

Contrôle des interactions orales entre humain et machine : approche d'apprentissage machine

DIC9411 – PROPOSITION DE THÈSE DE
DOCTORAT EN INFORMATIQUE COGNITIVE
Automne 2006

Minh-Quang Nguyen
<nguyen.minh-quang @ courrier.uqam.ca>

Université de Québec à Montréal
Département d'informatique

Directeurs de thèse

Prof. Douglas O'Shaughnessy (INRS-EMT)

Prof. Jean-Guy Meunier (UQAM-Dép. philosophie)

Plan de présentation

- Introduction
- Problématique
- État de l'art
- Méthodologie
- Expérimentation
- Évaluation
- Conclusions préliminaires

Domaine de recherche

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

Introduction

- Système de dialogue orale H-M
 - Contrôle des interactions H-M
- Apprentissage machine
 - Apprentissage par renforcement avec un utilisateur simulé
 - Processus de Décision de Markov

- **Système de dialogue oral humain-machine**
 - Une interface qui supporte un langage naturel en entrée
 - Répond en utilisant un langage naturel
 - qui simule les capacités conversationnelles humaines :
 - Reconnaissance de la structure dialogique
 - Interprétation contextuelle, sémantique, pragmatique (ellipses et anaphores)
 - Tour de parole

- **Gestion des actes de dialogue**
 - La manière efficace de donner une réponse cohérente par rapport à une entrée acoustique
 - Le rôle du gestionnaire = stratégie optimale
- **Clés de contrôle du dialogue**
 - Degrés d'initiative
 - système-init., utilisateur-init., mixte-init.
 - Stratégie de confirmation
 - explicite ou implicite
 - Orienté-but, orienté-tâche

Problèmes du système de dialogue

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

Problématique

- ⊙ **Reconnaissance du signal de la parole**
 - sensible à l'environnement
 - modèles acoustiques plus robustes
 - modèles linguistiques plus pertinents
- ⊙ **Gestion des actes de dialogue**
 - dialogue rigide, répétitive
 - tour de parole pauvre
 - confirmations agaçantes (explicite, implicite)
- ⊙ **Interprétation**
 - hors contexte, sémantique, pragmatique

Problématique

- Dialogue H-M



Problématique

- Comment gérer efficacement les interactions orales entre H-M = stratégie optimale?
 - Dialogue humain-humain?
 - Dialogue humain-machine?
 - Apprentissage de stratégie?
 - Architecture informatique?

Hypothèses de réponse

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

Problématique

- **Théories des actes de langage**
 - Austin (1962), Searle (1969): actes de langage
 - Grice (1975): maximes conversationnelles
- **Modélisation des actes de langage**
 - Processus de décision de Markov
- **Apprentissage de stratégie**
 - Par renforcement avec un utilisateur simulé
- **Plate-forme informatique**
 - Flexible, adaptative, modulable et interopérable

Problématique

● Informatique

- Développer un outil d'apprentissage de contrôle des interactions orales entre H-M

● Cognition

- Simuler les théories d'apprentissage humain par renforcement

État de l'art

- Que nous dit-il?
 - Sciences du langage
 - Modélisations de dialogue H-M
 - Approches d'apprentissage de stratégie
 - Architecture informatique

État de l'art

- Réponses : dialogue a une structure et existe des régularités
 - Wittgenstein 1953: jeux de langages
 - Austin 1962, Searle 1969: actes de langage
 - ontologies pour la communication
 - Grice 1975: maximums conversationnels
 - contraintes sur la communication
 - Sperber et Wilson 1986: théorie de la pertinence (*relevant theory*)
 - Grosz et Sidner 1986: attention, but, intentions
 - Cohen et Levesque 1990 : connaissance commune (*common ground*)
 - Clark 1996 : mécanismes de communication
 - plan partagé, actions communes, collaboratives
 - Traum 1996: connaissance du monde (*grounding*)
 - Cooper et al 1999: mise à jour de statut d'information (*information state updates*)

Modélisation du dialogue H-M

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

État de l'art

- Réponses : il existe des modèles formels, computables
 - Analyse syntaxique (Joseph-Weizenbaum, 1960, MIT)
 - Basé sur le plan : metaplan (Ramshaw, 1989)
 - Générique approche (modèle abstrait)
 - ISD : mise à jour d'information d'état (Cooper et al, 1999, Göteborg University)
 - Basé sur les cadres (Form-based) (système GALAXY)
 - Recherche information et form-filling
 - FSMs : automate déterministe (Nuance, ATT&T, 2003-2006)
 - EMILY, Clarissa, Hotel-Demo (Nuance, 2003,2005,2006)
 - parole guidée, très utilisé en commerce (paie, bourse actions, etc.)
 - PDM Processus de Décision de Markov (Singh et al., 2002 ; Scheffler et Young, 2002 ; Pietquin, 2004, 2006)
 - NjFun systeme, (2002), Email système, TALK Projet (2006).

Processus de décision de Markov

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

État de l'art

○ Détails

- Le dialogue est formulé en termes de :
 - ETAT $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$.
 - ACTION $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$
 - TRANSITION

$$Pr \{s_{t+1} = s', r_{t+1} = r \mid s_t, a_t\},$$

- Apprentissage par renforcement qui satisfait les propriétés de Markov = **Processus de Décision de Markov**

Approches d'apprentissage

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

État de l'art

● Réponses :

- Apprentissage par renforcement
 - Avec utilisateur simulé (Levin et al., 1997, 2000, 2002 ; Pietquin et al., 2002, 2004, 2005)
 - Avec ou sans un modèle (déterministe ou probabiliste)
 - Construire manuellement les dialogues ou utiliser grand corpus de données.
 - Sans utilisateur simulé (Singh et al., 2002)
 - Avec ou sans un modèle (déterministe ou probabiliste)
 - Construire manuellement les dialogues ou utiliser corpus de données de petite taille.

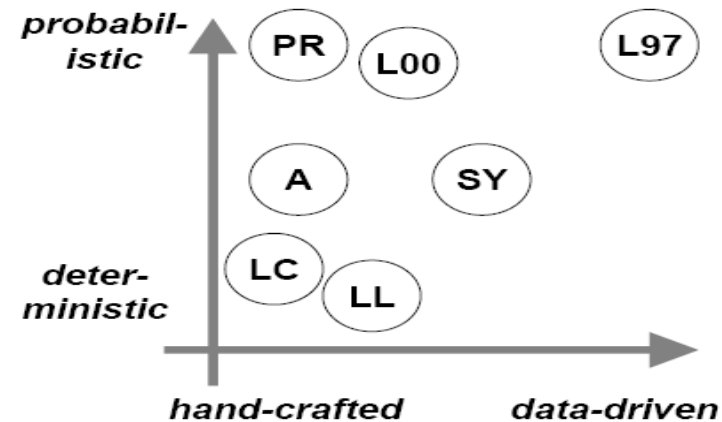
AR avec utilisateur simulé

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

État de l'art

○ Différentes approches

L97	Levin, Eckert, Pieraccini (1997, 1998)
L00	Levin, Eckert, Pieraccini (2000)
A	Araki et al. (1997, 1998)
LL	Lin and Lee (2000, 2001)
SY	Scheffler and Young (1999, 2000, 2001, 2002)
LC	Lopez-Cozar et al. (2003)
PR	Pietquin and Renals (2002, 2004)



Extrait de Schatzmann, 2005, Cambridge University Engineering Department

Apprentissage par renforcement (AR)

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

État de l'art

○ Détails

- Semi supervisé c-à-d. indice de réponse
- Essaies-erreurs
- Fonction de récompense
 - Q-Learning, Sarsa, programmation dynamique, etc.
- Fonction objective
 - i.e définie par Levin et al. (2000, 2002) :
 - le nombre d'interactions, d'erreurs et d'attributs non complétés

Architecture informatique

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

État de l'art

- Réponses : flexible , adaptative, modulable, interopérable
 - TALK projet (2006) (VoiceXML, Perl, Sictus Prolog)
 - AgendaTALK, DJGoDIS (2000-2007)
 - NJFun system : recherche d'information (2002)
 - Plateforme de Levin et al. (1999)
 - Nuance (V-Builder V.3, OpenSpeech Dialogue)
 - EMILY (2003), Hotel-Demo
 - NASA's Personal Satellite Assistant, CLARISSA (2005)
 - XDMLT outil (DAMSL – DARPA)
 - XDML, QXDML pour annotation sémantique (2002) projet AMITIE
 - SATIM
 - Assemblage des modules

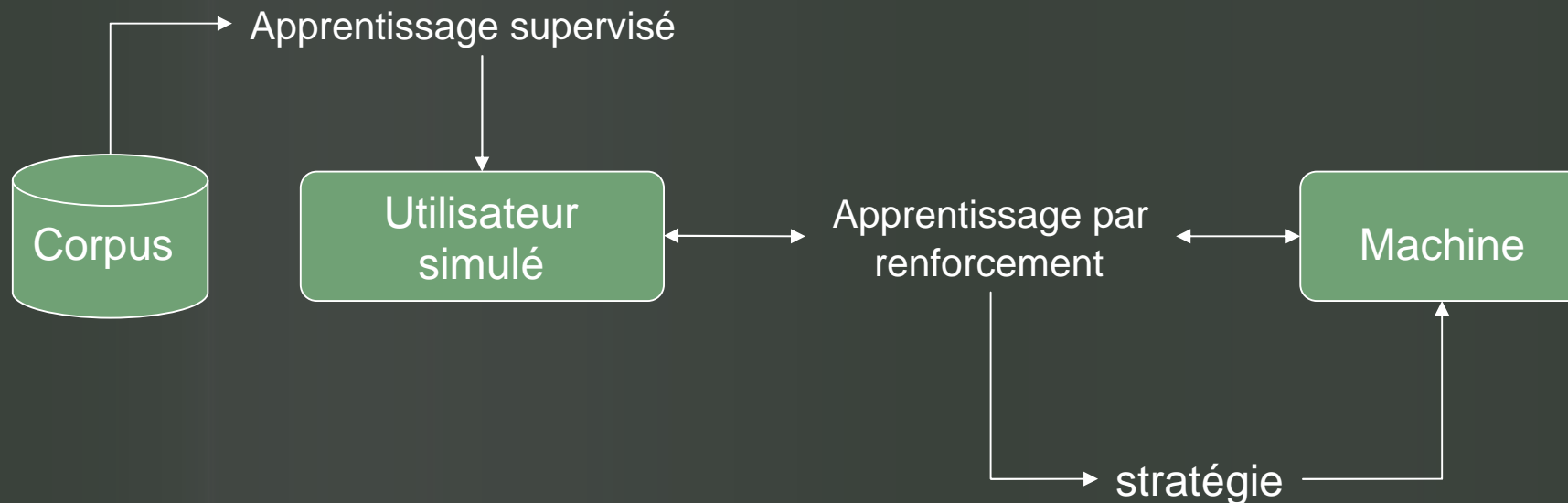
Notre approche d'apprentissage

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

Méthodologie

- ⦿ Détails de notre approche
- ⦿ Justification
- ⦿ Contributions
- ⦿ Cheminement méthodologique

Méthodologie



Apprentissage par renforcement avec un utilisateur simulé pour apprendre à la machine une stratégie optimale

Caractéristiques de notre approche

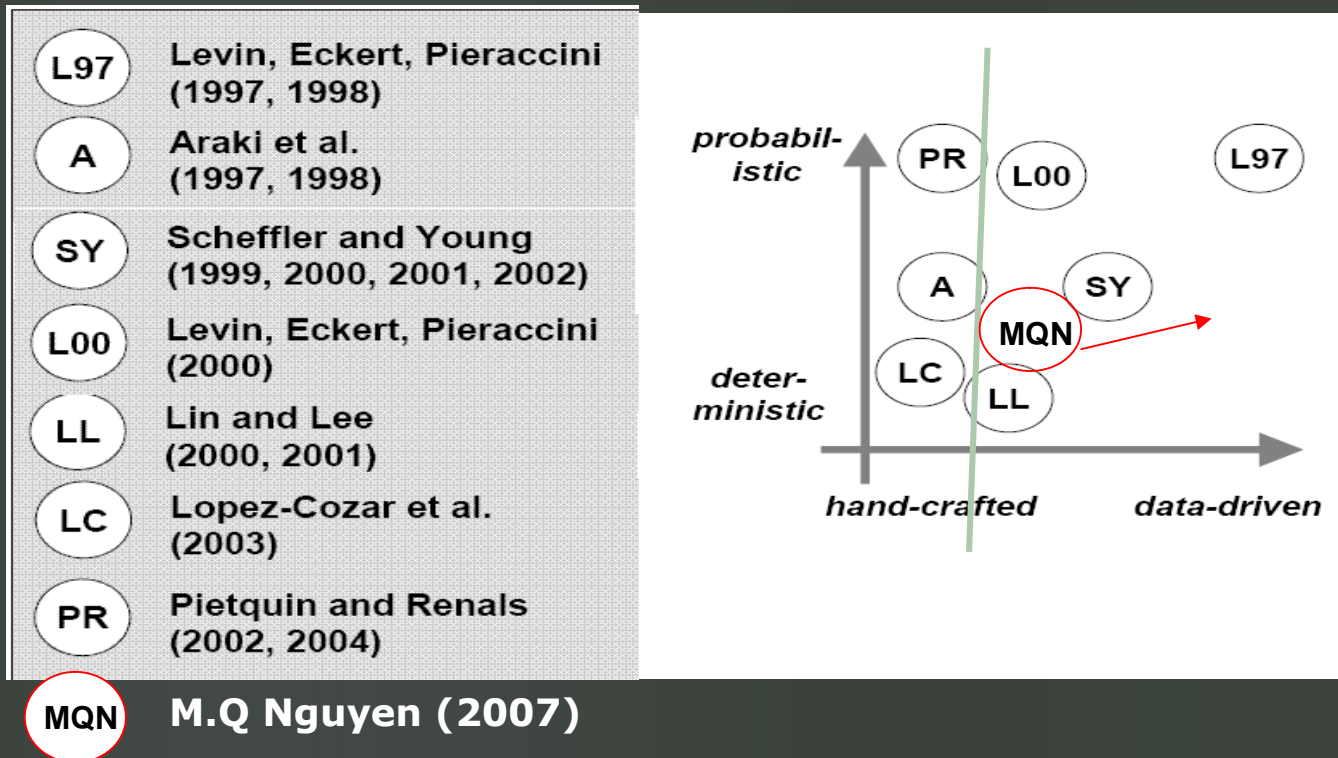
Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

Méthodologie

- Représente le dialogue comme une chaîne d'état, action et transition : propriété markovienne
- Apprentissage par renforcement avec utilisateur simulé
 - Fonction objective
 - $C_i = W_{imp}(N_{imp}) + W_{exp}(N_{exp}) + W_{rep}(N_{rep}) + W_{inc}(N_{inc})$
 - Nombre de requêtes implicites, explicites, répétitives
 - Nombre d'informations incomplètes
- Privilégier plus le déterministe que la probabiliste
- Équilibrer entre la construction manuelle de dialogue et l'utilisation de corpus des données

Méthodologie

- Positionnement de l'approche par rapport aux travaux existants



Méthodologie

- Nouvelle fonction objective
- Confirmer/infirmar la faisabilité de l'AR avec un utilisateur simulé
- Méthodologie pour mettre en œuvre des applications de dialogue
- Préparer une architecture pour apprentissage avec grand corpus de données

Cheminement méthodologique

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

Méthodologie

● 4 phases

- Collection et normalisation des données
 - Conception, développement
 - Test, évaluation, résultat
 - Conclusion
-
- Étude de cas :
 - Orienté-but : prendre de l'information
 - Réservation des chambres d'hôtel

Détails sur le cheminement

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

Méthodologie

collection

Corpus de données Hotel-Demo
annotation sémantique (DAMSL, DARPA)

conception

Créer utilisateur simulé
Construire PDM
Développer un système vide
Implanter l'algorithme Q-Learning
Assembler l'utilisateur simulé au système

test &
évaluation

Faire l'apprentissage
Évaluation : méthode PARADISE

conclusion

Synthèse de travail et généralisation

Expérimentation

- Extraire du corpus
 - 100 transcriptions de dialogues Hotel-Demo
- Construire modèle MDP
 - 8 Actions (Demande, confirmation explicite, implicite, etc)
 - 4 variables d'État (2 dates, nombre de personnes, type de chambre)
- Utilisateur simulé
 - Développer et faire son apprentissage supervisé
 - Tester son apprentissage
- Apprentissage par renforcement
 - implanter MDP, régler les paramètres, valeurs d'AR et faire apprendre
- Tester l'apprentissage
 - Analyser les résultats

Méthode d'évaluation

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation **Évaluation** Conclusions préliminaires

Évaluation

- **Annotation sémantique**
 - Pertinents pour le domaine en question
- **Utilisateur simulé**
 - Subjectif et par rapport au domaine
 - besoin de différentes stratégies (bonne ou mauvaise) de dialogue pour l'apprentissage
- **Mesure de satisfaction des utilisateurs**
 - Méthode PARADISE (Walker et al., 1997)
- **Fonction objective**
 - Changer les valeurs de paramètres, voir le rapport des paramètres
- **Plateforme informatique**
 - Flexibilité, adaptativité, modulabilité, interopérabilité
 - facile à modifier, codes portable, domaine portable, interagir avec d'autres modules, d'autres systèmes Unix&Win,

Conclusions préliminaires

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

Conclusions préliminaires

- L'apprentissage par renforcement peut apprendre une stratégie optimale de dialogue
- L'utilisateur simulé permet d'exploiter et d'explorer les cas non vus par l'expert et peut travailler avec un grand volume de données.
- Le système apprend plus vite avec un modèle de base et avec un corpus de données 'propre'

Obstacles

- **Éternel problème en sciences du langage**
 - Accès au signifié (Searles, 69, 72)
 - La syntaxe implique-t-elle la sémantique?
- **Apprentissage avec de grand volume de données**
 - Choix de corpus
 - Généraliser d'un domaine spécifique (problème 'Ad-hoc')

Future recherche

- La cognition contre l'informatique ?
 - (1) Le dialogue H-M doit-il suivre exactement les principes de dialogue H-H?
 - (2) Doit-on développer, sans tenir compte de (1), des outils de conception du système de dialogue plus robuste (architecture, apprentissage, etc.) ?
 - (3) Juste qu'à quel niveau pourrait-on fusionner (1) et (2) ?

État d'avancement du projet

Introduction Problématique État de l'art Méthodologie Expérimentation Évaluation Conclusions préliminaires

- Mars-2007 : Conception système avec apprentissage + continuer à écrire des chapitres (gestion du dialogue, expérimentation)
- Mai-2007 : Interprétation des résultats.
- Juin-2007 : deux articles à présenter à AIAI2007 – ETS, Montréal
 - M.Q. Nguyen, Philip H.P. Nguyen, T.H Nguyen, D. O'Shaughnessy. 2007. A Proposed AI Planning Approach for Staff Management in a Service Center. In *Proc. Of Fifth International Conference on Industrial Automation*. ETS, Montreal. Paper accepted.
 - M.Q. Nguyen, Philip H.P. Nguyen, T.H Nguyen, J.G. Meunier, D. O'Shaughnessy. 2007. Apprentissage par renforcement à l'aide d'un utilisateur simulé pour optimiser automatiquement les stratégies de dialogue. Cinquième Conférence Internationale sur l'Automatisation Industrielle. ETS, Montréal. Papier accepté.
- Juillet-2007 : dépôt
- Octobre-2007 : défense

