

Systeme Multi-agent

Négociation Multi-Agent

Marion Vertessen et Dane Badiel

Introduction

Ce rapport se rapporte à un travail pratique sur la négociation automatique multi-agent réalisée dans le cadre de nos études à l'université Lyon 1. Il consiste à détailler la modélisation d'un système automatique multi-agent. Pour ce faire, nous prenons l'exemple d'un organisme de voyage dans lequel nous considérons des agents fournisseurs et des agents négociateurs. Les agents fournisseurs sont alors chargés d'effectuer les opérations suivantes :

- Récupérer les informations sur les services proposés (la ville de départ, la ville d'arrivée, la date de départ)
- Récupérer les contraintes des services telles que le prix minimum.
- Négocier un prix qui est le plus avantageux pour eux

Les agents négociateurs quant à eux, recherchent des services. Pour ce faire, ils contactent les fournisseurs en leur fournissant des spécifications sur les services qu'ils désirent avoir :

- Budget minimum et budget maximum ;
- Ville de départ et ville d'arrivée ;
- Date de départ et la date du plus tard achat
- Compagnie préférée.

Afin de réaliser ce projet, nous avons décidé d'utiliser le langage Java.

I. Modélisation

Dans un premier temps, nous avons choisis de décrire les différentes modélisations que nous avons faites au niveau des agents, de l'environnement, des interactions entre les agents ainsi que l'organisation. Cette partie s'articule donc autour d'une approche voyelle afin de comprendre l'agencement du projet.

A. Les agents

Les agents implémentés sont soit des **fournisseurs**, soit des **acheteurs**. Ils sont définis dans des classes ([Acheteur](#) et [Fournisseur](#)). Ils disposent chacun d'un ID qui permet de les identifier.

Les fournisseurs disposent, en plus, d'un nom et d'une liste de vols (*figure 1*).

Identifiant	Nom	Liste de Vol
3	Air France	[Vol n°1, vol n°2, vol n°3...]

figure 1 : Exemple de fournisseur

La liste des vols est récupérée à partir d'une classe de données listant l'ensemble des vols ([ListVol](#)). En effet, le fournisseur possède une fonction, [load_vols](#), permettant de récupérer uniquement les vols qui lui sont associés. Par exemple, Air France ne récupère que les vols qui possèdent pour compagnie "Air France".

Un vol possède différents paramètres :

- Un identifiant pour l'identifier
- Une ville de départ (ex : Lyon)
- Une ville d'arrivée (ex : Paris)
- Le prix initial d'achat du billet (ex : 500 €)
- Le prix minimal auquel peut être vendu le billet par la compagnie (ex : 200 €)
- Le nom de la compagnie qui vend ce billet (ex : "Air France")
- La date de départ du vol (ex : 20/09/2021)

De plus, les agents fournisseur possèdent une fonction de négociation qui vous sera présentée dans le II. (`negociateFournisseur`).

Enfin, les acheteurs possèdent également une fonction de négociation (`negociateAcheteur`) et sont décrit par :

- La préférence pour une compagnie aérienne.
- Ses contraintes au niveau du budget : prix auquel il aimerait avoir son billet d'avion (le prix minimal) et le prix maximal qu'il peut mettre dans ce billet.
- Le vol souhaité : date de départ, ville d'arrivée et ville de départ.

On retrouve un exemple de ces paramètres dans la figure 2.

Identifiant	Compagnie Préférée	Budget min	Budget max	Date de départ	Ville de départ	Ville d'arrivée
1	Air France	400 €	500 €	25/12/2021	Paris	Tokyo

figure 2 : Exemple d'acheteur

B. L'environnement

L'environnement est la plateforme permettant de mettre en relation les agents fournisseurs et les agents négociateurs. Il est défini dans la classe `main`.

Dans cette classe, on définit les différents acteurs des négociations ainsi que leur connexion entre eux suivant leurs préférences. En effet, un acheteur possédant une compagnie préférée va être mis en contact avec celle-ci avant d'être mis en contact avec d'autres tandis qu'un acheteur refusant une compagnie ne va pas être mis en contact avec celle-ci.

De plus, le comportement des agents est implémenté dans des threads qui sont lancés dans l'environnement. Les fournisseurs possèdent des instances multi-threading afin de permettre à plusieurs acheteurs de se connecter sur le même fournisseur.

Pour connecter les agents entre eux, l'environnement utilise la stratégie suivante :

1. Création des agents Fournisseur en utilisant la liste des vols. Pour chaque compagnie différente, on crée un fournisseur.
2. Création des agents Acheteur.
3. Ouverture des instances multi-threading pour les Fournisseurs
4. Pour chaque agent, on commence par regarder si un vol est disponible dans sa compagnie préférée. Si oui, il commence la négociation avec cette dernière. Sinon, il continue d'essayer l'ensemble des autres compagnies pour trouver un vol qui lui convient.

C. Les interactions

Afin de permettre les interactions (échanges) entre les différents agents (acheteurs et fournisseurs), nous utilisons des sockets pour lesquels nous spécifions l'adresse du client en l'occurrence le 127.0.0.1 et le port à utiliser pour la communication. Chaque fournisseur possède un port différent qui lui est attribué lors de sa création.

Il suffit donc à l'acheteur de se connecter sur le port qui correspond au fournisseur avec lequel il souhaite négocier.

Ainsi, les agents fournisseurs sont les serveurs tandis que les agents acheteurs sont les clients.

D. L'organisation

Enfin, les agents possèdent une organisation bien précise afin de permettre la transmission d'informations. On retrouve cette organisation sur la *figure 3*.

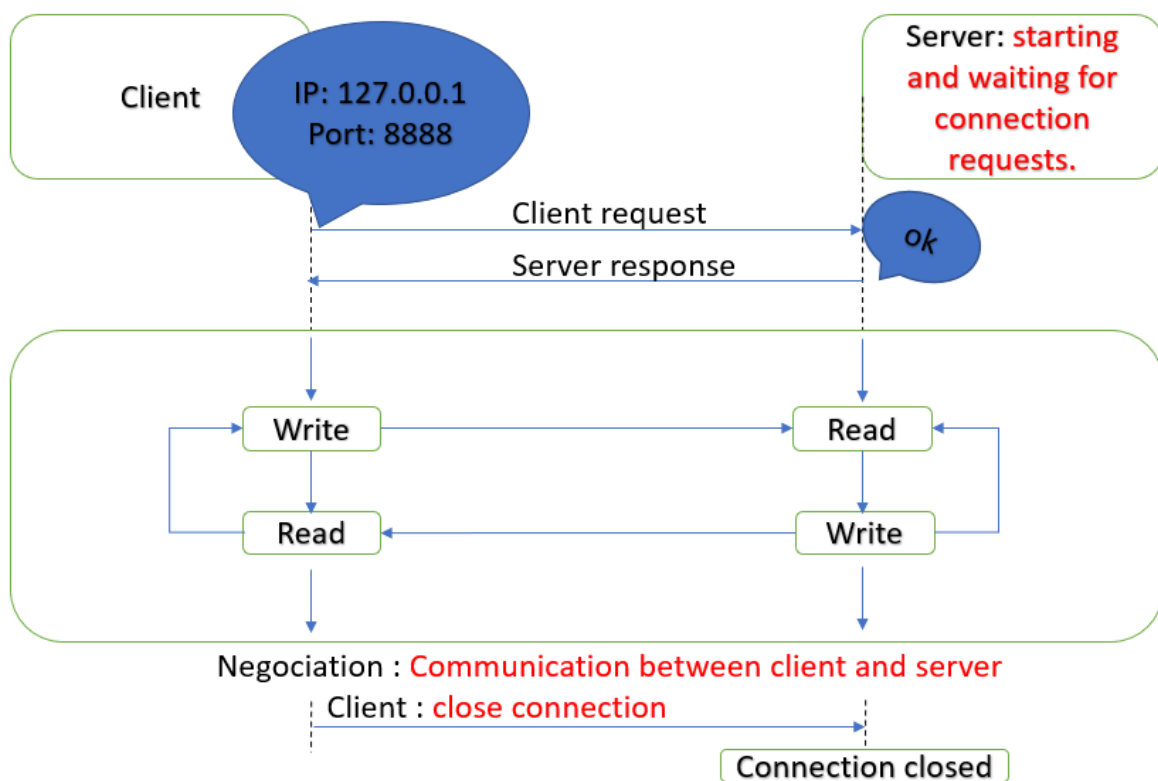


figure 3 : Organisation des agents entre eux

Sur cette figure, on retrouve un carré vert où les agents communiquent entre eux. Ils suivent l'organisation suivante :

- L'acheteur envoie différentes informations sur le vol qu'il souhaite réserver (date de départ, ville de départ, ville d'arrivée...).
- Le fournisseur vérifie s'il possède dans sa liste de vols, un vol qui correspondrait à l'attente du client.
 - Si oui, la négociation commence entre les deux agents. Il propose chacun à leur tour un prix qui est soit accepté soit refusé par l'autre agent. Ce processus sera détaillé dans la partie suivante.
 - Sinon, la négociation n'a pas lieu et le client se déconnecte du serveur directement.

II. Implémentation

Dans cette partie, nous allons développer l'implémentation que nous avons décidé de réaliser pour réaliser la négociation entre les différents agents.

A. La demande d'information

Comme décrit précédemment, lorsque deux agents sont mis en relation, l'acheteur communique au fournisseur ses préférences et ses contraintes :

- Date de départ
- Ville de départ
- Ville d'arrivée
- Compagnie préférée
- Budget maximum

Le fournisseur regarde alors parmi tous les vols dont il dispose, s'il y en a bien un qui a les mêmes spécifications que celles du client. Si oui, le processus de négociation proprement dit est enclenché. Si non, le fournisseur retourne **"Aucune proposition"** à l'acheteur.

B. L'interface graphique

L'interface graphique a pour vocation de montrer les différents échanges que les agents ont entre eux.

Dans un premier temps, nous avons placé les informations du client ainsi que l'identifiant du fournisseur. Chacun des agents possède une zone où sont présents les messages qu'il a envoyés à l'autre agent. On retrouve sur la figure 4 ces différentes informations.

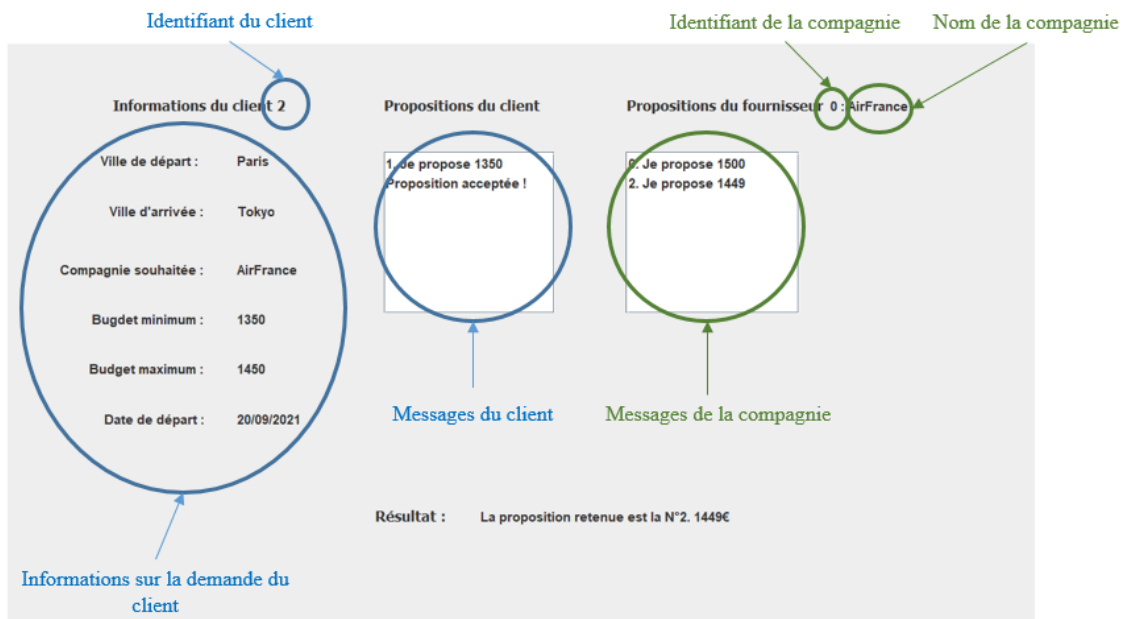


figure 4 : Présentation de l'interface graphique

C. La négociation

La négociation est établie selon les critères présentés ici :

1. Tout d'abord, le fournisseur se charge de proposer un prix quand il dispose d'un vol qui correspond aux spécifications du client. Il lui propose tout d'abord le prix maximum du vol.
2. Le client reçoit le prix proposé par le fournisseur et si ce prix lui convient, le marché est tout de suite conclu et le montant de l'accord sera donc ce dernier. Si le prix proposé n'est pas satisfaisant pour l'acheteur, ce dernier propose son budget minimum.
3. Ce prix sera envoyé au fournisseur qui se chargera de vérifier s'il n'est pas inférieur au prix minimum du vol. S'il est supérieur au prix minimum du vol, le marché est conclu et le montant de l'accord est le prix proposé par le client. Dans le cas contraire, le fournisseur baisse son prix d'un certain pourcentage compris entre 0 % et 10 %.
4. Ce nouveau montant est de nouveau envoyé à l'acheteur qui vérifie s'il est bien inférieur à son budget maximum. Sinon, il effectue une autre proposition, cette fois-ci en multipliant le dernier montant qu'il a proposé par un pourcentage compris entre 0 % et 10 %.

Les lignes 3 et 4 se répètent trois fois au maximum. Le fournisseur a la possibilité de faire trois propositions, l'acheteur aussi. Si au bout de ces trois propositions, aucun consensus n'est trouvé, la négociation échoue et aucun accord n'est alors conclu. Les différents prix proposés sont calculés dans des fonctions de négociation, dont disposent l'acheteur et le fournisseur.

De fait on a trois cas différents types de résultats suite à la communication entre deux agents :

- Aucune offre est disponible (cf. figure 5)
- Les deux agents trouvent une solution après la négociation (cf. figure 6)
- Les deux agents ne trouvent pas de solution et dépasse le nombre de propositions possibles (cf. figure 7)

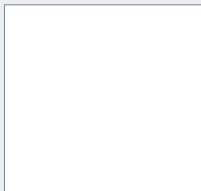
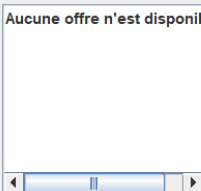
Informations du client 1	Propositions du client	Propositions du fournisseur 4 : South African Airways
Ville de départ : Paris		Aucune offre n'est disponible 
Ville d'arrivée : Benin		
Compagnie souhaitée : AirFrance		
Budget minimum : 500		
Budget maximum : 880		
Date de départ : 20/09/2021		
Résultat : Aucune proposition retenue		

figure 5 : Cas où aucune proposition n'est retenue, car aucune offre n'est disponible

Informations du client 2	Propositions du client	Propositions du fournisseur 0 : AirFrance
Ville de départ : Paris	1. Je propose 1350 Proposition acceptée !	0. Je propose 1500 2. Je propose 1449
Ville d'arrivée : Tokyo		
Compagnie souhaitée : AirFrance		
Budget minimum : 1350		
Budget maximum : 1450		
Date de départ : 20/09/2021		
Résultat : La proposition retenue est la N°2. 1449€		

figure 6 : Cas où une proposition est retenue par les deux agents

Informations du client 1	Propositions du client	Propositions du fournisseur 8 : Benin Golf Air
Ville de départ : Paris	1. Je propose 50 3. Je propose 54 5. Je propose 57	0. Je propose 2000 2. Je propose 1870 4. Je propose 1712 Proposition refusée
Ville d'arrivée : Benin		
Compagnie souhaitée : AirFrance		
Budget minimum : 50		
Budget maximum : 880		
Date de départ : 20/09/2021		
Résultat : Aucune proposition retenue		

figure 7 : Cas où aucune proposition n'est retenue suite à la négociation

D. Satisfaction client et fournisseur

Afin d'analyser les résultats que nous obtenons, nous avons décidé de calculer un pourcentage de satisfaction de l'agent. Pour cela nous avons utilisé les formules suivantes :

- Pour la satisfaction des acheteurs, le pourcentage est calculé sur le fait que le client cherche à minimiser le prix d'achat, c'est-à-dire que plus le prix final est petit, plus il sera satisfait.

$$S_{client} = \frac{prix_{max} - prix_{final}}{prix_{max} - prix_{min}} * 100$$

Avec :

- $prix_{max}$, le prix maximal du client pour l'achat
 - $prix_{min}$, le prix minimal du client pour l'achat (le prix le plus bas qu'il propose, c'est-à-dire son prix idéal).
 - $prix_{final}$, le prix qui est conclu suite à la négociation.
- Pour les satisfactions des fournisseurs, le pourcentage est calculé sur le fait que le fournisseur cherche à maximiser le prix d'achat :

$$S_{fournisseur} = \frac{prix_{final} - prix_{min}}{prix_{max} - prix_{min}} * 100$$

Avec :

- $prix_{max}$, le prix de mise en vente du billet
- $prix_{min}$, le prix minimal de vente du billet
- $prix_{final}$, le prix qui est conclu suite à la négociation.

De plus, si aucun accord n'est conclu entre l'acheteur et le fournisseur, on considère que le pourcentage de satisfaction vaut 0 %.

On calcule le pourcentage de satisfaction du client dans un exemple concret et en faisant varier le prix minimal du client. Il est important de noter que le système est configuré de telle manière à ce que ce soit la proposition du client qui soit acceptée. En effet, le prix du vol est initialement trop haut par rapport au prix maximal du client. On obtient la courbe de la *figure 8*.



figure 8: Pourcentage de satisfaction de l'acheteur en fonction de son prix minimal

On observe sur cette figure que le niveau de satisfaction du client augmente lorsque son prix de départ dans la négociation est élevé. Cela valide donc la pertinence de notre modèle puisque plus de prix minimal de l'acheteur est haut, plus la négociation va pouvoir avoir un résultat. De plus, vu que c'est le prix du client qui est accepté, c'est ce dernier qui est le plus satisfait. En effet, sur la figure 9, on remarque que le fournisseur ne dépasse pas 1 % de satisfaction dans ce modèle.

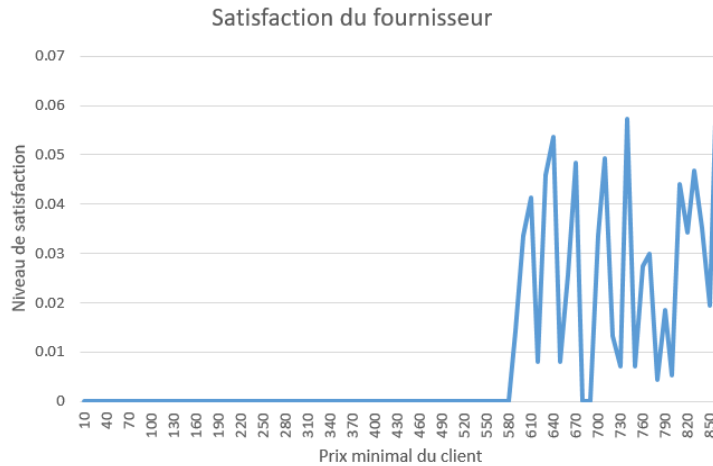


figure 9: Pourcentage de satisfaction du fournisseur en fonction de son prix minimal

Conclusion

Pour conclure, notre système possède deux agents : un agent fournisseur (une compagnie) et un agent acheteur (le client). Ce dernier cherche à se procurer un billet d'avion remplissant certaines conditions tel que la ville de départ, la ville d'arrivée, la date de départ, etc. En commençant par chercher dans sa compagnie préférée, il envoie ses informations aux différents fournisseurs. Lorsqu'un accord est conclu, il arrête de rechercher un billet d'avion chez les fournisseurs concurrents.

De fait, les agents possèdent leur propre système de négociations qui propose des prix en fonction des prix proposés précédemment et d'un nombre aléatoire permettant de diminuer ou d'augmenter le prix afin de faire avancer la négociation.

De plus, il nous a semblé pertinent de calculer un taux de satisfaction afin de déterminer à quelle point un agent est content de la transaction qu'il vient de réaliser.

Enfin, cette négociation bien qu'efficace pourrait être améliorée en ajoutant par exemple une timeline qui permettrait à l'agent d'avoir une date limite avant laquelle il doit acheter son billet.