

# Simulación multiagente de un mercado de intermediación

## Objetivo

Implementar un prototipo de simulación multiagente de un mercado de intermediación.

## Resumen

En este documento se describen los elementos básicos de un sistema multiagente de intermediación en el que los agentes intermediarios modulan sus decisiones de interacción con otros agentes basados en su experiencia previa con esos agentes.

## 1. Simulación del mercado de intermediación

En el mercado de intermediación participan tres clases de agente: *oferentes*, que ofrecen *valores* a la venta, *demandantes*, que buscan valores para comprar, e *intermediarios*, que negocian una comisión de intermediación por realizar la transacción de compra-venta asociada a una oferta y una demanda que coinciden.

**Clases y cantidad de agentes:** Los agentes *oferentes* y *demandantes* son representados por la clase `cliente`, y esta es representada por un único agente. Por otro lado, en cada simulación se crean  $N$  agentes intermediarios. El número  $N$  es un parámetro de la simulación, que puede ser implementado mediante un *slider* en NETLOGO.

**Entorno de la simulación:** El espacio de transacción de valores en el mercado es representado por una **pizarra** de acceso *público no concurrente*, que tiene dos posible estados: **accesible** y **bloqueada**, que solo afectan el acceso de los agentes **intermediarios**. Las acciones del agente **cliente** son independientes del estado de la pizarra.

**Acceso no concurrente de intermediarios:** Para que cualquier agente intermediario acceda a la pizarra, su estado debe ser **accesible**. En ese caso, el agente debe cambiar el estado de la pizarra a **bloqueada**, realizar una acción sobre la pizarra, y volver a poner su estado en **accesible**. El propósito de limitar las acciones de los agentes intermediarios sobre la pizarra a solo una es evitar el "secuestro" de la pizarra por un solo intermediario.

**Acciones del agente cliente:** El agente **cliente** solamente accede a la pizarra para realizar una de dos posible acciones: publicar ofertas o publicar demandas.

**Acciones de los intermediarios:** Los **intermediarios** acceden a la pizarra para buscar coincidencias entre ofertas y demandas; su propósito es realizar la transacción de compra-venta representada en cada coincidencia encontrada, y cobrar la comisión correspondiente. Los agentes **intermediarios** pueden estar en uno de los estados siguientes:

- **buscando:** este es el estado inicial;
  - el agente accede a la pizarra y realiza una búsqueda de coincidencias entre ofertas y demandas;
  - prioriza los resultados de la búsqueda y extrae las primeras  $C$  coincidencias ( $C$  es un parámetro de la simulación) entre ofertas y demandas;
  - la priorización se hace ordenando la lista de coincidencias descendientemente por el valor de **precio**  $\times$  **comisión**, es decir, descendientemente por la ganancia para el intermediario;
  - si el agente encontró coincidencias en la pizarra o si no las encontró pero tenía en su lista valores guardados previamente para vender en el futuro, de aquí el agente pasa al estado **negociando**; en caso contrario, pasa al estado **pidiendo ayuda**.
- **negociando:**
  - el **intermediario** decide arbitrariamente si negocia una coincidencia encontrada en la pizarra con el agente **cliente**, o se queda con la oferta de la coincidencia para venderla en el futuro; la decisión se toma aleatoriamente;
  - si decide quedarse el valor para venderlo en el futuro, lo pasa a la lista de los valores que posee y elimina la coincidencia;
  - si decide negociarlo, envía al agente **cliente** una propuesta de compra-venta (una de las coincidencias encontradas en la pizarra), y este responde afirmativa o negativamente la propuesta, usando para eso una variable aleatoria;
  - una vez que una coincidencia ha sido negociada, sea que se transó o no la compra-venta, el agente vuelve al estado **buscando**.
- **pidiendo ayuda:**
  - el **intermediario** busca otro **intermediario** para intentar realizar una transacción de compra-venta; para esto ordena su lista de agentes **conocidos** en orden descendente de su **confianza**<sup>1</sup> e intenta hacer contacto con cada uno de ellos, en ese orden, hasta que uno de ellos responda; si ninguno lo hace, elige arbitrariamente un agente desconocido, al que añade a su lista de intermediarios conocidos<sup>2</sup>;
  - si el **intermediario** logró establecer comunicación con otro **intermediario**, le ofrece el valor y espera una respuesta; el otro responde afirmativamente.

---

<sup>1</sup>La **confianza** de un agente con otro es un valor real en el rango  $[0 \dots 1]$ , y es fijada arbitrariamente en 1 si la primera interacción con el agente fue positiva, y en 0 si fue negativa; a partir de ahí aumenta con cada interacción positiva y disminuye con cada interacción negativa; el aumento (la disminución) es optimista, y se calcula como la confianza actual más (menos) un porcentaje fijo (parámetro de la simulación)

<sup>2</sup>Nótese que para habilitar la búsqueda de agentes desconocidos, es necesario mantener una lista de todos los agentes; para cada agente su lista de agentes desconocidos será el complemento de su lista de agentes conocidos en la lista de todos los agentes

## 2. Propiedades de los agentes

En esta sección se describen las propiedades de cada clase de agente y sus posibles acciones:

### Agente **Ciente**:

#### Propiedades:

- **rol**  $\in \{ \text{oferente, demandante} \}$
- **haber**: número entero que representa la riqueza del agente; inicialmente creado aleatoriamente en un rango  $[0 \dots 100000000]$ , por ejemplo
- **ofertas**: lista de *ofertas* creadas por el cliente como oferente;
- **demandas**: lista de *demandas* creadas por el cliente como demandante

Cada oferta contiene:

- un **identificador** único; asignado secuencialmente en la simulación a cada oferta creada,
- un **precio** de venta; entero aleatorio en el rango  $[0 \dots 100]$ ,
- un % de **comisión** máxima a pagar al intermediario; real aleatorio en el rango  $[1..3]$ ,
- una **fecha de creación**; número de tic de la simulación en el que la oferta es creada por el oferente,
- una **fecha de publicación**: número de tic de la simulación en el que la oferta es publicada en la pizarra, y
- un tiempo de **validez**; número de tics durante los cuales la oferta es válida; una vez transcurrido ese tiempo el agente debe borrar la oferta de la pizarra y añadirla a su lista de *ofertas* creadas.

Cada demanda contiene:

- un **identificador** único; asignado secuencialmente en la simulación a cada demanda creada,
- un **rango de precios** de compra; rango  $[X \dots Y]$  tal que  $0 < X < Y < 100$  y  $|X - Y| < 10^3$
- una **fecha de creación**; número de tic de la simulación en el que la demanda es creada por el cliente,
- una **fecha de publicación**; número de tic de la simulación en el que la demanda es publicada en la pizarra, y
- un tiempo de **validez**; número de tics durante los cuales la demanda es válida; una vez transcurrido ese tiempo el agente debe borrar la demanda de la pizarra y añadirla a su lista de *demandas* creadas.

---

<sup>3</sup>Esta constante puede ser parametrizada

## Agente Intermediario:

### Propiedades:

- **identificación**: número secuencial asignado al momento de crearse el agente;
- **haber**: número entero que representa la riqueza del agente; inicialmente creado aleatoriamente en un rango  $[0 \dots 1000000000]$ , por ejemplo;
- **ofertas**: lista de *ofertas* tomadas de la pizarra, para vender en el futuro;
- **demandas**: lista de *demandas* tomadas de la pizarra, para buscar coincidencias con ofertas en el futuro.
- **conocidos**: lista de agentes **intermediarios** con los que el agente ya ha tenido alguna interacción; para cada otro agente se consigna:
  - \* su **identificación**,
  - \* su **confianza** en ese agente (valor en el rango  $[0 \dots 1]$ , inicialmente 1 si la primera interacción culmina con una transacción, 0 si no; este valor aumenta con cada interacción exitosa y disminuye con cada interacción fallida;
  - \* una lista de las **interacciones** realizadas, consignando para cada una (**fecha tipo precio resultado**), donde
    - **fecha**: tic de la simulación en la que se llevó a cabo la interacción,
    - **tipo**  $\in \{ compra, venta \}$ ,
    - el **precio** que fue acordado, y
    - **resultado**  $\in \{ positivo, negativo \}$