

Protocole d'expérimentation pour la programmation du robot Baxter par démonstration

Personnes présentes

- X : expérimentateur
- Y : magicien d'Oz
- S : sujet de l'expérimentation

Accueil

Notez l'heure : _____

Bonjour S, je m'appelle X et je suis xx etc. Y va enregistrer l'expérience et mettre en route le robot Baxter.

Je travaille au sein de l'équipe MAGMA dont l'une des thématiques de recherche est la robotique. Mon projet de recherche consiste à étudier la collaboration Homme-Robot dans un environnement industriel. L'expérience que je vous propose aujourd'hui a pour objectif de voir si un opérateur humain sur une chaîne de production peut interagir avec le robot industriel Baxter pour lui apprendre à réaliser une tâche de déplacement d'un objet.

J'attire votre attention sur le fait que nous ne cherchons pas à évaluer votre travail ou vos performances. Votre participation va nous permettre d'évaluer et d'améliorer notre robot. Faites nous part de toutes vos remarques et de toutes vos difficultés : elles sont essentielles pour nous.

Dans un premier temps, je vous propose de vous présenter le robot Baxter. Dans un second temps, vous pourrez le manipuler pour vous familiariser avec lui. Ensuite, je vous demanderai de réaliser trois activités avec lui. Avant de nous séparer, je vous demanderai de remplir un questionnaire d'une dizaine de questions relatives à l'expérience.

Présentation de Baxter

Voici le robot Baxter, un robot utilisé dans les usines pour des tâches d'assemblage.

Voici une vidéo pour vous le montrer dans un contexte industriel :

<https://www.youtube.com/watch?v=oD9DE0HjMM4>

Quand on reçoit Baxter, il ne sait rien faire. Il faut tout lui apprendre. Pour l'instant, nous lui avons juste appris à chercher un objet sur la table à partir de sa couleur. Les activités que vous allez faire avec Baxter vont permettre de lui apprendre de nouvelles tâches.

Avez-vous des questions ?

Contexte expérimental

Nous allons maintenant vous montrer comment fonctionne Baxter puis vous le testerez.

Supposons que nous soyons sur une chaîne de production industrielle. Les objets arrivent de ce côté-là dans la zone de départ (D) qui est accessible pour l'opérateur pour réaliser une tâche de contrôle de qualité : mesure des cotes de l'objet.

Nous supposons également que les objets sont lourds ou dangereux et qu'il est souhaitable que l'opérateur humain ne manipule pas directement les objets. Le robot doit déplacer l'objet à la position d'arrivée (A) pour qu'un autre robot (que je simulerai) puisse le récupérer.

Il faut savoir que les objets ne sont pas empilables : deux objets ne peuvent être superposés l'un sur l'autre (risque d'endommagement des objets).

Démonstration et tests

Manipulation du bras par X

Maintenant, je vais vous montrer comment bouger le bras du robot. Sur la pince pneumatique du robot, il existe deux zones tactiles qui rendent déverrouiller le bras et qui permettent de bouger le bras très facilement.

Utilisez votre main gauche et placez le pouce sur un côté et les autres doigts sur l'autre. Puis, placez votre main droite sur le poignet du robot. Essayez de laisser la pince pneumatique dans la position verticale à environ 10 cm de la table. Vous pouvez déplacer le bras dans n'importe quelle position du moment que la pince reste dans la zone marquée par les lettres A et D. En appuyant sur le bouton blanc qui se trouve sur le côté du bras juste à proximité des zones tactiles, vous pouvez activer la pince pneumatique pour saisir un objet.

Manipulation du bras par S

Notez l'heure :

Je vous laisse essayer par vous-même. Approchez-vous du bras, appuyez sur le bouton blanc, déplacez l'objet à la position d'arrivée, relâchez l'objet et remonter le bras à 5 cm.

Vérifier le déplacement de l'objet selon les conditions de succès : on recommence en cas d'échec :

- **Succès** : S a bien guidé le bras et effectué un déplacement continu,
- **Echec** : proposer à S de réessayer la manipulation. Si S montre des difficultés, refaire plusieurs fois et éventuellement reprendre l'explication et remontrer.

DEBRIEFING : noter des réponses de S

- Est-ce que vous avez des questions ?

- Est-ce que vous vous sentez à l'aise avec Baxter ?
- Est-ce qu'il vous semble difficile de manipuler le bras de Baxter ?
- Quelles améliorations apporteriez-vous ?

Expérimentation

Maintenant, nous allons vous demander d'apprendre à Baxter à réaliser une nouvelle tâche : déplacer un objet. Tout ce qu'il sait faire jusqu'à présent, c'est chercher un objet placé en (D) ou (A).

X replace l'objet dans la zone de départ et le bras au-dessus.

Rappelez-vous, vous êtes sur une chaîne de production industrielle. Les objets arrivent de ce côté noté (D) pour départ et nous souhaitons apprendre à Baxter comment déplacer l'objet de la zone (D) à la position d'arrivée noté (A) pour que robot suivant sur la chaîne de production (joué par moi) puisse le récupérer. Je vous rappelle que les objets ne peuvent pas être empilés.

Enregistrement du déplacement de l'objet avec Baxter

Notez l'heure : _____

Je vous propose maintenant que vous êtes à l'aise avec Baxter d'enregistrer le déplacement de l'objet de la position de départ à la position d'arrivée comme nous venons de le faire. Ne vous faites pas de souci, en cas de problème, nous pourrions le refaire.

Etes-vous prêt de commencer l'enregistrement ?

Y démarre enregistrement sur l'ordinateur

Voilà Baxter hoche la tête quand il est prêt : vous pouvez commencer l'enregistrement.

Le sujet montre le déplacement de l'objet de la position de départ (D) à la position d'arrivée (A)

Quand l'opérateur a relâché l'objet, terminer l'enregistrement.

Vérifier le déplacement selon les conditions de succès et répéter en cas d'échec :

- **Succès** : il a bien guidé le bras et effectué un déplacement continu,
- **Echec** : on peut enregistrer le même déplacement une autre fois. Remplacez l'objet à la position de départ.

Voilà Baxter hoche la tête quand l'enregistrement est fini.

DEBRIEFING : noter les réponses de S

- Comment s'est passé l'enregistrement ?
- Quelles améliorations apporteriez-vous ?

On va rejouer le déplacement pour voir si Baxter l'a bien appris. Remplacez l'objet à la position de départ.

Replay : le robot déplace l'objet à la position d'arrivée (A)

- Est-ce que c'est bien le déplacement que vous lui avez appris ?
- Que pensez-vous de cet apprentissage ?
- Quelles améliorations apporteriez-vous ?

Compréhension par S de la sémantique des tâches apprises à Baxter

Notez l'heure : _____

Voilà comment Baxter se représente ce que vous venez de lui apprendre.

X montre une fiche avec les préconditions de la tâche.

Il a compris que l'objet rouge doit être à la position de départ (D) pour effectuer le déplacement.

Après le déplacement, il a compris que l'objet rouge n'est plus à la position de départ (D) mais à la position d'arrivée (A).

Schéma de la tâche apprise :

- Préconditions :
 - l'objet rouge est à la position de départ (D),
- Effets :
 - l'objet rouge n'est plus à la position de départ (D),
 - l'objet rouge est à la position d'arrivée (A).

En plus du texte, montrer la représentation graphique.

DEBRIEFING : noter des réponses de S

- Pensez-vous que le robot a bien compris ce que vous vouliez lui apprendre ?
- Est-ce que la représentation utilisée, vous semble correcte ?
- Est-elle claire ? Facile à comprendre ?
- Quelles améliorations apporteriez-vous ?

Compréhension par S des modifications à apporter aux préconditions pour généraliser la tâche apprise à des objets de différentes couleurs

Notez l'heure : ____

Enlevez l'objet rouge de la table. Posez l'objet bleu à la position de départ (D)

Je vous propose de demander à Baxter de déplacer maintenant un objet bleu.

- Que va faire le robot selon vous ?

Si S ne trouve pas la solution, essayez de faire exécuter le déplacement par Baxter

Nous allons demander à Baxter de déplacer l'objet bleu.

Démarrer le déplacement du bras : « move arm to colour »

- Pourquoi a-t-il refusé de déplacer l'objet ?

Remontrer le schéma de tâche apprise

Rappelez-vous ce que Baxter avait compris de votre démonstration.

- Que faudrait-il dire à Baxter pour qu'il puisse déplacer un objet bleu ?
- Comment représenter la tâche pour déplacer un objet quelle que soit sa couleur ?

Si le sujet ne trouve pas la solution, proposez la modification de la condition.

Voilà ce que le robot a compris de ce vous avez dit : il a compris que la couleur n'a aucune importance pour effectuer le déplacement.

X montre la 2e schéma :

- Préconditions :
 - l'objet est à la position de départ (D),
- Effets :
 - l'objet n'est plus à la position de départ (D),
 - l'objet est à la position d'arrivée (A).

DEBRIEFING : noter des réponses de S

- Pensez-vous que c'est suffisant pour que Baxter puisse déplacer l'objet bleu ?
- Que va faire le robot maintenant ?

Voyons ce que Baxter va faire maintenant.

Y démarre Baxter pour déplacer l'objet bleu.

- Qu'en pensez vous ?

- Est-ce que ça vous paraît normal ?
- Quelles améliorations apporteriez-vous ?

Compréhension par S d'une contrainte nécessaire au déplacement d'un objet

Notez l'heure : _____

Placez l'objet rouge à la position de départ (D). L'objet bleu se trouve toujours à la position d'arrivée (A).

Je vous propose de demander à Baxter de déplacer l'objet rouge.

- Que va faire le robot selon vous ?

Si S ne trouve pas la solution, rejouer le déplacement : démarrer le robot qui déplace l'objet rouge au dessus de l'objet bleu.

Rappelez à S qu'une des contraintes de la chaîne de production est que les objets ne sont pas empilables.

Remonter le schéma de la tâche apprise.

- Pourquoi Baxter a-t-il empilé 2 objets ?
- Qu'est-ce qu'il faut faire pour déplacer l'objet bleu ?

Si S ne trouve pas la solution, proposez la modification de la précondition.

- Peut-on représenter la tâche autrement pour que Baxter ne viole pas la contrainte d'empilement ?

Voilà ce que Baxter se représente ce que vous avez dit.

X montre le nouveau schéma :

- Préconditions :
 - l'objet est à la position de départ (D),
 - **la position d'arrivée (A) est vide,**
- Effets :
 - l'objet n'est plus à la position de départ (D),
 - l'objet est à la position d'arrivée (A).

DEBRIEFING : noter des réponses du sujet

- Pensez-vous que c'est suffisant pour que Baxter puisse déplacer un objet ?
- Que va faire Baxter maintenant ?

Baxter émet un message pour dire qu'il ne peut pas effectuer le déplacement.

- Qu'en pensez-vous ?
- Est-ce que ça vous paraît normal ?
- Quelles améliorations apporteriez-vous ?

Compréhension par S de ce que peut dorénavant faire Baxter avec la nouvelle tâche apprise

Notez l'heure : _____

X déplace les barrières blanches et les deux objets.

Rappel du contexte : maintenant, Baxter sait faire deux choses : chercher un objet (c'est nous qui lui avons appris avant votre arrivée), et déplacer des objets grâce à vous.

Je vous propose de demander à Baxter de permuter l'objet bleu avec l'objet bleu de la position (D) à la position (A).

Nous sommes toujours sur une chaîne de production et c'est le même Baxter à qui vous avez appris le déplacement. Les objets arrivent les uns après les autres mais, parfois, il y a des problèmes de rangement : il faut que les objets rouges soient devant les objets bleus. Baxter doit alors réordonner des objets.

X montre le déplacement des deux objets sur la table

- Pensez-vous que Baxter va réussir ?
- Que va-t-il faire ?
- Si c'était vous qui deviez permuter les objets avec un seul bras, que feriez-vous ?

Y démarre la permutation des objets.

- Pensez-vous que Baxter a agi de manière intelligente ?
- Quel a été son raisonnement ? Quelles tâches a-t-il utilisé ?

Je vous remercie. Nous avons fini avec l'expérience. Installez-vous pour répondre à un questionnaire.

Donner le questionnaire à S.