



**HAL**  
open science

## Vers une plate-forme de réalité mixte pour les robots mobiles autonomes

Imane Argui, Maxime Guériau, Samia Ainouz-Zemouche

► **To cite this version:**

Imane Argui, Maxime Guériau, Samia Ainouz-Zemouche. Vers une plate-forme de réalité mixte pour les robots mobiles autonomes. 20èmes Rencontres des Jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle, Jun 2022, Saint-Etienne, France. hal-03725741

**HAL Id: hal-03725741**

**<https://hal.science/hal-03725741v1>**

Submitted on 18 Jul 2022

**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.

# Vers une plate-forme de réalité mixte pour les robots mobiles autonomes

I. Argui<sup>1</sup>, M. Gueriau<sup>1</sup>, S. Ainouz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Normandie Univ, INSA Rouen, LITIS

## Résumé

*L'entraînement des robots mobiles à la navigation autonome requiert la simulation de multiples scénarios variés auxquels le robot n'est pas habitué. Par conséquent, le transfert d'algorithmes de la simulation vers la réalité peut s'avérer risqué dû à l'écart entre la réalité et la simulation. Dans cet article, nous développons une première version d'une plate-forme de réalité mixte pour les robots mobiles dont la perception est basée sur la vision. Les premiers tests permettent à un robot mobile de visualiser la fusion de deux environnements synchronisés à travers une caméra RGB-D durant la navigation.*

## Mots-clés

*Réalité mixte, robotique mobile, simulation.*

## Abstract

*Training mobile robots to autonomous navigation requires simulation in different scenarios the robot is not familiar with. The transfer of the algorithms from virtual world to reality can be risky due to the reality gap. In this paper, we propose a mixed-reality framework for mobile robots based on RGB-D cameras. The first tests enable a 2-wheeled robot to visualize the fusion of two synchronized environments during navigation.*

## Keywords

*Mixed-reality, mobile robotics, simulation.*

## 1 Introduction

La robotique mobile est un secteur de recherche qui bénéficie des avancées de l'intelligence Artificielle (IA) pour permettre aux robots d'évoluer dans leur environnement avec toujours plus d'autonomie. Les applications de ce domaine sont variées : industrie manufacturière, automobile, exploration planétaire, secteur médical, etc. Les robots mobiles autonomes peuvent s'appuyer sur des algorithmes d'apprentissage automatique pour apprendre et réaliser des tâches spécifiques (navigation autonome, évitement d'obstacles, cartographie, détection d'objets, etc.). Ils suivent alors le processus traditionnel : (i) pré-entraînement du modèle d'apprentissage en simulation, (ii) portage du modèle pré-entraîné au robot réel, (iii) ajustement des paramètres en conditions réelles. L'usage de la simulation est parfois indispensable pour tester certaines situations critiques (dangereuses ou coûteuses), ou difficiles à contrôler.

Un problème classique rencontré dans ce type d'approche est que les conditions d'entraînement sont différentes entre l'environnement de la simulation et celui du monde réel. Cet écart est dû à la différence des données reçues par les capteurs en simulation et en réalité. L'une des solutions proposées dans la littérature afin de remédier à ce problème est l'entraînement des robots dans des environnements à réalité mixte [2] (RM). La RM consiste à fusionner le monde réel et le monde virtuel pour former un seul environnement dans lequel l'agent pourra agir et percevoir à la fois des objets réels et d'autres virtuels. Ainsi, il devient possible d'ajouter des obstacles dynamiques (piétons, agents) avec lesquels le robot peut interagir sans prendre de risques coûteux. Dans cet article, nous proposons une plate-forme de réalité mixte pour les robots mobiles autonomes dont la perception repose sur de la vision.

## 2 Travaux passés

La RM est utilisée dans différents champs d'études : éducation, chirurgie, jeux vidéos, architecture [3]. En robotique mobile, il existe plusieurs applications où il est possible de faire appel à la RM (e.g. pour le suivi de véhicule virtuel [1]). L'une des premières plate-formes RM réalisée pour les robots mobiles a été présentée par Chen *et al.* [2]. Le principe consiste à fusionner les perceptions des données LIDAR (télémètre laser) de l'environnement réel avec celles de l'environnement virtuel. Des travaux plus récents ont appliqué ce principe sur un véhicule autonome dans le but de traiter des scénarios à risque comme la traversée d'un piéton et d'évaluer le comportement du véhicule. Après la fusion des données reçues par le LIDAR (réel et virtuel), le véhicule est capable de détecter le piéton introduit dans le monde virtuel [4]. Ces travaux, bien qu'ils montrent le potentiel de la RM, se limitent à des données LIDAR, dont la capacité à interpréter les données de scène est limitée, et ne permettent pas d'étudier des plate-formes de robots dont la perception est basée sur la vision. On propose dans cet article un travail préliminaire de réalisation d'une plate-forme RM pour les robots mobiles en utilisant les caméras RGB-D, introduite dans l'outil de simulation Gazebo.

## 3 Plate-forme de RM pour les robots mobiles autonomes

Habituellement, une plate-forme RM utilise les composants suivants : 1) un environnement réel, 2) un environnement

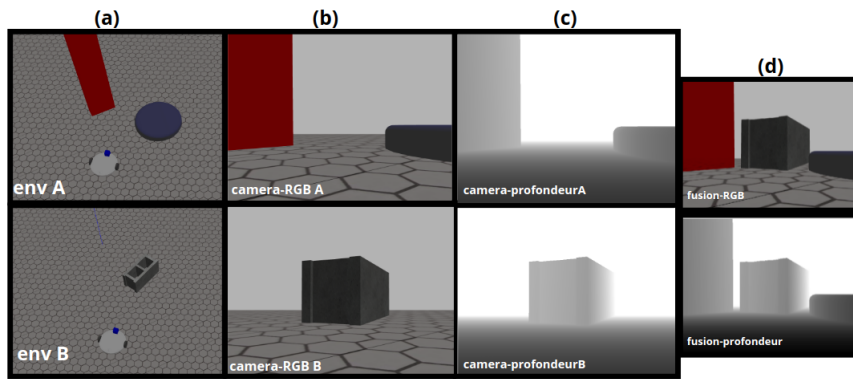


FIGURE 1 – Capture d’écran d’une simulation dans la plateforme de RM. (a) environnement du robot (b) perception du robot en couleur (c) perception du robot en profondeur (d) résultat de la stratégie d’augmentation (environnement en réalité mixte).

virtuel, 3) un robot physique, et 4) un avatar virtuel qui reproduit tous les mouvements du vrai robot. Nous présentons dans cette section une première version de la plate-forme RM développée.

### 3.1 Outils utilisés

Le simulateur utilisé est Gazebo, choisi pour sa simplicité et sa flexibilité. Deux environnements différents ont été créés, dans lesquels le robot et son avatar peuvent naviguer. La communication entre les différents noeuds s’effectue à travers ROS. Le robot (et son avatar virtuel) sont dotés d’une caméra RGB-D capable de percevoir les images en couleurs ainsi que les informations de profondeur (distance entre chaque élément perçu et la caméra).

### 3.2 Stratégie d’augmentation

Les images reçues par la caméra sont sous le format de `sensor-msg/Image`, (format propre à ROS). Afin de manipuler ces images, elles ont été d’abord converti en format `OpenCv` grâce à la librairie `CvBridge`. Ensuite, un nouveau noeud ROS permet : a) la souscription aux données de profondeur reçues par les deux caméras, b) la détermination de la différence entre l’image *A* et l’image *B*, c) l’ajout de cette différence à l’image *A*. Cette stratégie d’augmentation permet au robot de percevoir, dans une même image, à la fois les objets présents dans son environnement mais aussi ceux de l’environnement de l’avatar virtuel.

### 3.3 Résultats obtenus

Pour réaliser une première validation du prototype, nous considérons que les deux environnements sont virtuels : le robot que l’on commande est le robot *A*, et son jumeau numérique (avatar virtuel) est le robot *B*. La stratégie d’augmentation est appliquée aux données de la caméra de *A*. Le résultat final est représenté dans la figure 1 : la partie gauche illustre les deux environnements, où objets variés sont placés dans des positions différentes. On peut voir les images obtenues par chaque caméra séparément dans un premier temps, puis le résultat de la fusion des deux caméras à droite : c’est ce que le robot *A* perçoit. Un algorithme de contrôle simplifié assurant le couplage du mouvement

des deux robots permet de visualiser le résultat de la stratégie d’augmentation en temps-réel.

## 4 Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons présenté la première étape vers la réalisation d’une plate-forme basée sur la réalité mixte pour les robots mobiles autonomes. Le prototype réalisé nous permet d’envisager à présent l’utilisation d’un robot réel capable de naviguer dans un environnement physique tout en interagissant avec les obstacles virtuels. Pour cela, nous allons remplacer le robot présent dans l’environnement *A* par le robot réel, et son avatar suivra ses mouvements au fur et à mesure dans la plate-forme. Cela nécessitera d’avoir un suivi et un couplage des positions/orientation des robots précis (qui pourrait se reposer sur des capteurs débarqués). Par la suite, la plate-forme pourra être utilisée pour entraîner des IA embarquées dans des scénarios critiques qui mixeront environnement (de navigation) réel et obstacles (piétons, véhicules). Nous envisageons d’étudier des approches par apprentissage par transfert, permettant à un véhicule autonome de partager son modèle d’apprentissage avec un ou plusieurs robots virtuels et/ou d’explorer différents environnements en parallèle.

## Références

- [1] R. Baruffa, J. Pereira, P. Romet, F. Gechter, and T. Weiss. Mixed reality autonomous vehicle simulation : Implementation of a hardware-in-the-loop architecture at a miniature scale. 10 2020.
- [2] I. Y.-H. Chen, B. MacDonald, and B. Wunsche. Mixed reality simulation for mobile robots. In *2009 ICRA*, pages 232–237, 2009.
- [3] S. Rokhsaritalemi, A. Sadeghi-Niaraki, and S.-M. Choi. A review on mixed reality : Current trends, challenges and prospects. *Applied Sciences*, 10(2), 2020.
- [4] M. R. Zofka, M. Essinger, T. Fleck, R. Kohlhaas, and J. M. Zollner. The sleepwalker framework : Verification and validation of autonomous vehicles by mixed reality LiDAR stimulation. In *2018 SIMPAR*, pages 151–157.