluciones globalmente óptimas.
- Los conflictos se resuelven o evitan mediante mecanismos de:
  - prevención y evitación (clásicos en S.O.),
  - sistemas de pizarra (sincronización),
  - negociación.

Negociación

Consiste en llegar a un acuerdo a través de ofertas, contraofertas, argumentación, etc.

Negociación

Forma de interacción en la cual un grupo de agentes, con intereses conflictivos y un deseo de cooperar, intentan alcanzar un acuerdo mutuamente aceptable en la división de recursos escasos (Rahwan et al., 2003a)

La negociación se puede resolver con un plan común

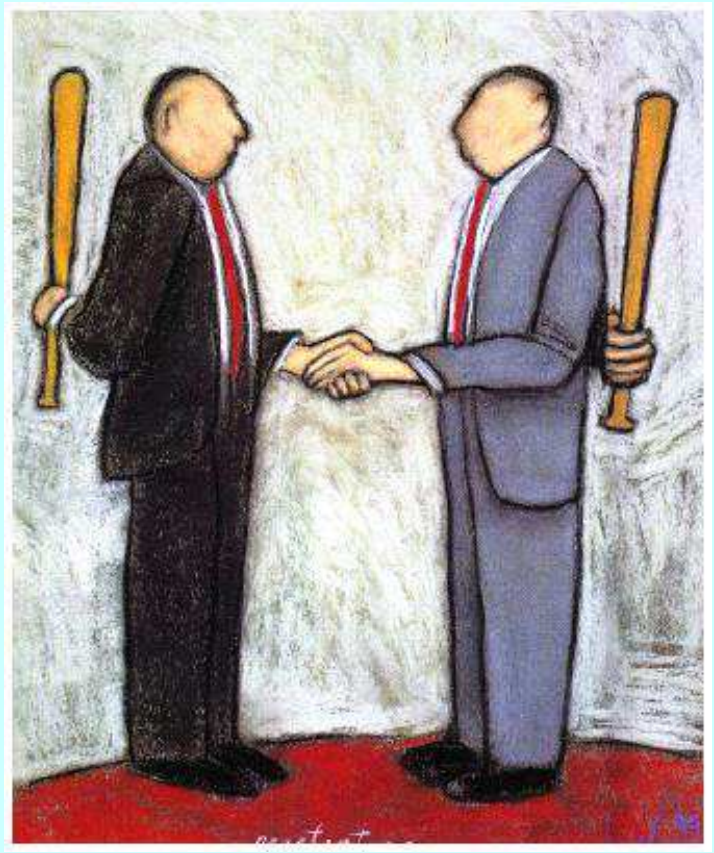
- Negociación estricta:
  - Negociación de un plan común;
  - Ejecución estricta del plan.
- Otros aspectos de la Negociación:
  - Existen esquemas conocidos de negociación y relajación de metas
  - Existen mecanismos de arbitraje bien conocidos

Negociación

- Objetivo:

  determinar (las condiciones de) un acuerdo entre, al menos, dos agentes

- Ejemplos de negociación
  - Subastas
    - Adjudicar productos y tareas a través de un “mercado”
    - *n* participantes, transacción entre 2
  - Regateo
    - Llegar a un acuerdo entre *todos* los participantes
  - Argumentación
    - Resolver (supuestos) conflictos a través del debate



Negociación

la negociación viene definida por tres aspectos importantes:

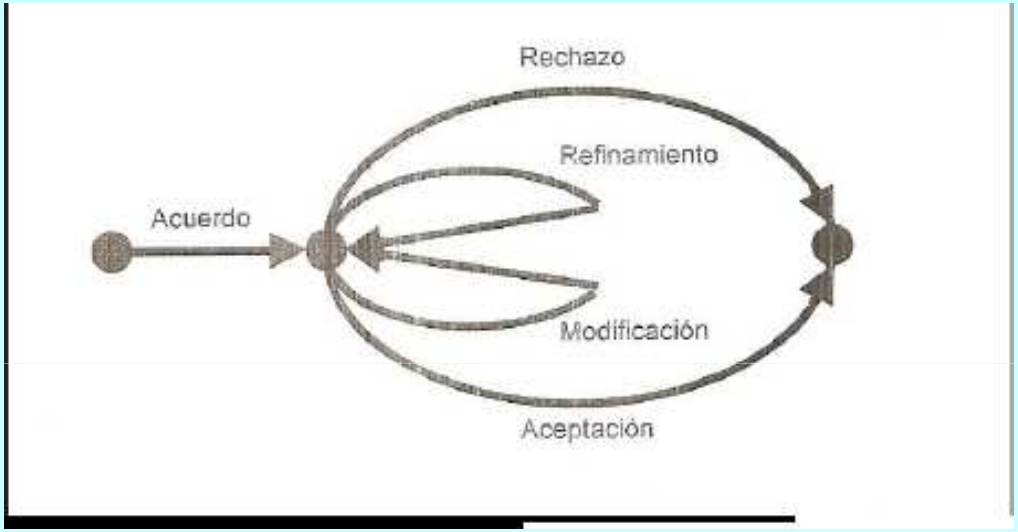
- El flujo de información entre agentes es bidireccional
- Cada negociador evalúa la información desde su propia perspectiva
- La decisión final se toma de mutuo acuerdo

Elementos principales: la comunicación y la toma de decisiones.

- **Lenguaje de negociación**. Define las primitivas de comunicación que permiten la negociación, su semántica y su uso.
- **Toma de decisiones**: se lleva a cabo mediante algoritmos o funciones de decisión que permiten comparar las distintas opciones que se barajan durante la negociación: funciones de utilidad, representación y estructura de preferencias
- **Proceso de negociación**: define modelos generales del proceso de negociación y el comportamiento general de los agentes que negocian

Negociación

Protocolo de Negociación



Toma de decisiones durante la negociación

- Funciones de utilidad
- Funciones de comparación
- Preferencias: Visitar (Pedro) V(Hoy(Sábado)ir(cine))

Negociación

Estrategias de negociación

1. Acuerdo unilateral
2. Comienzo competitivo mantenido una postura firme y utilizando técnicas de presión
3. Comienzo cooperativo: buscando soluciones a base de acuerdos.
4. Impasible
5. Ruptura

Los comportamientos cooperativos y competitivos son los extremos del espectro de posibilidades que ofrece la negociación.

Redes de Contrato

- Basado en mecanismos de mercado usando precios globales y un único mediador centralizado.
- Un único mediador puede convertirse en un cuello de botella (comunicación y computación) o un punto de caída potencial.
- Un contratado se dice individualmente racional (IR) si el agente está mejor con el contrato que sin él.
- Un contratado acepta un contrato si el beneficio es mayor que el costo marginal de gestionar las tareas del contrato.

Redes de Contrato

- Intento para converger hacia la adjudicación globalmente óptima:
  - Contrato original (O): una tarea se mueve de un agente a otro (el más común)
  - Contrato cluster (C): un conjunto de tareas es contratado por un agente
  - Contrato canjeo (S): un par de agentes canjean un par de tareas
  - Contrato multiagente (M): más de un agente está envuelto en un intercambio de tareas

ASIGNACION POR LICITACION

- *COMPONENTES*
  - CLIENTE
  - LICITACION
  - PROVEEDOR

- *LICITACION*
  1. LLAMADO
  2. PROPOSICIONES DE PROVEEDORES
  3. EVALUACION
  4. CONTRATACION

ASIGNACION POR LICITACION

- *MULTIPLES LICITACIONES*
  - IGNORANCIA TEMPORAL (PROVEEDOR)
  - IGNORANCIA ESPACIAL (CLIENTE)
- *COMPROMISOS (comprometerse rápido o tarde), RECHAZOS, RESERVACIONES*
- *SUBCONTRATAR*

Subastas

- Las subastas suelen establecer un contrato entre dos agentes (el subastador y el que gana la subasta).

- Mecanismo estructurado para forjar acuerdos
  - Protocolo: semi-distribuido, con diferentes roles
    - 1 subastador
    - *N* subasteros
  - Estrategias:
    - “pujas” de los subasteros
    - Precio inicial, precio de reserva, etc.

Elementos de un Protocolo de Subasta

- Tipo de ofertas:
  - abierto (*open-cry*): los subasteros conocen mutuamente sus ofertas
  - privado/cerrado (*sealed-bid*): los subasteros sólo conocen sus propias ofertas
- Proceso de ofertas:
  - una vuelta (*one-shot*): los subasteros sólo dan una oferta
  - directa (*forward*): el precio de las ofertas va ascendiendo
  - inversa (*reverse*): el precio de las ofertas va descendiendo
- Proceso de adjudicación:
  - ¿Qué oferta se usa para determinar el precio que ha de pagar el ganador? (*first-price*, *second-price*, …)

Tipos de Escenarios de Subasta

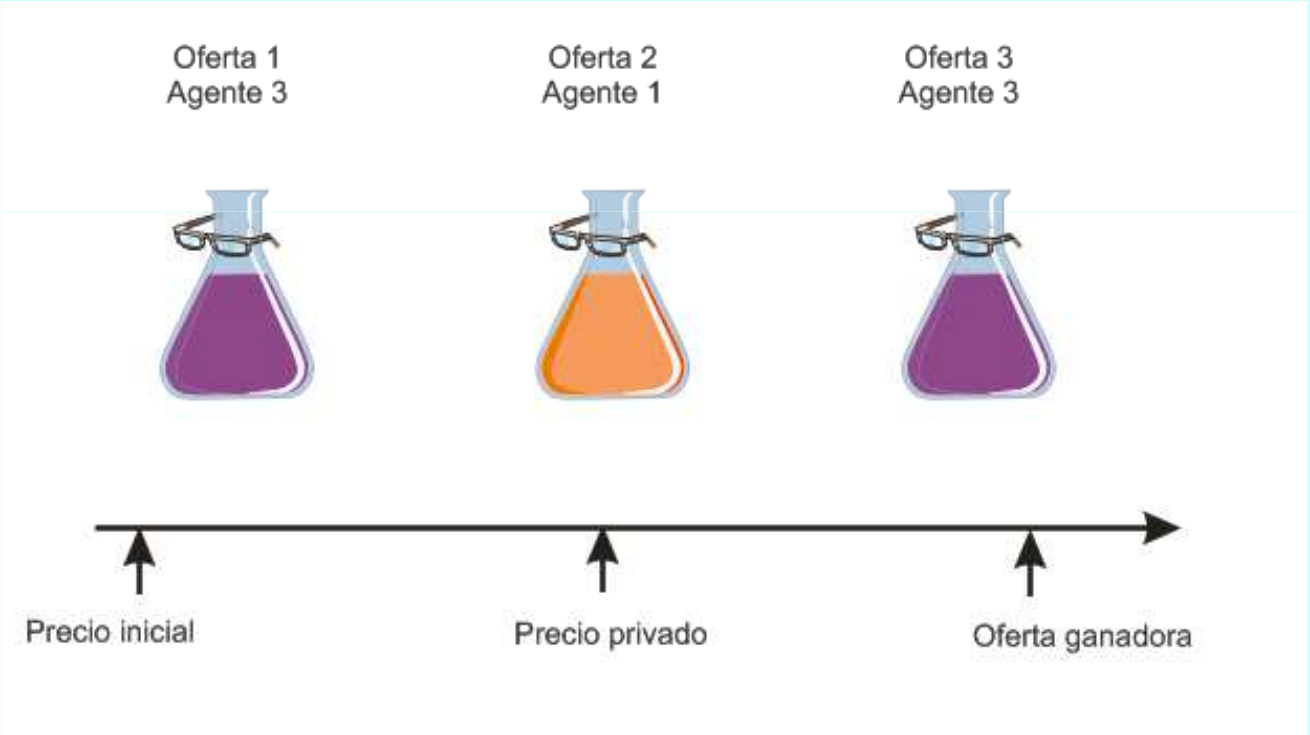
- valor público (común):
  - el valor del producto *sólo* depende de las preferencias de los *demás* subasteros (valor consiste únicamente en la reventa)
  - p.e.: billete de un dólar
- valor privado:
  - el valor del producto *sólo* depende de las *propias* preferencias del subastero (no hay posibilidad de reventa)
  - p.e. billete de un dólar gastado por John Lennon
- valor correlado:
  - el valor del producto depende de las preferencias tanto del propio subasteros como de los demás
  - p.e.: una obra de arte que sirve como *decoración* y como *inversión*

más propicios al análisis formal

mayoría de las escenarios reales (p.e. Comercio Electrónico)

Subasta

Aparece en numerosas aplicaciones en informática.



Protocolos comunes:

Subasta inglesa

Subasta holandesa:

Subasta sellada:

.

Subasta de Vickrey

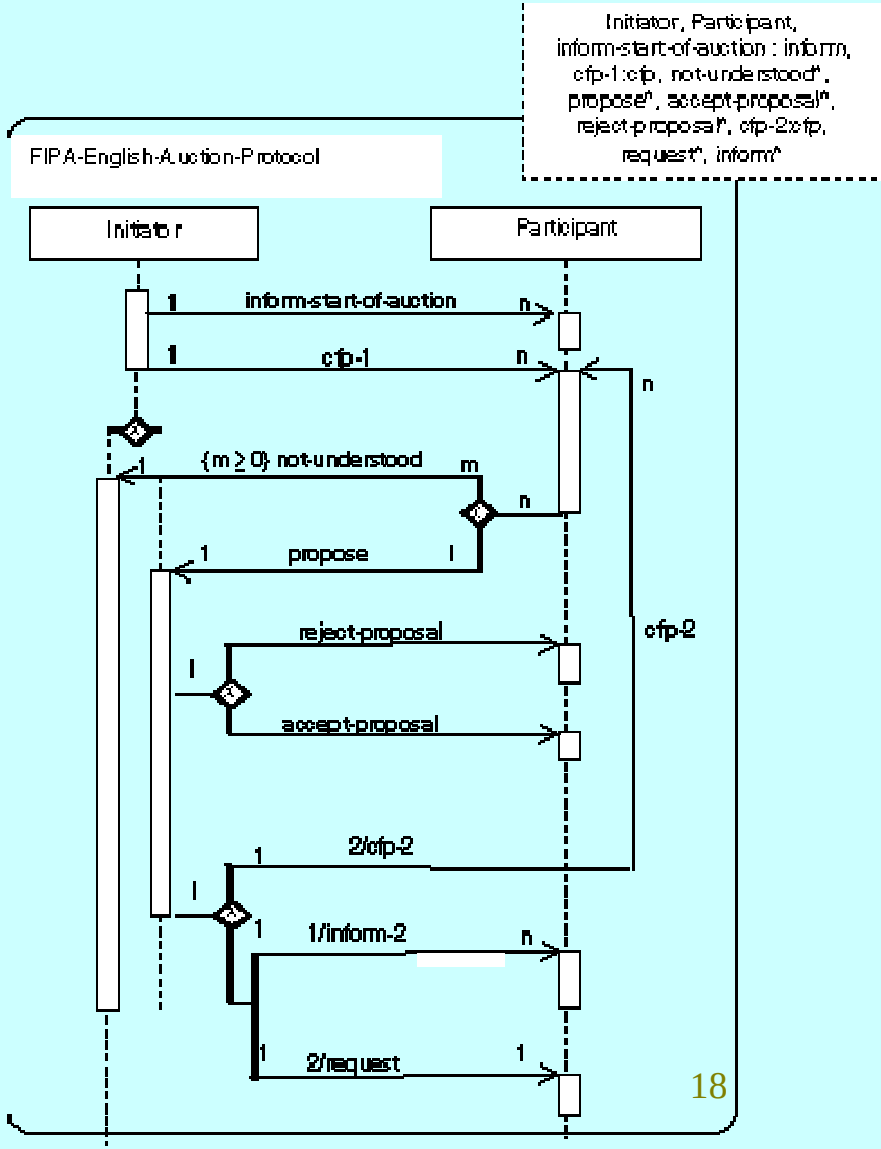
…

Subasta inglesa

- Inicio:
  - el subastador ofrece un producto a un precio inicial (usualmente por debajo de un precio mínimo privado)
- Apuestas:
  - los subasteros van ofertando precios (ninguna, una, o varias veces)
  - cada oferta tiene que superar todas las anteriores
  - el ciclo de apuestas termina cuando no hay más ofertas
- Adjudicación:
  - si la última oferta alcanza el precio mínimo (privado) del subastador, el producto es adjudicado al subastero de la oferta *más alta*
  - de lo contrario no se vende el producto (el subastador tiene la última palabra!!!)

Subasta inglesa entre agentes: FIPA

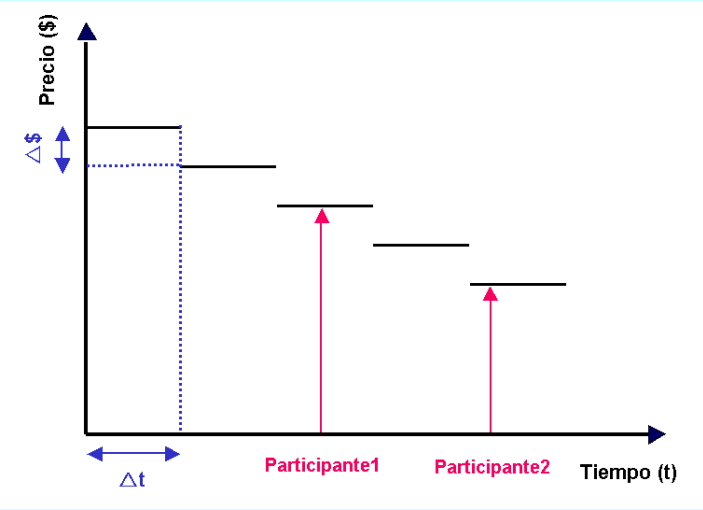
- En la subasta de agentes, los participantes *no* están *físicamente* presentes en una sala de subasta
- *reject-proposal*: pueden llegar pujas ilegales, p.ej. por retardos en la red
- *cfp*: anunciar cada nueva ronda de pujas con el precio actual
- *inform*: informar a todos los participantes sobre el resultado de la subasta
- *request*: requerir que el ganador realice la transacción



Subasta holandesa

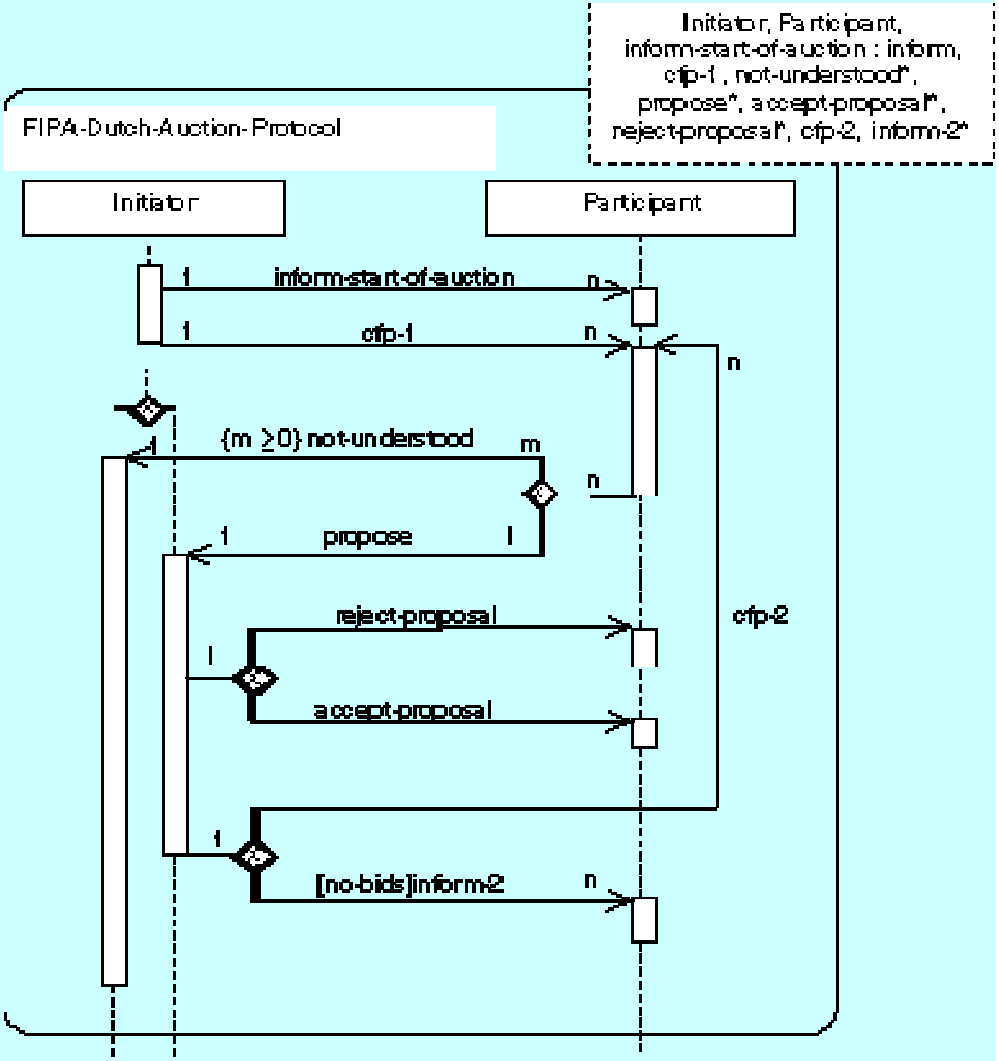
- Se usa en mercados de flores holandesas para determinar el precio de *una cantidad* de flores
- Inicio:
  - el subastador ofrece una cantidad de un producto a un precio inicial (usualmente por encima de un precio mínimo privado)
- Apuestas:
  - cada tiempo (Dt) disminuye el precio en una cantidad (D$)
  - cada oferta especifica la cantidad del producto a comprar al precio actual
  - el subastador determina el final de la subasta (o bien porque toda la cantidad ha sido adjudicada, o bien porque se alcanza el precio mínimo privado)
- Adjudicación:
  - la adjudicación de cada oferta a los subasteros es directa
  - el subastador informa del final de la subasta

El subastador va bajando el precio continuamente hasta que el licitador acepta el precio actual



Subasta holandesa entre agentes: Protocolo FIPA

- En la subasta entre agentes, los participantes *no* están *físicamente* presentes en una sala de subasta
- *reject-proposal*: si llegan pujas ilegales o a la vez
- *accept-proposal*: ya que la adjudicación es directa, la aceptación de una puja implica la realización de la transacción
- *inform*: del final de la subasta



Subastas

- Subasta sellada:
  - Cada licitador realiza una oferta, sin conocer las ofertas de los demás.
  - Mejor estrategia: ofrecer menos que el valor real.

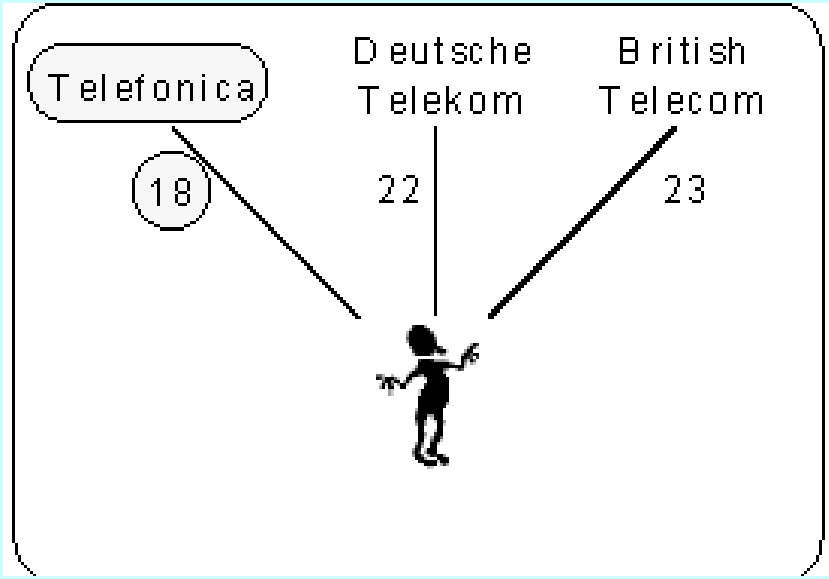
- Subasta de Vickrey:
  - Subasta sellada de segundo precio
  - Gana el mejor postor, pagando el precio de la segunda mejor oferta.

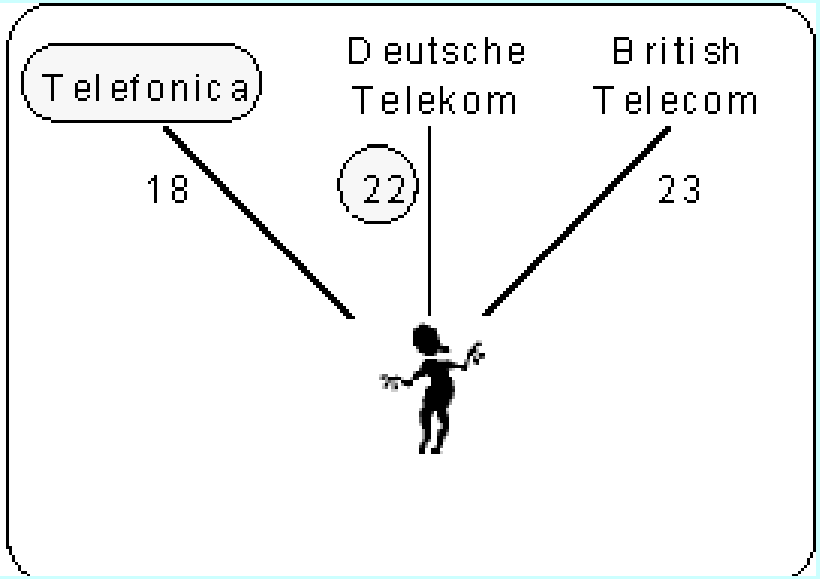
Subasta “one-shot”

- Sólo hay una oportunidad para hacer ofertas (i.e. el proceso no es iterativo)

- Subasta ***first-price sealed bid***:
  - elegir la **mejor** compañía y pagar el precio de la oferta **más baja**

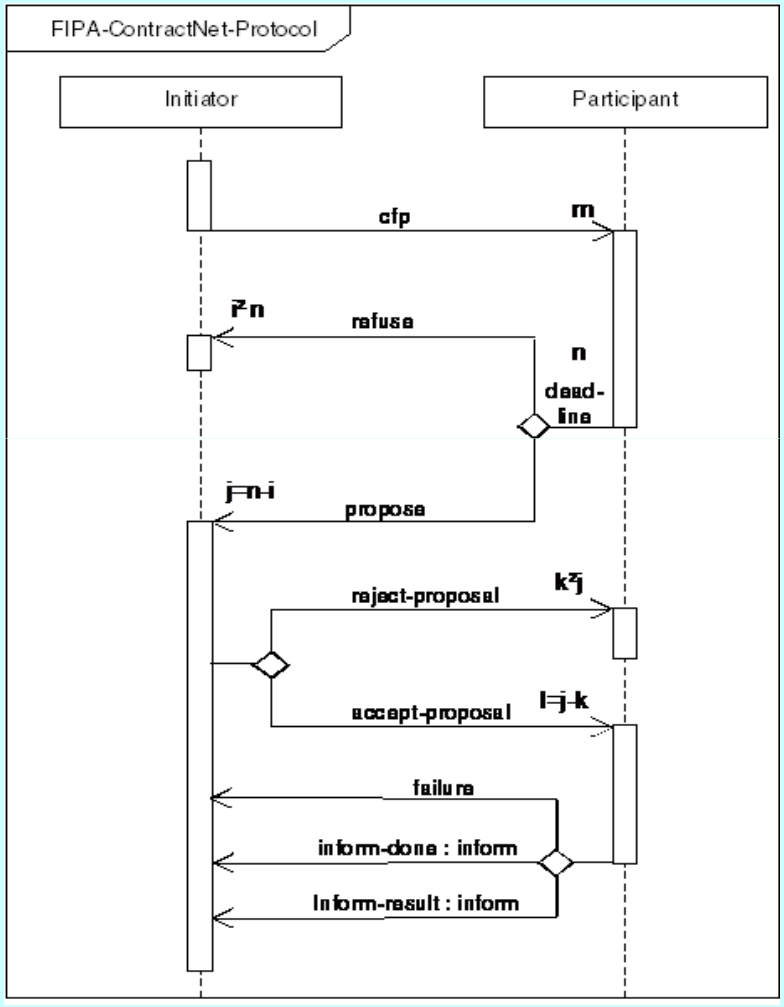
- Subasta **Vickrey**:
  - elegir la **mejor** compañía y pagar el precio de la **segunda** oferta más baja





Subastas *one-shot*: FIPA

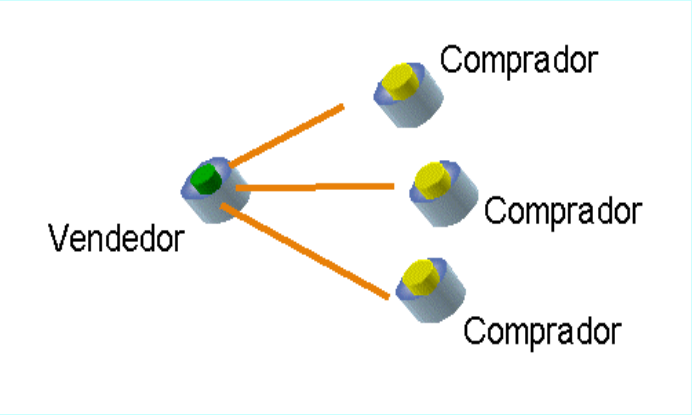
- No existen protocolos específicos para subastas *one-shot* en FIPA
- Sin embargo, dichas subastas se pueden “simular” sobre la base de la “Red de Contratos”
- El protocolo Red de Contratos (*Contract Net*) es un mecanismo “clásico” de la IA Distribuida para la asignación de tareas



Subastas de venta y de compra

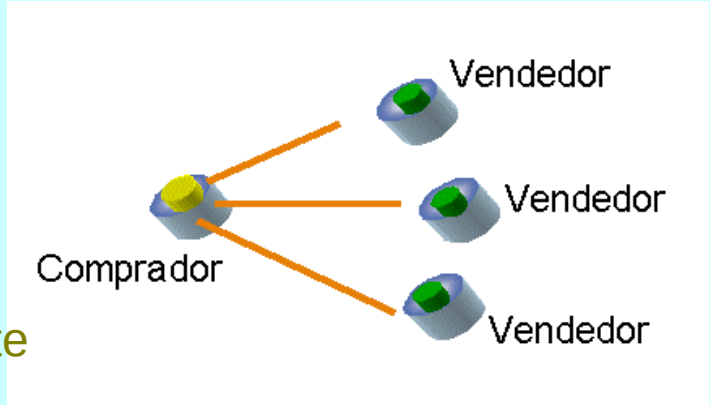
Subastas de venta:

- 1 vendedor, *n* compradores
- Ejemplos:
  - subasta inglesa y holandesa "tradicionales"



Subastas de compra

- 1 comprador, n vendedores
- variaciones de las subastas descritas:
  - subasta inglesa de precio descendente
  - subasta holandesa de precio ascendente



Problemas

Subastas Vickrey:

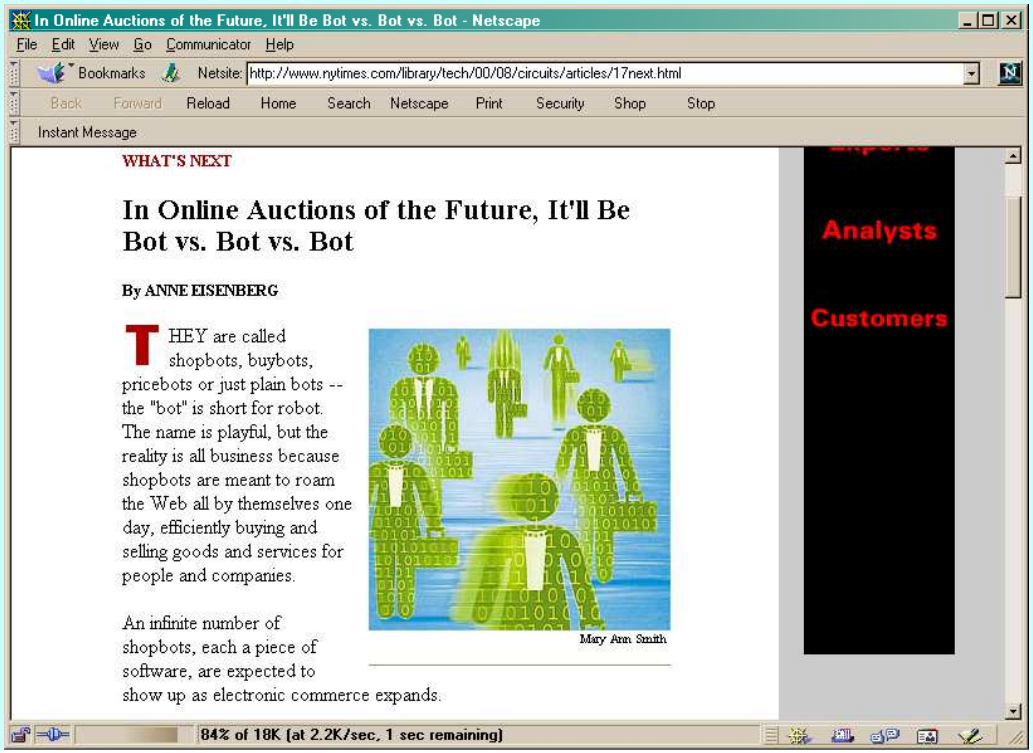
- subastador mentiroso:
  - el subastador tiene incentivos para mentir respecto al precio de la segunda oferta más alta (ya que el subastero ganador la desconoce)
- revelación de información privada:
  - los subasteros revelan su precio real, lo cual podrá ser utilizado por los demás subasteros en subastas futuras (de otro tipo)

Todas las subastas:

- colusión entre subasteros:
  - si los subasteros se conocen, hay incentivos para coordinar sus ofertas
- costos computacionales:
  - costos de “búsqueda” en subastas interrelacionadas
  - costos de recabar información en situaciones de incertidumbre

Plataformas para subastas

- Fishmarket: *http://www.iiia.csic.es/Projects/fishmarket/*
- Trading Agent Competition (TAC):
  - *http://www.sics.se/tac/*
  - *http://tac.eecs.umich.edu/*
- …

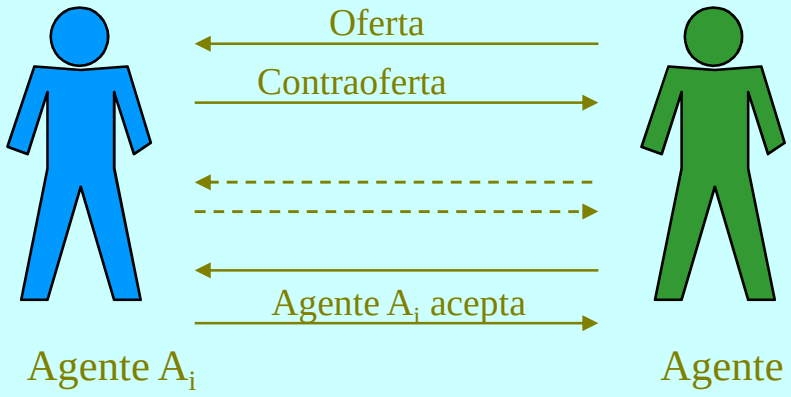


Negociación: Regateo

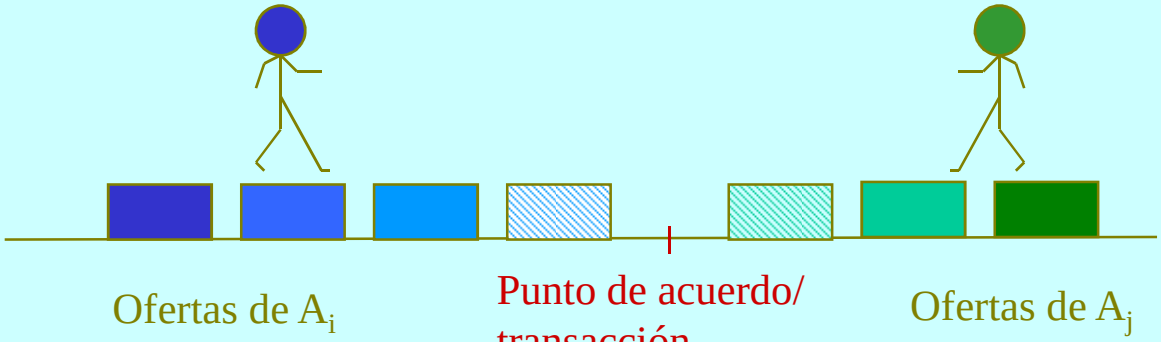
- Características:
  - posibilidad de forjar acuerdos globales (“creíbles”) entre n agentes
  - todos los agentes pueden beneficiarse de un acuerdo
  - pero qué pasa cuando hay diferencias de opinión con respecto a las características del acuerdo (qué acuerdo elegir)
- Elementos de un escenario de regateo
  - Conjunto (espacio) de negociación:
    - Todos los posibles acuerdos a los que se pueden llegar
    - Ejemplo: todos los precios entre las expectativas iníciales de un comprador y un vendedor
  - Protocolo de negociación:
    - Reglas que determinan el proceso de negociación:
      - ¿Cómo, cuándo, y qué ofertas se pueden hacer?
      - ¿Cuándo termina la negociación y cuál es el resultado?
    - Ejemplo: “No se puede ‘empeorar’ una oferta ya hecha”
  - Estrategia de negociación:
    - Cómo elegir entre las diferentes acciones que permite el protocolo
    - Ejemplo: “Mejorar mi última oferta en un 10% cada 5 minutos”

Negociación: Regateo

- Regateo como proceso de oferta y contraoferta



- Regateo como proceso de concesiones mutuas



El protocolo de concesiones monótonas (PCM)

Protocolo PCM:

- El regateo se realiza por rondas
- En la ronda 1, cada agente propone simultáneamente un trato del conjunto de negociación
- Se llega a un acuerdo, si un agente considera que el trato propuesto por el otro es al menos tan bueno (para él) como el suyo.
- Si no hay acuerdo, se realiza una nueva ronda de propuestas. En la ronda u+1, ningún agente puede realizar una propuesta peor que en la ronda u.
- Si ningún agente cede, el regateo termina en desacuerdo.

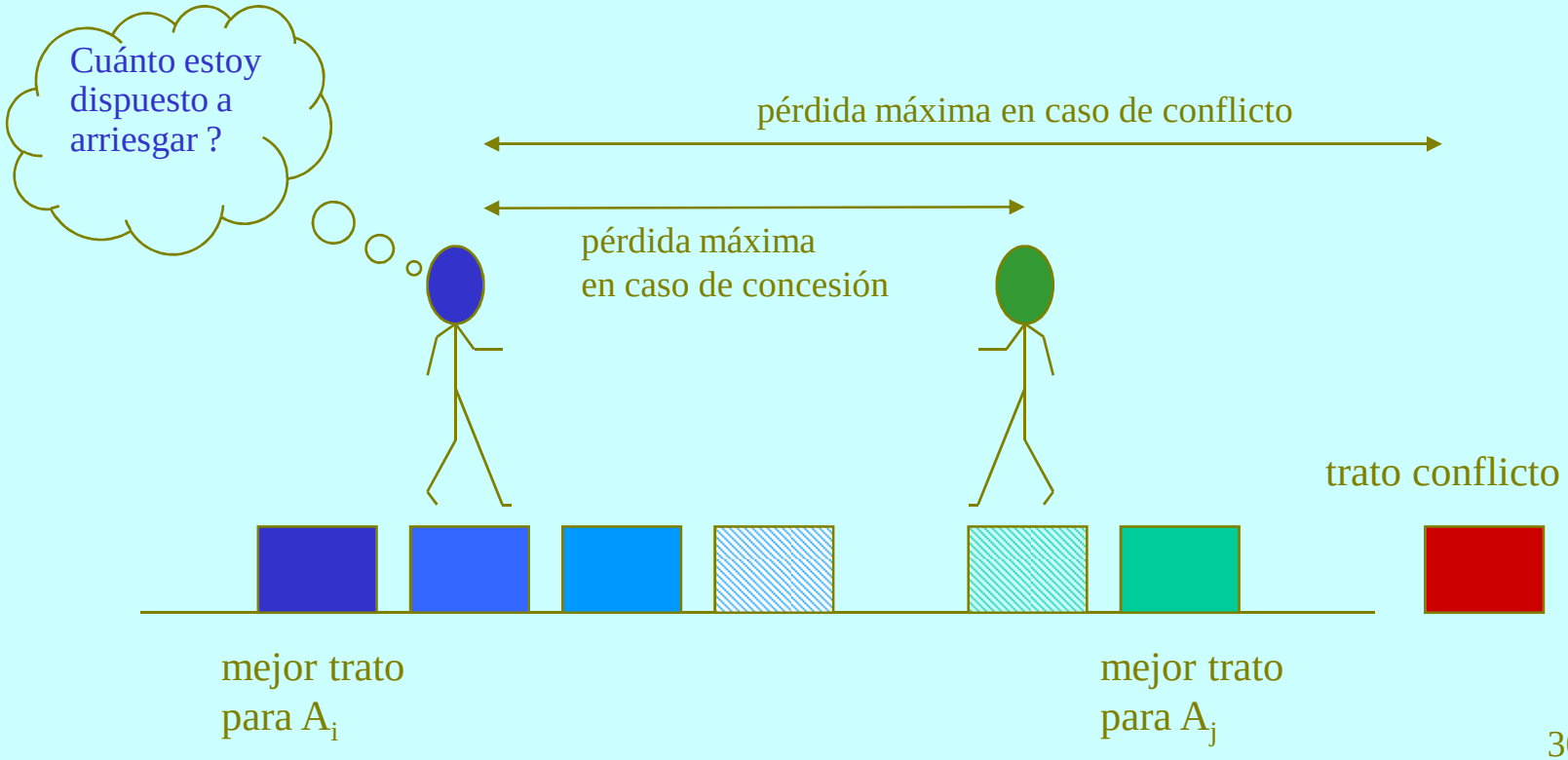
Diseño de estrategias:

- ¿Con qué propuesta empezar?
- ¿Cuándo (en qué ronda) hay que ceder?
- ¿Cuánto hay que ceder?

El factor “riesgo”

Idea de estrategia:

- Empezar con el trato más favorable para uno mismo
- Determinar cuándo (y cuánto) ceder dependiendo de cuánto se puede perder en caso de conflicto (riesgo)



La estrategia de Zeuthen

Disposición para arriesgar:

- Riesgo: pérdida relativa máxima si el agente A cede en la ronda t

$$\text{Riesgo}(A,t) = \frac{\text{Pérdida máxima de A si cede (y acepta la oferta de B)}}{\text{Pérdida máxima de A (si no cede y se llega a un conflicto)}}$$

- Idea: el agente con el menor riesgo (el que realizaría la menor perdida relativa máxima) debería ceder

La estrategia de Zeuthen:

- Calcular el propio Riesgo(A,t) y el del contrario (Riesgo(B,t))
- Si el propio riesgo es igual o más pequeño que el del contrario, entonces hacer la oferta mínima suficiente
  - suficiente: cambia la balanza de riesgos (después el contrario tiene el menor riesgo)
  - mínima: elegir la oferta que minimice la propia pérdida de utilidad
- De lo contrario, no ceder (repetir la misma oferta)

La estrategia de Zeuthen

- Si no se está en la última ronda, y el agente A juega la estrategia de Zeuthen, la mejor opción para el agente B es jugarla también

  a) Riesgo(A,t) > Riesgo(B,t) y B **no** cede:
     - Se llega a un conflicto y, por tanto, saca beneficio mínimo
  b) Riesgo(A,t) ≥ Riesgo(B,t) y B **no** cede, o hace una concesión **insuficiente**
     - Agente A no hará concesiones hasta que B ceda más. De lo contrario, se llega a un conflicto (situación a)
  c) Riesgo(A,t) ≥ Riesgo(B,t) y B hace una concesión suficiente pero **no mínima**
     - Agente B podría haber obtenido más cediendo más
  d) Riesgo(A,t) < Riesgo(B,t) y B hace una **concesión**
     - Agente B podría haber obtenido si no hubiera cedido (porque A deberá ceder en todo caso)

- Si se está en la última ronda, y los niveles de riesgo de A y B son iguales, B puede aprovecharse del hecho de que sabe que A juega la estrategia de Zeuthen, y no ceder

La estrategia de Zeuthen

Propiedades ”postitivas”:

- Distribución: si
  - no se requiere de un “árbitro” centralizado
- Convergencia: si
  - se llega a un acuerdo o desacuerdo en un número finito de rondas
- Eficiencia: si
  - ninguna oferta es dominada por otra (sólo se eligen del conjunto de negociación)

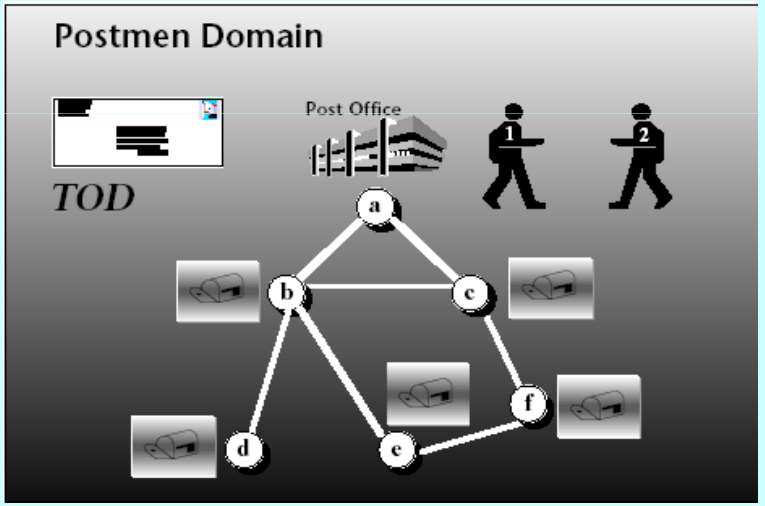
Propiedades ”negativas”:

- Simplicidad: no
  - Se exploran casi todos las posibles ofertas del conjunto de negociación
- Estabilidad: no
  - Si un agente sabe que su contrario juega la estrategia de Zeuthen, puede aprovecharse de ello
  - Aunque este caso sólo se da en la última ronda …

Dominios orientados a tareas:
Ejemplos

- **Bases:**
  - Un grupo de agentes puede redistribuir tareas entre sí (sin efectos secundarios)
  - pueden beneficiarse si llegan a un acuerdo, pero cada uno prefiere un acuerdo diferente

- **Repartición de correo:** Varios repartidores de correo han de entregar cartas en diferentes partes de la ciudad. Cada repartidor quiere minimizar el camino que tiene que recorrer, y una forma de hacerlo es intercambiar cartas con sus compañeros



- **Consultas en Bases de Datos:** Varios agentes tienen acceso a una Base de Datos común, y cada uno ha de realizar una serie de consultas. Podrán coordinar sus (sub-)queries para maximizar la eficiencia de sus consultas (Join, Proyección, Unión, Intersección, …) .

Dominios Orientados a Tareas

Definición:

- Un *dominio orientado a tareas* (DOT) es una tripleta (*T, Ag, c*) tal que:
  - *T* es un conjunto finito *tareas*;
  - $Ag = \{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ es un conjunto finito de *agentes*;
  - $c: \wp(T) \rightarrow \mathbf{R}^+$, $c(\emptyset) = 0$, es una función mónotona creciente que define el *costo* para ejecutar cualquier subconjunto de tareas

Nótese:

- Quedarse quieto no cuesta nada ($c(\emptyset) = 0$)
- Cuánto más tareas se ejecutan, más costo se genera (*c* es monótona creciente)
- El costo de ejecutar cada subconjunto de tareas no depende de quién las lleva a cabo (situación idealizada)

Utilidad de Tratos

Definición: dado un DOT con dos agentes (T, $\{A_1,A_2\}$, c),

- un *encuentro* dentro del DOT es un vector (T_1, T_2) tal que para todo k, $T_k \subseteq T$.

- un *trato* d = (D_1, D_2) en un encuentro (T_1, T_2) es una redistribución de tareas entre agentes, tal que $D_1 \cup D_2 = T_1 \cup T_2$

- un *trato* Θ = (T_1, T_2) se llama *trato conflicto cuando* no hay acuerdo entre agentes (*autonomía*)

Ejemplo: DOT

Ejemplo:

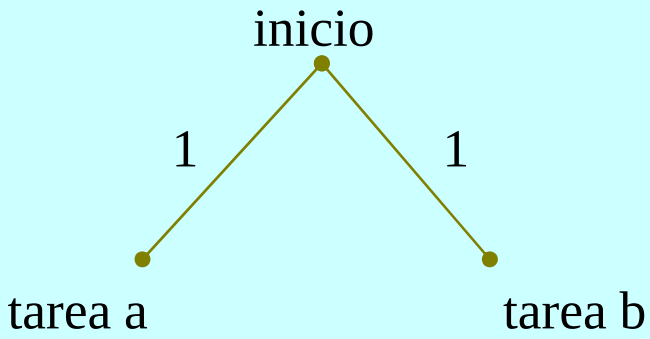
- dominio: ({a,b},{1,2},c)
- encuentro: ({a},{a,b})
- función de costo c:

  c(∅)=0

  c({a})=1

  c({b})=1

  c({a,b)}=3



Posibles tratos:

({a}, {b})

({b}, {a})

({a,b}, ∅)

(∅, {a,b})

({a}, {a,b})

({b}, {a,b})

({a,b}, {a})

({a,b}, {b})

({a,b}, {a,b})

trato conflicto derivado del deseo de c/u (encuentro)

Otros potenciales tratos conflicto

Utilidad de Tratos

Definición: dado el DOT (T, $\{A_1,A_2\}$, c) y un trato $d = (D_1, D_2)$

- el costo $Cost_k(\delta)$ del trato d para el agente k es

$$Cost_k(\delta)=c(D_k)$$

- la utilidad $Utility_k(\delta)$ del trato d para el agente k es

$$Utility_k(\delta)= c(T_k) - Cost_k(\delta)$$

Ejemplo: Función de Utilidad de los agentes

Agente 1:

$Utility_1(\{a\}, \{b\}) = 0$

$Utility_1(\{b\}, \{a\}) = 0$

$Utility_1(\{a,b\}, \varnothing) = -2$

$Utility_1(\varnothing, \{a,b\}) = 1$

$Utility_1(\{a\}, \{a,b\}) = 0$

$Utility_1(\{b\}, \{a,b\}) = 0$

$Utility_1(\{a,b\}, \{a\}) = -2$

$Utility_1(\{a,b\}, \{b\}) = -2$

$Utility_1(\{a,b\}, \{a,b\}) = -2$

Agente 2:

$Utility_2(\{a\}, \{b\}) = 2$

$Utility_2(\{b\}, \{a\}) = 2$

$Utility_2(\{a,b\}, \varnothing) = 3$

$Utility_2(\varnothing, \{a,b\}) = 0$

$Utility_2(\{a\}, \{a,b\}) = 0$

$Utility_2(\{b\}, \{a,b\}) = 0$

$Utility_2(\{a,b\}, \{a\}) = 2$

$Utility_2(\{a,b\}, \{b\}) = 2$

$Utility_2(\{a,b\}, \{a,b\}) = 0$

Conjunto de Negociación

Definición:

- Un trato δ *domina* el trato δ' si δ es mejor para al menos uno de los agentes, y *no* es peor para el otro, es decir $\delta > \delta'$ si
  - (1) $\forall k \in \{1,2\}, \; Utility_k(\delta) \geq Utility_k(\delta')$ *y*
  - (2) $\exists k \in \{1,2\}, \; Utility_k(\delta) > Utility_k(\delta')$
- Trato δ *domina débilmente* a δ' ($\delta \geq \delta'$) si se cumple al menos la condición (1)

Definición:

- Un trato δ es *individualmente racional* si domina débilmente al trato conflicto, es decir si $\delta \geq \Theta$
- Un trato δ es *Pareto-óptimo* si no existe otro trato δ' que lo domine

$$\forall \delta' \neq \delta. \; \neg (\delta \leq \delta')$$

- El conjunto *S* de todos los tratos individualmente racionales y Pareto-óptimos se llama ***conjunto de negociación***

Ejemplo: Función de Utilidad de los agentes

Posibles tratos:

({a}, {b})

({b}, {a})

({a,b}, ∅)

(∅, {a,b})

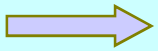
({a}, {a,b})

({b}, {a,b})

({a,b}, {a})

({a,b}, {b})

({a,b}, {a,b})



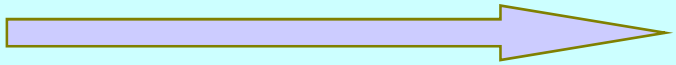
Pareto-óptimos:

({a}, {b})

({b}, {a})

(∅, {a,b})

({a,b}, ∅)



Ind. racionales:

({a}, {b})

({b}, {a})

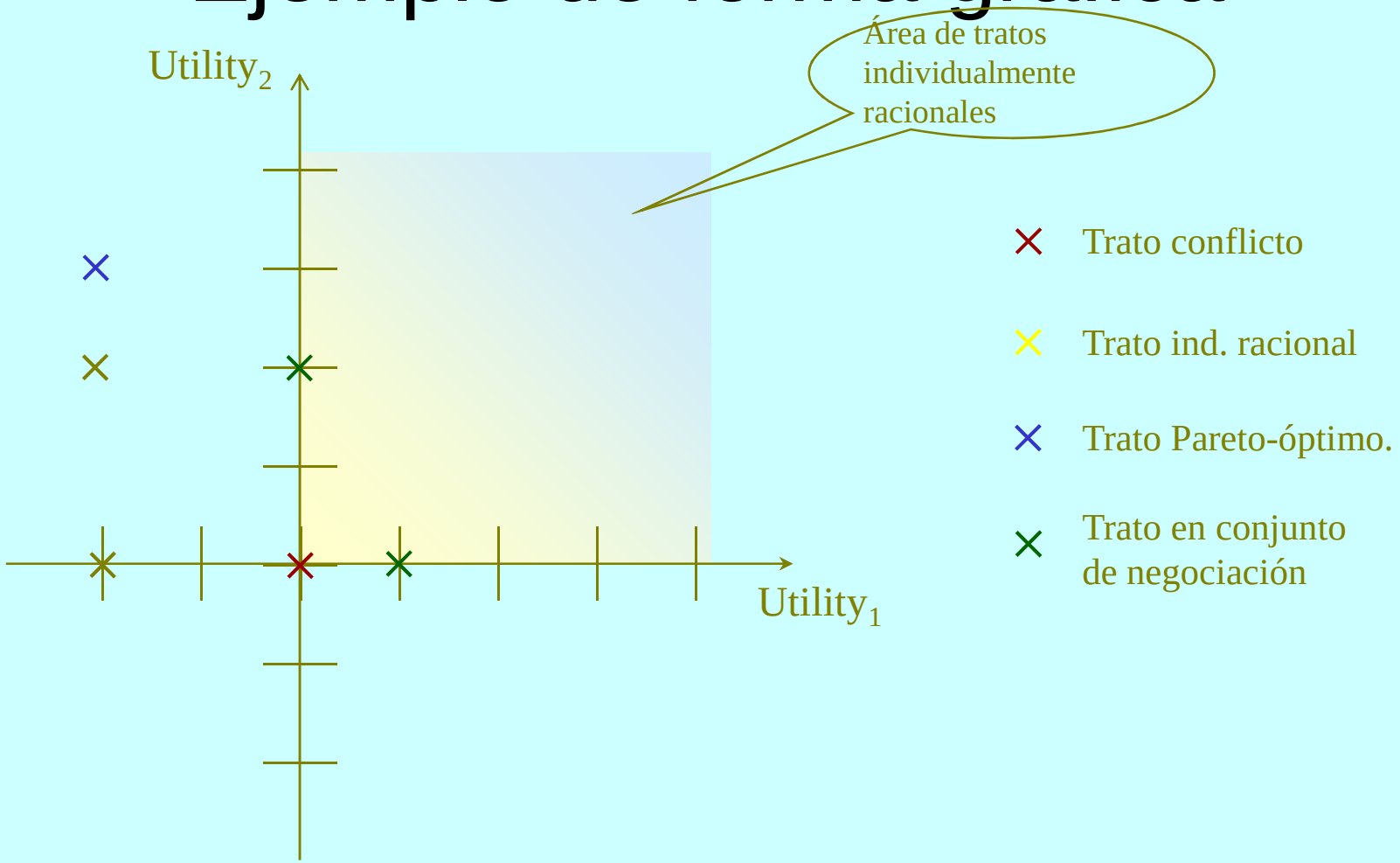
(∅, {a,b})

({a}, {a,b})

({b}, {a,b})

Cjto de Negociación	Utilidad
({a}, {b})	(0,2)
({b}, {a})	(0,2)
(∅, {a,b})	(1,0)

Ejemplo de forma gráfica



Información incompleta

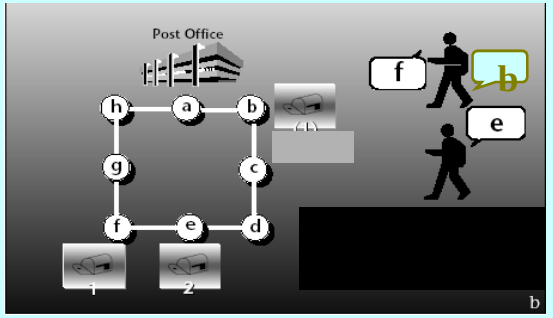
Dominio de los carteros:

- Dos agentes, A_1 y A_2, cada uno con un conjunto de cartas que entregar
- Costo de un agente: entregar todas sus cartas desde la oficina de correos (casilla *a)*, y volver allí (distancia entre casillas igual a 1)
- En principio, los agentes sólo conocen su propio conjunto de cartas, por lo que no pueden computar un trato directamente
- Se intercambia la información respecto a las cartas de cada uno antes de "negociar"

Situación 1: los dos dicen la verdad

- los dos tendrían que dar toda la vuelta
- Resultado (según Teorema de Nash):

δ = **[({b,e,f},{}): 1/2]** y **Utility$_{A1}$(δ) = 4**



Posibilidades de engañar:

- **Tareas ocultas**: no declarar tareas que uno tiene asignadas
- **Tareas fantasma**: pretender tener que realizar tareas que no le han sido asignados a uno

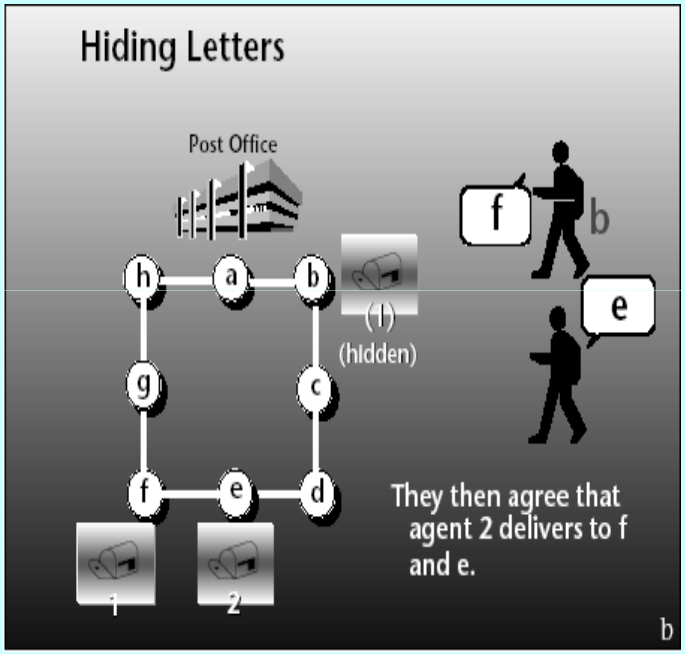
Engaño: tareas ocultas

Situación 2a: A_1 miente y no declara f

- pero sólo se permiten **tratos puros**
  - A_2 tendría que dar toda la vuelta, mientras que A_1 sólo tendría que ir a f y volver
  - A_2 llevaría la carta de A_1, puesto que esto beneficia a A_1 sin perjudicar a A_2 (Optimalidad de Pareto)
  - Resultado (perspectiva de A_2): $\delta^* = (\{\},\{e,f\})$
  - Luego, A_1 sólo tendrá que llevar la carta oculta a b (costo 2)
  - Resultado (perspectiva de A_1):

$Utility_{A1}(\delta) = 8 - 2 = 6$

  - **¡Mentir es beneficioso!**



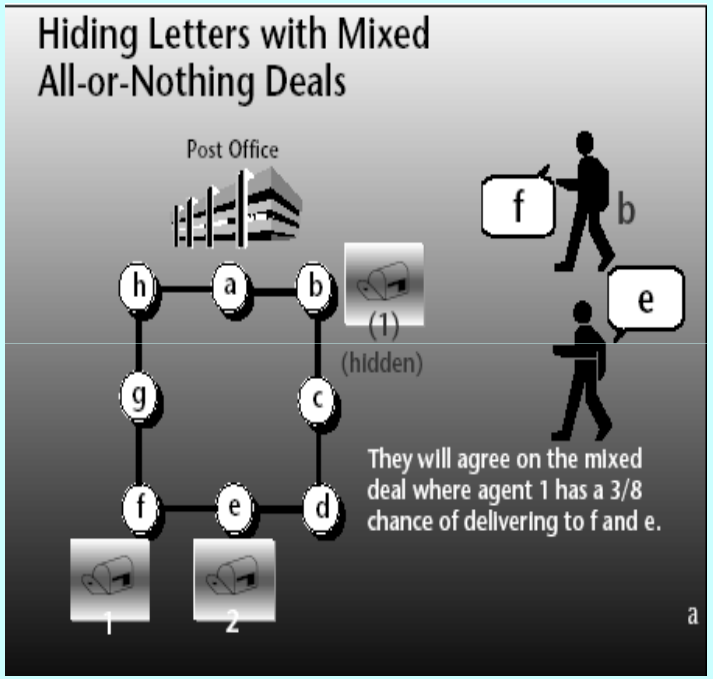
Engaño: tareas ocultas

Situación 2b: A_1 miente y no declara f

- y se permiten **tratos mixtos**
  - Teorema de Nash: se elige $\delta^* = [(\{e,f\},\{\}): p]$ tal que p maximiza la función

    $p*(-2,8) + (1-p)(6,0)$
  - Resultado (perspectiva de A_2): $\delta^* = [(\{e,f\},\{\}): 3/8]$
  - En realidad:
    - Stand alone cost real de A_1 : 8
    - Costo real del trato para A_1: $3/8 * 8 + 5/8 * 2$
  - Resultado (perspectiva de A_1):

    $Utility_{A1}(\delta) = 8 – (34/8) = 3^3/_4$
  - **¡En este caso, mentir no beneficia a A_1!**

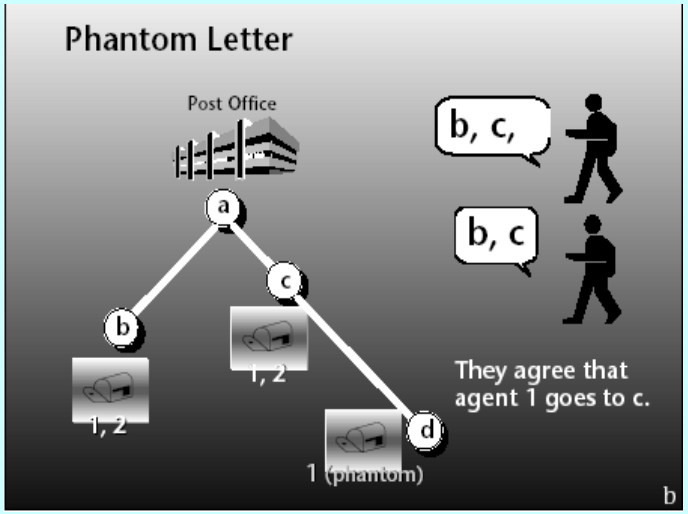


Engaño: tareas fantasma

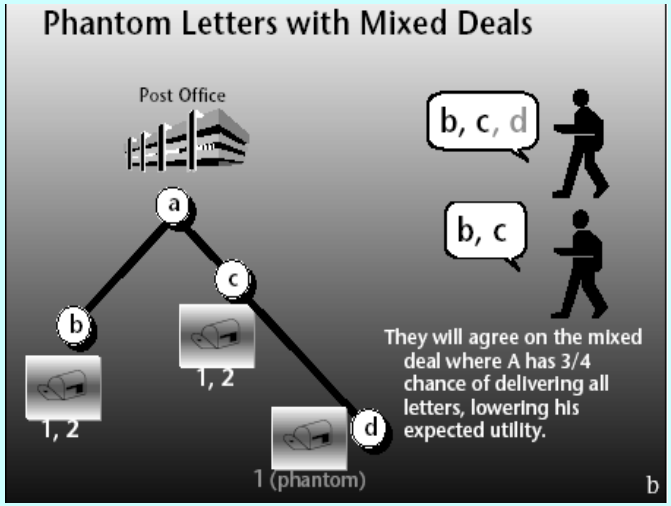
Ejemplo: Dominio de los carteros

- Dos agentes, A_1 y A_2, cada uno con dos cartas que entregar en *b* y *c* respectivamente
- Costo para un agente: en función de la *distancia* recorrida (diferentes para las distintas casillas)
- Si ambos declaran la verdad: se tira una moneda para asignar las tareas

- A_1 miente en tratos puros:



- A_1 miente en tratos mixtos:



Otros dominios

- La características de una negociación no sólo dependen del mecanismo (protocolo) empleado, sino también del dominio
- Dominios orientados a metas (*goal-oriented domains*):
  - Efectos laterales *cualitativos* de las acciones
  - Ejemplo: mundo (síncrono) de los bloques
- Dominios orientados al valor (*worth-oriented domains*):
  - Efectos laterales *cuantitativos* de las acciones
  - Ejemplo: escenarios económicos

Argumentación

- Muchas veces un conflicto de interés es sólo aparente
  - porque a un agente le falta información
  - Porque un agente no llega a una conclusión cierta/ ha sacado una conclusión equivocada de su información

- La argumentación es el proceso de intentar convencer a los demás de la veracidad de un hecho

- **Modos** de argumentación (Gilbert,1994):
  - *Modo lógico:* "Si aceptas *A* y que *A* implica *B*, entonces debes aceptar *B*"
  - *Modo emocional:* "Cómo te sentirías si eso te sucediera a ti?"
  - *Modo visceral :* "¡Cretino!"
  - *Modo "Kisceral":* "¡Esto es un dogma cristiano!"

Argumentación

- Argumentos
  - Información adicional a las propuestas.
  - Permiten (Jennings et al., 1998):

    (a) justificar su postura de negociación.

    (b) influenciar la postura de negociación de otros agentes.

- Existen dos grandes tendencias en la literatura sobre negociación basada en Argumentación
  - Enfoques para adaptar lógicas dialécticas para argumentación rebatible embebiendo conceptos de negociación dentro de ellas (Amgoud et al., 2000; Parsons et al.,1998; Rueda et al., 2002).
  - Enfoques para extender *frameworks de negociación para* que permitan a los agentes intercambiar argumentos retóricos, como recompensas y amenazas (Kraus et al.,1998; Ramchurn et al., 2003a).

Argumentación

- Un algoritmo de *planning puede ser utilizado* para construir planes de argumentación que determinen los argumentos que un agente puede expresar durante una negociación.

Secuencia de argumentos de orden parcial que permite a un agente alcanzar un acuerdo esperado cuando éste es expresado en una determinada situación conflictiva

- Problema de planning definido por la tripleta <*i*, *f*, *A*>.
  - Estado Inicial *i: descripción del mundo.*
  - Estado Final *f: objetivo que se quiere alcanzar.*
  - Acciones disponibles para la construcción del plan (*A) las cuales* poseen precondiciones y efectos.
  - Mecanismo de selección de acciones.

Argumentación

Planificación <i, a, f>

Estado Inicial → a1 → a2 → ⋯ → an → Estado Final

Selección de acciones

Conflicto → ar1 → ar2 → ⋯ → ar n → Acuerdo

Selección de acciones-Argumentos

Selección de acciones-Argumentos

Argumentación

- Construcción de argumentos candidatos.
- Tipos de argumentos
  - Apelaciones (contraejemplo, práctica prevaleciente, interés propio).
  - Recompensas.
  - Amenazas
- Reglas para la generación de argumentos

  Si se cumplen las condiciones entonces el argumento puede ser generado
- Dado el conjunto de argumentos candidatos, seleccionar el más adecuado.
- Distintos criterios de selección:
  - Según la fuerza de los argumentos.
  - Según la confianza en el oponente.
  - Según la utilidad de la propuesta respaldada.

Modelo Lógico de Argumentación

Definición: un argumento Δ |- (*Sentencia, Razones*) consta de tres partes:

- Δ es un conjunto de formulas lógicas (probablemente inconsistente)
- *Sentencia* es una formula lógica conocida como *conclusión*
- *Razones* es un conjunto de formulas lógicas tal que:
  - *Razones* $\subseteq \Delta$; y
  - *Sentencia* se puede derivar de *Razones*

Definición: Sean (f_1, G_1) y (f_2, G_2) argumentos apoyados en alguna Δ D, entonces (f_2, G_2) puede ser rechazado (atacado) de dos formas:

- (f_1, G_1) **refuta** (rebuts) (f_2, G_2) si $f_1 \rightarrow \neg f_2$
- (f_1, G_1) **mina** (undercuts) (f_2, G_2) si $f_1 \rightarrow \neg y_2$ para algún $y \in G_2$

Los dos casos se resumen bajo el término **ataque**

Modelo Lógico de Argumentación

Ejemplo:

$$\Delta = \left\{ \begin{array}{l} Humano(Heracles) \\ Padre(Heracles, Zeus) \\ Padre(Apollo, Zeus) \\ \forall x(Humano(x) \rightarrow Mortal(x)) \\ \forall x(Divino(x) \rightarrow \neg Mortal(x)) \\ \forall x(Padre(x, Zeus) \rightarrow Divino(x)) \\ \neg \forall x(Padre(x, Zeus) \rightarrow Divino(x)) \end{array} \right\}$$

$$Arg_1 = \left(Mortal(Heracles), \left\{ \begin{array}{l} Humano(Heracles), \\ \forall x(Humano(x) \rightarrow Mortal(x)) \end{array} \right\} \right)$$

$$Arg_2 = \left(\neg Mortal(Heracles), \left\{ \begin{array}{l} Padre(Heracles, Zeus), \\ \forall x(Padre(x, Zeus) \rightarrow Divino(x)), \\ \forall x(Divino(x) \rightarrow \neg Mortal(x)) \end{array} \right\} \right)$$

$$Arg_3 = \left(\neg \forall x(Padre(x, Zeus) \rightarrow Divino(x)), \left\{ \neg \forall x(Padre(x, Zeus) \rightarrow Divino(x)) \right\} \right)$$

- Los argumentos Arg_1 y Arg_2 se *refutan* mutuamente
- El argumento Arg_3 mina al argumento Arg_2
- Sobre esta base se puede definir diferentes clases que definen la “fuerza” de los argumentos …
- Se usa esencialmente en sistemas de **diálogos** para argumentación

Otros mecanismos para lograr acuerdos

- Protocolos de Votación (voting mechanisms):
  - cada agente tiene una relación de preferencia sobre un conjunto de posibles acuerdos
  - se elige una alternativa según un protocolo de votación
- Formación de coaliciones:
  - agentes pueden formar coaliciones (subgrupos)
  - cooperan con los miembros de su coalición, y compiten con los demás
  - cuestiones:
    - ¿Cuál es la estructura de coaliciones?
    - ¿Cuál es el valor de cada coalición?
    - ¿Cómo se reparte el valor de una coalición entre sus miembros?
- Mecanismos de mercado:
  - búsqueda distribuida para el equilibrio general de un mercado
  - ejemplo: *Distributed price tâtonnement*
- Resolución de conflictos por arbitraje