

Laboratoire 3

Raisonnement et interactions

Édition pandémie

Ce soir, M. Black a été retrouvé assassiné dans son manoir ! Des détectives humains ont trouvé des suspects et des armes dans les pièces du manoir, mais n'ont pas pu résoudre l'affaire. Alors maintenant, la résolution du crime a besoin d'une intelligence supérieure !



Introduction

Un système à base de connaissances de type déductif permet de tirer des conclusions à partir de faits véridiques. La principale difficulté est que leur construction exige l'écriture d'un ensemble de règles qui guident, d'une certaine manière, la construction des conclusions.

L'autre difficulté concerne le langage dans lequel sont exprimés les faits et les règles. Plus le langage est permissif, plus le type de moteur d'inférence est complexe. Par exemple, si l'expression des faits utilise un ensemble d'expressions booléennes complexes, le moteur d'inférence devra être un solveur SAT. Les systèmes experts sont plus contraints et c'est pourquoi ce laboratoire en fera usage.

Une intelligence artificielle (IA) doit cependant pouvoir communiquer avec l'extérieur pour recueillir des faits. Dans ce laboratoire, un agent intelligent (**logiciel**) doit être créé qui peut communiquer avec l'extérieur et qui possède les capacités suivantes :

-
1. Représentation du monde et déduction.
 - a. Représentation de l'état du monde.
 - b. Représentation des faits recueillis.
 - c. Représentation des règles de déduction.
 - d. Moteur permettant de tirer des inférences.
 2. Communication.
 - a. Compréhension de phrases simples écrites.
 - b. Compréhension de commandes vocales simples.
 - c. Génération de questions oui/non et compréhension des réponses via l'utilisation des touches du clavier.

Les termes IA, agent intelligent et machine seront dorénavant utilisés de manière interchangeable.

1. Présentation générale

La figure 1 résume les capacités de communication de notre agent intelligent.

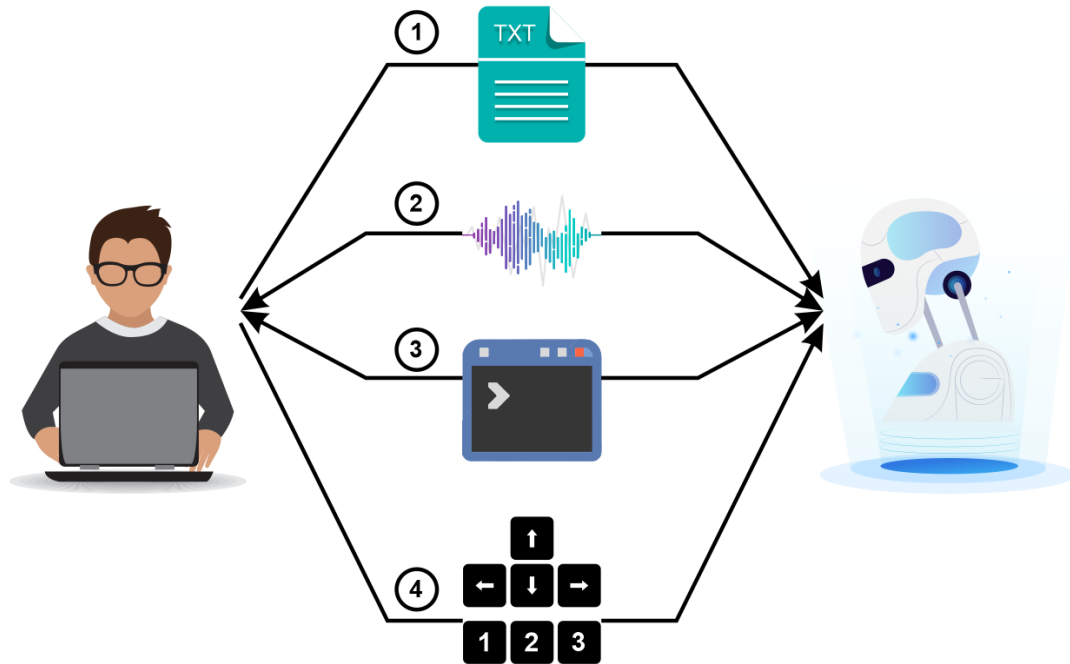


Figure 1. Les capacités de communication de l'IA.

Nous visons ici à construire un système rationnel capable de jouer à l'enquêteur CSI afin de trouver le meurtrier. Les faits qui permettront à notre IA-enquêteur d'arriver à ces conclusions pourront provenir à lui de trois façons :

- Critère #1 >**
 - De phrases simples écrites en français (cf. 1 et 3 à la figure 1);
 - ⚠ Provenant d'un fichier texte ou des phrases tapées sur le clavier au moment de l'exécution.
- Critère #2 >**
 - De commandes vocales simples en français (cf. 2 à la figure 1);
 - ⚠ Phrases en français capturées à l'aide d'un microphone durant l'exécution.
- Critère #3 >**
 - D'une interaction avec des touches spécifiques du clavier (cf. 4 à la figure 1);
 - ⚠ Touches numériques et touches de déplacement.

En bref, la machine pourra collecter des données à partir de trois sources : des fichiers texte (cf. 1 à la figure 1), du clavier (cf. 3 et 4 à la figure 1) et d'un microphone (cf. 2 à la figure 1).

Critère #4 > Pour compléter ce laboratoire, vous devez créer un tableau virtuel similaire à celui du jeu de cluedo (abstrait, aucune représentation graphique n'est nécessaire) composé de pièces où se trouvent des objets (armes) et des personnes (suspects).

Votre agent intelligent jouera le rôle du détective qui se déplacera autour du tableau virtuel pour recueillir des informations/indices sur le meurtre de Monsieur Black, en utilisant le système de communication décrit à la section 1.1.

Critère #5 > Le nombre de suspects, de pièces et d'armes peut être fixe, cependant, chaque trio pièce-suspect-arme n'a pas de relation fixe (ce n'est pas *hard-codé*), mais vous donnerez les informations manquantes (ou complètes) à l'IA à propos de la relation de ces entités virtuelles sur le tableau en utilisant le système de communication durant l'exécution.

Par exemple, si dans votre monde virtuel, il existe le Colonel Moutarde (personne), une cuisine (pièce) et une corde (arme), vous indiquerez les relations entre ces entités avec des phrases comme :

- Colonel Moutarde était dans la cuisine à 8h
- La corde était dans la cuisine à 8h

L'agent intelligent se déplacera par les pièces en posant des questions pour obtenir des faits. Dans un système bien intégré, les informations devraient provenir de canaux divers: texte, parole et geste (clavier).

Critère #9 > Finalement, lorsque l'IA **a trouvé le coupable par déduction**, elle doit indiquer qui est le coupable et les détails du meurtre (cf. section 1.2), par exemple :

- 🔦 Colonel Moutarde a tué Monsieur Black dans la cuisine avec une corde à 8h

1.1 Description du système de communication

Consultez la figure 1 pour bien saisir le rôle de chacun des éléments et la portée des interactions.

1.1.1 Le rôle des touches

Critère #3 ➤ Il y a deux groupes de touches qui seront utilisées (voir la section 1.1.2 ci-dessous), à savoir :

- Les touches **1**, **2** sont utilisées pour répondre à des questions de l'IA.
- Les touches fléchées sont utilisées pour déplacer l'IA à travers les pièces virtuelles.

1.1.2 Les interactions







Le tableau suivant résume les interactions possibles.

Tableau 1. Interactions humain-machine.

Type d'interaction	Description
Interactions vocales/écrites simples	<p><u>Machine vers humain</u></p> <p>L'IA pose des questions (donc attente de réponse soit vocale, soit écrite) :</p> <ul style="list-style-type: none">🤖 Où suis-je?🤖 Qu'est-ce que c'est?🤖 C'est un couteau?🤖 Est-ce Colonel Moutarde? <p>L'IA indique des informations diverses :</p> <ul style="list-style-type: none">🤖 J'entre dans la cuisine🤖 J'ai trouvé une corde🤖 Colonel Moutarde était dans la cuisine <p><i>L'IA peut communiquer soit par l'écran (à l'écrit), soit par les haut-parleurs de l'ordinateur (synthétiseur vocal).</i></p>

Critères #1.3
#2.2 ➤

Critères #1.1
#1.2
#2.1 ➤

Interactions vocales/écrites simples	Humain vers machine² L'humain répond aux questions et saisi des informations/faits : <ul style="list-style-type: none">● Oui● Non● C'est une corde● C'est la cuisine● Tu es dans la cuisine● C'est Colonel Moutarde● Colonel Moutarde était dans la cuisine à 8h³● La corde était dans la cuisine à 8h <i>L'humain peut communiquer soit par le clavier (à l'écrit), soit par le microphone (reconnaissance de la parole).</i>
Touches	Touche  = oui Touche  = non Touche  = pièce suivant Touche  = pièce précédant Touche  = premier pièce Touche  = dernier pièce

- Communication humaine soit à l'écrit, soit à l'oral.
- Communication de la machine soit à l'écrit, soit à la synthèse vocale.

Note 2. Vous n'êtes pas tenu d'utiliser des phrases au passé; le présent fait tout à fait l'affaire.

Note 3. Pour les heures, vous pouvez simplement utiliser des nombres entiers afin de simplifier les analyses.

1.2 Description du système de raisonnement

Critère #6 ➤

Votre système peut démarrer avec des connaissances de base sur le monde des meurtres. Voici quelques exemples:

- Pour étrangler une personne, il faut une corde
- Pour poignarder une personne, il faut un couteau
- On trouve des couteaux dans les cuisines
- On peut tuer une personne avec du poison
- Dans les salles de bain, il y a du poison

Critère #7 > Par la suite, vos règles et les faits qui s'accumulent permettent de trouver le coupable. Prenons un exemple simple.

1. Monsieur Black est mort entre 7h et 11h
2. Colonel Moutarde était dans la cuisine entre 8h et 10h
3. Monsieur Black a été trouvé dans la cuisine
4. Monsieur Black est mort étranglé avec une corde
5. Une corde était dans la cuisine à 9h

Critère #1.1 > Ces cinq phrases constituent 5 faits. Certains peuvent être fournis au départ (peut-être un fichier texte) alors que d'autres sont communiqués à l'IA durant son enquête. Les règles permettent de faire des déductions, donc d'ajouter des faits. Dans le cas précédent, il est clair que nous pouvons conclure un nouveau fait :

6. Colonel Moutarde avait accès à une corde entre 8h et 10h

Critère #7 > Il est clair qu'une véritable enquête ne pourrait conclure de (1-6) que Colonel Moutarde est le coupable. Par contre, il devient un suspect et c'est tout ce dont nous avons besoin.

Critère #9 > Ainsi, pour résoudre son enquête, il doit donc déterminer:

- Le QUI: Qui a tué la victime?
- Le COMMENT : Quel instrument a été utilisé pour tuer la victime
- Le OÙ : Où a eu lieu le meurtre?
- Le QUAND : Quand a eu lieu le meurtre?

Critères #6 #8 > Le langage de représentation pour exprimer des faits et écrire des règles est déjà choisi (nous verrons de tels langages dans le cadre du cours théorique). Nous utiliserons la logique du premier ordre (voir le code Python du moteur d'inférence sur Moodle).

Le moteur d'inférence simplifié est déjà construit (voir le code Python du moteur d'inférence sur Moodle).

2. Objectifs spécifiques

- Critère #6 > 1. Créer un ensemble de règles de déduction permettant d'identifier le coupable.
- Critère #8 > 2. Interpréter des phrases simples écrites en français et transformer celles-ci dans la logique du premier ordre.
- Critère #5 > 3. Compléter les énoncés en utilisant des entités virtuelles (des objets/personnes/lieux spécifiques).
- Critère #2 > 4. Utiliser un API de reconnaissance vocale pour informer l'IA vocalement et une librairie de synthèse vocale, pour permettre l'IA de communiquer avec l'extérieur.
- Critère #3 > 5. Interagir avec l'agent à travers les touches du clavier (voir le tableau 1).
- Critère #7 > 6. Générer des questions simplifiées pour la machine (voir le tableau 1).
- Critère #7 > **Le scénario des interactions** forme le cœur du laboratoire. C'est là que résident les difficultés puisque le moteur d'inférence, le langage de représentation et la génération d'analyseur en NLTK sont déjà résolus.

3. Rapport

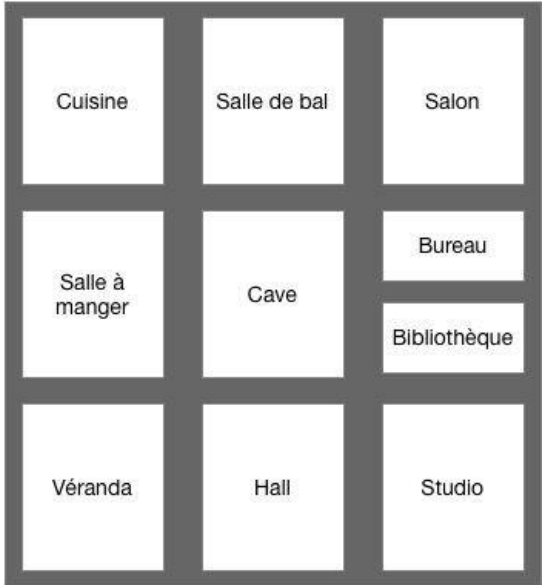
1. La première partie consiste en un court rapport écrit qui:
 - a. Décrit vos règles et les explique grâce à un exemple;
 - b. Présente votre grammaire simplifiée du français et l'explique grâce à un exemple;
 - c. Explique la technique que vous avez utilisée pour générer des questions.
2. La deuxième partie est constituée d'une vidéo commentée qui montre votre agent intelligent en train de résoudre une enquête.
3. La troisième partie est constituée du code Python associé (incluant les règles, les faits et la grammaire).

Annexe

Voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cluedo> (en français et en anglais) pour des idées d'armes, de personnages et de plans de maison. Vous y trouverez également différentes versions dont celles inspirées des Simpsons ou d'Harry Potter.

Vous pouvez vous inspirer par les règles du jeu que vous trouverez à l'adresse <https://www.regles-de-jeux.com/regle-du-cluedo/>.

Tableau 2. Le tableau ci-dessous présente les différents éléments du jeu original.

Suspects (couleur pion)	Armes	Lieux
Mlle. Rose (rouge) Professeur Violet (mauve) Madame Pervenche (blue) Docteur Olive (vert) Colonel Moutarde (jaune) Mme. Leblanc (blanc)	Poignard Revolver Chandelier Corde Clé anglaise Matraque	 <p>Le plan de la maison est représenté par une grille 3x3. Les pièces sont : Cuisine (en haut à gauche), Salle de bal (en haut au milieu), Salon (en haut à droite), Salle à manger (au milieu à gauche), Cave (au milieu au milieu), Bureau (au milieu à droite, au-dessus de la Bibliothèque), Bibliothèque (au milieu à droite, en dessous du Bureau), Véranda (en bas à gauche), Hall (en bas au milieu), et Studio (en bas à droite).</p>