

Quatrième École Thématique du CNRS sur les EIAH

Simulation, réalités virtuelles et augmentées pour les apprentissages professionnels

Du dimanche 2 au vendredi 7 juillet 2006 à La Grande Motte

Cours 4 Approches-Auteurs

4.1 Approches-auteurs pour la production de simulations pour la formation

Viviane Guéraud

Approches auteurs pour la production de simulations pour la formation

Viviane Guéraud

Maître de Conférences, Université Stendhal
Chercheur, Equipe ARCADE, Laboratoire CLIPS-IMAG

Juillet 2006

Ecole thématique EIAH, CNRS, La grande Motte

Plan général



- Introduction
- Tâches de Conception
- Conception de simulation libre
- Conception de scénario pédagogique
- Bilan et perspectives

Conception de simulations

- **Variété des simulations**
 - objectifs pédagogiques, connaissances en jeu, activités,...
- **Variété des contextes de production**
 - types de production :
 - développement sur mesure d'une simulation
 - versus développement d'une gamme de simulations
 - contraintes en termes de :
 - délais de développement, coûts,...
 - compétences et disponibilité des acteurs
- **Variété des acteurs du développement**
 - équipe pluridisciplinaire
 - équipe d'informaticiens en relations avec des formateurs
 - formateurs

Quelle capitalisation ?

- **Objectif :**
 - faciliter la conception, le développement
- **Degrés (croissants) :**
 - guider la démarche sans la contraindre
 - fournir un modèle de conception
 - imposer une architecture logicielle
 - fournir des environnements de développement spécifiques
 - rendre les environnements accessibles à des non spécialistes en programmation : « environnements auteurs »
- **Risques**
 - limiter les conceptions possibles



Approches selon le contexte de production


Approche auteur (1)

- **Motivation :**
 - Réduire la distance entre l'idée d'une application pédagogique et son exploitation
- **Deux objectifs prioritaires :**
 - Diminution de l'effort de production
 - Développement accessible à des auteurs non spécialistes en programmation (formateurs, enseignants)
- **Approche de type ingénierie :**
 - Concepts, modèles, méthodes et outils réutilisables
- **Les difficultés :**
 - Proposer des modèles, méthodologies et outils adaptés
 - au type d'applications à produire
 - au type d'auteurs visés
 - Assurer l'opérationnalité des résultats (pour les apprenants)

Approche auteur (2)

- **Les stratégies :**
 - Bien délimiter le type de logiciels à produire
 - Analyser la tâche de conception associée
 - Guider l'auteur dans l'organisation de son travail
 - Faciliter l'accomplissement de chacune de ses tâches
- **Environnement auteur (système-auteur, outil-auteur) :**

Ensemble intégré d'outils

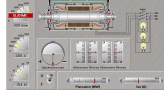
 - accessible à des auteurs non spécialistes en programmation
 - dédié à la production d'une famille de logiciels spécifiques
 - systèmes-auteurs multimédias
 - environnements auteurs de simulations 
 - etc.

Motivations à l'approche auteur : exemples (1)

- **Equipe de développement travaillant en relation avec des experts scientifiques à la conception d'une gamme de simulations**

Exemple de la société CORYS T.E.S.S. (<http://www.corys.fr/>)

- Développement d'un catalogue de simulations pour les métiers de l'énergie
- Nécessaire maîtrise des coûts de développement
- Faible disponibilité des experts scientifiques (externes à l'entreprise)
- Collaboration CLIPS-IMAG



Motivations à l'approche auteur : exemples (2)

- **Equipe de formateurs responsable du développement de simulations pour la formation continue des personnels**

Exemple de la société Hewlett-Packard, TPEC centre européen de formation

- Formation et qualification des personnels de maintenance des matériels produits par la société
- Formation en temps et lieux voulus
- Délais de développement : - de 4 mois
- Développement par les formateurs eux-mêmes
- Collaboration CLIPS-IMAG
 - Environnements auteurs MELISA et GeneSimu



Motivations à l'approche auteur : exemples (3)

- **Equipe R&D de l'armée produisant des simulations pour l'entraînement à la manipulation et à la maintenance de dispositifs complexes**

- Exemple:

Laboratoire Armstrong de la United States Air Force & Office of Naval Research
BTL (University of Southern California)

→ Environnement auteur RIDES

- **Enseignants en contextes institutionnels produisant des simulations pour leurs élèves**


- Exemples :

- Projet européen SERVIVE ... → Environnement auteur SIMQUEST
University of Twente (Netherlands)
- Projet européen ARIADNE... → Environnement auteur OASIS
CLIPS-IMAG

Plan général

- Introduction
- ⇒ **• Tâches de Conception**
- Conception de simulation libre
- Conception de scénario pédagogique
- Bilan et perspectives

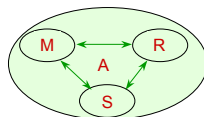
Simulation pour la formation

- **Une simulation :**
 - Repose sur un modèle du système simulé
 - Offre une interface de manipulation et d'observation
 - Ne garantit à elle seule aucun apprentissage
- **Une simulation « pédagogique » :**
 - Peut viser
 - Apprentissage par la résolution de problèmes
 - Apprentissage par la découverte
 - Intègre une composante pédagogique
 - Degré de réalisme fonction des objectifs pédagogiques
- **Processus de production de simulation pédagogique**
 - spécification globale
 - conception
 - développement }  Environnement auteur

Analyse de la tâche de conception (1)

- **Cadre de référence : Modèle MARS** [Pernin 96]
- 4 activités de conception concernant :**

- M** Modèle abstrait du système simulé
- R** Représentation de l'application : Interfaces manipulées par l'apprenant
- S** Scénario pédagogique qui définit l'exploitation pédagogique de la simulation
- A** Associations qui définissent l'intégration des résultats précédents



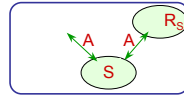
Analyse de la tâche de conception (2)

Globalement, deux grandes tâches :

- Conception de la simulation libre



- Conception du scénario pédagogique
...et de ses liens
avec la simulation libre



Approche et environnement auteur

- **Approche auteur pour :**

- guider l'activité de conception en identifiant et en organisant les tâches (modèle de conception, processus de développement,...)
- faciliter la réalisation de chacune des tâches (concepts et formalismes d'expression adaptés au type d'auteurs visés, espace de travail dédié, génération automatique,...)
- assurer l'intégration des résultats des différentes tâches (architecture, interopérabilité des composants, environnement d'exécution,...)

- **Chaque Environnement-auteur**

- est basé sur des choix à ces différents niveaux
- facilite le travail des auteurs
- assure le caractère opérationnel des résultats
- limite en contrepartie les possibilités de conceptions

Approche couplée / intégrée

- **Approche couplée :**

- association
 - d'un outil-auteur dédié à la production de simulations libres (Rapid, Easy Java Simulation, LabView, ...)
 - et d'un outil-auteur dédié à la production de composants pédagogiques
- mécanismes de communication entre les applications résultantes

- **Approche intégrée**

- l'environnement auteur intègre en son sein un outil pour chaque tâche
- Ex: SIMQUEST, RIDES, OASIS...

- **Discussion**

Plan général

- Introduction
- Tâches de Conception
- ⇒ • **Conception de simulation libre**
- Conception de scénario pédagogique
- Bilan et perspectives


Conception de la simulation libre

- **Exemple 1 : RIDES**
 - Simulation = modèle graphique du système à simuler
 - Modèle et Représentation confondus, pas d'Associations
- **Exemple 2 : SIMQUEST**
 - Simulation = Modèle + Représentation
 - Association par nom de variable
- **Exemple 3 : MELISA ou OASIS**
 - Simulation = Modèle + Représentation + Associations
 - Modèle, Représentation, Associations explicites


Conception de la Représentation

- **Beaucoup de points communs**
- **Editeurs d'objets graphiques**
 - éditeurs spécifiques
 - ou éditeurs multimédias du commerce
- **Bibliothèques prédéfinies**
 - objets de présentation standards
 - personnalisation des objets prédéfinis
 - intégration de nouveaux objets
- **Bibliothèques spécialisées « domaine »**


Conception de Simulation libre – RIDES

- **Simulation = modèle graphique du système à simuler**
- **Objets graphiques**
 - propriétés système et propriétés définies par l'auteur
- **Spécification des comportements :**
 - par contraintes sur les propriétés des objets 
 - par événements
- **Classes de simulations visées :**
 - systèmes continus et systèmes à événements discrets

Conception de Simulation libre - SIMQUEST

- **Simulation = Modèle + Représentation**
 - association par nom de variable (nom interne au modèle – nom externe)
- **Le Modèle spécifie :**
 - variables d'entrée, variables de sortie, leurs dépendances
 - évolution de l'état de la simulation dans le temps
- **Formalisme :** 
 - équations algébriques et équations différentielles
- **Composition de modèles**
 - interconnexion des entrées/sorties entre les modèles de base
- **Description de modèles à différents niveaux de complexité**
- **Classes de simulations visées :**
 - systèmes continus

Conception de Simulation Libre - OASIS

- **Simulation = Modèle + Représentation + Associations**
- **Spécification du Modèle :**
 - **Propriétés** caractérisant le dispositif
 - **Méthodes** permettant les modifications de l'état du dispositif
 - **Dynamique** du dispositif
 - états, événements, diagramme de transition
- **Spécification des Associations** 
 - activation : *Propriété de X modifiée* → *Méthode de Y déclenchée*
 - flot de données : *Propriété de X modifiée* → *Propriété de Y modifiée*
 - synchronisation : *Etat de X modifié* → *Evénement envoyé à Y*
- **Classes de simulations visées :**
 - systèmes continus et systèmes à événements discrets

Plan général

- Introduction
- Tâches de Conception
- Conception de simulation libre
- ➔ • **Conception de scénario pédagogique**
- Bilan et perspectives

Conception de scénario pédagogique

- **Différentes approches pédagogiques**
 - apprentissage par la résolution de problèmes
 - objectif donné à l'apprenant : mener à bien une tâche
 - RIDES, OASIS,...
 - apprentissage par la découverte
 - objectif donné à l'apprenant : inférer le modèle du système simulé
 - SIMQUEST
- **Une stratégie commune : proposer**
 - des activités-types sur les simulations
 - un environnement auteur pour la construction de telles activités
 - un environnement apprenant pour leur exécution
- **Une certaine convergence sur les activités-types**

Activités-types sur une simulation

- **Synthèse des activités-types proposées**
 - **démonstration** : informer
 - composition, structure et comportement du système simulé
 - procédures opératoires (réglage, configuration, dépannage,...)
 - **exploration motivée par un QCM**
 - manipuler la simulation pour trouver les réponses au QCM
 - exploration guidée (ensemble d'états à explorer)
 - **exercice de prédiction**
 - état initial ou conditions de fonctionnement donnés
 - prédire les valeurs de certaines variables à un moment donné
 - **exercice à but**
 - état initial donné, contraintes éventuelles à respecter
 - manipuler la simulation pour accomplir une tâche, résoudre un problème

Exécution des activités

- **Environnement Apprenant : des choix similaires**
 - Deux espaces de travail :
 - Simulation
 - Interaction pédagogique
 - Espace d'interaction pédagogique
 - Représentation prédéfinie
 - Parfois séparé en deux niveaux :
 - navigation parmi les activités
 - interaction liée à l'activité courante
- **Parfois différents modes d'exécution pour une même activité**
 - apprentissage, évaluation, certification (OASIS et MELISA)
 - démonstration, entraînement, test (RIDES)

Contrôle et organisation des activités


- **Contrôle pédagogique de chaque activité**
 - Différents niveaux selon les environnements
 - Evaluation du résultat de l'activité (RIDES)
 - Evaluation de la progression au sein de l'activité
 - à différents degrés (SIMQUEST, OASIS)
 - Retours d'information, rétroactions, assistance,...
- **Enchaînement des activités et son contrôle**
 - selon l'organisation décrite par l'auteur (« lessons » RIDES)
 - selon une initiative mixte système-apprenant (SIMQUEST)
 - au choix de l'apprenant (OASIS)
- **Traces associées**

Création des activités - RIDES

- **Génération automatique par démonstration**
- **Construction personnalisée d'activités**
 - par édition et assemblage
 - items primitifs
 - montrer un texte, signaler un objet, régler un contrôle, lire un indicateur,...



Création des activités - SIMQUEST

- **Bibliothèque d' « objets d'instructions »**
- **Activités :**
 - Exploration motivée par un QCM, prédiction, exercice à but
- **Pour chaque activité**
 - Informations générales (nom, description, visibilité des variables,...)
 - Description de l'activité
 - Etat initial, Question ou consigne, etc. 
 - Influence de l'activité considérée sur l'enchaînement des activités
- **Composition d'activités**

Création des activités - OASIS

- **Activité : exercice à but**
- **Scénario d'activité**
 - situation initiale
 - situation à atteindre
 - étapes de résolution pertinentes (situations intermédiaires à atteindre)
 - situations à observer (contraintes à respecter, erreurs à détecter,...)
 - réactivité du système
(consignes, retours d'informations, gestion des étapes,...)
- **Expression des situations (initiale, à atteindre, à observer)**
 - en termes des variables de la simulation
 - facilitée par un mécanisme à base de
 - manipulation directe de la simulation,
 - photographie de son état interne
 - édition – modification
- **cf. Atelier 3...**

Associations Scénario - Simulation libre

- **Associations**
 - par le nom des objets de présentation et des variables (RIDES)
 - par le nom des variables du Modèle (OASIS)
 - correspondance entre :
 - noms internes des variables du Modèle
 - noms externes utilisés pour la Représentation et le Scénario
- **Facilités pour l'auteur :**
 - affichage des noms des variables de la simulation dans l'espace de création des activités
 - sélection des variables utiles pour l'activité considérée (OASIS)
 - activités générées à partir de démonstration sur la simulation (RIDES)
 - manipulation de la simulation et obtention de « photos » éditables de l'état des variables (OASIS)

Plan général

- Introduction
- Tâches de Conception
- Conception de simulation libre
- Conception de scénario pédagogique
- ⇒ • Bilan et perspectives

Bilan et Evolutions (1)

- **Un domaine de R&D récent**
 - Un guidage effectif dans le processus de conception
 - Des environnements auteurs variés
 - Des espaces de travail dédiés à chacune des tâches de conception
- **Critères pour un « bon environnement auteur »**
 - Importance du contexte
 - Critères d'analyse [Murray 03]
 - Une opposition permanente entre
 - Puissance d'expression / flexibilité
 - Adéquation aux auteurs



Bilan et Evolutions (2)

- **Un point dur : la conception du Modèle**
 - Vers des environnements auteurs spécialisés (cf. Atelier 3)
 - Un nouveau défi :
 - le développement rapide d'environnements auteurs spécialisés [Cortés 99], [Murray 03]
- **Une avancée prometteuse : la conception de Scénarios**
 - Favoriser la création de scénarios sur des simulations existantes
 - Outils de création de scénarios « indépendants » des outils de production de simulation
 - Simulations contrôlables par des scénarios
 - SIMQUEST & simulations développées en C++, VB, Delphi
 - FORMID-Auteur & applet java, simulations Ejs (cf. Atelier 3)

Travaux complémentaires (1)

- **Pour l'apprentissage par la découverte...**
 - Principales difficultés [De Jong 98]
 - L'environnement SIMQUEST [De Jong 04] assiste l'élève pour:
 - la génération d'hypothèse
 - la conception d'expérimentations
 - la structuration et le suivi de son processus de découverte
- **Pour le suivi des activités par un tuteur humain...**
 - Contextes de formation à distance notamment
 - Suivi synchrone ou asynchrone d'apprenants travaillant sur des simulations
 - L'environnement FORMID – Suivi [Guéraud&al 04, Guéraud 05] (cf. Atelier 3)

Travaux complémentaires (2)

- **Outil-auteur de Simulation 3D**
 - VIVIDS successeur de RIDES, etc.
- **Approche exclusivement orientée connaissances**
 - Environnement auteur XAIDA [Half & al 03] pour la formation à la maintenance d'appareils
- **Apprentissage collaboratif à base de simulations**
 - Environnement CO-LAB [De Jong 04]
 - Jeux de rôles, jeux d'entreprise [Crampes 99], [Prévoit 06], (cf. cours 4.2)
- **Etc...**

Les environnements auteurs cités

- **SIMQUEST**

De Jong T., 1996, « Designing integrated computer simulation environments for discovery learning », Service Project (ET 1020). First project progress report, décembre 1996.

Van Joolingen W.R. et De Jong T., 2003 "SIMQUEST : Authoring Educational Simulations", in *Authoring tools for advanced technology educational software* Eds T Murray, S Blessing and S Ainsworth, Dordrecht
- **RIDES – VIVID**

Munro A., Johnson M.C., Pizzini Q.A., Surmon D.S., Towne D.M., Wogulis J.L., 1997, *Authoring simulation-centered tutors with RIDES*, International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol 8, N°3-4.

Munro A., 2003, "Authoring simulations-centered learning with RIDES and VIVIDS", in *Authoring tools for advanced technology educational software* Eds T Murray, S Blessing and S Ainsworth (Dordrecht)
- **MELISA, Genesimu, OASIS**

Guéraud V., Pernin J.-P., Cagnat J.-M., Cortès G., 1999, "Environnements d'apprentissage basés sur la simulation : outils-auteur et expérimentations", Sciences et Techniques Educatives, numéro spécial "Simulation et formation professionnelle dans l'industrie", Vol.6 n°1, p. 95-141, Hermès, 1999.

Pernin J.-P., 1998, Comparing two approaches of instructional simulations : an industrial experimentation, International Conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering, CALISCE'98, Göteborg, Sweden, 1998. *Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1108, 1998.*
- **FORMID**

Guéraud V., Adam J.-M., Pernin J.-P., Calvary G. et David J.-P., 2004, "L'exploitation d'Objets Pédagogiques Interactifs à distance : le projet FORMID", *SYTCEP*, vol. 11, 2004, ISSN: 1764-7223, www.sytcef.org.

Guéraud V., Cagnat J.-M., 2006, Automatic semantic activity monitoring of distance learners guided by pedagogical scenarios, First European Conference on Technology Enhanced Learning EC-TEL 06, Crete, Greece - October 1-4, 2006.
- **XAIDA :**

Half H.M., Hsieh P.Y. & al 2003, "Requiem for a development system : reflections on Knowledge-Based, Generative Instruction" in *Authoring tools for advanced technology educational software* Eds T Murray, S Blessing and S Ainsworth (Dordrecht).

Les environnements auteurs cités

- SIMQUEST : <http://www.simquest.nl/>
- RIDES : <http://bti.usc.edu/rides/>
- VIVIDS : <http://bti.usc.edu/VIVIDS/>
- CO-LAB : <http://www.co-lab.nl/>
- Easy Java Simulation (Ejs) : Esquemre F., Universidad de Murcia, <http://www.um.es/fem/Ejs>
- RAPID : <http://www.e-sim.com>
- LabVIEW : <http://www.ni.com/labview/>
- SWING : <http://www.corys.fr/>

Références bibliographiques

- Cortés G., 1999, "Simulations et Contrôle Pédagogique : Architectures Logicielles Réutilisables", Thèse de Doctorat de l'Université Joseph Fourier – Grenoble I, Spécialité Informatique, Laboratoire CLIPS – IMAG, Octobre 1999, <http://www.imag.fr>
- Crampes M., Saussac G., 1999, "Facteurs qualité et composantes de scénario pour la conception de simulateurs pédagogiques à vocation comportementales" Sciences et Techniques Educatives, numéro spécial "Simulation et formation professionnelle dans l'industrie", Vol.6 n°1, p. 95-141, Hermès, 1999.
- De Jong T., Van Joolingen W. R., 1998, "Scientific discovery learning with computer simulations of cooling domains", review of Educational Research, Summer 1998, Vol. 68, N°2, pp 179-201.
- De Jong T., 2004, "Learning complex domains and complex tasks, the promise of simulation based training", Invited Paper, International Conference CALIE 04 (Computer Aided Learning in Engineering Education), Grenoble, France, Février 2004.
- Guéraud V., Pernin J.-P., Cagnat J.-M., Cortés G., 1999, "Environnements d'apprentissage basés sur la simulation : outils-auteur et expérimentations", Sciences et Techniques Educatives, numéro spécial "Simulation et formation professionnelle dans l'industrie", Vol.6 n°1, p. 95-141, Hermès, 1999.
- Guéraud V., Pernin J.-P., 1999, "Developing pedagogical simulations : generic and specific authoring approaches", Outstanding Poster Award, Artificial Intelligence in Education, AIED 99, Eds S. P. Lajoie and M. Vivet, IOS Press, July 1999.
- Guéraud V., Adam J.-M., Pernin J.-P., Calvary G. et David J.-P., 2004 "L'exploitation d'Objets Pédagogiques Interactifs à distance : le projet FORMID", STICEF, vol. 11, 2004, ISSN: 1764-7223, www.sticef.org
- Guéraud V., 2005, "Approche Auteur pour les Situations Actives d'Apprentissage : Scénarios, Suivi et Ingénierie", Mémoire présenté pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Joseph Fourier, Laboratoire CLIPS-IMAG, Octobre 2005, www.inrp.fr/atice/fhdr.htm.

Références bibliographiques

- Guéraud V., Cagnat J.-M., 2006, "Automatic semantic activity monitoring of distance learners guided by pedagogical scenarios", First European Conference on Technology Enhanced Learning EC-TEL 06, Crete, Greece - October 1-4, 2006.
- Joab M., Guéraud V., Auzendé O., "Les simulations pour la formation", dans "Environnements Informatiques et Apprentissage Humain", sous la direction de M. Grandbastien et J.M. Labat, Collection Cognition et Traitement de l'Information, Hermès 2006.
- Murray T., 1999, "Authoring Intelligent Tutoring Systems : An Analysis of the State of the Art", International Journal of Artificial Intelligence in Education, N°10, 1999, pp 98-129.
- Murray T., 2003, "An overview of Intelligent Tutoring Systems authoring tools : updated analysis of the state of the art" in Authoring tools for advanced technology educational software, Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2003.
- Murray T., Blessing S. and Ainsworth S. (Eds), "Authoring tools for advanced technology educational software", Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2003.
- Pastre P., 2005, "Apprendre par la résolution de problèmes : le rôle de la simulation" dans Pastre P., Apprendre par la simulation. De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels, Toulouse.
- Pernin J.-P., 1996, "MARS un modèle opérationnel de conception de simulations pédagogiques", Thèse de Doctorat de l'Université Joseph Fourier – Grenoble I, Spécialité Informatique, Laboratoire CLIPS – IMAG, 1996, <http://www.imag.fr>
- Pernin J.-P., 2006, "Normes et standards pour la conception, la production et l'exploitation des EIAH", Livre "Environnements Informatiques et Apprentissage Humain", sous la direction de M. Grandbastien et J.-M. Labat, Collection IC2, Hermès 2006.
- Tchoukine P., "Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain", *Revue I3 - information-interaction-intelligence*, vol. 2, n° 1, 2002, www.revue-i3.org.
