

Une architecture multi-agents pour des sessions d'apprentissage collaboratif

Emmanuel BLANCHARD, Claude FRASSON
Université de Montréal, Département IRO,
C.P. 6128, Succursale Centre-Ville, Montréal (Québec), H3C 3J7 Canada
{blanchae, frasson}@iro.umontreal.ca

l'apprentissage collaboratif entretient et améliore l'esprit critique.

Abstract

Collaboration between learners can have a positive impact in a learning session only if learners can exchange efficiently. Discussions, advices given by a co-learner are good means to help a learner in knowledge understanding. One of the main problems in a collaborative learning activity is to create coherent groups among students. In this paper, we present an architecture that aims to address this question. We use a neural network algorithm to obtain homogenous groups. An architecture based on several agents is then able to select the more relevant group and provide the learning session with information related to the subject.

Keywords

Collaborative learning, neural network, multi-agent system, user clustering.

Résumé

La collaboration entre étudiants est reconnue pour avoir une grande importance dans une session d'apprentissage. Les discussions qu'elle permet, les échanges de bons procédés entre apprenants apparaissent comme autant de moyens efficaces pour faciliter l'apprentissage d'un sujet chez un étudiant. L'un des principaux problèmes de l'apprentissage collaboratif demeure l'établissement de groupes cohérents à partir du pool d'étudiants. Dans cet article, nous présentons une architecture multi-agents permettant un enseignement collaboratif. Nous utiliserons un algorithme de réseau de neurones pour générer des groupes homogènes. Nous proposerons des agents pour déterminer le groupe correspondant le mieux aux critères de notre leçon puis dispenser le cours tout en recherchant de nouvelles données s'y rapportant sur Internet.

Mots clés

Enseignement collaboratif, réseau de neurone, système multi-agents, catégorisation d'apprenants.

Introduction

Dans la pratique, à quoi ressemble une session d'apprentissage? Les étudiants ont-ils tendance à travailler seuls ou trouvent-ils un intérêt à travailler en groupe? De nombreuses recherches portant sur l'apprentissage collaboratif tendent à démontrer que les meilleurs résultats d'enseignement sont obtenus quand les étudiants ont à travailler en groupe. Adams et Slater (Adams et Slater 2001) mettent l'accent sur le fait que les étudiants seront plus impliqués dans leur apprentissage et s'enrichiront plus d'une discussion avec un de leurs camarades qu'en suivant un cours magistral. Gokhale (Gokhale 1995) revendique que

Kapitzke (Kapitzke 2000) note que, durant une session d'apprentissage, une grande partie des étudiants vont spontanément travailler en paires ou groupes (plus de 90%) et les commentaires qu'il a recueillis de ceux-ci (suite à un travail effectué par groupe) furent très positifs. La discussion et la communication apparaissent donc être des aspects majeurs dans un apprentissage.

On peut étendre ces résultats à la collaboration utilisant l'ordinateur comme médium de discussion. L'équipe de Mc Ateer (Mc Ateer et al 1997) décrivent ce genre de communication, dans le domaine de l'apprentissage à distance, comme un moyen idéal permettant les discussions de groupes, les interactions entre étudiant et les tâches collaboratives. Mais comme Adams et Slater (Adams et Slater 2001) le disent, l'un des principaux problèmes, dans l'apprentissage collaboratif, est de trouver un bon moyen pour grouper les étudiants de façon cohérente et efficace.

Dans cet article, nous présentons une architecture multi-agent, facilitant l'apprentissage collaboratif. Nous utilisons une stratégie basée sur un réseau de neurones non-supervisé, développé dans Alice et WhiteRabbit (Thibodeau, Bélanger et Frasson 2000), pour créer des groupes d'apprenants homogènes. Nous proposons aussi une extension permettant d'enrichir la base de connaissances, au fur et à mesure de l'utilisation du système et de la multiplication des sessions d'apprentissage, profitant pour cela de l'énorme potentiel documentaire du World Wide Web.

Aperçu du système Alice/WhiteRabbit

Le but de ce système est d'améliorer la communication inter-personnelle au sein d'une compagnie, mettant en relation les utilisateurs intéressés par un domaine avec ceux possédant les connaissances s'y rattachant. Un certain nombre de systèmes de mise en relation existent déjà. On peut citer les exemples de Yenta (Foner 1997) ou Butterfly (Van Dyke, Lieberman et Maes 1999).

Dans le système Alice/Whiterabbit, les profils des utilisateurs sont élaborés suivant une méthode de reconnaissance de mots clés (*figure 1*). Un profil d'utilisateur se divise en 2 ensembles de données. Le premier représente les intérêts des usagers qui ont été déterminés en étudiant ses communications avec les autres étudiants (mail, chat room). Le second décrit le degré de connaissances de l'utilisateur, déduit de l'analyse des documents écrits ou produits par ce dernier



Knowledge	Level Of Capacity	Level Of Interest
natural		
well		
drill		
petroleum		
refining		
drilling		
gas		
boat		
rig		
tanker		
pipeline		
pipe		
gasoline		
oil		
bitumen		
hydrocarbon		
platform		
gaseous		

Figure 1 : Un graphe de mot clé et une représentation de profil dans Alice/WhiteRabbit

(rapports, communiqués, mémos...). Un degré d'incertitude est adjoint à chacune de ces déductions. Les mots clé sont organisés en un graphe prenant en compte les dépendances entre termes. Quand un mot clé est détecté, ces relations sont utilisées pour mettre à jour les profils. Une fois que le système dispose de suffisamment d'informations, il peut grouper des individus qui ont des profils avec un certain degré de similarité. Cette opération est effectuée en utilisant un réseau de neurone à apprentissage non supervisé : un SOM ou « carte auto-organisée » (Kohonen 1990). En utilisant les groupes ainsi obtenus, le système est alors capable de mettre en relation des personnes complémentaires. Avec Alice/WhiteRabbit, on obtient des groupes d'individus ayant les mêmes intérêts ou encore le même niveau de connaissances. Ce point important rejoint un des objectifs d'un apprentissage collaboratif efficace : la création de groupes homogènes.

Une architecture à base d'agents pour favoriser l'apprentissage collaboratif

La méthode de regroupement SOM de Kohonen, combinée avec des profils d'utilisateurs bien définis crée des groupes très pertinents d'apprenants. En partant de cette constatation, nous proposons et expliquons une architecture (figure 2) utilisant cette technique de regroupement dans le but de dispenser une session d'apprentissage collaboratif.

Cette architecture est divisée en deux composants importants : le premier est un dérivé de l'architecture du système Alice/WhiteRabbit et permet de scinder l'ensemble des utilisateurs en groupes en fonction, à la fois, des intérêts et des connaissances des apprenants, le second utilise la segmentation obtenue pour mettre en place une communication entre apprenants.

Le Composant de Segmentation

Un *agent d'analyse* va étudier les discussions (a) d'un étudiant avec ses camarades de façon à y déceler ses intérêts. Il pourra, pour cela, analyser les courriels ou une session de chat auquel prend part l'apprenant. Il utilisera alors une liste de mots clé prédéfinis. Cela permettra de mettre à jour le profil d'intérêt de l'apprenant (b) dans la base de profil contenant les profils de tous les apprenants. L'*agent d'évaluation* complètera la base de profils des apprenants en y ajoutant des informations relatives au niveau de connaissance. Ces informations seront déduites en analysant les documents ou encore les rapports produits un étudiant (c).

L'*agent de segmentation* extraira les informations contenues dans les profils d'apprenant (h) de manière à former différents groupes d'étudiants, rassemblés en fonction de leurs intérêts ou de leur niveau de connaissances.

Cette partie a déjà été implémentée et testée. Elle est actuellement proposée par Virtuel Age International, compagnie spécialisée dans le transfert de connaissances et l'apprentissage.

Le Composant de Communication

Une base de connaissances est créée et entretenue par un expert dans le domaine d'enseignement. Il cherche à mettre en place une interaction entre apprenants de la meilleure façon possible (c'est-à-dire la plus utile pour un enseignement). Il va pour cela initialiser une session d'apprentissage regroupant un ensemble d'apprenants.

Pour trouver ces étudiants, il transmet une liste de critères à un *agent de sélection* (f) comme par exemple : le niveau de connaissances requis pour la session, le degré d'intérêt pour le domaine et la variance maximale du groupe au niveau des connaissances. L'*agent de sélection* communique avec l'*agent de segmentation* de manière à extraire dynamiquement l'un des groupes obtenus suite à la segmentation et qui soit adapté à la

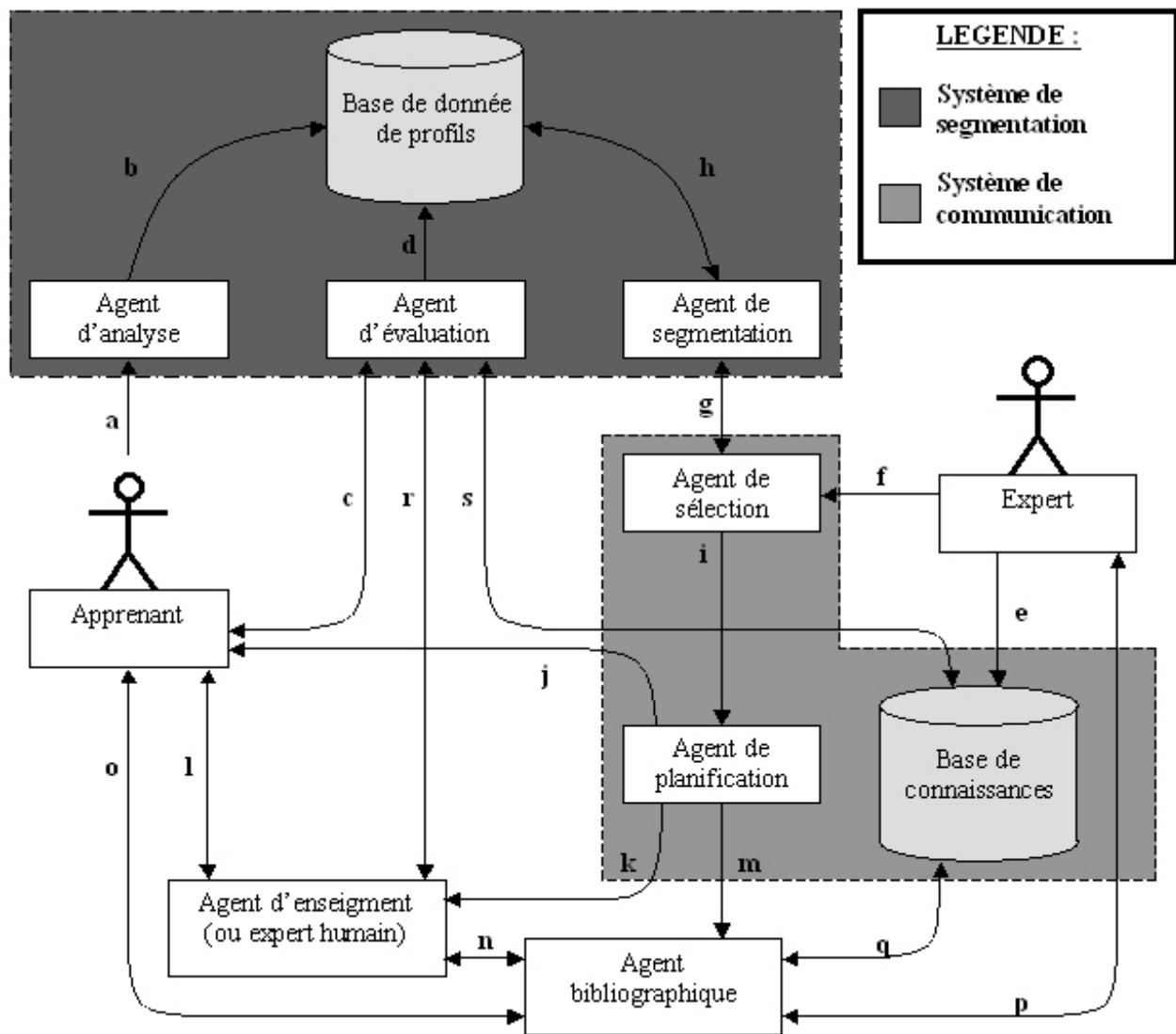


Figure 2 : L'architecture du système

session. Cet ensemble d'étudiants est alors transmis à un *agent de planification* (i) qui a pour charge d'initialiser la salle de classe virtuelle en invitant les usagers sélectionnés à participer à la session d'apprentissage (j). Cet agent transmet aussi une liste d'informations à l'*agent d'enseignement*. Cette liste inclut : la liste des apprenants avec leur niveau de connaissance respectif ainsi qu'une pré décomposition du sujet à enseigner en fonction des conditions avancées par l'expert du domaine (k).

L'*agent d'enseignement*, qui peut tout aussi bien être une personne qu'un système tuteur, est alors capable de donner un enseignement, adaptant ces informations à une session d'apprentissage collaboratif. (l). Il communique par ailleurs avec l'*agent d'évaluation* du composant de segmentation (r), qui le moment voulu, procède à des tests de manière à mettre à jour le profil de connaissances des apprenants en fonction de leurs nouvelles capacités. De tels tests pourraient tout aussi bien être des questions à choix multiple, que des jeux par équipe...

Un autre agent est impliqué dans notre architecture :

l'*agent bibliographique*. Son rôle est de trouver sur Internet de l'information potentiellement intéressante. Il peut recevoir des demandes de recherche de l'agent de planification (m), de l'*agent d'enseignement* (n) ou encore de l'apprenant (o). Une fois que des ressources intéressantes ont été localisées, l'*agent bibliographique* va soumettre ses résultats à l'expert (p). Si le contenu est jugé pertinent, les références de la ressource sont alors ajoutées et classées (q) dans la base de connaissances. Cette vérification apparaît utile pour finalement Transmettre de l'information réellement adaptée au niveau des étudiants.

Aspects Opérationnels

Après cette vue d'ensemble de l'architecture, nous allons nous attarder un peu sur quelques aspects spécifiques et rôles de nos agents.

L'agent de sélection propose une interface à l'expert dans le but de rechercher le meilleur groupe pour le cours qu'il veut donner. La figure 3 est un exemple

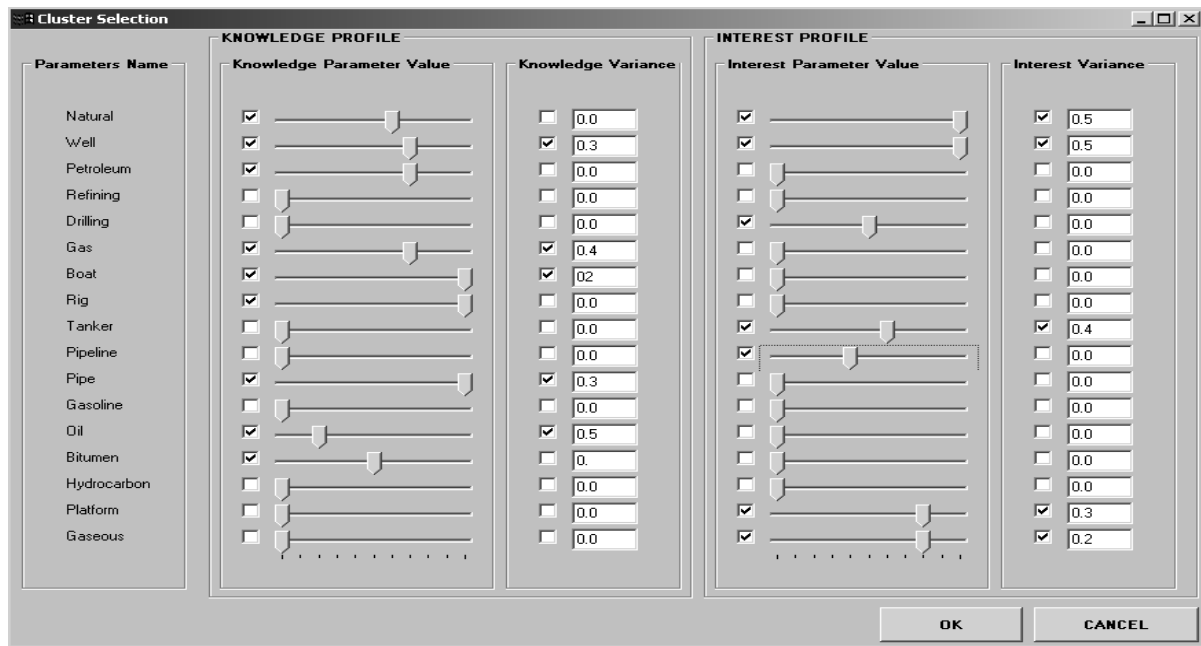


Figure 3 : Un exemple d'interface de l'agent de sélection

d'une telle interface. Chaque mot clé prédéfini est un paramètre possible. L'expert peut déterminer le niveau minimum de connaissance et/ou d'intérêt que les apprenants devraient avoir. Il peut choisir les paramètres qu'il veut prendre en compte en les cochant et en déterminant la valeur seuil. Il peut aussi limiter le degré de variance de chaque paramètre au sein du groupe qu'il recherche de façon à assurer une certaine homogénéité. L'agent pourra donc transmettre des directives à l'agent de segmentation qui lui renverra alors le groupe correspondant le mieux à ces critères.

La figure 4 est un exemple de requête possible. On décrit chaque paramètre en y associant le nom du profil d'où il provient, son nom et le type d'information (valeur, variance) qui sera testé ainsi que la valeur seuil. Le meilleur groupe (celui qui sera sélectionné) sera celui qui aura le plus de clauses positives. Au final, le cluster choisi est transmis à l'agent de planification qui s'arrange avec l'agent d'enseignement en vue de donner une session d'apprentissage adaptée pour permettre l'évolution du niveau des apprenants.

```

Find CLUSTER where
{
  KNOWLEDGE.bitumen.value > 0.9
  KNOWLEDGE.gas.value > 0.9
  KNOWLEDGE.pipeline.value > 0.8
  KNOWLEDGE.pipeline.variance < 0.3
  KNOWLEDGE.pipe.value > 0.8
  INTEREST.boat.value > 0.5
  INTEREST.boat.variance < 0.2
  INTEREST.gas.value > 0.8
  INTEREST.drilling.value < 0.3
}

```

Figure 4 : Un exemple de requête de l'agent de sélection

L'agent bibliographique est, lui aussi, très important du fait qu'il est en charge de l'amélioration de la base de connaissance. Il n'a pas été implémenté pour l'heure dans notre modèle mais nous pensons nous inspirer des travaux et techniques décrites par Somio et Howe (Somio et Howe 2001). Ils effectuent une recherche de documents ("doubled incremental clustering") qui semble produire de bons résultats dans l'analyse du contenu d'un texte (cette technique pourrait aussi avoir une forte incidence sur le système Alice/whiteRabbit).

Il est nécessaire de réfléchir sur l'agent d'enseignement, celui-ci se trouvant confronté à de nouveaux challenges. Comment effectuer une session d'apprentissage où le coté collaboratif soit utilisé au mieux ? La façon, la forme selon lesquelles le cours sera dispensé aura un grand impact sur le niveau de collaboration qui existera entre co-apprenants. L'agent d'enseignement devra promouvoir les communications, les échanges. Une chat room apparaît comme une étape de base mais des études ont montré que la réalité virtuelle pourrait avoir des avantages significatifs (Chee 2001). On pourrait aussi utiliser des ressources pédagogiques multimédia, réalisées avec l'aide d'agent intelligents semblables à « The Intelligent Classroom » (Franklin et Hammond 2001)...

L'apprentissage collaboratif rend aussi possible de nouveaux types d'exercices. Une évaluation classique est toujours possible mais on pourrait aussi imaginer de développer des exercices plus ludiques, basé par exemple sur le concept du Trivial Pursuit, des exercices où les apprenants seraient en compétition, là encore pour améliorer la collaboration et l'échange. Le jeu, tout comme la compétition demeurent d'excellents moyens pour garder l'attention d'un auditoire.

Conclusion

Nous avons présenté une architecture multi-agents, basée sur la segmentation d'un groupe d'apprenants permettant de créer des groupes homogènes pour pouvoir mettre en place des sessions d'apprentissage collaboratifs. Nous avons également joint à notre architecture, un agent web de recherche, ceci permettant que notre base de connaissance évolue dynamiquement, devenant plus riche au fur et à mesure que les leçons se suivent. L'apprentissage collaboratif est un domaine très intéressant mais encore peu exploité en apprentissage assisté par ordinateur. Nous pensons que notre architecture pourrait s'avérer très utile principalement du fait qu'elle met en relation des personnes aux profils semblables. Cela permettrait d'améliorer la communication et l'émulation au sein d'un groupe.

Dans notre société où de plus en plus de personnes continuent longuement leurs études, au moment où nous sommes confrontés à une nouvelle révolution basée sur les technologies de l'information et que chacun d'entre nous peut, à loisir, discuter avec des interlocuteurs se trouvant aux quatre coins du monde, l'apprentissage collaboratif à distance pourrait bien être une clé pour de nouvelles méthodes d'apprentissage.

Travaux Futurs.

Actuellement, seule la composante de segmentation a été implémentée. Le support mail de l'agent d'analyse fait encore l'objet de tests. L'agent de sélection et de planification sont en cours de réalisation. Nous examinons les meilleurs moyens de stocker du contenu pédagogique permettant la collaboration entre étudiants. Nous continuerons en évaluant l'intérêt de chaque partie de notre architecture. Les tests sur la première mettent cependant en évidence sa capacité à donner une vision claire de la répartition des connaissances au sein d'une classe ou d'une compagnie.

Remerciements

Nous adressons nos remerciements au Ministère de la Recherche, des Sciences et de la Technologie du Québec qui finance ce projet dans le cadre de Valorisation-Recherche Québec (VRQ).

Références

Adams, J.P. et Slater, T.F. 2001. Implementing In-Class Collaborative Learning Group Activities in Large Lecture Astronomy. *Journal of College Science Teaching*.

Chee, Y. S. 2001. Networked Virtual Environments for Collaborative Learning. Invited talk. In Proceedings of ICCE/Schoolnet 2001 - Ninth International Conference on Computer in Education. Seoul.

Foner, L. 1997. YENTA: A Multi-Agent, Referral-Based Matchmaking System. In Proceedings of the First International Conference on Autonomous Agents. Marina del Rey.

Franklin, D. et Hammond, K. 2001. The Intelligent Classroom: Providing Competent Assistance. In Proceedings of the Fifth International Conference on Autonomous Agents, 161-168. Montréal.

Gokhale, A. A. 1995. Collaborative Learning Enhances Critical Thinking. *Journal of Technology Education*, 7(1).

Kapitzke, C. 2000. The Sociality and Spatiality of Online Pedagogy and Collaborative Learning in an Educational Media and Technologies Course. *Educational Technology and Society* 3(3).

Kohonen, T. 1990. The Self-Organizing Map. In Proceedings of IEEE, 78(9): 1464-1480.

McAteer, E., Tolmie, A., Duffy, C., et Corbett, J. 1997. Computer-mediated Communication as a Learning Resource. *Journal of Computer Assisted Learning* 13(4): 219-227.

Somio, G. L. et Howe, A. E. 2001. Incremental Clustering for Profile Maintenance in Information Gathering Web Agents. In Proceedings of the Fifth International Conference on Autonomous Agents: 262-269. Montréal.

Thibodeau, M. A., Bélanger, S. et Frasson, C. 2000. WHITE RABBIT - Matchmaking of User Profiles Based on Discussion Analysis. In Proceedings of the International Conference in Intelligent Tutoring Systems, Montréal, Lectures Notes in Computer Science, Springer Verlag no 1839.

Van Dyke, N. W., Lieberman, H. et Maes, P. 1999. Butterfly: A Conversation-Finding Agent for Internet Relay Chat. In Proceedings of the International Conference on Intelligent User Interfaces, Redondo Beach.