Version 4c

Raisonner et prendre des décisions pour résoudre des problèmes avec une information partielle est une difficulté à laquelle doit faire face tout être : virtuels, synthétiques ou biologiques. Les tentatives de résolution de problèmes dont l’information spatiale est partielle débouchent sur un nombre exorbitant d’actions possibles ayant chacune une probabilité de réussite propre. Ceci rend la résolution de tels problèmes difficile lors de l’emploi des méthodes de planning traditionnelles.

Par l’éducation et de l’auto-apprentissage, l’être humain a su acquérir la capacité d’agir dans ces situations où l’incertitude est omniprésente. Les intelligences artificielles ou les robots auraient à bénéficier de cette capacité afin de résoudre de manière optimale des tâches qui sont partiellement spécifiées et donc où l’incertitude règne.

Un grand nombre de travaux scientifiques ont mis l'accent sur ​​le transfert du comportement humain aux robots via la programmation par apprentissage. Cette méthode permet au robot d’apprendre à imiter les comportements humains. Des tâches contenants des éléments telles que la manipulation d’objets ou la locomotion bipède ont été encodées par des fonctions symboliques, statistiques ou dynamiques. Cependant, des exemples de transfert de comportement cognitif de plus haut niveaux aux robots sont plus rares, ainsi que les compétences en résolution de problèmes et les stratégies d’exploration.

L’objectif de ce mémoire est de créer des modèles mathématiques correspondant au raisonnement humain à l’égard de l’incertitude présente durant des tâches d’exploration dans le domaine de la navigation spatial sans information visuelle. Ces modèles de raisonnement sont transférés à un robot apprenti. Cette méthode évite un long apprentissage de notre savoir au robot.

Le choix de la navigation spatial sans information visuelle a été motivé par le fait qu'il existe de nombreux domaines d’application robotique où l’incertitude résultante d’une absence de perception visuelle est fréquente. L’entretien des fonds marins, l’exploration planétaire et des tâches de manipulation avec des occlusions fréquentes en sont quelques exemples.

Pour ce travail les scénarios suivants sont étudiés : la localisation d’un objet dans une pièce et l'établissement d’une connexion avec une prise électrique.

Une difficulté présente dans l’apprentissage du raisonnement humain, dans les scénarios de recherche que nous considérons, réside dans le fait que les pensées et sensations (haptique et tactile) humaines sont inobservables et varient entre les personnes. Lors d’expérimentations, les sensations perçues par les sujets en fonction de la géométrique de leur environnement ont pu être déduites par l’observation de leurs relation cinématiques. Pour d’autres prises de données les sujets ont été équipés d’un capteur de force de façon à déduire leurs sensations. Pour toutes les tâches considérées ces mesures sont transformées en un vecteur binaire générique.

Les données ainsi obtenues sont utilisée pour modéliser les pensées humaines via une fonction de densité de probabilité. Celle-ci est actualisée au travers d’une estimation bayésienne récursive ; qui est similaire au processus d’intégration d’information en continu humain.

La modélisation des processus de raisonnement des sujets humains effectuant les tâches exploratoires nous apprend une distribution conjointe des pensées et actions (vitesses de l’effecteur). La dimensionnalité élevée de l’état de la pensé et de sa complexité exige sa simplification aux états les plus probables tout en conservant l'information de l'entropie. Une méthode réalisée à partir de ces modèles et transmise à un robot lui a permis d'effectuer ses tâches de manière plus efficace qu'avec une méthode traditionnelle.

Nous considérons une deuxième tâche qui consiste à connecter une fiche à une prise électrique. Nous prenons la même approche, que nous perfectionnons en intégrant un système de renforcement de l'apprentissage. Nous démontrons qu’une simple fonction objective des coûts de la qualité améliore significativement les capacités du robot.

Les deux tâches d’exploration mentionnées ci-dessus peuvent être considérées comme des problèmes de localisation-actif où l’incertitude est uniquement présente dans la relation entre la position de l’humain vis-à-vis du cadre de référence, le monde. Nous considérons maintenant un problème d’exploration où l’incertitude se trouve à la fois dans la position du robot (ou l’humain) et dans des aspects de l'environnement comme la position d’objets. Étant donné la nature non structurée de l’incertitude un histogramme est choisi pour paramétrer la distribution conjointe des positions du robot et de l'environnement. Cependant, cette stratégie devient rapidement intenable ; le coût de résolution devenant exponentiel en fonction du grand nombre de paramètres.

Nous démontrons qu'en appliquant les probabilités marginales aux paramètres des mesures, nous pouvons reproduire la solution identique de l'histogramme avec une complexité linéaire au lieu d'exponentielle.

Nous démontrons qu'en utilisant seulement les paramètres de marginales et en mémorisant les paramètres des fonctions de mesure nous pouvons reproduire la même solution que la paramétrisation de l’histogramme à une complexité linéaire (espace et temps) contre une exponentielle.