

THÈSE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITÉ

ÉCOLE DOCTORALE N° 601
Mathématiques et Sciences et Technologies
de l'Information et de la Communication
Spécialité : *Informatique*

Par

Hugo BOISAUBERT

Conception automatisée de scénarios d'apprentissage réalistes et variés, pour l'acquisition et la consolidation d'expertise en anesthésie, assistées par le numérique.

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 14/12/2022

Unité de recherche : Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N) - UMR 6004

Rapporteurs avant soutenance :

Maria RIFQI Professeur des universités à Panthéon-Assas Université
Cyrille BERTELLE Professeur des universités à l'Université Le Havre Normandie

Composition du Jury :

	Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice (<i>à préciser après la soutenance</i>)
Président :		
Examineurs :	HARZALLAH Mounira	Maître de conférences (HDR) à Nantes Université
	Raphael CINOTTI	Professeur des Universités - Praticien Hospitalier au CHU de Nantes
	Frédéric BLANCHARD	Maître de conférences à l'Université de Reims Champagne-Ardenne
Dir. de thèse :	Christine SINOQUET	Maître de conférences (HDR) à Nantes Université

Invitée :

LEJUS-BOURDEAU Corinne Professeur des Universités - Praticien Hospitalier HDR au CHU de Nantes

Titre : Conception automatisée de scénarios d'apprentissage réalistes et variés, pour l'acquisition et la consolidation d'expertise en anesthésie, assistées par le numérique.

Mot clés : Anesthésie, Séries temporelles, Patient virtuel, Fouille de données

Résumé : Ces travaux portent sur la simulation de l'évolution des paramètres physiologiques d'un patient virtuel au bloc opératoire, en réaction aux actions d'un apprenant et d'une équipe médicale virtuelle. Pour cela, nous avons étendu l'approche du raisonnement à partir de cas, à des cas décrits par des traces d'événements et des séries temporelles multivariées, et où la prédiction est aussi une série temporelle multivariée. Le test de trois instanciations de cette approche nous a permis de conclure au réalisme de la simulation dans chacun des cas. Par ailleurs, nous avons proposé un modèle de représentation synthétique du déroulement d'une chirurgie, à partir des données d'une cohorte de patients. Pour obtenir de telles cohortes, nous proposons une stratégie combinant deux approches de clustering et utilisant un critère de com-

plexité. Ce critère a été validé au cours d'expérimentations préalables sur des données simulées. Ce modèle de représentation synthétique original, annoté par des séries temporelles, permet un contrôle de sa complexité ainsi que la simulation d'un patient virtuel avec un réalisme similaire aux précédents types de simulation. Cette représentation synthétique annotée représente de plus un intérêt pour l'anonymisation de ces données temporelles complexes. La construction automatisée de ces simulations repose sur l'exploitation des données d'anesthésie collectées lors de chirurgies. L'exploitation de ces données étant réglementée, nous avons construit un simulateur de données réalistes. Nous avons montré que cette approche inédite, basée sur l'expertise de soignants en anesthésie, fournit bien des séries temporelles réalistes.

Title: Automated design of realistic and varied learning scenarios, for the acquisition and consolidation of expertise in anesthesia, assisted by digital technologies.

Keywords: Anesthesia, Time series, Virtual patient, Data mining

Abstract: This work concerns the simulation of the evolution of the physiological parameters of a virtual patient in the operating room, in response to the actions of a learner and a virtual medical team. For this, we have extended the case-based reasoning approach to cases described by event traces and multivariate time series, and where the prediction is also of a temporal nature (multivariate time series). The test of three instantiations of this approach allowed us to conclude that the simulation was realistic in each case. In addition, we have proposed a synthetic representation model of the course of a surgery, based on data from a cohort of patients. To obtain such cohorts, we propose a strategy combining two clustering approaches and us-

ing a complexity criterion. This criterion was validated during prior experiments on simulated data. This original synthetic representation model, annotated by time series, allows a control of its complexity as well as the simulation of a virtual patient with a realism similar to the previous types of simulation. This annotated synthetic representation is also of interest for the anonymization of these complex temporal data. The automated construction of these simulations is based on the exploitation of anesthesia data collected during surgeries. The exploitation of this data being regulated, we have built a realistic data simulator. We have shown that this novel approach, based on the expertise of anaesthesia caregivers, does provide realistic time series.