

Robotique/V2X UTAC

Développement d'un nouveau mode conduite dans un convoi autonome

Joseph LOUVILLE

4^{eme} rapport bimensuel de stage.

Tuteurs :

- Mme Bouchemal
- M. Jun Kim

Fait à Paris, le 17/06/2022

le D2D est défini tel qu’il applique une méthode V2X dans son fonctionnement.

L’installation de CopaDrive nécessite de télécharger les repositories de Enioprates:

- CopaDrive :

```
git clone --recurse-submodule https://github.com/enioprates/copaDrive.git
```

- Artery :

```
git clone --recurse-submodule https://github.com/enioprates/artery.git
```

Il faut suivre les consignes d’installation données sur CopaDrive, à la fois sur le Github, mais aussi fournies par [5]. Une coquille s’est glissé dans le livre car quand on appelle, dans le dossier `.../CISTER_car_simulator` et `.../CISTER_image_processing`, la commande à faire est :

```
source devel/setup.bash
```

et non,

```
source devel/setup.launch
```

Lors de l’installation d’Artery, si des erreurs surviennent sur la liaison des headers et des fichiers .cpp, il faut rajouter les chemins des fichiers pour que la compilation se fasse.

Si ce n’est pas déjà fait, il faut ajouter OMNeT++ au PATH en mettant `export PATH = $HOME/omnetpp-5.6.2/bin:$PATH` dans `.bashrc` dans le répertoire principal.

Pour Vanetza il faut installer GeographicLib et Crypto++, accessible tous les deux à partir de apt-get :

- `libgeographic-dev geographiclib-tools`
- `libcrypto++-dev libcrypto++-doc libcrypto++-utils`

Lors de l’exécution d’OMNeT++, il est possible que l’exécution vient à faire un erreur, faire en sorte qu’OMNeT n’affiche pas toutes les animations pour ne pas ralentir l’exécution.

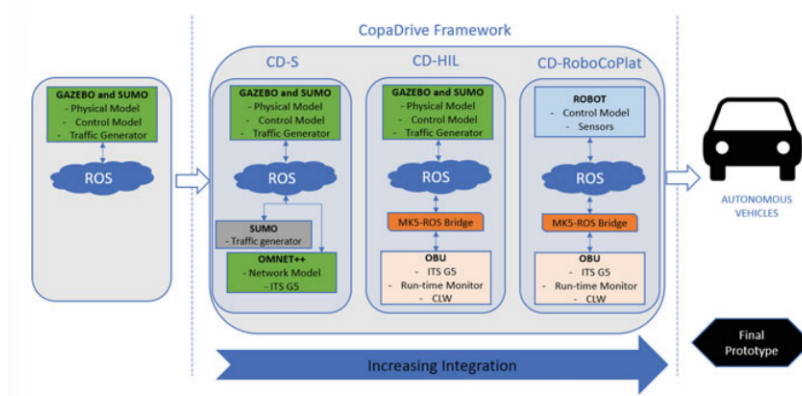
1 État de l'Art :

1.1 ROS

Utilisation de ROS dans la simulation des véhicules autonomes. Les projets de véhicules autonomes proposent des modèles facile à appliquer en C++. ROS propose de communiquer de base par des topics en sub/pub transmissions. Mais il est possible de customiser la plupart des éléments, de la communication aux éléments de l'environnement comme l'appareil en lui-même.

Le projet Copadrive propose des simulations sur circuits ou des véhicules autonomes basés sur les Toyota Prius comme modèle physique et la communication entre les véhicules est simulé sur OMNeT++.

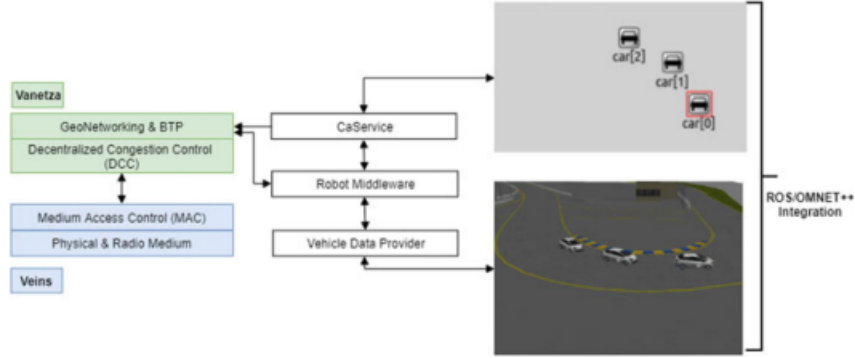
Le projet ECE a pour but de simuler les communications 4G et 5G sur ROS en créant des messages inspirés des messages DENM et SPAT.



1.2 OMNeT++

Plusieurs modèles d'architecture qui permette la communication entre ROS et OMNeT++ par les biais des topics que proposent ROS par les systèmes de Pub/Sub. Certains modèles se servent de SUMO, qui est un simulateur de trafic dans un espace routier défini. Par le biais d'Omnet, on peut donc reproduire les communications en direct dans un réseau routier. CopaDrive est un framework qui permet de lier ROS et OMNeT en se basant sur Artery, un modèle avancé pour les réseaux de communications pour les véhicules fonctionnant sur OMNeT++ et SUMO.

Simu5G est un outil qui a été créé sur OMNeT++ pour simuler une coexistence de la 4G et de la 5G. Il est basé sur SimuLTE, qui permet



l'évaluation des performances des réseaux LTE et LTE Advanced. Il permet de mettre en place des connections 4G et 5G pour des Users Equipments, ou la mise en place de Base Station gNBs. Simu5G intègre de base INET, qui permet de simuler des réseaux TCP/IP génériques incluant des interfaces 2-couches NR (New Radio) 5G.

Évaluation des différent modèle d'atteindre l'objectif (Plateforme de simulation ROSOMNeT avec l'utilisation de simu5G)

	Ubuntu	ROS	Gazebo	Veins	Simu5G	INET	OMNeT++
1	18.04	Melodic	9	Artery	X	3.7.1	5.5.1 min
2	16.04	Kinetic	7	X	X	X	X
3	20.04	X	X	5.1	1.2.0	4.3.2	6.0(pre10 et pre11)
4	18.04	Melodic	9	artery	1.1.0	4.2.2	5.6.2

Le 1 correspond au projet CopaDrive comme il est téléchargeable sur Github. Le 2 est le projet ECE qui a été fait en 2020. Le 3 correspond est le modèle de simulation de Simu5G sur OMNeT++. Le 4 correspond à la version Objectif, contenant l'ensemble de ces concepts.

References

- [1] Kenan Ahmic, Anel Tahirbegovic, Adnan Tahirovic, Daniel Watzenig, and Georg Stettinger. Simulation framework for platooning based on gazebo and sumo. In *2020 IEEE 3rd Connected and Automated Vehicles Symposium (CAVS)*, pages 1–7, Nov 2020.
- [2] Sipra Behera, Bighnaraj Panigrahi, Hemant Kumar Rath, and Arpan Pal. Wireless characteristics study for indoor multi-robot communication system. pages 1–6, 10 2018.
- [3] Alisson Brito and Thiago Oliveira. *Simulation and Test of Communication in Multi-robot Systems Using Co-simulation*, volume 444, pages 911–917. 03 2016.
- [4] Daniel Iancu John Glossner, Samantha Murphy. *An Overview of the Drone Open-Source Ecosystem*. PhD thesis, University of Science and Technology Beijing, 2021.
- [5] A. Koubaa. *Robot Operating System (ROS): The Complete Reference (Volume 6)*. Studies in Computational Intelligence. Springer International Publishing, 2021.
- [6] F. Launay. *NG-RAN et 5G-NR: L'accès radio 5G et l'interface radioélectrique*. Collection réseaux et télécommunications. ISTE editions, 2021.
- [7] Giovanni Nardini, Dario Sabella, Giovanni Stea, Purvi Thakkar, and Antonio Viridis. Simu5g—an omnet++ library for end-to-end performance evaluation of 5g networks. *IEEE Access*, 8:181176–181191, 2020.
- [8] Giovanni Nardini., Giovanni Stea., Antonio Viridis., and Dario Sabella. Simu5g: A system-level simulator for 5g networks. In *Proceedings of the 10th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications - SIMULTECH*., pages 68–80. INSTICC, SciTePress, 2020.
- [9] Yunjung Park and Dugki Min. Distributed traffic simulation using dds-communication based hla for v2x. In *2015 Seventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks*, pages 450–455, July 2015.
- [10] Tiago Pinto. *Towards Wireless ADAS - Retrofitting IoT for increased Safety*. PhD thesis, Polytechnic Institute of Porto, 2019.

- [11] Mukunda Bharathesa Yogesh Simmhan Srikrishna Acharya, Bharadwaj Amrutur. *CORNET 2.0: A Co-Simulation Middleware for Robot Networks*. phdthesis, Indian Institute of Science, 2021.
- [12] Bruno Vieira, Ricardo Severino, Enio Vasconcelos Filho, Anis Koubaa, and Eduardo Tovar. Copadrive - a realistic simulation framework for co-operative autonomous driving applications. In *2019 IEEE International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE)*, pages 1–6, Nov 2019.
- [13] Berk Sunar Vincenzo DiLuoffo, William R.Michalson. *Credential Masquerading and OpenSSL Spy : Exploring ROS 2 using DDS security*. PhD thesis, Worcester Polytechnic Institute (WPI), 2019.