

# WithU : un robot low-cost de téléprésence

**Yorian Delmas, Claire Labit-Bonis, Jérémy Ouanély, Yannick Traoré, Aurélien Veillard**  
Université de Toulouse & UPSSITECH  
Toulouse, France  
{prenom.nom}@univ-tlse3.fr

**Michel Taïx**  
Université de Toulouse & LAAS-CNRS  
Toulouse, France  
taix@laas.fr

**Philippe Truillet**  
Université de Toulouse & IRIT UMR CNRS  
Toulouse, France  
Philippe.Truillet@irit.fr

## RESUME

Pouvoir interagir avec un environnement distant, faire « comme si on y était » sans avoir à se déplacer est permis par des techniques qui ont vu le jour et ont évolué depuis les années 1960. De la téléconférence simple permettant de participer à des réunions à l'autre bout du monde, à la télémanipulation de robots médicaux dans des opérations chirurgicales minutieuses, la téléprésence permet à un utilisateur d'être virtuellement présent dans un lieu distant. Nous montrons ici la conception et le développement d'un prototype fonctionnel avec des outils « low-cost »

## Mots Clés

Téléprésence, prototype, low-cost.

## ACM Classification Keywords

H.5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

## INTRODUCTION

La téléprésence traduit l'idée d'être virtuellement présent dans un autre environnement que le sien [1]. Elle implique à la fois de percevoir mais aussi d'interagir avec cet environnement distant. Dans ce domaine, la robotique a introduit une nouvelle dimension pratique depuis une trentaine d'années en permettant à l'utilisateur d'effectuer des opérations physiques à distance au travers d'avatars ou d'instruments robotisés. Depuis ses débuts, la téléprésence a joué un rôle important dans différents domaines [2], allant des applications militaires aux médicales. Par ailleurs, les contextes technologiques et économiques ont peu à peu changé notre façon d'imaginer la téléprésence, et plus particulièrement la télérobotique, en permettant de réaliser des systèmes plus performants, plus réalistes et de plus en plus aboutis [3].

L'objectif du projet WithU est d'offrir une expérience de téléprésence immersive avec des outils bon marché et innovants. Nous nous limitons dans premier travail à

permettre à un utilisateur de percevoir l'environnement à distance.

## CONCEPTION

### Choix du matériel

Nous avons utilisé pour ce projet (cf. Figure 1) deux Raspberry Pi<sup>1</sup> modèle B sur lesquels nous avons branché des caméras de type Pi NoIR qui autorise l'utilisation du logiciel de traitement de flux GStreamer<sup>2</sup>. Nous avons également utilisé une carte Arduino Uno<sup>3</sup> afin de piloter des servomoteurs reproduisant les mouvements de la tête. Le dispositif de capture des mouvements de la tête et de retransmission vidéo sont les lunettes de réalité virtuelle Oculus Rift<sup>4</sup> DK2. La structure du robot a été quant à elle imprimée en 3D avec une imprimante MakerBot.

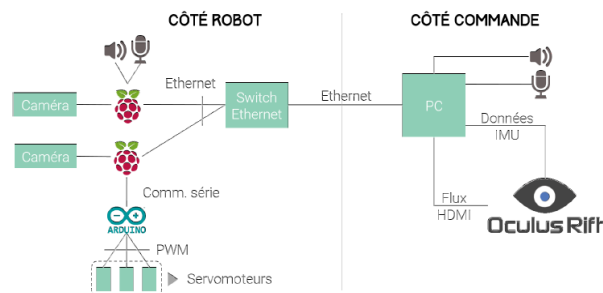


Figure 1. Architecture matérielle du projet With U

Plusieurs problématiques sont apparues au cours de la réalisation du projet. Nous allons traiter ici rapidement les deux principales.

Comment construire un prototype capable de reproduire des mouvements fidèles de la tête tout en respectant les contraintes de coût et de facilité de mise en œuvre ? La récupération des mouvements de la tête est effectuée via la centrale inertielle de l'Oculus. De plus la version DK2 de l'Oculus peut utiliser un système de suivi infrarouge permettant de localiser plus finement la position de la tête.

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the Owner/Author. Copyright is held by the owner/author(s). IHM '15, Oct 27-30 2015, Toulouse, France

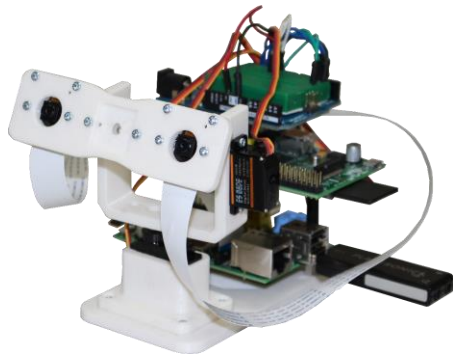
<sup>1</sup> Raspberry : <http://www.raspberrypi.org>

<sup>2</sup> GStreamer : <http://gstreamer.freedesktop.org/>

<sup>3</sup> Arduino : <http://www.arduino.cc>

<sup>4</sup> Oculus Rift : <https://www.oculus.com>

Dans un premier temps, nous avons étudié la solution de l'intégration d'un pan-tilt. Ce dispositif combine deux mouvements de rotation grâce à deux servomoteurs. Cependant, le pan-tilt ne dispose pas de troisième axe de rotation nécessaire à la reproduction du mouvement de roulis d'une tête, et l'intégration des cartes électroniques n'était pas évidente. La solution proposée s'est donc appuyée sur la conception et l'impression 3D d'un dispositif (cf. Figure 2) que nous avons imprimé en 3D<sup>5</sup> au Fablab de l'université<sup>6</sup>.



**Figure 2. Le dispositif intégré avec les RPi et les caméras**

Le troisième problème a concerné l'acquisition du flux vidéo et la transmission du flux vidéo de façon synchrone et leur géométrie devra être adaptée à la projection stéréoscopique. L'étude préliminaire effectuée a mis en lumière deux contraintes majeures devant être respectées afin d'offrir une expérience réellement immersive : minimiser la distorsion afin de ne pas altérer la perception des distances et minimiser la latence entre la capture de l'image et la projection car au-delà de ms, elle devient gênante pour l'utilisateur. Il s'agit donc de trouver un compromis entre la qualité des images transmises et les performances de la transmission.



**Figure 3. Flux vidéos affichés dans l'Oculus**

Nous avons utilisé GStreamer pour encoder et transmettre les flux vidéo et le langage Processing<sup>7</sup> afin d'appliquer les transformations géométriques et afficher les flux dans l'Oculus. Ainsi, le coefficient de distorsion par rapport au centre a été réduit de 0.25 à 0.2 et

l'échelle de l'image a été fixée à 1 au lieu de 0.7, de manière empirique. Il en résulte une baisse significative des franges de dispersion chromatique en stéréovision et de la déformation des objets se trouvant au centre de l'image (cf. Figure 3).

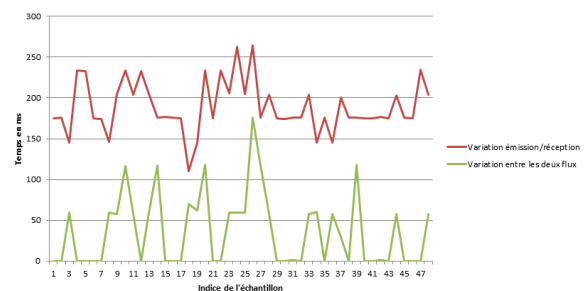
## TESTS DE PERFORMANCE

### Performances de la transmission de la commande

Pour toutes les mesures effectuées sur une vidéo de 25 secondes, nous avons pu relever un décalage de 3 à 4 images (soit de 120 à 160 ms). Ce délai ne varie pas selon que la tâche de transmission vidéo s'exécute en parallèle ou non. Nous avons aussi pu constater que le mouvement de la tête robotique restait relativement saccadé et tendait parfois à osciller lorsque l'utilisateur arrêtait de bouger. La programmation d'une hystérésis permettrait de stabiliser le robot dans ce dernier cas.

### Performances de la transmission vidéo

L'objectif de réduire la latence en dessous de 50 ms, qui était le seuil déterminé expérimentalement à partir duquel l'expérience de l'utilisateur commençait à être altérée, n'a pas pu être encore atteint. Néanmoins, le paramétrage du flux vidéo que nous avons sélectionné permet à l'utilisateur du système de ne pas être trop destabilisé par ce phénomène. Sans compter le délai induit par la partie commande, le graphique de la figure 4 présente le délai entre l'émission et la réception du flux



**Figure 4. Délai entre transmission et réception du flux**

## CONCLUSION

Ce projet développé dans un délai de 4 mois a permis d'aboutir à un prototype fonctionnel sur lequel vont être menées des expérimentations avec des personnes en situation de handicap.

## BIBLIOGRAPHIE

1. M. Minsky (1980, June), "Telepresence", OMNI Magazine. Available at: <https://web.media.mit.edu/minsky/papers/Telepresence.html>.
2. A. Kristofferson, A. Coradeschi, S., A. Loutfi, A. (2013). A review of mobile robotic telepresence. Advances in Human-Computer Interaction (2013), 17 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/902316>
3. D. Sirkin, W. Ju, Consistency in physical and on-screen action improves perceptions of telepresence robots in HRI 2012, Boston MA, 2012, pp.57-64

<sup>5</sup> Les plans sont librement disponibles ici : [https://fablab.univ-tlse3.fr/wiki/index.php/Projet\\_Withu](https://fablab.univ-tlse3.fr/wiki/index.php/Projet_Withu)

<sup>6</sup> CampusFab ; <https://fablab.univ-tlse3.fr/wiki/index.php/Accueil>

<sup>7</sup> Processing : <http://www.processing.org>