

Vers une architecture de génération automatique de scénarios pédagogiques pour les jeux sérieux éducatifs (JSÉ)

Sophie Callies¹, Josianne Basque², Eric Beaudry¹, Nicolas Sola¹

¹ Université du Québec à Montréal (UQAM), Montréal, Québec - Canada

² Télé-université, Université du Québec (TELUQ), Montréal, Québec - Canada

Contacts : callies.sophie@courrier.uqam.ca, josianne.basque@teluq.ca, beaudry.eric@uqam.ca, sola.nicolas@courrier.uqam.ca

Résumé

En réponse aux difficultés que pose la conception de scénarios pédagogiques scriptés dans un jeu sérieux éducatif (JSÉ) (lourdeur du processus de design, risque d'abandon des joueurs-apprenants dû à la monotonie des scénarios, etc.), nous proposons une architecture permettant la génération automatique de scénarios en cours de jeu. Cette architecture fonctionne grâce à une méthode de la planification sous incertitude, qui permet au JSÉ de s'adapter de manière continue et automatique aux états de connaissance et de motivation du joueur-apprenant. L'observation des actions du joueur-apprenant en réponses à celles générées par le système permettent de suivre la progression de l'apprentissage du joueur-apprenant, qui peut ensuite être analysée par le pédagogue.

Mots-clés : Jeux sérieux éducatifs, Scénarios pédagogiques, Planification sous incertitude, Architecture de système de jeu, Génération automatique de scénarios.

Abstract

In response to the difficulties of preset pedagogical scenarios in educational serious games (ESG) (arduous or cumbersome process of design, risk of the learner-player abandoning due to monotonous scenarios, etc.), we propose an architecture allowing the automatic generation of scenarios in the course of use of an ESG system. This system operates thanks to the method of planning under uncertainty and adapts to knowledge and motivational states of the player. The actions generated by the system in response to the player's actions make up the trace of progression of learning which can then be analysed by the teacher.

Keywords: Educational serious games, Pedagogical scenarios, Planning under uncertainty, Architecture of game system, Automatic generation of scenarios.

1. Introduction

Les JSÉ sont des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) qui s'appuient sur les techniques du jeu vidéo et dont la stratégie pédagogique combine celles du jeu et de la résolution de problème. C'est en maintenant l'engagement et la motivation du joueur que les JSÉ visent à favoriser l'apprentissage.

Les méthodes d'ingénierie pédagogique demandent généralement à ce que les scénarios pédagogiques soient modélisés à l'avance par le concepteur à l'aide de langages de modélisation pédagogique sous forme de graphes visuels ou standardisés (ex. spécification IMS-LD). Cette approche se retrouve également dans le design de la majorité des jeux vidéo et sérieux au sein desquels les scénarios de jeu demeurent

scriptés (i.e., programmés à l'avance). En plus d'être lourds à concevoir, les scénarios scriptés peuvent amener le joueur à anticiper les stratégies du jeu et adopter ainsi des comportements peu propices à l'apprentissage ou, pire, à abandonner le jeu. La génération automatique de scénarios en cours de jeu dans un JSÉ est une avenue prometteuse, d'une part pour proposer une démarche d'apprentissage s'adaptant à chaque joueur et, d'autre part, pour maintenir son attention et sa motivation de manière continue. Quelques travaux récents dans le domaine des JSÉ ont adopté une telle approche (ex. Zook *et al.*, 2012), mais ceux-ci ne font généralement pas référence aux modèles et principes issus à la fois des travaux du domaine du design pédagogique et de celui du design informatique. De plus, les techniques utilisées pour la génération automatique de scénarios se limitent à varier la présentation des scénarios selon la progression de l'apprentissage, sans prendre en compte ses aspects motivationnels. C'est en cherchant à optimiser la motivation du joueur-apprenant en cours de jeu pour favoriser son engagement et son apprentissage, que nous avons amorcé ce projet de recherche.

Dans une première section, nous définissons d'abord ce que nous entendons par *scénario pédagogique* dans le contexte d'un JSÉ. En deuxième lieu, nous proposons une méthode d'intelligence artificielle mettant en œuvre la génération automatique de scénarios dans un JSÉ. Nous présentons enfin l'architecture de génération automatique de scénarios que nous implémentons dans un JSÉ dans le domaine de l'immobilier.

2. Notion de scénario pédagogique dans un JSÉ

Afin de clarifier ce que nous entendons par *scénario pédagogique*, nous nous appuyons sur la manière dont il est modélisé dans la Méthode d'Ingénierie d'un Système d'Apprentissage (MISA, Paquette, 2002a). Dans cette méthode, le concepteur pédagogique est invité à prédéfinir un scénario pédagogique pour chacune des *unités d'apprentissage* (UA) qu'il aura incluse dans le *réseau des événements d'apprentissage* (RÉA) du système d'apprentissage. Chaque UA peut viser des cibles d'apprentissage spécifiques et aborder des éléments de contenu différents, le tout devant permettre à l'apprenant de développer des compétences à un certain niveau de performance. Chaque scénario pédagogique définit à la fois les activités de l'apprenant et celles du formateur ou, dans le cas d'un EIAH, ce qui en tient lieu (par exemple, un système d'assistance).

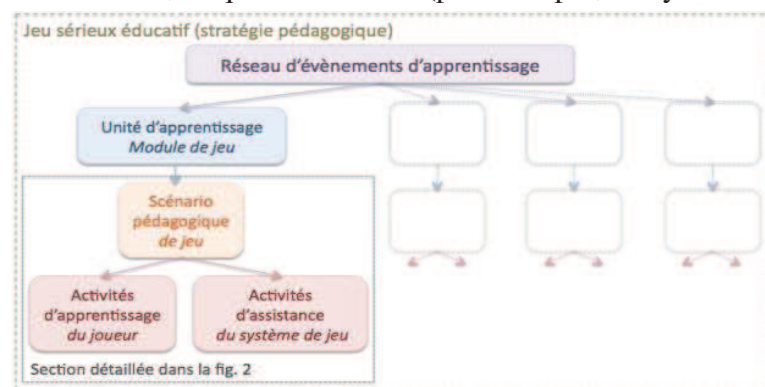


Figure 1. Représentation générique d'un réseau des événements d'apprentissage d'un jeu sérieux éducatif

Dans un JSÉ (voir fig. 1), on peut ainsi retrouver dans chaque scénario correspondant à un certain *module* de jeu : (a) des *activités d'apprentissage* qui seront réalisées par le joueur-apprenant et (b) des *activités d'assistance* qui seront réalisées par le système de jeu. Dans la MISA, le scénario pédagogique est élaboré au moyen d'une technique de modélisation sous forme de graphes qui permet de spécifier les activités du joueur et du

système d'assistance ; dans un JSÉ, on retrouverait ainsi selon cette méthode plusieurs scénarios pédagogiques scriptés chacun se déployant dans un module spécifique du jeu.

3. Définition et avantages de la génération automatique de scénarios

Un scénario généré automatiquement par un système est à la fois un scénario descriptif *a posteriori* du déroulement effectif d'une situation d'apprentissage (Pernin et Lejeune, 2004) (qui présente la trace de la progression de l'apprentissage) et un scénario adaptable *in situ* puisqu'il peut être modifié à tout moment par le système grâce aux données que celui-ci tire des interactions que le joueur-apprenant a avec le système. Le joueur-apprenant devrait ainsi vivre une expérience de jeu unique, en plus de percevoir un sentiment de contrôle et d'autonomie dans le JSÉ, mais aussi d'incertitude sur le dénouement du jeu, ce qui devrait susciter sa curiosité. Contrairement à la monotonie des scénarios scriptés, l'unicité des scénarios générés automatiquement devrait réduire l'ennui et les comportements abusifs d'essai-erreurs. Le fait de faire des erreurs fait partie de la progression de l'apprentissage. Néanmoins, dans un jeu *scripté*, le joueur peut favoriser la stratégie de l'essai-erreur au détriment de sa compréhension du contenu du jeu et de ses règles : il expérimente alors toutes les actions possibles en mémorisant leurs conséquences. Dans ce cas, on ne peut parler d'apprentissage dans le JSÉ (Kiili, 2005). La stratégie consistant à simplement « gagner le jeu » en exploitant des propriétés du système et sans engagement dans le processus d'apprentissage (Baker *et al.*, 2006) doit à tout prix être évitée. La génération automatique de scénarios devrait réduire ce type de comportement de par l'originalité des situations présentées au joueur.

4. Méthode informatique pour la génération automatique de scénarios

Le système d'un JSÉ doit pouvoir générer automatiquement des scénarios pédagogiques de jeu sur la base de son analyse de (a) l'état de la progression de l'apprentissage chez le joueur-apprenant, donc de son *état de connaissances*, et (b) l'état de son engagement dans le jeu et du plaisir qu'il éprouve, donc de son *état motivationnel*, tout en l'assistant dans son apprentissage. Le système doit ainsi pouvoir s'adapter à ces deux états et éventuellement changer le cours du scénario pédagogique dans le module de jeu, sans que le joueur-apprenant ne s'en aperçoive. L'objectif du système est de faire progresser le joueur-apprenant dans sa démarche d'apprentissage à chacune des activités du jeu et en évitant qu'il abandonne le jeu.

La difficulté pour le système de jeu et pour son implémentation informatique réside dans le fait qu'on ne peut connaître avec certitude les états de connaissances et motivationnel du joueur-apprenant. Par exemple, lorsque le joueur pose une action de jeu et que le système lui donne une rétroaction positive, rien ne garantit que le joueur a effectivement « appris » à ce moment-là du jeu. La méthode d'implémentation choisie pour le système de jeu doit donc avoir les fonctionnalités nécessaires pour prendre en compte cette incertitude. La *planification automatique* (Ghallab *et al.*, 2004) permet à un système de sélectionner et d'ordonner les actions nécessaires pour atteindre l'objectif poursuivi. Des travaux montrent que la planification sous incertitude permet de rendre l'apprentissage plus rapide dans des systèmes tutoriels intelligents (Rafferty *et al.*, 2011) et de rendre un jeu plus motivant en minimisant l'abandon du joueur (Beaudry *et al.*, 2010). Nous proposons de fusionner ces approches dans une architecture de génération automatique de scénarios détaillée dans la figure 2, puis de l'implémenter dans un système de JSÉ dans le domaine de l'immobilier.

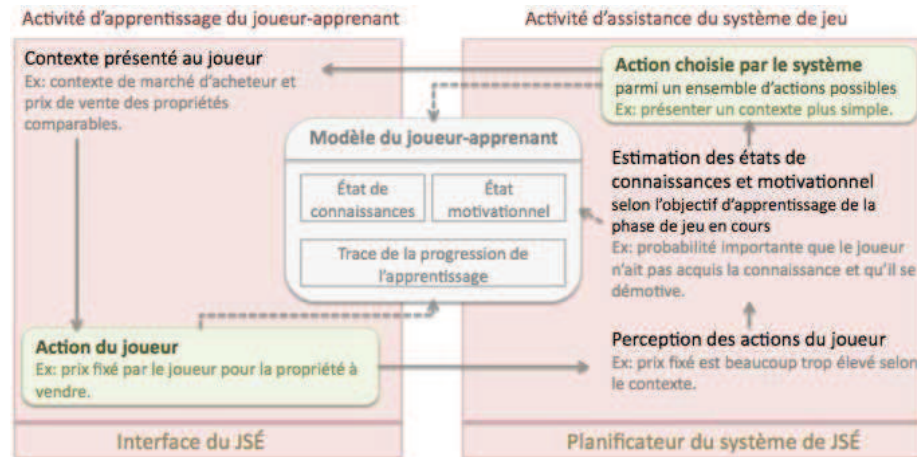


Figure 2. Architecture de génération automatique de scénarios pédagogiques dans le JSÉ illustrée pour l'un des modules du JSÉ (flèches en pointillés: mise à jour du modèle de l'apprenant).

L'objectif général d'apprentissage visé dans le JSÉ est d'amener un non-spécialiste du domaine à être capable de vendre une propriété dans la ville de Montréal en respectant différents principes de vente immobilière. Nous avons d'abord élaboré le modèle des connaissances cibles du JSÉ au moyen de la technique de modélisation par objets typés (MOT) (Paquette, 2002b) et avons ainsi décomposé cette connaissance procédurale principale en cinq sous-connaissances procédurales, chacune étant abordée dans l'un des cinq modules de jeu, tout comme les connaissances stratégiques qui en régissent la bonne mise en œuvre. Pour illustrer notre architecture, nous nous situons dans le premier module du jeu, dont l'objectif d'apprentissage est d'« Établir le prix de vente de la propriété ». Le scénario pédagogique de ce module se compose d'*activités d'apprentissage* du joueur-apprenant, elles-mêmes composées chacune d'un ensemble ouvert d'*actions possibles du joueur*, et d'*activités d'assistance* du système de jeu, elles-mêmes composées chacune d'un ensemble ouvert d'*actions possibles du système de jeu*. Ces deux types d'actions sont au cœur de l'interaction joueur/système de jeu : le joueur pose des actions de jeu (ex : le joueur fixe un prix de vente pour sa maison) et le système de jeu prend une décision sur la meilleure action possible à effectuer compte tenu de l'action de jeu du joueur (ex : si le prix de vente est trop élevé, le jeu donne une rétroaction simulant la vente de maisons similaires à des prix moindres). Les types d'actions que peuvent réaliser le joueur-apprenant et le système de jeu sont fixés à l'avance, mais leurs paramètres et enchaînements peuvent varier à chaque partie.

Le système de jeu sélectionne les actions de jeu grâce à des processus décisionnels markoviens avec observabilité partielle (POMDP), lui permettant ainsi d'observer les actions du joueur afin d'estimer son état de connaissances (l'ensemble des notions que le joueur-apprenant connaît). Par exemple, le joueur peut avoir compris que, dans le contexte d'un marché d'acheteurs, il est plus pertinent de fixer un prix raisonnable se basant sur les propriétés comparables vendues récemment. Le système est également capable d'estimer la probabilité que l'action de jeu reflète un état motivationnel du joueur. Par exemple, si le joueur fixe un prix beaucoup trop élevé dans un contexte de marché de vendeurs, le système pourrait supposer que le joueur répond « au hasard » sans se soucier d'avoir la bonne réponse et anticiper que son engagement dans le jeu est alors en voie de diminution et qu'il pourrait éventuellement abandonner le jeu. Ces caractéristiques permettent au système de jeu de (a) mettre à jour le modèle du joueur-apprenant (états de connaissances et motivationnel) et (b) planifier la meilleure action possible pour poursuivre ou éventuellement ajuster le cours du scénario. Le jeu se termine lorsque le système a établi avec un certain niveau prédéfini de certitude par le concepteur du jeu que le joueur-apprenant a atteint les objectifs d'apprentissage visés

dans le jeu. Une fois le module du jeu terminé, c'est l'ensemble de ces actions qui forme la *trace de progression de l'apprentissage*, soit le véritable déroulement de la démarche d'apprentissage du joueur, qui peut ensuite être analysée par le pédagogue.

5. Conclusion

La principale contribution de l'approche de génération automatique de scénarios présentée est de permettre la conception de JSÉ composés d'un planificateur s'adaptant automatiquement aux actions du joueur pour maximiser sa motivation et son engagement dans le jeu. Nous concevons et implémentons de manière itérative actuellement notre architecture dans un système de jeu. Une fois cette étape terminée, le prototype du JSÉ sur l'immobilier sera expérimenté auprès de sujets apprenants.

Bibliographie

- BAKER, R., et al. (2006). Adapting to when students game an intelligent tutoring system. Dans Proc. of the 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS) , 392–401. Berlin: Springer.
- BEAUDRY, É., BISSON, F., CHAMBERLAND, S. et KABANZA, F. (2010). Using Markov Decision Theory to Provide a Fair Challenge in a Roll-and-Move Board Game. Dans Proc. of the IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG).
- GHALLAB, M., NAU, D. et TRAVERSO, P. (2004). *Automated Planning: Theory and Practice*, Morgan Kaufmann.
- KIILI, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8, 13–24.
- PAQUETTE, G. (2002a). *L'ingénierie pédagogique: Pour construire l'apprentissage en réseaux*. Sainte-Foy, Canada: Presses de l'Université du Québec.
- PAQUETTE, G. (2002b). *Modélisation des connaissances et des compétences, pour concevoir et apprendre*. Québec : Presses de l'Université du Québec
- PERNIN, J.-P. et LEJEUNE, A. (2004). Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios. Dans *Actes du colloque TICE* , 407–414.
- RAFFERTY, A., BRUNSKILL, E., GRIFFITHS, T., et SHAFTO, P. (2011). Faster Teaching by POMDP Planning. *Artificial Intelligence in Education*, 6738, 280–287. Berlin/Heidelberg: Springer.
- ZOOK, A., LEE-URBAN, S., RIEDL, M. O., HOLDEN, H. K., SOTTILARE, R. A. et BRAUNER, K.W. (2012). Automated scenario generation: Toward tailored and optimized military training in virtual environments. Dans Proc. of the International Conference on the Foundations of Digital Games, 164–171, Raleigh, North Carolina.