

# Environnement Virtuel pour la Simulation et l'Apprentissage de Stratégies de Dialogue

Olivier Pietquin

Faculté Polytechnique de Mons –TCTS lab.  
1, Avenue Copernic  
7000, Mons, Belgique  
pietquin@tcts.fpms.ac.be

## RESUME

Dans cet article, nous décrivons un environnement virtuel réaliste de simulation de dialogues vocaux permettant de tester les stratégies d'un système de dialogue homme-machine mais aussi de réaliser l'apprentissage automatique de stratégies optimales.

**MOTS CLES :** Dialogue homme-machine, Simulation, Apprentissage Automatique.

## ABSTRACT

In this paper, we propose a realistic virtual simulation environment dedicated to the test of spoken dialogue systems strategies. This virtual environment may also be used in the framework of automatic learning of optimal strategies.

**KEYWORDS :** Spoken Dialogue Systems, Simulation, Automatic Learning.

## INTRODUCTION

Durant les dernières décennies, les technologies de traitement automatique de la parole et du langage naturel (reconnaissance, synthèse, compréhension,...), ont pris un essor considérable [1]. Les systèmes d'accès à l'information au moyen d'interfaces vocales fleurissent dans notre environnement. Néanmoins, le développement de stratégies ergonomiques de dialogues définissant le meilleur ordonnancement des interactions entre le système et l'utilisateur reste laborieux. De plus, le travail réalisé pour un système est rarement réutilisable dans le cadre d'autres systèmes car le déroulement d'un dialogue est souvent très dépendant de la tâche. Enfin, il n'est possible d'évaluer les performances d'un système qu'une fois qu'il est terminé et soumis aux utilisateurs.

Dans cet article nous présentons un environnement virtuel permettant de simuler de manière rapide une série de

dialogues et éventuellement d'associer un coût à chacun d'eux. Ce coût pourra être utilisé pour améliorer l'ergonomie du système en utilisant, par exemple, un processus d'apprentissage automatique.

## ENVIRONNEMENT VIRTUEL

Comme le montre la Figure 1, l'environnement de simulation comporte quatre sous-blocs distincts. Il est important de noter que la communication entre ces sous-blocs se fait au niveau conceptuel et pas des mots ou du signal acoustique.

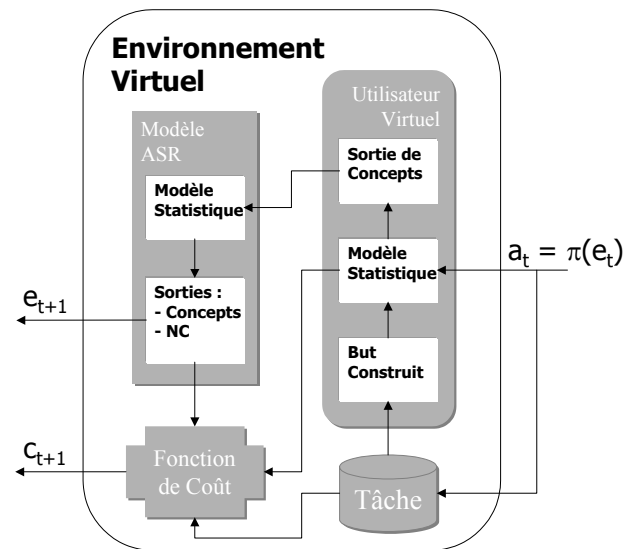


Figure 1: Environnement Virtuel

Cet environnement doit être connecté à un système de dialogue caractérisé par :

- l'état  $e_t$  du système au temps  $t$  défini par l'information recueillie par le système jusqu'au temps  $t$ ,
- les actions  $a_t$  que peut accomplir le système aux temps  $t$ , elles sont de plusieurs formes comme, par exemple, prononcer un message d'accueil, poser une question à l'utilisateur, lui fournir de l'information, faire une demande de confirmation, fermer le dialogue...
- la stratégie  $\pi$  du système qui est une fonction faisant correspondre une action déterminée à chaque état.

### La Tâche

Ce bloc contient une représentation de la tâche à accomplir par le système de dialogue sous forme d'une série de paires 'clé-valeur'. Ceci permet de représenter les tâches telles que le remplissage de formulaires ou la recherche d'information dans une base de données.

### L'Utilisateur Virtuel

En matière de dialogue vocal, une meilleure ergonomie est atteinte lorsque le système permet à l'utilisateur de prendre parfois l'initiative du dialogue. De plus, un utilisateur possède généralement un but établi avant d'interagir avec le système. Dans le but de reproduire ces faits, l'utilisateur virtuel se construit aléatoirement un but sous forme d'une série de paires 'clés-valeurs' qu'il puise dans la ressource décrivant la tâche. Sur base de ce but, l'utilisateur virtuel produit des vecteurs de concepts simulant les réponses aux questions (actions du système). Le modèle stochastique contient des probabilités de répondre à des questions multiples ou non-posées ainsi que des probabilités de relaxer des contraintes, de confirmer ou infirmer des propositions du système. L'utilisateur virtuel peut mettre fin au dialogue prématurément et exprimer son mécontentement. Le but construit en début de session peut servir à une estimation de la satisfaction de l'utilisateur suivant qu'il aura été atteint ou non.

### Le Modèle ASR (Automatic Speech Recognition)

Ce bloc permet de modéliser le comportement d'un système de reconnaissance vocale [2]. Construit sur base de mesures objectives, le modèle permet de simuler des erreurs de reconnaissance avec un taux réaliste compte tenu de la taille du vocabulaire utilisé et de la proximité acoustique des mots qui le composent. De plus ce modèle permet de générer des niveaux de confiance selon des distributions statistiques dont les paramètres sont fonctions des mêmes critères que ceux utilisés pour le taux d'erreur.

### La Fonction de Coût

Ce bloc permet d'évaluer le coût  $c_{t+1}$  d'une action  $a_t$  accomplie par le système sur l'environnement au temps  $t$ . Il réalise une somme pondérée de diverses mesures objectives relevées au cours de l'interaction. Cela peut se résumer à vérifier si le but de l'utilisateur a été atteint en fin de dialogue (un seul coût non nul par dialogue) ou bien par des mesures plus complexes comme le nombre total d'interactions, le nombre d'erreurs de reconnaissance vocale, le nombre d'accès à une base de données etc. Le poids de chacun des termes peut être dérivé par régression linéaire. Plusieurs fonctions de coût ont été testées dans le cadre de nos recherches. Le coût  $C_d$  d'un dialogue est alors donné par la somme des coûts évalués durant celui-ci :

$$C_d = \sum_t c_t$$

### APPRENTISSAGE DE STRATÉGIES

Puisque nous avons défini notre système de dialogue en termes d'états, d'actions et de stratégie, il est possible de s'inscrire dans le cadre des Processus de Décision de Markov (MDP) [3]. Dans ce cadre, nous pouvons définir la stratégie optimale  $\pi^*$  pour une tâche donnée comme la stratégie minimisant le coût moyen d'un dialogue :

$$\bar{C}_d = E[C_d] = E\left[\sum_t c_t\right]$$

La recherche de la stratégie optimale peut se réaliser grâce aux algorithmes d'apprentissage par renforcement [4]. Il suffit alors connecter un agent d'apprentissage à l'environnement de simulation à la place du système de dialogue.

### UTILISATION PRATIQUE

La stratégie apprise peut être exploitée afin de réaliser un système de dialogue fonctionnel. Nous avons développé une interface graphique [5] permettant de visualiser les stratégies apprises et d'y ajouter les spécificités habituelles des systèmes de dialogues (prompts, grammaires de reconnaissance, etc.) Cette interface graphique permet de générer des scripts VoiceXML [6] qui représentent aujourd'hui la norme en matière de description de dialogues vocaux.

### BIBLIOGRAPHIE

1. R. Boite, H. Bourlard, T. Dutoit, J. Hancq, H. Leich *Traitement de la Parole, 2nd Edition*, 488 pp., Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne, ISBN 2-88074-388-5, 2000.
2. O. Pietquin, S. Renals *ASR System Modeling for Automatic Evaluation And Optimization of Dialogue Systems*, Proceedings of the International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing, ICASSP 2002, Orlando 2002.
3. E. Levin, R. Pieraccini, W. Eckert, *Using Markov Decision Process for Learning Dialogue Strategies*, Proc. of ICASSP 98, Vol. 1, pp. 201-204, Seattle (WA), May 1998.
4. R. S. Sutton, A.G. Barto *Reinforcement Learning: An Introduction* MIT Press 1998
5. O. Pietquin, T. Dutoit, *Aided Design of Finite-State Dialogue Management Systems*, Proc. of the IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME 2003), Baltimore, July 2003.
6. The VoiceXML Forum: <http://www.voicexml.org>