

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Batna
Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de

Doctorat d'Etat en Informatique

CHELIA: Un environnement
coopératif pour l'apprentissage à
distance sur Internet

Présentée le 13 février 2002

Par

Abdelmadjid ZIDANI

Devant le jury composé de :

<i>Président</i>	Z. Sahnoun	Prof., Université de Constantine
<i>Rapporteurs</i>	M. Djoudi	MC., Université de Poitiers
	M. Boufaïda	Prof., Université de Constantine
<i>Examineurs</i>	M.C. Batouche	MC., Université de Constantine
	N. Badache	MC., USTHB - Alger
	M. Ahmed-Nacer	MC., USTHB - Alger

Résumé

Le travail décrit dans cette thèse s'inscrit dans le contexte des Environnements Interactifs d'Apprentissage à Distance (EIAD). Nos travaux se situent plus particulièrement, dans le domaine de recherche des CSCL (*Computer-Supported Collaborative Learning*) dont l'objet est de favoriser la construction des connaissances de manière collective à travers des moyens informatiques.

Dans un contexte d'apprentissage, le besoin de coopération se fait particulièrement sensible. Il est maintenant clair que l'on n'apprend pas seul et qu'il faudrait favoriser la construction coopérative et sociale du savoir. Partant de ce constat, nous avons conçu un environnement distribué appelé CHELIA (*Collaborative Hypermedia Environment for Learning Interactive Assistance*) supportant l'apprentissage coopératif sur l'Internet.

Notre démarche consiste tout d'abord à réfléchir pour concevoir une architecture logicielle ouverte pour un environnement intégré capable d'accueillir plusieurs applications fournissant l'assistance requise par les activités d'apprentissage coopératif à distance. Par conséquent, nous avons centré la conception de CHELIA sur une composition complètement modulaire afin de pouvoir à plus long terme, ajuster facilement le comportement global de l'environnement conformément aux exigences des ses usagers. De plus, l'organisation architecturale de CHELIA est basée sur les concepts des modèles multi-agents et client-serveur. Cette architecture se caractérise par une centralisation des données associées à l'assistance et l'apprentissage et une répartition des traitements et des interfaces. Les données concernant les apprenants, les projets avec leurs structures (étapes, planning, etc.), les cours multimédias en ligne, les expériences d'apprentissage et les documents rédigés collectivement se trouvent sur le serveur. Pour favoriser l'aspect du travail collectif et individuel dans le contexte d'une communauté de formation, toutes les applications rendues disponibles au sein de l'environnement peuvent être exploitées afin de produire de la connaissance qui sera mise à la disposition et au service de la communauté.

Le choix des outils intégrés au sein de l'environnement CHELIA présente l'intérêt double de faciliter l'utilisation de l'environnement par les apprenants et de répondre au problème de l'isolement en formation à distance ainsi que l'individualisme qui en découle. Notamment, la concentration du processus d'apprentissage sur le contenu due à l'usage individuel des ressources médiatisées. Nous avons donc choisi d'intégrer des outils pour le support de l'assistance à la navigation et à l'apprentissage, l'édition partagée et la construction coopérative de classes virtuelles. De même que, pour renforcer les composantes fondamentales des activités d'apprentissage de co-existence et d'interactivité entre les différents individus impliqués, ainsi que l'efficacité des outils intégrés, nous avons conçu un modèle de communication sur lequel reposent toutes les interactions des utilisateurs au sein de l'environnement CHELIA. Par conséquent, le processus de communications entre les usagers repose sur un ensemble de règles préétablies, basées sur une nouvelle métaphore de communication appelée : *Téléphone-Sonne*, particulièrement inspirée du principe de fonctionnement du téléphone. A travers ce modèle, nous espérons dégager une sensation effective de présence dans l'espace virtuel, chez les apprenants distants.

Mots clés : Apprentissage à distance, Travail coopératif Assisté par Ordinateur, Systèmes multi-agent, Client/Serveur, Assistance à l'apprentissage, Edition partagée, Modèle de communication.

Abstract

The work described in this thesis is related to the area of Distance Learning Interactive Environments (DLIE). Our work is more especially located, in the research field of CSCL (*Computer-Supported Collaborative Learning*) whose specific purpose is to favor collective knowledge building through computer means.

Within an educative context, the need for collaboration among individuals is highly required. It is now obvious that one doesn't learn alone and that it would be necessary to favor collaborative and social building of knowledge. Hence of this observation, we designed a distributed environment called CHELIA (*Collaborative Hypermedia Environment for Learning Interactive Assistance*) supporting collaborative learning activities over the web.

Our approach first of all, consists to design an open software architecture for a composable environment embedding several applications providing the assistance required for collaborative distance learning activities. Therefore, we focused CHELIA's design on a fully modular composition in order to facilitate future adaptations of the environment global behavior accordingly to users needs. Furthermore CHELIA's architectural organization is based on concepts of multi-agent and Client-server models. This way facilitates data consistency and sharing management within a multi-user environment, as well as collaboration and may facilitate distance-learning activities. Such architecture is characterized by centralizing assistance and learning data, and distributing computing and interfaces. Data related to students/teachers, projects structures (stages, planning, etc.), on line multimedia courses, learning experiences, documents edited collectively are centralized on the server. To enhance collective (and individual) work within an educative community, all applications made available into the environment may be used for knowledge building that will be placed at the community's disposal.

CHELIA's integrated tools selection aims to facilitate the environment use by learners and to overcome the training isolation problem as well as the individualism that ensues. Notably, learning process focusing on the content, due to individual use of mediated resources. We have therefore decided to integrate tools in order to support learning assistance, shared documents editing and virtual classrooms collaborative building. Also, to enhance learning activities fundamental concepts such as, co-existence and interactivity, between the different implied individuals, as well as the efficiency of the integrated tools, we designed a communication model managing all users interactions within CHELIA environment. Therefore, communications process between participants uses a pre-defined set of rules, based on a new communication metaphor called: *Téléphone-Sonne*, particularly inspired by the telephone functioning principle. Through such model, we hope to enable distant learners, while having an effective feeling of presence within the virtual workspace.

Keywords: Distance learning, Computer-supported collaborative work, Multi-Agent systems multi-agent, Client/Server, Learning assistance, Shared editing, Communication model.

Table des matières

TABLE DES MATIERES	1
LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES TABLES	4
INTRODUCTION GENERALE	6
INTRODUCTION	6
CONTRIBUTIONS	7
ORGANISATION DE LA THESE	10
CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE DE L'APPRENTISSAGE A DISTANCE	13
1.1 INTRODUCTION	13
1.2 PROBLEMATIQUE	14
1.2.1 À l'échelle de l'apprentissage	15
1.2.2 À l'échelle du développement pédagogique	16
1.3 EVOLUTION DE LA VISION D'APPRENTISSAGE	16
1.4 APPORT DE LA TECHNOLOGIE DE L'INTERNET	19
1.5 APPORT DES NTIC	21
1.5.1 Avantages pédagogiques des NTIC	22
1.5.2 Limites pédagogiques des NTIC	24
1.5.3 Intégration des NTIC au processus de Formation	24
1.6 APPORT DE LA REALITE VIRTUELLE	26
1.6.1 Enseignement par le virtuel	27
1.6.2 Perspectives technologiques	28
1.6.3 Perspectives économiques	29
1.6.4 Perspectives sociales	29
1.7 DIMENSION COOPERATIVE	30
1.7.1 Médias de communication	31
1.7.2 Modèles d'activités coopératives	33
1.7.2.1 Activités du projet de groupe	33
1.7.2.2 Discussion	33
1.7.2.3 Réalisation de projets	34
1.7.2.4 Gestion de projets	35
1.7.2.5 Informations requises par les tâches coopératives	36
1.8 QUELQUES EXEMPLES DE PLATES-FORMES	36
1.9 CONCLUSION	39
CHAPITRE 2 : TRAVAIL COOPERATIF ASSISTE PAR ORDINATEUR	40
2.1 INTRODUCTION	40
2.2 ORIGINES	42
2.3 COLLECTICIELS	42
2.4 TAXONOMIES DES COLLECTICIELS	43
2.4.1 Matrice espace-temps	44
2.4.2 Systèmes restrictifs et permissifs	45
2.4.3 Echange et partage de l'information	46
2.5 DEVELOPPEMENT DES COLLECTICIELS	47
2.5.1 Problématique spécifique au développement des collecticiels	47
2.5.1.1 Téléprésence et rétroaction de groupe	47
2.5.1.2 Gestion de la cohérence	48
2.5.1.3 Retardataires	50
2.5.2 Limites des plates-formes actuelles	50
2.5.2.1 Systèmes de gestion de fichiers distribués	51
2.5.2.2 Systèmes de génération d'interfaces	51
2.5.2.3 Plates-formes distribuées	52
2.5.3 Plates-formes de développement des collecticiels	53
2.5.3.1 Plates-formes d'interfaces multi-utilisateur	54

2.5.3.2 Plates-formes à objets partagés.....	54
2.5.3.3 Plates-formes de messagerie.....	54
2.5.3.4 Plates-formes d'édition coopérative.....	55
2.6 INTEGRATION, FLEXIBILITE ET ADAPTABILITE	56
2.6.1 Problèmes d'intégration des outils coopératifs	56
2.6.2 Problèmes de flexibilité des collecticiels.....	57
2.6.3 Contrainte d'adaptabilité	59
2.7 CONCLUSION.....	60
CHAPITRE 3 : ARCHITECTURE DE L'ENVIRONNEMENT CHELIA	61
3.1 INTRODUCTION	61
3.2 ARCHITECTURE LOGICIELLE	62
3.3 ASPECT HYBRIDE DE CHELIA	64
3.4 ASPECT CLIENT-SERVEUR DE CHELIA	66
3.5 ASPECT MULTI-AGENT DE CHELIA	67
3.5.1 Systèmes multi-agents (SMA).....	67
3.5.2 SMA en enseignement coopératif.....	68
3.5.3 Motivations.....	69
3.6 DESCRIPTION DES DIFFERENTS AGENTS.....	69
3.6.1 Agent d'interface.....	70
3.6.2 Agent cartographe.....	70
3.6.3 Agent tuteur.....	71
3.6.4 Agent de communication.....	72
3.6.5 Agent éditeur.....	73
3.6.6 Agent constructeur de salles virtuelles.....	74
3.7 MODELE DE COMMUNICATION DE CHELIA.....	75
3.7.1 Métaphore de communication.....	76
3.7.2 Fonctionnement à base de la métaphore.....	77
3.7.3 Application aux situations d'apprentissage.....	78
3.8 INTERFACE DE CHELIA.....	80
3.9 CHOIX TECHNIQUES	81
3.10 CONCLUSION.....	82
CHAPITRE 4 : EDITION COOPERATIVE DE DOCUMENTS.....	83
4.1 INTRODUCTION	83
4.2 EDITION COOPERATIVE DE DOCUMENTS	85
4.3 ASPECT SOCIAL DE L'ECRITURE COOPERATIVE	89
4.3.1 Modes de coopération.....	91
4.3.2 Exemple d'interaction.....	92
4.4 PRESENTATION DE L'AGENT EDATEUR	93
4.4.1 Architecture logicielle.....	94
4.4.1.1 Coordination	95
4.4.1.2 Gestion des versions.....	96
4.4.1.3 Contrôleur de dialogue.....	97
4.4.1.4 Structure logique du document.....	98
4.4.2 Fonctionnalités de l'agent éditeur	99
4.4.2.1 Fonctionnalités associées à la structure.....	99
4.4.2.2 Fonctionnalités de base.....	100
4.4.2.3 Notification des événements.....	101
4.4.2.4 Rétroaction de groupe.....	102
4.5 PROTOCOLE D'EXPERIMENTATION.....	104
4.6 CONCLUSION.....	105
CHAPITRE 5 : ASSISTANCES A LA NAVIGATION ET A L'APPRENTISSAGE	106
5.1 INTRODUCTION	106
5.2 DIFFICULTES DE LA NAVIGATION.....	107
5.3 ASSISTANCE A L'APPRENTISSAGE.....	109
5.3.1 Assistance en ligne	110
5.3.1.1 Guide de conception graphique et pédagogique.....	110
5.3.1.2 Serveur éducatif.....	112

5.3.1.3 Evaluation des connaissances.....	113
5.3.2 Assistance à la Navigation.....	115
5.3.3 Présentation de l'agent d'assistance.....	116
5.3.3.1 Architecture logicielle.....	117
5.3.4 Carte graphique de navigation.....	119
5.3.4.1 Classification des représentations graphiques.....	119
5.3.4.2 Choix de la représentation graphique.....	120
5.3.5 Interaction avec la carte.....	121
5.4 PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	123
5.5 CONCLUSION.....	124
CHAPITRE 6 : CONSTRUCTION COOPERATIVE ET GRAPHIQUE DE CLASSE VIRTUELLE	125
6.1 INTRODUCTION.....	125
6.2 TRAVAUX DU DOMAINE.....	127
6.3 APPROCHE CONCEPTUELLE.....	128
6.3.1 Objectifs.....	128
6.3.2 Architecture du modèle.....	129
6.3.3 Schéma conceptuel d'une salle virtuelle.....	130
6.3.3.1 Classe ObjetBase.....	130
6.3.3.2 Classe ObjetSimple.....	131
6.3.3.3 Classe ObjetComposé.....	132
6.4 MODELISATION GRAPHIQUE.....	133
6.4.1 Construction du modèle graphique.....	133
6.4.1.1 Types des objets graphiques.....	134
6.4.1.2 Types de relations graphiques.....	134
6.4.2 Passage à l'environnement objets.....	135
6.5 ARCHITECTURE LOGICIELLE.....	136
6.6 INTERFACE GRAPHIQUE.....	138
6.7 GENERATION AUTOMATIQUE DU CODE VRML.....	139
6.8 FONCTIONNALITES DE SUPPORT DE LA COLLABORATION.....	140
6.9 APPLICATION AUX LIEUX D'APPRENTISSAGE.....	141
6.10 CONCLUSION.....	142
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	144
BILAN DES TRAVAUX ET APPORTS DE LA THESE.....	144
ETAT ACTUEL DE DEVELOPPEMENT.....	147
EXPERIMENTATION.....	148
PERSPECTIVES.....	148
CONCLUSION.....	149
BIBLIOGRAPHIE.....	151
ANNEXES.....	166
ANNEXE 1 : PARTIE DU CODE SOURCE DE L'AGENT CARTOGAPHE.....	166