

Un système de dialogue pour dynamiser un patient virtuel

Leonardo Campillos-Llanos Dhouha Bouamor Anne-Laure Ligozat
Éric Bilinski Pierre Zweigenbaum Sophie Rosset
LIMSI, CNRS, Université Paris-Saclay, 91405 Orsay, France
firstname.lastname@limsi.fr

Résumé—Nous décrivons un prototype de système de dialogue qui simule un patient lors d’une consultation médicale, et dont l’objectif est la formation des personnels de santé. L’entrée se fait par saisie au clavier et la sortie est vocale. Nous insistons ici sur les méthodes mises en place pour mener un dialogue naturel afin d’éviter de créer un sentiment de lassitude chez l’utilisateur. Le défi est de réussir à créer une interaction dynamique, où différentes structures de questions peuvent exister pour les mêmes types de données, et où les phénomènes de dialogue (anaphore et ellipse) doivent être pris en compte.

Mots-clés—Patient virtuel, Dialogue humain-machine, Langue naturelle

I. INTRODUCTION

La formation médicale comporte le développement d’expertises de diagnostic ou raisonnement clinique qui sont traditionnellement acquises par la pratique clinique, et plus récemment à l’aide de simulations avec des mannequins ou des jeux de rôle [1]. Depuis les dernières décennies, les patients virtuels permettent aussi l’évaluation et l’entraînement de telles compétences avec des scénarios simulés en environnement numérique [2]. Des états de l’art récents sont présentés dans [1], [3]–[5].

L’objectif du projet collaboratif PatientGenesys [6], coordonné par la société Interaction Healthcare, est de développer un outil de création de cas cliniques numériques de simulation médicale en langue française. Le logiciel est destiné à la formation initiale ou continue des professionnels de santé.

En résumé, l’apprenant est mis dans la situation où il doit mener une consultation avec un patient. Ce patient est représenté par un avatar avec animation 3D temps réel (Interaction Healthcare). Lorsque l’apprenant pose une question au patient (saisie au clavier), un système de dialogue en langue naturelle (LIMSI, détaillé plus bas) analyse cette question, la traite dans le contexte du dialogue en cours, et compose une réponse. Cette réponse est prononcée oralement par un système de synthèse vocale (Voxygen) avec animation voix/lèvres de l’avatar (Interaction Healthcare). Après consultation, l’apprenant peut prescrire un traitement et vérifier les éventuelles interactions médicamenteuses (VIDAL). L’expertise du CHU d’Angers (centre de simulation en santé) sous-tend le projet.

Un enjeu du projet est la possibilité pour un formateur de définir un nouveau scénario (un cas clinique) en décrivant



Fig. 1. Patient virtuel de PatientGenesys

en particulier le contenu du dossier du patient virtuel (données démographiques, motif de consultation, antécédents, etc.) ainsi qu’en choisissant son aspect physique, sa voix, etc. La nature du système final résultant du projet doit partager les caractéristiques d’un *simulateur* et l’autonomie et les objectifs pédagogiques (fixés par un médecin instructeur) qui sont propres à un *serious game* [5]. Du point de vue cognitif, l’agent conversationnel développé par le LIMSI vise à entraîner et améliorer la socialisation et les capacités attentionnelles du médecin utilisateur lors de l’étape d’anamnèse de la consultation simulée.

Trois cas cliniques sont actuellement disponibles en anesthésiologie, pneumopathie, et cardiopathie. La figure 1 montre un avatar représentant un patient âgé qui souffre de pneumopathie.

Cet article se focalise sur l’usage de notre système de dialogue afin de rendre plus dynamique l’interrogatoire clinique avec le patient virtuel. Après une brève description du fonctionnement (section II), nous présentons les stratégies pour éviter la lassitude de l’utilisateur lors de l’interaction : embrasser une gamme variée de questions (section III-A) et variantes terminologiques (section III-B), rendre plus agile la compréhension du contexte dialogique (section III-C), et s’exprimer avec des phénomènes discursifs de la langue naturelle (section III-D). Les avantages et limitations du système (section IV) et nos tests et résultats préliminaires (section V) sont aussi présentés.

II. PRÉSENTATION DU SYSTÈME DE DIALOGUE

Le système est conçu pour la consultation exploratoire (i.e. la collecte d'informations sur le patient) et son architecture est présentée dans [7]. Il est composé de modules d'analyse non contextuelle des énoncés d'entrée (p. ex. analyse linguistique et identification ou annotation sémantique des entités médicales), de modules de gestion terminologique (p. ex. variation entre termes techniques et vernaculaires), d'un questionnaire de dialogue et d'un module de génération de réponses en langue naturelle.

Le système est capable de répondre à des questions indispensables à une consultation médicale (i.e. symptômes, antécédents médicaux ou chirurgicaux, traitements en cours). De plus, il gère des questions générales (p. ex. sur la profession, la famille ou les activités physiques, voir l'exemple 1 ci-dessous : U = utilisateur, S = système). Ces questions, tout en étant utiles à la consultation, apportent un point de vue plus ludique ou complémentaire aux questions plus strictement médicales, et ont été déjà utilisées dans d'autres systèmes de simulation [8]. La figure 2 illustre les types de questions prévues pour les différents champs de données dans chaque cas clinique.

Exemple 1.

U– *Qu'est-ce que vous faites dans la vie ?*
S– *Je suis retraité.*
U– *Avez-vous des enfants ?*
S– *Oui, j'ai 3 enfants.*
U– *Quels sont vos hobbies ?*
S– *Jardinage.*

III. VERS UNE INTERACTION PLUS DYNAMIQUE

A. Questions variées, réponses variées

Le système doit être prêt à prendre en compte la variation due soit au type de question, soit à la structure de chaque type de question. Imaginons que l'utilisateur veuille poser une question sur les symptômes du patient virtuel. Normalement, le médecin posera des questions ouvertes au début de la consultation (exemple 2), et posera ensuite des questions plus ciblées ou spécifiques, auxquelles le patient virtuel répondra par *oui* ou *non* (exemple 3) :

Exemple 2.

U– *Quels symptômes avez-vous ?*
S– *J'ai de la fièvre, de la sueur, de la toux sèche...*

Exemple 3.

U– *Toussez-vous ?*
S– *Oui.*

En même temps qu'il traite cette variation du type de question, le système doit être capable de gérer une variation structurelle. Un même type de question ciblée sur l'existence d'un symptôme spécifique chez le patient peut être formulée par un groupe nominal (exemple 4), un adjectif/participe passé (exemple 5), un verbe qui exprime un symptôme (exemple 6), ou un verbe lié à une fonction physiologique (exemple 7) :

Exemple 4.

U– *Avez-vous de l'essoufflement ?*

Exemple 5.

U– *Êtes-vous essoufflé ?*

Exemple 6.

U– *Vous essoufflez-vous ?*

Exemple 7.

U– *Comment vous respirez ?*

Par ailleurs, les réponses successives du système doivent aussi être variées pour éviter que l'utilisateur ne s'ennuie (exemple 8) :

Exemple 8.

U– *Comment respirez-vous ?*
S– *Sans problèmes.*
U– *Pouvez-vous répéter ?*
S– *Je n'ai aucun problème.*

Enfin, suivant en cela les suggestions de [1], les réponses du système visent à être précises et peu rébarbatives (exemple 9) ; dans la mesure du possible, de longues listes comme dans l'exemple 10 sont évitées.

Exemple 9.

U– *Avez-vous mal ?*
S– *Oui.*
U– *À quel endroit ?*
S– *J'ai eu des douleurs de poitrine à droite.*
U– *Depuis quand ?*
S– *J'ai eu des douleurs depuis hier soir à 20 heures.*

Exemple 10.

U– *Avez-vous mal ?*
S– *Oui, j'ai eu des douleurs de poitrine à droite depuis hier soir à 20 heures.*

B. La variation terminologique

Le système doit concilier deux niveaux : un niveau *spécialisé*, afin que les termes médicaux que le médecin utilise soient compris, et un niveau *grand public*, pour que le patient virtuel s'exprime avec des énoncés réalistes. Par conséquent, dans l'étape d'analyse des énoncés d'entrée, il faut apparier les termes techniques qui font référence au même concept dans le contenu du dossier médical. Par exemple, le concept désigné par *hypertension* dans le dossier peut avoir des réalisations terminologiques différentes (*pression artérielle élevée* et *problèmes de tension*, exemple 11).

Exemple 11.

U– *Avez-vous une pression artérielle élevée ?*
S– *C'est bien ça, oui, de l'hypertension.*
U– *Donc avez-vous des problèmes de tension ?*
S– *Oui, en effet, de l'hypertension artérielle*

Nous avons également souhaité augmenter les capacités de réponses du système en appariant des entités plus spécifiques avec d'autres qui correspondent à des ensembles ou classes plus générales (exemple 12). Pour cela, nous profitons des relations ontologiques du domaine médical incluses dans des ressources comme l'Unified Medical Language System® [9].

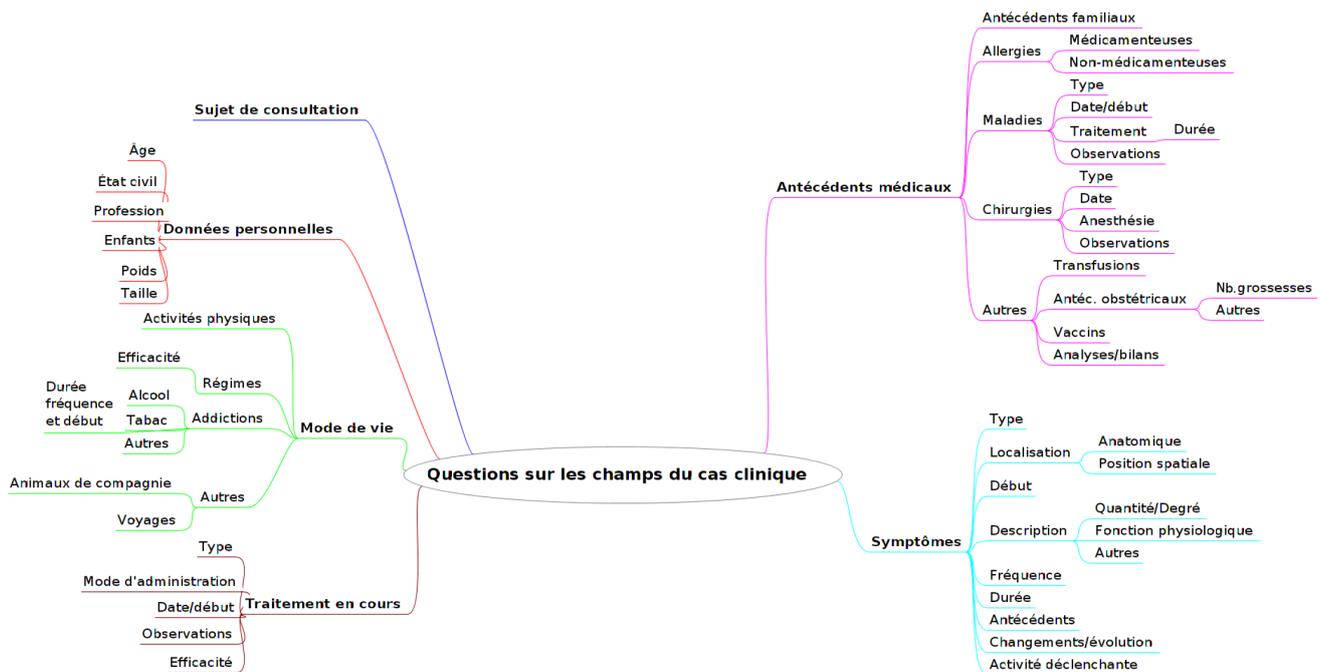


Fig. 2. Types de questions sur les données du cas clinique

Exemple 12.

U- *Avez-vous une maladie cardiovasculaire ?*
 S- *C'est bien ça, oui, de l'hypertension.*

En générant les réponses du patient, il peut être intéressant d'utiliser des termes qu'un non-spécialiste du domaine emploierait. Pour cela, les termes vulgarisés sont favorisés ; dans l'exemple 13, le patient répond *nausées et vomissements* au lieu de l'acronyme qui est utilisé dans le dossier (*NVOP*, 'nausées et vomissements postopératoires').

Exemple 13.

U- *Comment s'est passé votre opération de hernie ?*
 S- *J'ai eu des nausées et des vomissements après la cure de hernie inguinale.*

Il convient également de varier les termes qui réfèrent au même concept dans des réponses successives (exemple 14), et en utilisant des termes non spécialisés.

Exemple 14.

U- *Depuis quand vous frissonnez ?*
 S- *J'ai des grelottements depuis hier soir.*
 U- *Pardon ?*
 S- *J'ai des frissonnements depuis hier soir.*

C. Le contexte : anaphore et ellipse

Un autre de nos objectifs est de préserver ou simuler la richesse des échanges en langue naturelle. Dans des interactions humain-humain réelles, les participants s'appuient sur ce qui a été précédemment dit pour compléter l'énoncé courant (*ellipse*), ou résoudre des références de l'énoncé courant à un énoncé précédent (*anaphore*). Notre agent conversationnel traite ces deux phénomènes afin d'éviter des interactions monotones ou répétitives et favorise ainsi un dialogue agile.

Le traitement de l'*ellipse* permet de récupérer les marqueurs interrogatifs et leurs compléments explicites dans une question précédente pour compléter l'énoncé courant (exemple 15).

Exemple 15.

U- *Depuis quand avez-vous de l'hypertension ?*
 S- *J'ai de l'hypertension depuis 1 an.*
 U- *Et le diabète ?*
 S- *Je ne peux pas vous dire, je ne me souviens pas.*

L'*ellipse* est également gérée (exemple 16).

Exemple 16.

U- *Consommez-vous du tabac ?*
 S- *Oui, je fume.*
 U- *Beaucoup ?*
 S- *Je fume 20 cigarettes par jour.*

Le traitement de l'*anaphore* a aussi pour but de rendre plus dynamique l'interaction avec l'utilisateur. Traiter les phénomènes anaphoriques implique de comprendre des énoncés abrégés par l'utilisateur ; par exemple, quand il/elle remplace des groupes nominaux longs par des pronoms comme *cela* ou *ça* (exemple 17).

Exemple 17.

U- *Avez-vous des allergies ?*
 S- *Je suis seulement allergique au kiwi.*
 U- *Suivez-vous un traitement pour cela ?*
 S- *Je ne prends rien pour l'allergie.*

Le système actuel gère des énoncés comportant une seule référence. Dans les cas à multiples références, il demande une clarification à l'utilisateur.

D. Hésitations et marqueurs discursifs

Une stratégie pour rendre le dialogue plus varié consiste à l'enrichir avec des particules discursives propres aux interactions en langue naturelle. La version actuelle du système s'exprime avec de nombreux marqueurs discursifs (exemple 18) : connecteurs (*mais sinon, par contre, donc, du coup*), formules d'expression de l'accord (*tout à fait, sans doute*), de réponse positive (*oui, en effet*) et négative (*non, pas du tout*).

Exemple 18.

U– Avez-vous des douleurs ?

S– Alors, oui.

U– Pouvez-vous répéter ?

S– Et bien, oui.

U– C'est mal !

S– Tout à fait.

U– Pardon ?

S– Sans doute.

Des marqueurs conversationnels (p. ex. *bien, bon* ou *alors*) et phatiques (*écoutez* ou *vous savez*) (exemple 19) sont également utilisés.

Exemple 19.

U– Buvez-vous de l'alcool ?

S– Et bien, oui, je bois.

U– Depuis longtemps ?

S– Écoutez, aucune idée.

IV. AVANTAGES ET LIMITATIONS

Le système de dialogue que nous venons de présenter comporte plusieurs aspects qui permettent de prévenir la lassitude de l'utilisateur et de l'engager de façon plus active dans l'interrogatoire clinique. Plutôt que de lui présenter des listes de questions toutes faites [10], le système lui permet de poser ses propres questions et ainsi de pratiquer et acquérir des compétences d'anamnèse et de communication en langue naturelle qui ressemblent le plus possible à celles d'une consultation réelle. Dans un tel cadre, les échecs de compréhension constituent un risque qui peut mener à ce que l'utilisateur se fatigue pendant l'interaction. De ce point de vue, l'ambiguïté de certaines questions et entités (p. ex. *Souffrez-vous de tension ?*, 'hypertension' ou 'stress') est un axe prioritaire de nos recherches. C'est pourquoi nous cherchons à développer des stratégies permettant soit de désambiguïser soit de demander des clarifications quand le système manque de données ou de contexte dialogique.

Au-delà, le défi est de traiter des questions qui ne sont pas prévues pour l'ensemble général des cas cliniques et qui varient selon les particularités de chaque dossier. Par exemple, une consultation de pneumologie peut nécessiter de traiter des questions sur les conditions de vie du patient (p. ex., *Habitez-vous dans un logement humide ?*), tandis qu'une consultation de traumatologie peut nécessiter de traiter des questions assez différentes (p. ex., *Pouvez-vous soulever du poids avec le bras accidenté ?*).

Le cadre du développement du projet impose par ailleurs que le système atteigne une très bonne précision et qu'il ne mette pas l'étudiant en position de donner des réponses non

vérifiables car non anticipées dans le cas clinique. Afin de satisfaire cette condition, le modèle de dialogue choisi n'a qu'une initiative modérée et n'est pas, en dehors des besoins de clarification, en mesure de poser lui-même des questions (comme *Est-ce grave, docteur ?*). Il s'agit donc d'un modèle à initiative mixte mais modérée.

V. TESTS DU SYSTÈME

Une interface du prototype de système de dialogue pour les trois cas cliniques actuellement disponibles est en ligne¹, et les exemples présentés peuvent y être testés. Le système a été mis à l'épreuve avec des partenaires du projet et dans des démonstrations publiques. Une évaluation est planifiée et ses résultats préliminaires seront rapportés. En revanche, tester la lassitude des utilisateurs implique un protocole de test spécifique.

VI. CONCLUSION

Nous avons présenté un agent conversationnel qui simule un patient virtuel dont le but est la formation des professionnels de santé. Le système incorpore des stratégies pour augmenter l'éventail des questions et des termes médicaux compris, varier les réponses, et inclure des phénomènes discursifs proches de la langue naturelle. Nous travaillons encore pour dépasser les limites du système et diminuer les risques d'échec de communication. Néanmoins, le système actuel permet déjà de rendre plus dynamique et naturelle l'interaction avec l'utilisateur.

RÉFÉRENCES

- [1] N. Rombauts, "Patients virtuels : pédagogie, état de l'art et développement du simulateur Alphadiag," Thèse de médecine, Faculté de Médecine, Université Claude Bernard, Lyon, France, 2014.
- [2] R. Ellaway, C. Candler, P. Greene, et V. Smothers, "An architectural model for ubiquitous virtual patients," *Baltimore, MD : MedBiquitous*, 2006.
- [3] D. A. Cook, P. J. Erwin, et M. M. Triola, "Computerized virtual patients in health professions education : a systematic review and meta-analysis," *Academic Medicine*, vol. 85, no. 10, pp. 1589–1602, 2010.
- [4] P. Kenny et T. Parsons, "Embodied conversational virtual patients," *Conversational Agents and Natural Language Interaction : Techniques and Effective Practices. Information Science Reference*, pp. 254–281, 2011.
- [5] C. Lelardeux, D. Panzoli, J. Alvarez, M. Galaup, et P. Lagarrigue, "Serious game, simulateur, serious play : état de l'art pour la formation en santé," in *Actes du colloque Serious Games en Médecine et Santé (SeGaMED) 2013*. Nice, France : e-virtuoses, 2013, pp. L3/27–38.
- [6] J. Leleu, R. Caillat-Grenier, N. Pierard, P. Rica, J.-C. Granry, T. Lehoussie, S. Pereira, P. Bretier, O. Rosec, Éric Bilinski, D. Bouamor, L. Campillos, B. Grau, A.-L. Ligozat, P. Zweigenbaum, et S. Rosset, "Patient Genesys : Outil de création de cas cliniques de simulation médicale proposant des cas patients virtuels en 3D," in *Applications Pratiques de l'Intelligence Artificielle, Plateforme AFIA : Démonstrations*. Rennes : AFIA, 2015.
- [7] L. Campillos, D. Bouamor, Éric Bilinski, A.-L. Ligozat, P. Zweigenbaum, et S. Rosset, "Description of the PatientGenesys dialogue system," in *Proceedings SIGDIAL*. Prague, Czech Republic : ACL, 2015, pp. 438–440. [Online]. Available : <http://aclweb.org/anthology/W15-4660>
- [8] J. Guo et N. Singer, "Un Serious Game pour la mise en évidence des processus communicationnels médecin-patient lors d'une consultation médicale," in *Actes du colloque Serious Games en Médecine et Santé (SeGaMED) 2013*. Nice, France : e-virtuoses, 2013, pp. L3/61–66.

1. www.audiosurf.net/pg3c/form.php

- [9] O. Bodenreider, "The Unified Medical Language System (UMLS) : Integrating biomedical terminology," *Nucleic Acids Research*, vol. 32, no. Database issue, pp. D267–270, 2004.
- [10] P. Siregard, N. Julen, et Y. Lessard, "Apprendre le raisonnement clinique par jeu sérieux," in *Actes du colloque Serious Games en Médecine et Santé (SeGaMED) 2013*. Nice, France : e-virtuoses, 2013, pp. L3/79–83.