



UNIVERSIDAD DE SAN
BUENAVENTURA
MEDELLÍN



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Subastas Combinatorias para Transporte Colaborativo

Cristian Giovanni Gómez, PhD(c)

Conrado Augusto Serna, PhD

Martín Darío Arango, PhD

Julián Andrés Zapata, PhD

Universidad Nacional de Colombia

Universidad de San Buenaventura

Universidad Nacional de Colombia

Institución Universitaria CEIPA

- ▶ En la industria del transporte las empresas necesitan alcanzar un nivel máximo de eficiencia para mantenerse en el negocio.
- ▶ Para alcanzar este objetivo, pueden, por ejemplo, participar en redes de colaboración e intercambiar sus solicitudes de transporte entre ellos
- ▶ Esto se hace comúnmente mediante el uso de sistemas de intercambio basados en subasta.

2- Enrutamiento Colaborativo

- ▶ La cooperación ocurre en un nivel horizontal
- ▶ Los colaboradores participantes pueden decidir sobre la autorrealización, lo que significa que planean y ejecutan sus solicitudes de transporte con sus propias capacidades, o para obtener ciertas tareas
- ▶ Las solicitudes de los colaboradores participantes, que se ofrecen para el intercambio, se reúnen en un grupo de subastas
- ▶ Los beneficios generados se asignan entre los colaboradores.

2- Enrutamiento Colaborativo

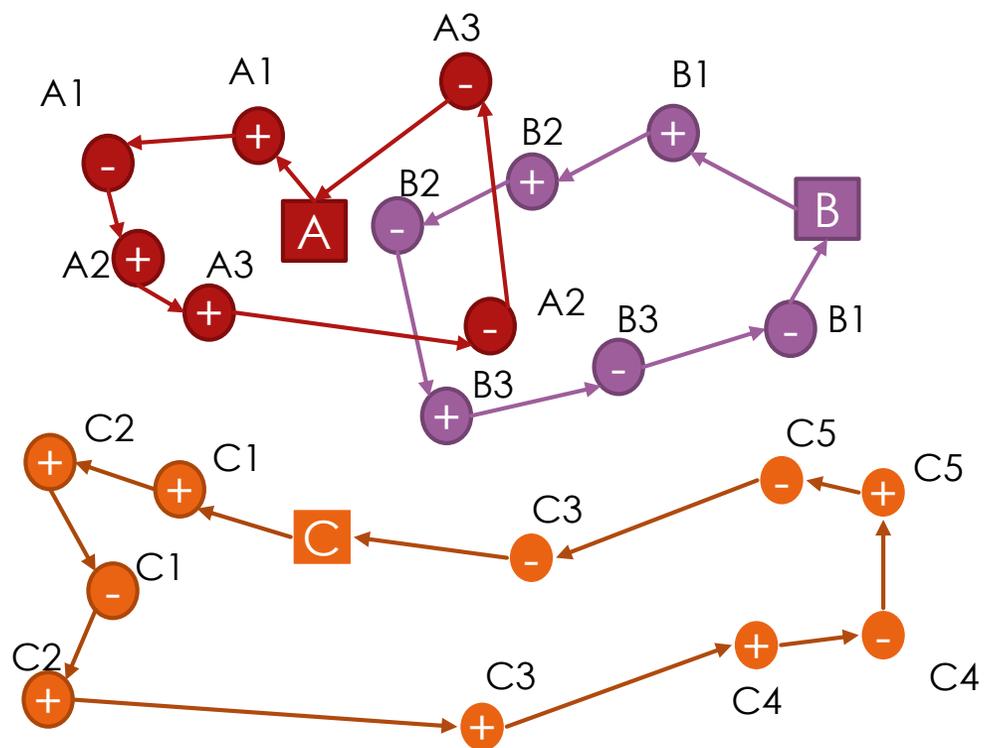
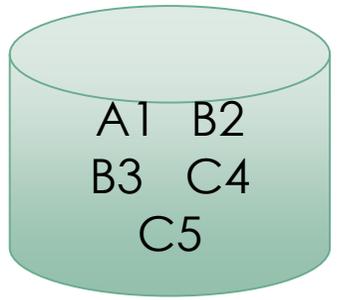
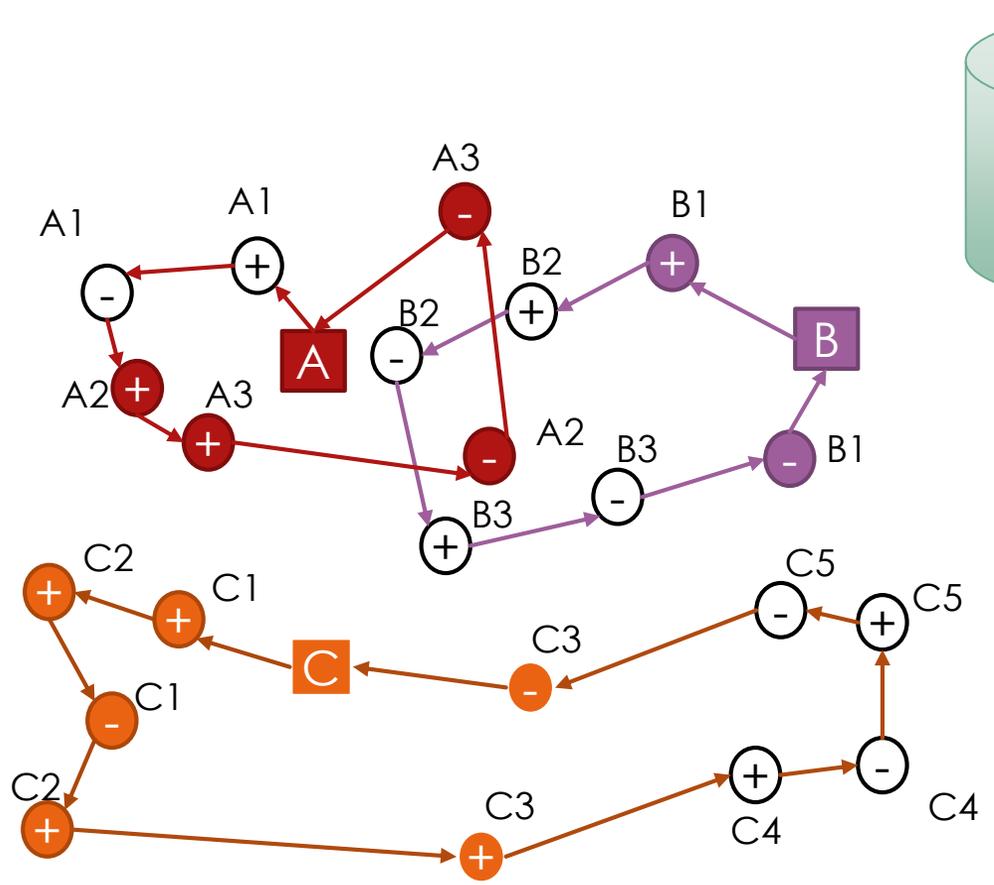
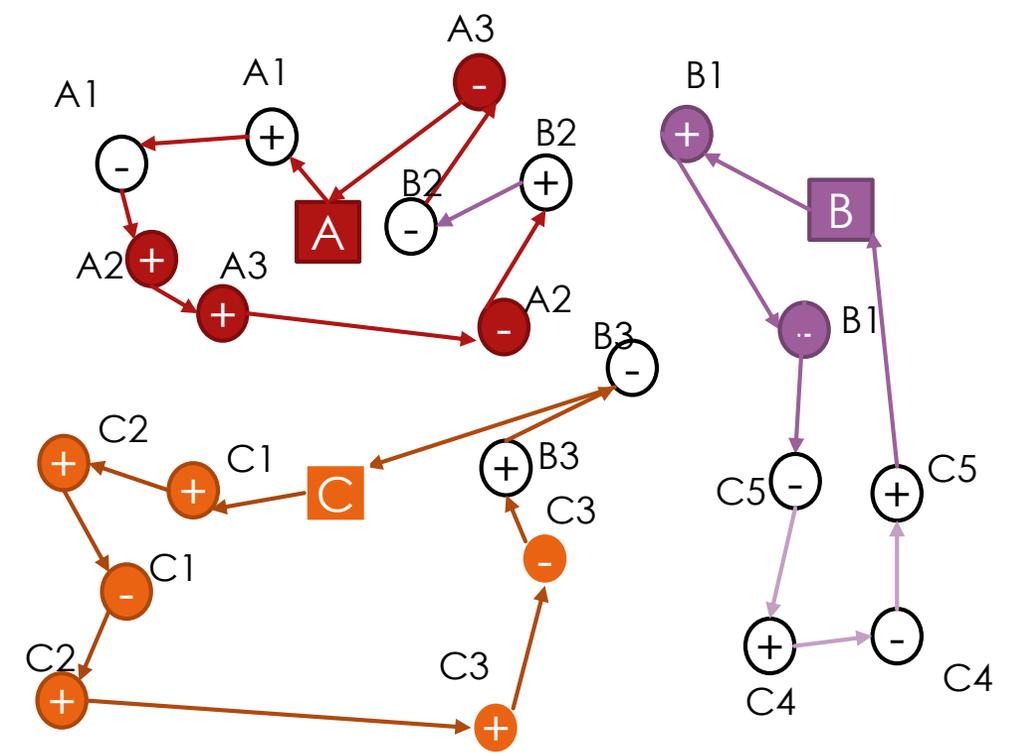


Ilustración de las visitas no colaborativas de 3 transportistas. Para el operador B, la solicitud de compra C4 por sí sola probablemente no sea rentable. Sin embargo, el costo adicional de viaje probablemente será compensado si se adquiere C5 adicionalmente.

2- Enrutamiento Colaborativo



Grupo de subastas



Posible reasignación de solicitudes a transportistas

3- Subastas

Las mercancías para vender pueden ser:

- Objeto único: un elemento indivisible solamente
- Unidades múltiples: unidades múltiples de los mismos bienes
- Artículos múltiples: artículos múltiples de productos diferentes

Los roles en una subasta pueden tener:

- Subastador: Agente que coordina la subasta.
- Comprador: el agente que quiere comprar los bienes (hacer ofertas).
- Vendedor: el agente que quiere vender los bienes (colocando pide).
- Una subasta puede tener un solo vendedor (comprador) y múltiples compradores (vendedores), o compradores múltiples y vendedores múltiples.

4- Parámetros de subasta

Los bienes pueden tener:

- Valor privado: cuánto valen los bienes (comprador/ vendedor).
- Valor público: cuánto valen los bienes para todos.
- Valor correlacionado: cuánto desea pagar por los bienes.

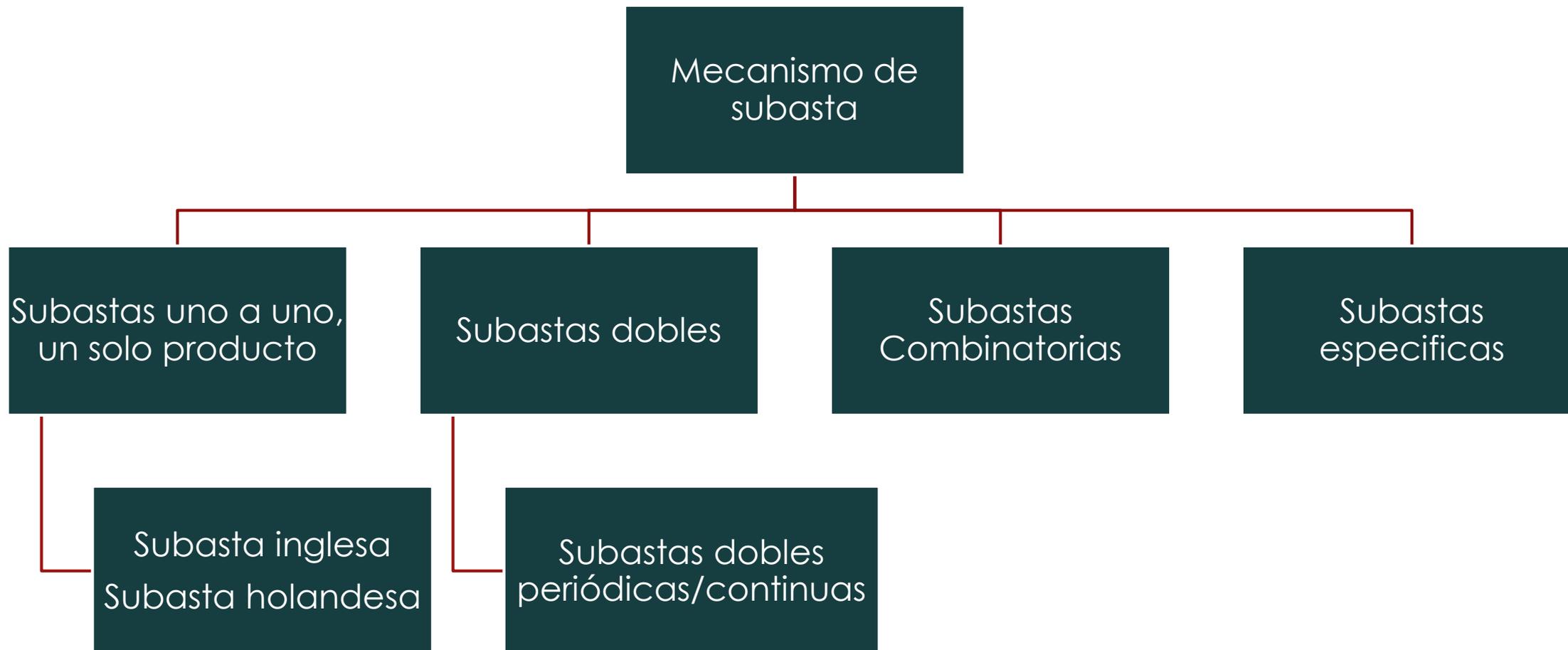
La oferta puede ser:

- Un disparo: una ronda determina el ganador.
- Ascendente: comienza desde el precio bajo, termina con el precio alto
- Descendente: comienza desde un precio alto, finaliza con un precio bajo

La determinación del ganador puede ser:

- Primer precio: el agente que más oferta obtiene el bien y paga su precio puja.
- Segundo precio: el agente que ofrece más obtiene el bien y paga el segundo precio de oferta más alto.

5- Algunos Tipos de Subastas



6- Subastas combinatorias

- ▶ El tipo de subastas donde los interesados pueden ofertar sobre **combinaciones de objetos** de entre los existentes en el proceso son conocidas como **Subastas Combinatorias**. En este mecanismo los ofertantes pueden expresar su verdadero interés sobre los bienes que se estén subastando. Las subastas combinatorias han demostrado sus beneficios con respecto a los métodos tradicionales. La maximización de ingreso, la eficiencia económica, la transparencia de la asignación son algunos de estos beneficios.

7- Modelo Matemático para Subastas Combinatorias

$$\max \sum_{j \in N} \sum_{S \subseteq M} b^j y(S, j) \quad (1)$$

Sujeto a

$$\sum_{S \ni i} \sum_{j \in N} y(S, j) \leq 1, \quad \forall i \in M \quad (2)$$

$$\sum_{S \subseteq M} y(S, j) \leq 1 \quad (1), \quad \forall j \in N \quad (3)$$

$$y(S, j) = 0, 1 \quad \forall S \subseteq M, j \in N \quad (4)$$

(Vries, Sven and Vohra, Rakesh, 2003)

8- Subastas Combinatorias para Transporte Colaborativo

- ▶ En subastas combinatorias, las solicitudes no se comercializan individualmente, sino que se combinan en paquetes. Esto es de particular importancia en el enrutamiento de vehículos, donde una solicitud puede ser poco atractiva a menos que se combine con otras solicitudes. Si se acepta el precio de un proveedor de ofertas, el operador recibe el paquete completo. El operador con una oferta rechazada no obtiene ningún artículo en el paquete. Esto elimina el riesgo de obtener solo un subconjunto de solicitudes que no se ajuste a la cartera de solicitudes actual.

9- para una subasta de Transporte Combinatorio

De acuerdo con (Berger y Bierwirth, 2010) se sigue un procedimiento de 5 fases:

- ▶ Los transportistas deciden qué solicitudes colocar en el grupo de subastas.
- ▶ El subastador genera paquetes de solicitudes y las ofrece a los operadores.
- ▶ Los operadores hacen sus ofertas por los paquetes ofrecidos.
- ▶ El subastador asigna paquetes a los operadores en función de sus ofertas (**problema de determinación del ganador**).
- ▶ Las ganancias acumuladas se distribuyen entre los transportistas.

10- Análisis de Estrategias de Evaluación de Solicitudes

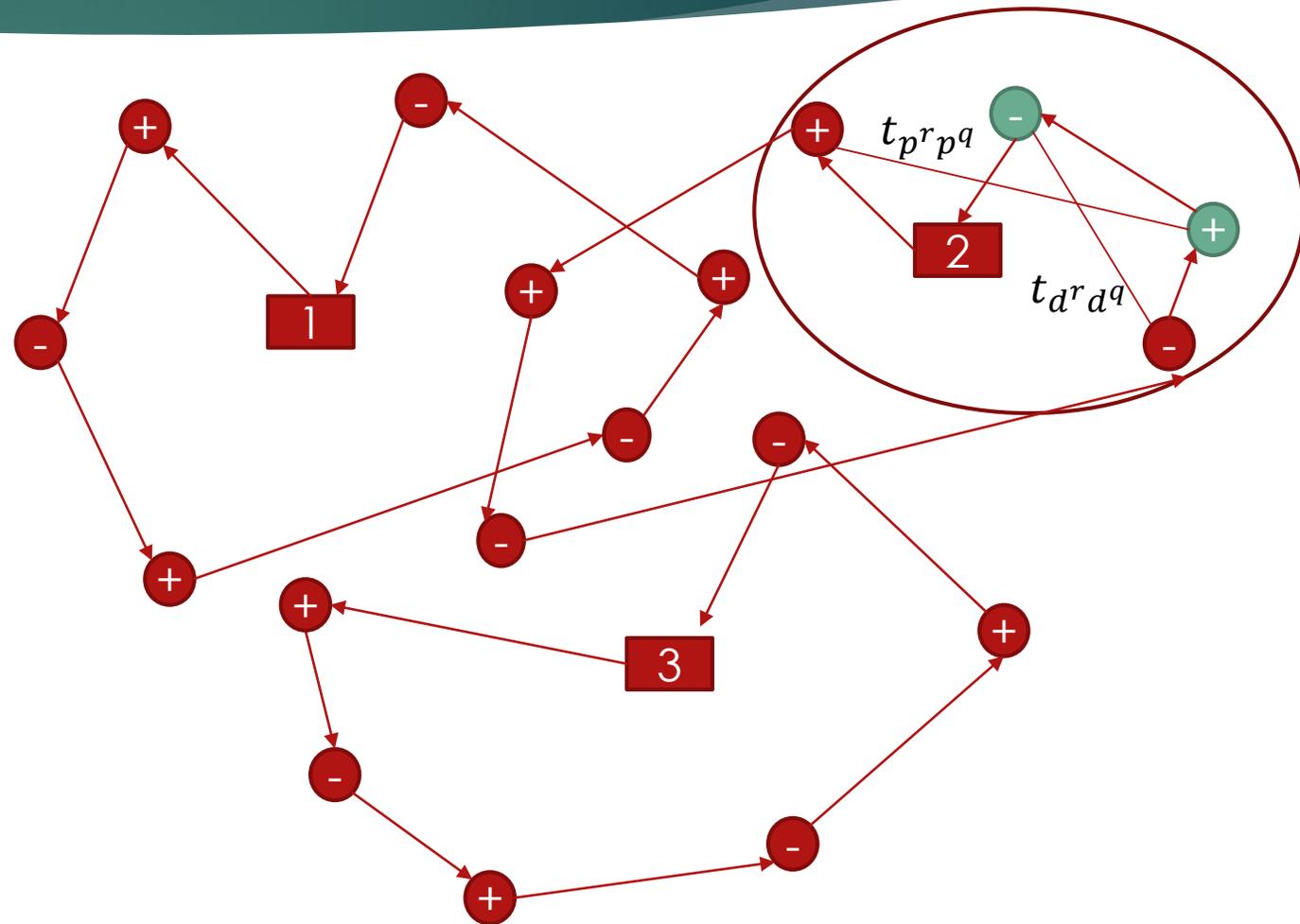
Los transportistas que participan en colaboraciones basadas en subastas se enfrentan a tres tipos de problemas de decisión:

- ▶ Deben decidir cuáles de sus solicitudes quieren atender por sí mismos y cuáles deben ofrecerse a otros operadores. Esto se conoce como evaluación de solicitud.
- ▶ Durante el proceso de subasta, deben generar ofertas que reflejen su disposición a comprar solicitudes de otros operadores.
- ▶ Los vehículos deben enrutarse de manera que se atiendan todas las solicitudes.

11- Definición de estrategias

- **Clúster:** a partir de todas las solicitudes r en R^a , que es el conjunto de solicitudes que tiene el operador a , el operador selecciona un grupo de solicitudes $B \subseteq R^a$.

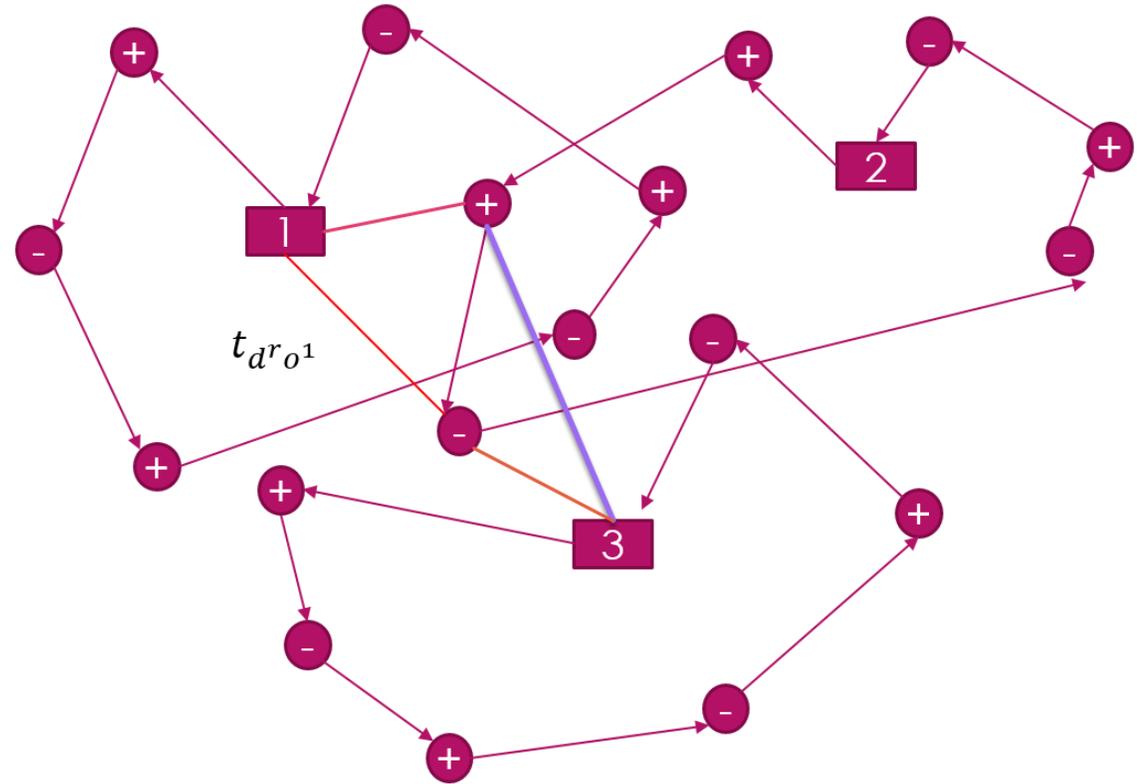
$$e_B^1 = \sum_{r,q \in B} (t_{p^r p^q} + t_{d^r d^q})$$



11- Definición de estrategias

dist_minmax: El operador a selecciona una o más solicitudes $r \in R^a$ que tiene la distancia mínima al depósito de otro operador.

$$e_B^2 = \min_{c \in C} \{ \max(t_{p^{r_o^c}} + t_{d^{r_o^c}}) \}$$



$$e_r^2 = \min_{c \in C} \{ \max(t_{p^{r_{o^1}}}, t_{d^{r_{o^1}}}), \max(t_{p^{r_{o^3}}}, t_{d^{r_{o^3}}}) \}$$

11- Definición de estrategias

- ▶ **mprofit:** las solicitudes se seleccionan en función de sus ganancias marginales. Se calcula disminuyendo los ingresos de una solicitud por el costo de cumplimiento
- ▶ **dist_mprofit:** Un operador a construye un conjunto de solicitudes preseleccionadas $m \in M$, donde $M \subset \mathbb{R}^a$

$$e_s^4 = t_p^r p^s + t_p^r d^s + t_d^r p^s + t_d^r d^s$$

- ▶ La colaboración entre transportistas en un proceso de recogidas y entrega es potencializada con el uso de subastas combinatorias, las cuales poseen una gran flexibilidad de uso a partir de las diferentes estrategias o criterios de subastas que pueden ser usados y ajustados a diferentes escenarios logísticos en los que intervienen distintos actores con necesidades y capacidades individuales.
- ▶ La confiabilidad de la información es fundamental para el éxito en la aplicación de estas metodologías.

- ▶ Las estrategias de valoración de solicitudes pueden ser ampliamente estudiadas. Actualmente muchos investigadores han sugerido metodologías basadas en distancia, tiempos de recorrido, etc. Aun falta explorar metodologías basadas en lógica difusa o soportadas por los últimos adelantos en teoría de juegos.
- ▶ Los modelos logísticos basados en agentes o microsimulación pueden fácilmente utilizar subastas combinatorias para realizar procesos de asignación de ordenes o solicitudes bajo un marco colaborativo.

13- Bibliografía

- ▶ Berger S, Bierwirth C (2010) Solutions to the request reassignment problem in collaborative carrier networks. *Transp Res Part E: Logist Transp Rev* 46:627–638
- ▶ Vries, Sven and Vohra, Rakesh. "Combinatorial Auction: A Survey". *INFORMS Journal on Computing* (2003): 284-309.
- ▶ Berger S, Bierwirth C (2010) Solutions to the request reassignment problem in collaborative carrier networks. *Transp Res Part E: Logist Transp Rev* 46:627–638
- ▶ Ledyard, Olson, et al. "The first use of a combined value auction for transportation services". <http://www.hss.caltech.edu/~jledyard/sears11.pdf> (30 Septiembre 2004).
- ▶ Dahl S, Derigs U (2011) Cooperative planning in express carrier networks an empirical study on the effectiveness of a real-time decision support system. *Decis Support Syst* 51 (3):620–626
- ▶ Dongmo Zhang, Laurent Perrussel, and Wei Huang. Dynamic auction: A tractable auction procedure. In *Proceedings of the Twenty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 10)*, pages 935–940, 2010.
- ▶ Gansterer, M., Hartl, R. F., 2016a. Request evaluation strategies for carriers in auction-based collaborations. *OR Spectrum* 38(1), 3–23.
- ▶ Gansterer, M., Hartl, R. F., 2016b. Bundle generation in combinatorial transportation auctions, working paper.