

LOG635 - Systèmes intelligents et Algorithmes

Laboratoire 3 : Raisonnements et interactions

Étudiants	Arunasalam Lojan (ARUL75060208) Jean-Philippe Lalonde (LALJ24059309) Mohammed Amine Mazigh (MAZM63010205)
Cours	LOG635 - Systèmes intelligents et Algorithmes
Enseignant	Amira Morsli
Chargé de laboratoire	Camille Gagné
Session	Été 2025
No Groupe	01
Date	08/03/2025

Introduction

Ce laboratoire avait pour but de concevoir un système de raisonnement logique capable d'interagir en français avec l'utilisateur afin de résoudre une enquête fictive. Le moteur d'inférence repose sur la logique du premier ordre (First-Order Logic, FOL) et fonctionne à partir de faits saisis en langage naturel, transformés en expressions logiques grâce à des grammaires.

Le système prend en charge :

- Le raisonnement déductif logique.
- La reconnaissance vocale.
- La synthèse vocale avec gTTS.
- L'interprétation linguistique avec nltk et des grammaires personnalisées.

Description du monde et de scénario

L'enquête se déroule sur une île isolée, accessible uniquement par bateau. Cette île, autrefois utilisée pour la recherche scientifique, est maintenant le théâtre d'un mystérieux meurtre. Elle comprend plusieurs lieux importants :

- **Le phare** : point central de l'île, utilisé pour la surveillance côtière.
- **La salle des générateurs** : alimente l'île en électricité.
- **L'observatoire** : utilisé pour des observations scientifiques.
- **La plage** : accès au rivage.
- **La serre** : laboratoire botanique.
- **La salle de radio** : moyen de communication externe.
- **L'embarcadère** : unique point d'entrée et de sortie de l'île.

Personnages présents sur l'île

Tous les personnages sont des membres d'une équipe de recherche ou du personnel logistique :

- **Gouverneur_White** : responsable politique venu inspecter l'île.
- **Docteur_Brown** : médecin du camp.
- **Capitaine_Gray** : chef de sécurité.
- **Ingenieur_Blue** : technicien chargé des générateurs.

- **Botaniste_Green** : spécialiste des plantes.
- **Professeur_Yellow** : chercheur principal de l'observatoire.
- **Gardien_de_phare_Red** : responsable du phare.

Règles et faits

L'agent intelligent utilise des règles d'inférence basées sur la logique du premier ordre (FOL) pour déduire des faits à partir des informations fournies en langage naturel. Ces règles permettent de reconstruire le déroulement du crime à partir d'indices tels que l'emplacement des personnages, les armes présentes et les marques sur le corps de la victime.

Règles de déduction

1. Lieu du crime

Si une personne est morte dans une pièce, cette pièce est considérée comme le lieu du crime :

$$\text{EstMort}(x) \wedge \text{Personne_Piece}(x, y) \Rightarrow \text{PieceCrime}(y)$$

2. Arme du crime

Deux manières de déduire l'arme :

- Si une arme se trouve dans la pièce du crime :

$$\text{PieceCrime}(x) \wedge \text{Arme}(y) \wedge \text{Piece_Arme}(y, x) \Rightarrow \text{ArmeCrime}(y)$$

- Si la victime présente une marque caractéristique :

$$\begin{aligned} \text{EstMort}(x) \wedge \text{MarqueCou}(x) &\Rightarrow \text{ArmeCrime}(\text{Corde}) \\ \text{EstMort}(x) \wedge \text{MarqueFusil}(x) &\Rightarrow \text{ArmeCrime}(\text{Fusil}) \\ \text{EstMort}(x) \wedge \text{MarqueCouteau}(x) &\Rightarrow \text{ArmeCrime}(\text{Couteau}) \\ \text{EstMort}(x) \wedge \text{MarqueCleAnglaise}(x) &\Rightarrow \text{ArmeCrime}(\text{Clé_anglaise}) \\ \text{EstMort}(x) \wedge \text{MarqueMatraque}(x) &\Rightarrow \text{ArmeCrime}(\text{Matraque}) \\ \text{EstMort}(x) \wedge \text{MarquePoison}(x) &\Rightarrow \text{ArmeCrime}(\text{Poison}) \end{aligned}$$

3. Suspect

Une personne présente dans la pièce du crime à l'heure du crime est suspecte :

$$\text{Personne_Piece_Heure}(p, r, h) \wedge \text{PieceCrime}(r) \wedge \text{HeureCrime}(h) \Rightarrow \text{Suspect}(p)$$

4. Possession d'arme

Exemple spécifique pour la corde (dans le scénario de base) :

$\text{Personne_Piece_Heure}(x, \text{Phare}, 14) \Rightarrow \text{Possede}(x, \text{Corde})$

5. Dédution du coupable

Si une personne est suspecte, possède l'arme du crime, alors elle est considérée comme coupable :

$\text{Suspect}(x) \wedge \text{Possede}(x, a) \wedge \text{ArmeCrime}(a) \Rightarrow \text{Coupable}(x)$

6. Innocence

Si une personne est morte, elle est innocente :

$\text{EstMort}(x) \Rightarrow \text{Innocent}(x)$

Si une personne vivante se trouve dans une pièce différente du lieu du crime, avec une arme différente à une heure différente, elle peut aussi être considérée comme innocente (exclusion par contexte spatial et temporel).

Techniques utilisées pour générer les questions

Le système repose sur un mécanisme de génération dynamique de questions, conçu pour permettre à l'agent intelligent d'interagir activement avec l'utilisateur lorsqu'il manque des faits pour résoudre l'enquête.

1. Types de questions générées

L'agent est capable de poser automatiquement les questions suivantes :

- Quelle est l'arme du crime ?
- Quelle est la victime ?
- À quelle heure le crime a-t-il eu lieu ?
- [Pour chaque personne, lieu et heure] Était-elle présente dans tel lieu à telle heure ?

Ces questions sont générées dynamiquement à partir des constantes extraites des fichiers de grammaires (.fcfg), par exemple :

- Nprop pour les noms de personnes
- Npiece pour les lieux
- Nh pour les heures
- N pour les armes

2. Processus de génération

Voici les étapes utilisées pour générer chaque question :

- **Extraction des constantes** : les valeurs possibles pour les armes, les lieux, les heures et les personnages sont extraites depuis les fichiers de grammaire.
- **Vérification des faits déjà connus** : l'agent garde en mémoire les faits déjà posés afin de ne pas répéter les mêmes questions.
- **Synthèse vocale (TTS)** : la question est formulée à l'oral grâce à Google Text-to-Speech (gTTS) et jouée avec pygame.
- **Reconnaissance vocale** : la réponse de l'utilisateur est captée grâce à la bibliothèque speech_recognition
- **Mise à jour de la base de connaissances** : si l'utilisateur confirme un fait (par exemple : "oui"), l'agent ajoute la clause correspondante dans la base de connaissances logique.

3. Arrêt des questions

L'agent s'arrête de poser des questions si :

- Le coupable est trouvé à partir des faits recueillis,
- Toutes les possibilités ont été explorées sans succès,
- L'utilisateur a fourni le nombre maximal de réponses autorisées.

Interprétation des résultats

Le système de raisonnement utilise un moteur d'inférence basé sur les faits afin de résoudre automatiquement le coupable d'une enquête. L'analyse des résultats obtenus permet de savoir comment le système fonctionne. En utilisant les règles de déductions que nous avons mis de l'avant, on peut arriver à la conclusion suivante de notre scénario

- D'abord, il identifie la victime avec la logique suivante: Si une personne est morte, cette personne est donc victime et devient automatiquement innocente (on néglige les cas où la personne tue elle-même).

$EstMort(Gouverneur_White) \Rightarrow Innocent(Gouverneur_White)$

$EstMort(Gouverneur_White) \Rightarrow Victime(Gouverneur_White)$

- Ensuite, on détermine le lieu du crime et le temps. Il utilise une logique simple sachant que le lieu où se trouve devient le lieu du crime.

$EstMort(Gouverneur_White) \wedge Personne_Piece(Gouverneur_White, Phare) \Rightarrow PieceCrime(Phare)$

- Par après, on identifie l'arme. On sait que les marques de cou permettent d'identifier l'arme

$EstMort(Gouverneur_White) \wedge MarqueCou(Gouverneur_White) \Rightarrow ArmeCrime(Corde)$

- Puis, on identifie un suspect ayant l'arme à ce moment là:

$Personne_Piece_Heure(Docteur_Brown, Phare, 14h) \wedge PieceCrime(Phare) \wedge HeureCrime(14) \Rightarrow$
 $Suspect(Docteur_Brown)$

- Finalement, on déduit le coupable

$Suspect(Docteur_Brown) \wedge Possede(Docteur_Brown, Corde) \wedge ArmeCrime(Corde) \Rightarrow Coupable(Docteur_Brown)$

Conclusion

En conclusion, le but de ce laboratoire a été d'implémenter un système de raisonnement capable de résoudre une enquête en utilisant la logique FOL. Le système démontre qu'un moteur d'inférence permet de faire des déductions et inférer des conclusions selon des faits. En effet, dans notre scénario, il peut déduire que Docteur Brown est coupable du meurtre de Gouverneur White en ajoutant des faits manuellement pour créer des règles d'inférence, et ce, grâce à une analyse approfondie. Alors, nous pouvons, avec certitude, que nous avons répondu au but du laboratoire de manière satisfaisante. L'expérience acquise constitue une base solide à la compréhension des systèmes plus complexes en intelligence artificielle.

