

Conception, expérimentations et analyse d'objets robotiques

J-P. Merlet

INRIA Sophia-Antipolis

Nous décrivons l'expérience de l'équipe Hephaistos de l'INRIA, travaillant en robotique d'assistance aux personnes fragiles, dans le domaine de la conception d'objets, de l'expérimentation avec ces objets ainsi que dans l'analyse des données issues de l'expérimentation. Les objets conçus le sont pour deux champs très différents: des systèmes développés à des fins artistiques et d'autres pour l'assistance aux personnes fragiles (âgées, handicapées), qui est le thème de notre recherche .

Du point de vue de la conception les deux thèmes impliquent des contraintes curieusement relativement similaires avec un respect d'impératifs esthétiques (soit pour l'oeuvre, soit pour l'acceptation) et fonctionnels. Il existe toutefois des différences subtiles entre des deux domaines pour que le concepteur puisse obtenir des réponses aux questions clés de la conception (pour quoi, pour qui, pour quand, comment, quantitatif versus qualitatif). Cette difficulté des utilisateurs à exprimer leurs besoins en termes quantitatifs nécessaires à la conception, qui, curieusement, existe aussi pour les industriels, nous a poussé à établir des questionnaires adaptés dont le but est d'aider l'utilisateur à mieux formaliser ces besoins en particulier ceux qui ne découlent pas naturellement d'une analyse fonctionnelle.

De plus ces systèmes sont déployés/utilisés par des non experts et dans des lieux distants des laboratoires, ce qui impose d'introduire dès le début de la conception des notions de robustesse et de redondance que ce soit dans le matériel ou le logiciel pour permettre une reconfiguration à distance. Nous expliciterons les processus mis en place pour dégager des priorités et des lignes directrices qui nous ont guidés dans le travail de conception sur des exemples issus de notre expériences récentes dans le domaine artistique (un robot de très grande taille pour l'impression 3D d'un mur de sable pour l'oeuvre *les Larmes du Prince, vitrifications*, déployé pendant l'été 2019 et un robot, Hitchbot, qui a consisté à animer le robot auto-stoppeur pour la pièce de théâtre *Killing robots* dont la première a eu lieu le 6/11/2019) et dans le domaine de l'assistance avec des robots pour le transfert, l'aide à la mobilité et le monitoring médical.

Notre approche de l'expérimentation a toujours été guidé par des objectifs scientifiques qui viennent se superposer à l'objectif premier du système développé. Ces expériences sont lourdes à mettre en place, ont lieu à distance, ont l'avantage de se dérouler sur des temps longs qui permettent des observations en profondeur, bien au delà de ce qui est faisable en laboratoire, mais comportent des aléas et des incertitudes qui peuvent conduire à la nécessité de revisiter la conception, la mise en oeuvre mais aussi de compléter/amender les objectifs scientifiques. Il est alors essentiel de prévoir des observations qui outre de permettre d'augmenter par redondance la fiabilité du système lorsqu'elles sont liés directement à sa fonctionnalité première, vont aussi contribuer à dégager de

nouvelles problématiques scientifiques qui résultent d'observations hautement automatisées, issues de modalités ajoutés dans la phase de conception plus par précaution que par nécessité fonctionnelle. Cette multiplicité des observations jouent donc un rôle essentiel dans le déroulé de l'expérimentation.

L'analyse peut porter sur des aspects purement fonctionnels. Par exemple dans le cas de l'expérience artistique sur l'impression 3D nous avons développé un robot, d'architecture mécanique très spécifique, devant fonctionner dans des conditions quasi-industrielles (5 jours sur 7 par semaine pendant 2 mois et demi) et bénéficiant d'une multiplicité d'observations sur tous les éléments-clés de son fonctionnement, ce qui nous a permis d'identifier des anomalies de fonctionnement non explicables par la théorie actuelle liée au robot ainsi que des données précieuses sur la fiabilité du matériel déployé. A l'inverse cette observation fonctionnelle/scientifique a permis d'établir un retour vers l'artiste en lui fournissant des éléments quantitatifs sur la vie de son oeuvre qu'elle avait conçu comme vivante. Outre ces retours fonctionnels ces expériences nous fournissent des éléments sur la psychologie de l'acceptation qui est essentielle pour nos travaux dans le domaine de l'assistance. Par exemple pour la pièce de théâtre le robot Hitchbot n'est initialement qu'une poupée passive mais dès ses premiers mouvements il a été adopté par la troupe puis par le public. Quelles sont les mécanismes qui conduisent tout d'abord à conférer à l'objet animé une vie propre et dans ce cas une acceptation très positive ? C'est ce genre de considérations qui vont nous guider dès le départ dans la phase de conception. Nous présenterons donc dans cet exposé l'état de nos réflexions dans le domaine de la conception d'objets animés.