



HAL
open science

Conception d'un média d'interaction pour faciliter l'interaction entre un robot et un humain

Fadma Amiche, Adrien Vigné, Aurélie Clodic, Anke M Brock

► **To cite this version:**

Fadma Amiche, Adrien Vigné, Aurélie Clodic, Anke M Brock. Conception d'un média d'interaction pour faciliter l'interaction entre un robot et un humain. WACAI '24 - Proceedings of Workshop sur les "Affects, Compagnons Artificiels et Interactions" (ACAI), Jun 2024, Bordeaux, France. hal-04596993

HAL Id: hal-04596993

<https://hal.science/hal-04596993>

Submitted on 3 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Conception d'un média d'interaction pour faciliter l'interaction entre un robot et un humain

Fadma Amiche
Adrien Vigné
Aurélie Clodic
fadma.amiche@laas.fr
adrien.vigne@laas.fr
aurelie.clodic@laas.fr

LAAS-CNRS, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse,
France

Anke M. Brock
anke.brock@enac.fr

Fédération ENAC ISAE-SUPAERO ONERA, Université de
Toulouse, France

ABSTRACT

La téléopération de robots devient de plus en plus utilisée. Cependant, les modalités et les paradigmes d'interaction ne considèrent que rarement l'utilisation de dispositifs externes au robot, comme tablette ou téléphone. Nous proposons de définir un nouveau paradigme d'interaction humain-robot médiatisé via l'utilisation d'un tel dispositif externe. Ce type de média est disponible et familier à la plupart des utilisateurs. En outre, ce dispositif étant personnel, il devient possible d'envisager de configurer les interfaces et interactions en fonction des profils des utilisateurs. Dans ce papier, nous présentons nos recherches initiales dans cette direction. Après avoir défini les terminologies (adaptative, adaptable, modulable, etc.), nous présentons deux brainstormings menés avec des utilisateurs experts en utilisation de robots. Pour conclure, nous proposons des directions pour des recherches futures.

KEYWORDS

Interaction Humain-Robot, Interaction Humain-Machine, Robotique Sociale, Téléprésence

1 INTRODUCTION

La téléopération de robots et de drones devient de plus en plus utilisée dans divers contextes. Un exemple concerne le CHU de Toulouse¹ où des enfants hospitalisés en cancérologie utilisent le robot Buddy 1. L'enfant isolé à l'hôpital pilote le robot avec une tablette pendant que Buddy est présent dans la famille de l'enfant. Nous avons eu l'opportunité de discuter avec le personnel du CHU et les membres de l'association qui met à disposition ces robots, ce qui nous a permis d'avoir des retours sur cette expérimentation. Les enfants ont exprimé le besoin d'avoir un moyen de pilotage des mouvements du robot plus adapté, via l'utilisation d'un joystick qui serait fixé à la tablette. Les personnels soignants nous ont fait part de leur côté d'un potentiel besoin de customisation de l'interface et des retours du robot adapté à l'âge de l'enfant qui l'utilise, mais aussi leur niveau de fatigue par exemple.

Bien que la possibilité d'une communication directe (via des gestes ou la parole) soit encore un défi, la multimodalité dans l'interaction humain-robot considère rarement la possibilité d'utiliser un dispositif externe (tel qu'un smart-phone) pour médiatiser l'interaction comme c'est le cas pour ce robot Buddy de téléprésence. Ce cas d'usage nous a poussé à réfléchir à

¹<https://www.chu-toulouse.fr/de-la-chambre-sterile-a-la-maison-buddy-le-petit>



Figure 1: Robot Buddy de Blue Frog Robotics

l'opportunité d'étudier la pertinence du développement d'un tel média d'interaction dans un cadre plus général de téléprésence, mais aussi de co-présence. Ainsi, avec un smart-phone et/ou une tablette, les utilisateurs ont dans leurs mains des appareils très puissants avec des microphones et des haut-parleurs pour reconnaître le langage parlé, des caméras pour reconnaître personnes ou objets et montrer des informations dans une image (p.ex. réalité augmentée), des écrans tactiles qui permettent d'interagir avec les informations affichées et l'accès aux données de l'utilisateur pour adapter l'interaction en fonction de l'âge ou des éventuelles déficiences des utilisateurs.

Enfin, et surtout, la façon d'utiliser ces dispositifs mobiles (tablettes et téléphones) est connue d'une grande partie de la population. Face à la variété croissante de la conception des robots, cela pourrait aider à résoudre l'hétérogénéité des interfaces existantes pour faciliter l'interaction humain-robot. En plus de la possibilité de médiatiser l'interaction, ce dispositif pourrait aider à l'encadrer (par exemple, nous pouvons imaginer d'afficher sur le dispositif les capacités et les limites du robot, comment il pourrait être utilisé, même d'avoir un tutoriel).

Cet article présente les premiers développements d'un tel dispositif médiatisant l'interaction entre un humain et un robot. Considérant que ce type d'interface peut bénéficier à tout type d'interaction humain-robot, qu'elle soit à distance ou non, nous avons choisi de proposer le développement d'un tel média "universel" auprès des membres du département robotique de notre laboratoire en considérant l'ensemble des plateformes robotiques qui y sont hébergées (robots d'assistance, robots terrestres, robots humanoïdes, quadrupèdes, etc). Dans cet article, nous présentons la démarche de conception itérative que nous avons suivi auprès de ces utilisateurs.

2 ÉTAT DE L'ART

2.1 La téléprésence en robotique

La situation d'interaction en téléprésence implique trois "entités" : le "pilote", le robot de téléprésence, et les "interlocuteurs" en co-présence du robot. Les différents acteurs humains dans cette situation peuvent avoir des caractéristiques variées (âges, capacités physiques, attitudes, connaissances, habiletés, etc.). Une revue récente de la littérature [1] met en évidence plusieurs facteurs prédictifs de la co-présence (qualités immersives, contexte et propriétés sociales, caractéristiques individuelles). Le design et les caractéristiques du robot du point de vue de la perception, des actions, du raisonnement et son apparence sont également des facteurs qui influencent le sentiment de présence. De très nombreux facteurs impactent l'acceptabilité et l'expérience utilisateur, comme l'adaptation à l'utilisateur [9, 12].

2.2 La question de l'adaptabilité

Les revues de littérature font la différence entre interface adaptable et adaptative [4, 8, 10]. Un système adaptable est défini comme un système qui utilise des outils qui facilitent la modification des caractéristiques du système par l'utilisateur final, alors qu'un système adaptatif est défini comme un système qui gère tout le processus d'adaptation en fonction de l'utilisateur ou les outils d'interaction avec l'utilisateur (p.ex. s'adapter à la taille de la fenêtre d'affichage, affichage en fonction du contexte d'utilisation). Afin de mieux définir le terme d'adaptabilité, nous nous sommes appuyés sur les travaux de Bastien et Scapin [11]. Selon leurs critères, l'adaptabilité est définie par la flexibilité et la prise en compte de l'UX (User eXperience). L'UX est définie comme les perceptions et réactions d'un utilisateur qui résultent de l'utilisation effective et/ou anticipée d'un système, produit ou service [7]. Finalement, au sein des interfaces adaptables, on distingue "personnalisable" (capacité d'une interface à être modifié graphiquement par un utilisateur sans modifier son utilisation, p.ex. modifier les couleurs de fonds, taille de police, type de police)[4], "modulable" (capacité d'une interface à permettre le réagencement de ses composants sur la fenêtre) [5] et "Flexible" (Permet la présentation de différentes interfaces en fonction du profil)[2].

3 MÉTHODES

Nous avons choisi d'appliquer des méthodes de conception centrée utilisateurs et de conception participative. Ces méthodes impliquent les utilisateurs cibles tout au long du cycle de conception [6, 13, 14] afin de garantir la prise en compte de leurs besoins. Ce processus est généralement itératif et découpé en quatre étapes : 1) analyse des besoins (p.ex. à travers interviews et observations), 2) conception (p.ex. à travers brainstormings ou sessions d'idéation), 3) prototypage (maquettage de bas et haut niveau de fidélité, p.ex. sur papier, vidéo ou ordinateur), 4) évaluation expérimentale (mesures quantitatives et qualitatives).

Dans le cadre de l'analyse des besoins et de la conception, nous avons organisé deux brainstormings avec des utilisateurs experts (utilisateurs de robots et roboticiens). Le premier brainstorming a réuni les membres permanents du département robotique du LAAS de notre laboratoire et le deuxième les doctorants et stagiaires.

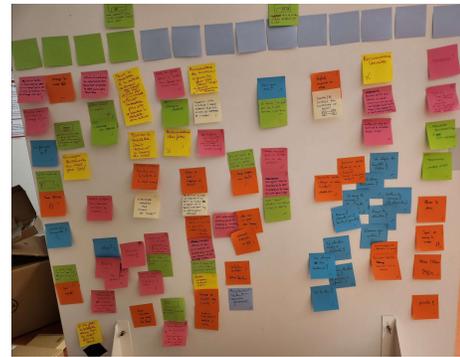


Figure 2: Tableau des retours d'idées du brainstorming avec les membres permanents

Les participants ont été scindés en deux groupes afin d'atteindre un nombre idéal de participants par session. La séparation s'est faite entre permanents et non-permanents, suite à la demande d'un doctorant inconfortable à l'idée de s'exprimer librement devant les permanents.

Brainstorming 1 : Permanents. La séance a réuni neuf membres permanents et un post-doctorant du département robotique du LAAS² dont deux spécialistes en robots d'extérieur, deux spécialistes en drones, deux spécialistes en robots d'assistance, une personne travaillant sur des bras robotisés, un spécialiste en robots humanoïdes et quadrupèdes et deux membres de la plate-forme robotique qui ont l'habitude de travailler avec tout types de robot.

Brainstorming 2 : Doctorants. Cette séance a réuni huit doctorants dont quatre travaillant avec des robots d'assistance, deux travaillant avec des robots terrestres et de logistique, une personne travaillant avec des robots transmédia et une personne travaillant avec des robots d'imagerie.

Au début de chaque séance, nous indiquions aux participants que l'objectif de la séance était de récupérer des idées pour la conception d'une interface pour la téléopération de robots. Les participants ne devaient pas prendre en compte les technologies nécessaires à la mise en place des idées. Au contraire, ils étaient autorisés à proposer des systèmes, modes d'interaction ou actions qui allaient au-delà de l'existant. Les participants devaient proposer au moins trois idées "farfelues" et rédiger une seule idée par post-it. Ils étaient tenus de traiter toutes les idées avec respect, même si elles paraissaient absurdes. Les questions posées étaient les suivantes : *Pour les robots que vous utilisez et pour les cas d'utilisation dont vous avez l'habitude, vous avez l'opportunité de concevoir une interface sur tablette (avec un joystick si besoin). Quelle serait votre interface idéale ? Vous pouvez par exemple prendre en compte : Les informations à afficher et où les afficher ; Les commandes possibles ; Comment les manipuler (idées d'interaction).*

Ensuite suivait l'écriture des idées sur des post-it pendant une quinzaine de minutes. Une demi-heure était ensuite allouée à la

²<https://www.laas.fr/fr/recherche/rob/>

présentation de toutes les idées des participants et leur regroupement par catégorie (Figure 2). Enfin, un vote était organisé pour sélectionner les post-it les plus intéressants de chaque catégorie.

4 RÉSULTATS

4.1 Brainstorming 1 : Permanents

Lors de cette séance de brainstorming, les membres permanents du laboratoire ont préféré prendre en compte dans un premier temps les informations à afficher puis les commandes possibles et comment les manipuler. On se retrouve donc avec deux tableaux de quarante-neuf et quatre-vingt-huit post-it respectivement (Figure 2). Ces post-it peuvent être classés dans six catégories distinctes:

- **Vision et détection :**
 - Acquisition d'images par la caméra du robot pour observer la pièce.
 - Identification des personnes, obstacles et éléments environnants.
 - Corrélation avec la base de connaissances du robot.
- **État des actions du robot (passé/présent/futur) :**
 - Explication des intentions du robot.
 - Visualisation de la trajectoire future du robot.
 - Visualisation des attentes du robot en interaction avec les humains.
- **Cartographie :**
 - Utilisation d'une carte 3D pour la navigation.
 - Définition des objectifs à atteindre via une carte.
 - Localisation précise du robot sur la carte.
- **Informations contextuelles :** Intégration de données météorologiques, date et heure.
- **État du système :**
 - Surveillance de la batterie du robot.
 - Gestion des erreurs éventuelles.
 - Localisation des prises pour la recharge.
- **Communication :**
 - Mesure du niveau sonore.
 - Acquisition d'informations sur les bruits ambiants en décibels.

4.2 Brainstorming 2 : Doctorants

Les doctorants ont traité les informations, les commandes et leur manipulation en même temps. Cet atelier a permis la production de cent-trente-huit post-it classés en quinze groupes dont neuf identiques à l'atelier de brainstorming avec les permanents.

Les nouveaux groupes sont :

- **Informations utilisateur :**
 - Surveillance des indicateurs physiologiques tels que l'activité cérébrale et cardiaque.
 - Émission de notifications pour encourager des pauses si nécessaire.
- **Utilisation du robot :** Suivi des données liées à l'utilisation du robot, telles que le dernier nettoyage effectué et la dernière personne à l'avoir utilisé.
- **Confiance :**
 - Évaluation de la confiance du robot envers l'utilisateur.

- Évaluation de la confiance du robot dans sa capacité à accomplir des tâches spécifiques.

- **Motivation :**
 - Intégration d'une jauge reflétant la qualité des commandes.
 - Surveillance de l'humeur du robot.
 - Enregistrement du temps passé à l'extérieur par le robot.
- **Interface utilisateur :** Mise en place d'outils pour l'interface tels que des menus déroulants et la possibilité d'ouvrir plusieurs fenêtres simultanément.
- **Documentation :** Accessibilité de la documentation associée au robot.

5 DISCUSSION

La comparaison des deux brainstormings, montre une convergence dans certaines catégories, suggérant leur importance au sein de l'équipe. Ces catégories partagées par les permanents et les doctorants sont : Vision et détection, État des actions du robot, Cartographie, Informations contextuelles, État du système et Communication. Citées par le plus de personnes, elles doivent donc être prioritaires dans le développement du système. On a également pu observer des mêmes idées exprimées par plusieurs post-it ce qui souligne leur importance. Le brainstorming des doctorants a introduit de nouvelles perspectives en intégrant des aspects psychologiques et physiologiques, comme la confiance du robot ou la surveillance des indicateurs physiologiques. Contrairement aux membres permanents qui avaient tous un profil de roboticien, une partie des doctorants avait un profil hybride (p.ex. en robotique et en sciences cognitives). De plus, la catégorie documentation soulevée uniquement par les doctorants peut suggérer qu'ils ont moins l'habitude de manipuler les robots que les membres permanents du laboratoire. Ce constat illustre les différences de besoins en fonction du profil de l'utilisateur.

6 CONCLUSION

Dans cet article, nous présentons un premier travail de conception participative visant au développement d'un média d'interaction pour la téléopération. Notre étude de l'état de l'art a mis en évidence l'importance de l'adaptabilité dans le contexte d'une interaction humain-robot en téléprésence, nous amenant à distinguer clairement les concepts d'adaptabilité, d'adaptivité, de flexibilité, de personnalisation et de modularité. Ces distinctions ont servi de base à notre réflexion sur les éléments à intégrer dans l'interface de téléopération.

Nous présentons ici les phases d'analyse et de réalisation d'un processus de conception participative. À travers deux séances de brainstorming impliquant à la fois des membres permanents et des doctorants de notre laboratoire, nous avons identifié les fonctionnalités et informations cruciales à inclure dans une interface destinée à la téléopération de robots. Les catégories les plus souvent citées, telles que la vision et la détection, l'état des actions du robot, la cartographie, et les informations contextuelles, ont été jugées prioritaires pour le développement du système. La diversité des profils des participants aux brainstormings a permis l'exploration de perspectives complémentaires tout en soulignant l'importance de

la prise en compte des aspects psychologiques et physiologiques de l'interaction, ainsi que la nécessité d'une documentation accessible pour les utilisateurs moins expérimentés.

Ces résultats soulignent l'importance d'une approche centrée sur l'utilisateur pour la conception d'interfaces de téléopération robotiques. Ils mettent en avant la nécessité d'une personnalisation pour répondre aux divers besoins des utilisateurs. L'adaptabilité et la flexibilité de l'interface émergent comme des caractéristiques clés, permettant de s'ajuster aux différentes tâches, contextes d'utilisation, et profils d'utilisateurs.

A la suite de cette étude, notre travail se dirige vers le prototypage et l'évaluation d'une interface de téléopération, intégrant les fonctionnalités identifiées comme prioritaires. Nous travaillons actuellement sur le maquettage itératif sur papier et support numérique. Dans le futur, nous envisageons de mener des études expérimentales avec des utilisateurs cibles qui permettront de faire des évaluations qualitatives [3] et quantitatives (efficacité et efficience). Ce travail nous permettra d'avancer vers des cas d'utilisation spécifiques, comme le cas des enfants hospitalisés, mais aussi d'autres systèmes (les roboticiens impliqués travaillaient p.ex. sur rover, drones, etc.).

REFERENCES

- [1] Almeida, L., Menezes, P., and Dias, J. (2022). Telepresence social robotics towards co-presence: A review. *Applied Sciences*, 12(11).
- [2] Chen, S., Magoulas, G., and Dimakopoulos, D. (2005). A flexible interface design for web directories to accommodate different cognitive styles. *JASIST*, 56:70–83.
- [3] Dubus, R., Brock, A. M., and Mackay, W. E. (2024). Integrating rigorous qualitative methods into the design and evaluation of safety-critical systems. In *ICCAS 2024: International Conference on Cognitive Aircraft Systems*.
- [4] Findlater, L. and McGrenere, J. (2004). A comparison of static, adaptive, and adaptable menus. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '04, page 89–96, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [5] Frost, B. (2016). *Atomic design*. Brad Frost Pittsburgh.
- [6] ISO 16982:2002 (2002). Ergonomie de l'interaction homme-système - Méthodes d'utilisabilité pour la conception centrée sur l'opérateur humain. Standard, International Organization for Standardization, Geneva, CH.
- [7] ISO 9241-11:2018 (2018). Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Usability: Definitions and concepts. Standard, International Organization for Standardization, Geneva, CH.
- [8] Miraz, M. H., Ali, M., and Excell, P. S. (2021). Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design. *Computer Science Review*, 40:100363.
- [9] Naneva, S., Sarda Gou, M., Webb, T. L., and Prescott, T. J. (2020). A systematic review of attitudes, anxiety, acceptance, and trust towards social robots. *International Journal of Social Robotics*, 12(6):1179–1201.
- [10] Park, J. and Han, S. H. (2011). Complementary menus: Combining adaptable and adaptive approaches for menu interface. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(3):305–316.
- [11] Scapin, D. and Bastien, J. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour and Information Technology*, 16.
- [12] Shourmasti, E. S., Colomo-Palacios, R., Holone, H., and Demi, S. (2021). User experience in social robots. *Sensors*, 21(15):5052.
- [13] Simon, F., Imbert, J.-P., Cailleton, P., Hublet, L., and Brock, A. (2022). Application mobile d'aide à la navigation aérienne : une perspective de conception participative. In *33rd Conference on Interaction Human-Machine (IHM '22)*, Namur, Belgium.
- [14] Simonsen, J. and Robertson, T. (2012). *Routledge international handbook of participatory design*. Routledge.