

L'entente algorithmique

Nicolas Herbaut, MCF Informatique
Linda Arcelin, PR Droit Privé et Sciences Criminelles

15/10/2018

Création d'ententes implicites par des algorithmes autonomes

Problématique interdisciplinaire

- **Economie**

- qu'est-ce qu'une entente tacite?
- Comment la caractériser?

Problématique interdisciplinaire

- **Economie**

- qu'est-ce qu'une entente tacite?
- Comment la caractériser?

- **Droit:**

- Qui est responsable de l'entente?
- Comment le législateur peut intervenir?

Probématique interdisciplinaire

- **Economie**

- qu'est-ce qu'une entente tacite?
- Comment la caractériser?

- **Droit:**

- Qui est responsable de l'entente?
- Comment le législateur peut intervenir?

- **Informatique:**

- Quelles sont les propriétés des algorithmes autonomes?
- Comment analyser leur comportement?
- Sur quelle base théorique s'appuyer?

Que nous disent d'économie et le droit ?

Entente explicite

- Un petit nombre d'entreprises en oligopole se mettent d'accord sur des prix supérieurs aux coûts marginaux de production
 - Des prix uniformes
 - Avertissement préalable au changement de prix
 - Échange d'information

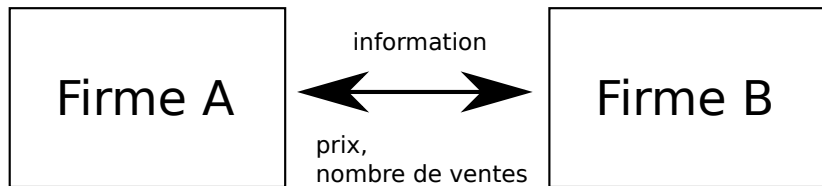


FIGURE 1 – entente explicite avec échange d'information

Entente tacite

- Un petit nombre d'entreprises en oligopole vent à des prix supérieurs aux coûts marginaux de production.
 - Des prix uniformes
 - ~~Avertissement préalable au changement de prix~~
 - ~~Échange d'information~~

Dans notre cas : entente tacite

Il n'y a pas d'échange explicite d'informations

Entente algorithmique tacite

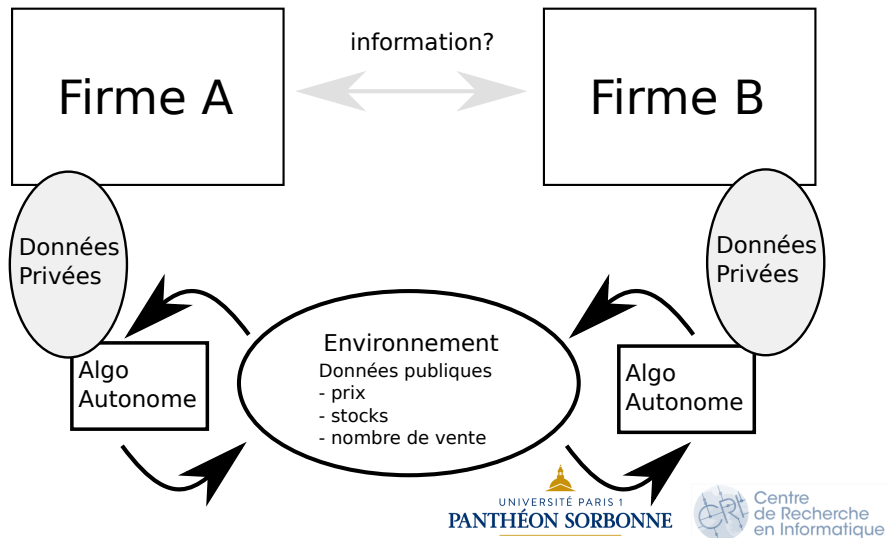


FIGURE 2 – entente implicite sans échange direct d'information

Que nous dit l'informatique ?

Le problème peut se poser d'un point de vue théorique. . .

- **Théorie de l'information**

- Existence d'un canal bruité entre les deux algorithmes:
l'environnement
- Quelle serait le code et la capacité d'un tel canal ?

Le problème peut se poser d'un point de vue théorique. . .

- **Théorie de l'information**

- Existence d'un canal bruité entre les deux algorithmes: l'environnement
- Quelle serait le code et la capacité d'un tel canal ?

- **Algorithmes d'apprentissages profonds autonomes**

- Problème d'interprétabilité lié à un très haut niveau d'abstraction (NN)?
- Exploitation et apprentissage simultanés.

Le problème peut se poser d'un point de vue théorique. . .

- **Théorie de l'information**

- Existence d'un canal bruité entre les deux algorithmes: l'environnement
- Quelle serait le code et la capacité d'un tel canal ?

- **Algorithmes d'apprentissages profonds autonomes**

- Problème d'interprétabilité lié à un très haut niveau d'abstraction (NN)?
- Exploitation et apprentissage simultanés.

- **Théorie du Contrôle**

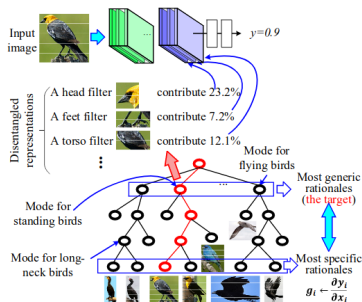
- comment s'assurer de la stabilité de ces algorithmes?
- est-il possible de développer un modèle de contrôle pour le ML et DL?

Le problème peut se poser d'un point de vue théorique. . .

- **Comment l'information circule?**
- **Comment l'information s'apprend et se stocke?**
- **Comment l'algo se comporte dans la nature?**

Interprétation des Algorithmes d'apprentissages

- Nouveau domaine de recherche très actif
- Pourquoi le modèle à pris cette décision?
- Également utile pour accélérer le processus d'apprentissage et y injecter de l'intelligence humaine.
- Zhang, Quan-shi, and Song-Chun Zhu. "Visual interpretability for deep learning: a survey." *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering* 19, no. 1 (2018): 27-39.



IS 1
BONNE



Mais également pratique!

- Etude sur le marché de l'énergie
 - Simulation par agents sur un marché de l'électricité (smart grid)
 - on constate une réduction de leur production et augmentation des profits
 - Démonstration de la création d'ententes tacites entre les producteurs
 - *Tellidou, Athina C., and Anastasios G. Bakirtzis. "Agent-based analysis of capacity withholding and tacit collusion in electricity markets." IEEE Transactions on Power Systems 22, no. 4 (2007): 1735-1742.*

Mais également pratique!

- Etude sur le marché de l'énergie
 - Simulation par agents sur un marché de l'électricité (smart grid)
 - on constate une réduction de leur production et augmentation des profits
 - Démonstration de la création d'ententes tacites entre les producteurs
 - *Tellidou, Athina C., and Anastasios G. Bakirtzis. "Agent-based analysis of capacity withholding and tacit collusion in electricity markets." IEEE Transactions on Power Systems 22, no. 4 (2007): 1735-1742.*
- Observé sur un toy-model pour des revendeurs
 - Deep Reinforcement Learning
 - Python / Gym / Keras-rl
 - A confirmer. . .

Pistes de recherche pour collaborer.

- Poser des **restrictions sur les algorithmes utilisés** pour la fixation des prix
 - Séparer la phase d'apprentissage de la phase d'exploitation.
 - “contrôles techniques” des algorithmes pour détecter les capacités à former des ententes
 - Restrictions sur les données utilisables par les algorithmes pour fixer les prix (e.g. mémoire courte)

Pistes de recherche pour collaborer.

- Poser des **restrictions sur les algorithmes utilisés** pour la fixation des prix
 - Séparer la phase d'apprentissage de la phase d'exploitation.
 - “contrôles techniques” des algorithmes pour détecter les capacités à former des ententes
 - Restrictions sur les données utilisables par les algorithmes pour fixer les prix (e.g. mémoire courte)
- Améliorer la **capacité du législateur à détecter** les ententes tacites:
 - Caractérisation des algorithmes de fixation de prix (outils contrôles)
 - Détection automatique d'entente à partir des séries de prix (outils statistiques)
 - Déléguer aux marketplace le rôle de **détection d'ententes** (responsabilité des plateformes)

Merci ! Questions ?

linda.arcelin@univ-lr.fr

nicolas.herbaut@univ-paris1.fr

