

La modélisation computationnelle de la cognition

1. La pragmatique computationnelle et la modélisation de la cognition

Dans ces derniers cours, on va présenter l'approche probabiliste à la science cognitive, qui modélise l'apprentissage et le raisonnement comme des modèles complexes probabilistes.

- Cette approche a été utilisée pour étudier plusieurs phénomènes cognitifs.
- Nous allons l'appliquer au langage (la pragmatique) : l'utilisation et l'interprétation des énoncés en contexte.

2. Grandes questions :

- Qu'est-ce que la pensée?
- Comment est-ce qu'on peut décrire les inférences intelligentes faites par les êtres humains dans leur raisonnement et leur apprentissage de tous les jours?
- Comment est-ce qu'on peut construire des machines intelligentes?

Réponse de la théorie computationnelle de la pensée :

- On commence par l'hypothèse que l'esprit humain est un ordinateur, et que la pensée est un processus computationnel.
- Penser est semblable à exécuter un programme computationnel.

Quel type de programme?

Considérons un idée naturelle : nos programmes prennent des inputs (des données de perceptions, des faits dans notre mémoire etc.) et calculent un output : des comportements intelligents.

- Nos pensées/représentations mentales seraient des fonctions qui prennent des inputs et donnent des outputs.

Évidemment, on ne peut pas avoir une fonction distincte pour chaque pensée : cela impliquerait une explosion combinatoire!

Approche différente :

- Nos pensées/représentations mentales ressemblent plus à des **théories** (scientifiques).
- **Théories :** Des morceaux de connaissances qui peuvent traiter plusieurs inférences dans plusieurs situations.

Exemple : les lois de mouvement de Newton (une théorie) fait des prédictions sur un nombre infini de configurations différentes d'objets et peut être utilisé pour raisonner de l'état initial de l'objet à son état final, mais aussi à partir de l'état final à l'état initial.

L'approche générative à la cognition propose que (au moins certaines) représentations mentales encodent des descriptions générales sur comment le monde fonctionne.

- Un modèle **génératif** décrit un processus qui représente la connaissance sur la structure causale du monde.
- Ces processus sont des **modèles de travail** du domaine étudié.

Ces modèles génératifs sont **probabilistes** :

- Les événements dans le monde se produisent avec un certain montant d'hasard.
- Nos inférences qui forment la base de nos pensées sont variables et incertaines.
 - Il est très rare qu'on aboutit à une conclusion dont on est sûr à 100%.

Conclusion : On va utiliser la théorie de la probabilité pour modéliser les aspects variables dans le monde et dans notre raisonnement sur le monde.

Projet général : construire des modèles du raisonnement humain en utilisant un langage formel (de programmation) **probabiliste**.

- **Projet spécifique (linguistique)**: construire des modèles probabilistes de la compréhension linguistique.

3. Construction de modèles génératifs

On verra comment les phénomènes de raisonnement et de langage peuvent être modéliser dans le langage WebPPL « web people ».

- Un langage fonctionnelle probabiliste qui est construit sur un sous-ensemble (fonctionnel) de Javascript.
- WebPPL est augmenté avec la possibilité de représenter et de manipuler des **distributions de probabilité** (utile pour la linguistique probabiliste)
- WebPPL est augmenté avec des fonctions de marginalization (**fonctions d'inférence**) qui prennent une computation représentée comme une fonction et donnent une **distribution marginale** sur les valeurs de la fonction (à voir). (utile pour étudier le raisonnement)

Informations sur WebPPL : <http://webppl.readthedocs.io/en/master/>

Introduction au langage : <http://dippl.org/chapters/02-webppl.html>

Manuels en ligne:

Introduction à la modélisation de la cognition :

N. D. Goodman and J. B. Tenenbaum (2016). *Probabilistic Models of Cognition* (2nd ed.). Retrieved 2018-3-9 from <https://probmods.org/>

Introduction à la pragmatique probabiliste :

G. Scontras and M. H. Tessler (2017). *Probabilistic language understanding: An introduction to the Rational Speech Act framework*. Retrieved 2018-3-9 from <https://gscontras.github.io/probLang/>

Pour aller plus loin (raisonnement non-linguistique) :

Owain Evans, Andreas Stuhlmüller, John Salvatier, and Daniel Filan (electronic). *Modeling Agents with Probabilistic Programs*. Retrieved 2018-3-9 from <http://agentmodels.org>.