

Adaptation dynamique d'environnements virtuels pour l'entraînement à la gestion de situations critiques

Domitile Lourdeaux¹[0000-0002-3354-7294]

Alliance Sorbonne université, Université de technologie de Compiègne, CNRS,
Heudiasyc, UMR7253, CS 60 319 60 203 Compiègne cedex
domitile.lourdeaux@hds.utc.fr <http://www.hds.utc.fr/dlourdea>

Keywords: Environnement virtuel · Scénarisation · Formation · Adaptation

1 Problématique de recherche

La réalité virtuelle permet aux apprenants d'expérimenter, de s'entraîner et de voir l'impact de leurs décisions. Elle est souvent utilisée pour former à des gestes techniques ou à des compétences techniques, mais elle est encore peu exploitée pour former à des situations socio-techniques complexes. Nous nous intéressons, plus particulièrement, à l'entraînement à la gestion de situations critiques et à la gestion de situations de crise. Ces situations quand elles surviennent sont souvent non-prévues. [3] distingue deux types de situations imprévues, les situations possibles que l'on peut anticiper car on a fait face à des situations semblables et les situations impensées qui elles demanderont plus de ressources cognitives pour être résolues. Dans ces situations imprévues, les opérateurs doivent pourtant s'adapter rapidement et prendre des décisions difficiles. Pour gérer ce type de situations, il est important de former les opérateurs à des compétences techniques mais aussi à des compétences non-techniques (e.g. leadership, travail en équipe, gestion du stress, prise de décision). L'incertitude de l'évolution des situations est un facteur difficile pour prendre des décisions. Dans ces situations où il n'y a pas toujours de solutions idéales l'objectif n'est pas d'aider l'apprenant à trouver la solution idéale mais de l'aider à prendre conscience des choix qui s'offrent à lui et à prendre plus sereinement les meilleures décisions dans le futur. Nous souhaitons que l'apprenant puisse expérimenter ces différentes décisions et en voir l'impact. Pour l'aider à mieux gérer ce type de situations et favoriser leur maîtrise, nous souhaitons augmenter leur répertoire de compétences et de situations possibles et diminuer le nombre de situations impensées. Afin de faciliter l'apprentissage par l'expérience personnelle, il est nécessaire de confronter l'apprenant avec une diversité de situations potentielles de développement [7], i.e. adaptées à son niveau de connaissance et de maîtrise de la tâche à réaliser en lui fournissant des ressources pour l'accomplir. Pour ne pas mettre l'apprenant en situation d'échec mais dans des situations de développement potentiel, les situations doivent être contrôlées pour être suffisamment difficiles mais pas trop et pour cibler les compétences adaptées à chaque apprenant.

Pour supporter ce type d'apprentissage, l'écriture des scénarios nécessite un travail conséquent. Cet effort nécessaire pour le passage à l'échelle de scénarios cohérents et précisément contrôlés constitue ce qu'on appelle l'*authoring bottleneck* [6], et montre la nécessité de mettre en place des systèmes de scénarisation génériques et indépendants des applications, capables de créer des environnements adaptables, sans avoir à définir explicitement l'intégralité des scénarios possibles. Nous nous intéressons au processus de scénarisation de ces situations en environnement virtuel. La scénarisation est un processus comprenant à la fois la spécification du ou des déroulements possibles ou souhaitables de la simulation, et le contrôle (exécution, suivi et correction) du déroulement des événements en temps interactif. Un système de scénarisation est composé d'un ou plusieurs langages de scénarisation, pour modéliser le contenu scénaristique et les objectifs scénaristiques, et d'un moteur de scénarisation pour gérer dynamiquement la réalisation du scénario [1].

2 Contribution

Dans notre présentation, nous décrivons la suite logicielle HUMANS (HUMAN Models based Artificial eNvironments Software platform), un système de scénarisation visant un ensemble d'objectifs souvent considérés comme contradictoires :

- la liberté d'action permettant l'apprentissage par l'erreur,
- le caractère dynamique et l'efficacité du contrôle du scénario pour permettre la résilience du système et garantir des situations d'intérêt favorisant les apprentissages,
- la cohérence des comportements représentatifs de ceux observés sur le terrain et le transfert depuis et vers des situations réelles,
- l'explicabilité pour favoriser des apprentissages réflexifs, i.e. l'amener à réfléchir sur sa tâche et ses apprentissages,
- et l'adaptabilité du système, nécessaire pour la variabilité des scénarios.

Le verrou lié à ces travaux naît de l'incompatibilité entre ces différents objectifs : le contrôle s'oppose à l'adaptabilité, la liberté d'action va à l'encontre du contrôle, l'alliance du contrôle et de l'adaptabilité met en péril la cohérence, et ainsi de suite. Pour conserver la liberté d'action et assurer la cohérence et l'explicabilité des comportements, nous faisons l'hypothèse qu'il est possible de générer dynamiquement et automatiquement une grande variété de situations d'apprentissage à partir de modèles de connaissance qui sous-tendent la simulation. HUMANS vise à créer des **environnements virtuels** prenant en compte ou rendant compte des **comportements humains** variés, en particulier en situations dégradées impliquant des compromis, des actions pouvant être erronées ou non-optimales. Les environnements socio-techniques auxquels nous nous intéressons ont une forte dimension collective. Nous souhaitons en particulier entraîner des apprenants à gérer des équipes, au leadership, aux communications, etc. Pour entraîner à ces compétences, nous souhaitons confronter l'apprenant à des contextes et à des équipes variées. Pour générer ces situations

variées, et parce qu'il n'est pas possible d'écrire à l'avance toutes les combinaisons possibles, pour passer l'échelle, nous avons fait le choix de faire jouer les membres de l'équipe par des personnages virtuels autonomes. La difficulté est que l'apprenant a une grande liberté d'action, les personnages doivent alors s'adapter au contexte et à l'apprenant. Les personnages étant autonomes, nous souhaitons qu'ils puissent toutefois favoriser des situations d'apprentissage, nous proposons un modèle de scénarisation prenant en compte les incertitudes liées aux comportements de l'apprenant et de ces personnages. L'originalité de notre contribution est un système résilient capable de générer dynamiquement des situations personnalisées, i.e. adaptées à l'apprenant ou au formateur. Pour contrôler les situations de développement et conserver la cohérence du monde, notre modèle de scénarisation oriente indirectement le déroulement des événements en réalisant des ajustements ponctuels sur l'état du monde ou sur les personnages sans leur donner d'ordres [1]. La scénarisation se décompose en deux processus : 1) la génération d'objectifs scénaristiques et 2) l'orchestration de ces objectifs.

Pour générer les objectifs scénaristiques, notre moteur de scénarisation diagnostique un profil dynamique de l'apprenant à partir des traces d'activité de l'apprenant dans l'environnement virtuel [2]. Pour créer ce profil, nous proposons une formalisation mathématique et algorithmique de la théorie de Zone Proximale de Développement [7]. Un espace vectoriel de classes de situations est associé à des valeurs de croyance sur la capacité de l'apprenant à gérer ces situations. Les croyances sont calculées grâce à des mécanismes reposant sur la théorie des fonctions de croyances. À partir de ce modèle, un algorithme génétique sélectionne des objectifs scénaristiques sous la forme d'espaces de scénario dans la zone proximale de développement. Il cherche à déterminer les situations et les propriétés du scénario jugées comme pertinentes pour l'apprenant. Des objectifs scénaristiques sont alors proposées sous forme de valeurs de désirabilité sur des situations particulières et de contraintes globales sur les propriétés du scénario (e.g. complexité, criticité).

Pour répondre à ces objectifs, l'orchestration prédit l'évolution des scénarios via un moteur de planification couplé à un modèle graphique [1], [4]. La planification est reconnue pour sa puissance générative et ses capacités d'exploration, ce qui permet non seulement de générer une grande variété de scénarios (la variabilité) mais également de facilement régénérer des nouveaux scénarios si le scénario initial n'est plus réalisable (la résilience). Cependant, les points faibles de ces approches sont une modélisation difficile du contenu scénaristique et une intention de l'auteur faible. Des travaux ont montré que faciliter l'apparition de certaines séquences d'opérateurs spécifiques pendant le processus de génération de scénarios permettait d'augmenter l'intention de l'auteur [5]. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser des modèles graphiques pour modéliser des morceaux de scénarios qui seront ensuite réutilisés pendant la planification. Nous avons en particulier choisi les Cartes Cognitives Floues comme modèle graphique qui permettent de définir des chaînes de causalités et de faire du raisonnement flou. Le raisonnement flou permet la modélisation des données imprécises et se rapproche d'une certaine façon de la flexibilité du raisonnement humain. Grâce à

ce couplage entre des modèles graphiques et la planification, il est possible de conserver les propriétés d'exploration et de puissance générative d'un moteur de planification (ce qui favorise la variabilité et la résilience du système), tout en facilitant la modélisation du contenu scénaristique ainsi que l'intention de l'auteur au travers de fragments de scénario qui vont être scriptés par l'auteur et réutilisés dans la planification. Ces fragments représentent des compétences ou habiletés techniques ou non-techniques (HT ou HNT) (figure 1).

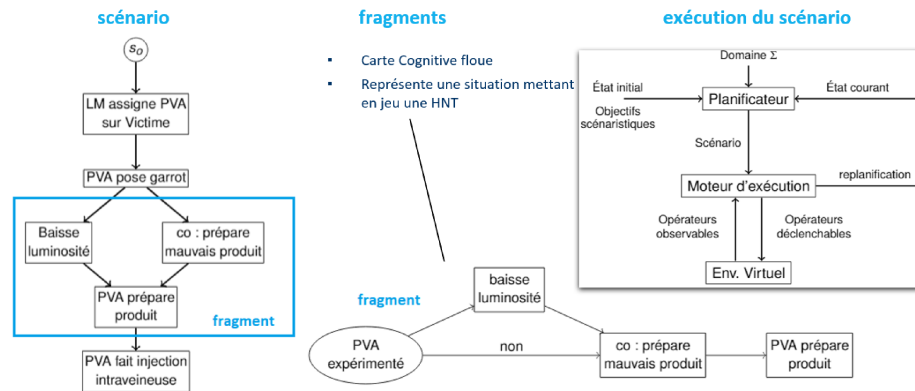


Fig. 1. Couplage Planification - Cartes Cognitives Floues

References

1. Camille Barot. *Scénarisation d'environnement virtuel. Vers un équilibre entre contrôle, cohérence et adaptabilité*. PhD thesis, Université de technologie de Compiègne, February 2014.
2. Kevin Carpentier. *Scénarisation personnalisée dynamique dans les environnements virtuels pour la formation*. PhD thesis, Université de technologie de Compiègne, January 2015.
3. Lucie Cuvelier. *De la gestion des risques à la gestion des ressources de l'activité: étude de la résilience en anesthésie pédiatrique*. PhD thesis, Conservatoire national des arts et métiers-CNAM, 2011.
4. Rémi Lacaze-Labadie. *Planification et modèle graphique pour la génération dynamique de scénarios en environnement virtuel*. PhD thesis, Université de technologie de Compiègne, 2019.
5. Alexander Shoulson, Max L Gilbert, Mubbasir Kapadia, and Norman I Badler. An event-centric planning approach for dynamic real-time narrative. In *Proceedings of Motion on Games*, pages 121–130. ACM, 2013.
6. Ulrike Spierling and Nicolas Szilas. Authoring issues beyond tools. In *Interactive Storytelling*, pages 50–61. Springer, 2009.
7. L. S. Vygotsky. *Mind in Society*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1978.