

Robotique/V2X UTAC Développement d'un nouveau mode conduite dans un convoi autonome

Joseph LOUVILLE

5^{eme} rapport bimensuel de stage.

Tuteurs :

- Mme Bouchemal
- M. Jun Kim

Fait à Paris, le 01/07/2022

1 CopaDrive Architecture

La pile protocolaire de CopaDrive est basée sur ITS-G5 par l'intermédiaire de Vanetza, qui reproduit en simulation Vanet (Vehicular Ad-Hoc Network) qui permet de faire la communication entre les véhicules et les équipements fixes à portée (V2X).

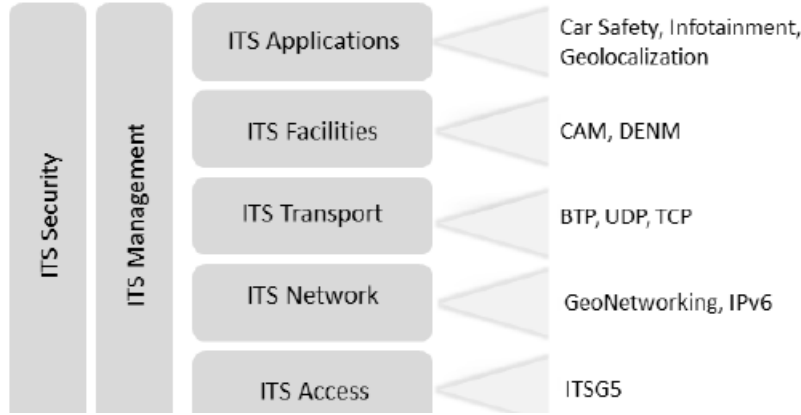


Figure 1: Protocol architecture d'ITS-G5

Dans Artery, on peut trouver des fichiers correspondant à l'utilisation de messages CAM, DENM et SPAT. Or lors du test d'utilisation de CopaDrive, seulement les messages sont affichés et utilisés sur OMNeT++.

En ajoutant un obstacle dans la trajectoire des véhicules sur Copadrive, et on observe que la fonction de détection de la ligne pour le déplacement prend aussi en compte les objets et permet de les contourner.

Il est possible de rajouter des objets dans gazebo en utilisant la fonction insertion.

2 Fonctionnement CAM

Les messages de sensibilisation coopératifs (CAM) sont distribués dans le réseau ITS-G5 (802.11p) et fournissent des informations sur la présence, la position et l'état de base des stations ITS communicantes aux stations ITS voisines situées à une distance d'un seul saut. Toutes les stations ITS doivent pouvoir générer, envoyer et recevoir des CAM, pour autant qu'elles participent à des réseaux V2X. En recevant des CAM, la station STI est informée des autres stations situées dans son voisinage ainsi que de leur position, de leurs mouvements, de leurs attributs de base et des informations

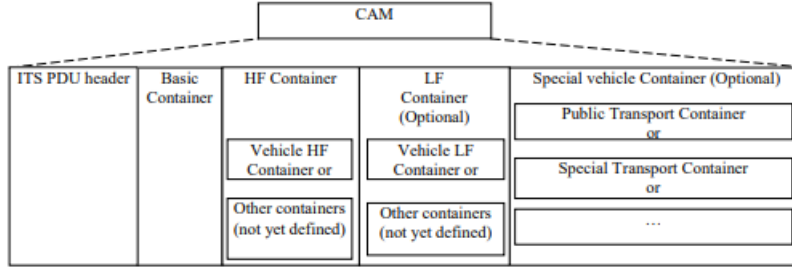


Figure 2: Structure générale d'un CAM.

de base sur les capteurs. Du côté du récepteur, des efforts raisonnables peuvent être faits pour évaluer la pertinence des messages et des informations. Cela permet aux stations ITS d'obtenir des informations sur leur situation et d'agir en conséquence.

La gestion des CAM est indépendante des applications. C'est pourquoi il n'y a pas d'interface avec les applications.

intervalle de temps maximum entre les générations de CAM : 1 s

intervalle de temps minimum entre les générations de CAM : 0,1 s Ces règles sont vérifiées au plus tard toutes les 100 ms ; générer un CAM lorsque la différence absolue entre le cap actuel (vers le Nord) et le dernier cap CAM $\geq 4^\circ$; générer un CAM lorsque la distance entre la position actuelle et la dernière position CAM ≥ 5 m ; générer une CAM lorsque la différence absolue entre la vitesse actuelle et la vitesse du dernier CAM ≥ 1 m/s ; les règles de génération sont vérifiées toutes les 100 ms.

3 Fonctionnement DENM

Un DENM contient des informations relatives à un événement qui a un impact potentiel sur la sécurité routière ou les conditions de circulation. Un événement est caractérisé par un type d'événement, une position d'événement, un temps de détection et une durée. Ces attributs peuvent changer dans l'espace et dans le temps. Dans certaines situations, le STIS d'origine transmet un DENM d'un événement causé par le ITS-S lui-même, tel qu'un événement de feu de freinage électronique. L'ITS-S d'origine gère la transmission et la fin du DENM pour cet événement. Cependant, dans d'autres situations, les DENM liés au même événement peuvent être transmis par plus d'un ITS-S d'origine. ITS-S d'origine. En outre, dans le cas où l'ITS-S

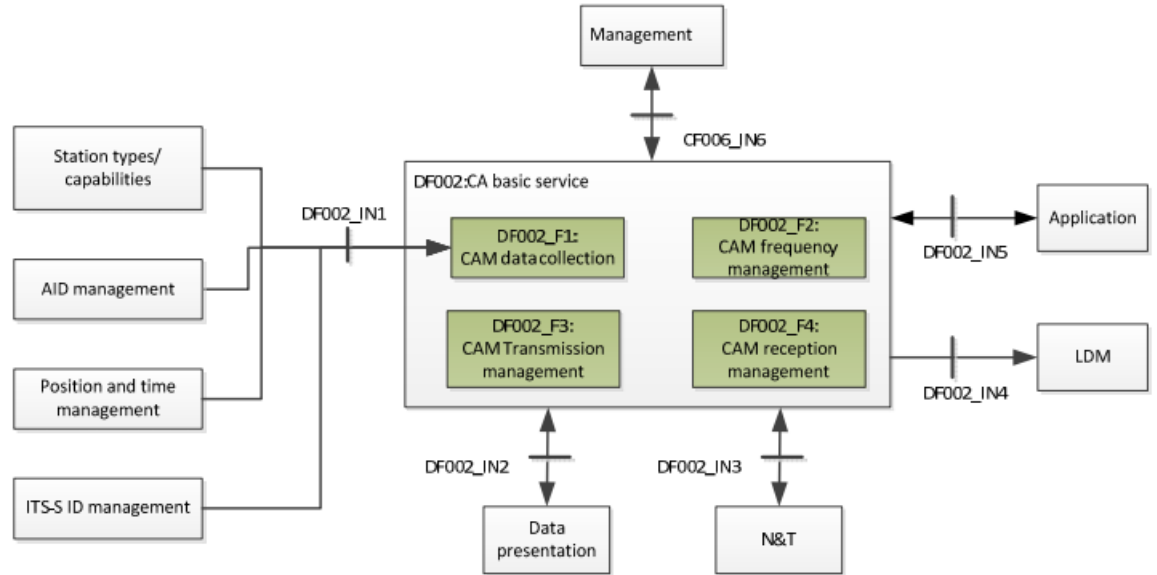


Figure 3: DEN fonctionnement

d'origine est mobile (par exemple, un ITS-S de véhicule ou un ITS-S personnel), un événement peut persister même après que l'ITS-S d'origine se soit déplacé vers une position éloignée de la position de l'événement. Par exemple, plusieurs véhicules ITS-S peuvent détecter du verglas sur la chaussée et transmettre des DENM. Ces DENMs sont relayés par d'autres ITS-S même d'autres ITS-S, même après que les ITS-S détecteurs de véhicules ont quitté l'emplacement du verglas. Par conséquent, la transmission des DENM est indépendante de l'ITS-S d'origine dans cet exemple. Le protocole DENM est conçu pour gérer ces situations. Les types de DENM suivants sont définis :

- Nouveau DENM : Un DENM généré par le service de base DEN lorsqu'un événement est détecté par un ITS-S d'origine pour la première fois. Chaque nouveau DENM se voit attribuer un nouvel identifiant, dénommé actionID. Un nouveau DENM fournit des attributs d'événement, tels que la position de l'événement, le type d'événement, l'heure de détection de l'événement, et d'autres attributs tels que définis dans la clause 7.
- DENM de mise à jour : un DENM généré par le service de base DEN qui comprend des informations de mise à jour d'un événement. Un DENM de mise à jour est transmis par le même ITS-S d'origine qui a généré le nouveau DENM pour le même événement.
- DENM d'annulation : Un DENM qui informe

de la fin d'un événement. Un DENM d'annulation est transmis par le même ITS-S d'origine qui a généré le nouveau DENM pour le même événement.

- DENM de négation : DENM qui informe de la fin d'un événement pour lequel le nouveau DENM a été reçu par l'ITS-S d'origine en provenance d'un autre ITS-S. Un DENM de négation peut être utilisé pour annoncer la fin d'un événement si l'ITS-S d'origine a la capacité de détecter la fin d'un événement qui a été précédemment annoncé par d'autres ITS-S. Par exemple, l'ITS-S d'origine d'un nouveau DENM indiquant que du verglas a quitté la position de l'événement, quelque temps plus tard, un autre ITS-S recevant ce nouveau DENM atteint la position de verglas indiquée et détecte que le verglas a disparu. Ce dernier ITS-S peut dans ce cas générer un DENM de négation pour cet événement.

NOTE 3 : La transmission d'un DENM de négation peut dépendre des exigences de l'application et du déploiement. Par conséquent, la définition des conditions dans lesquelles la génération et la transmission d'un DENM de négation sont autorisées n'entre pas dans le cadre du présent document. Le service de base DEN de l'ITS-S d'origine doit être capable de construire les types de DENM ci-dessus. L'application ITS-S de l'ITS-S d'origine envoie une demande d'application au service de base DEN afin de déclencher la génération de DENMs. Le type de DENM à générer dépend du type de la demande d'application.

CauseCode : Cause of a potentially traffic relevant situation

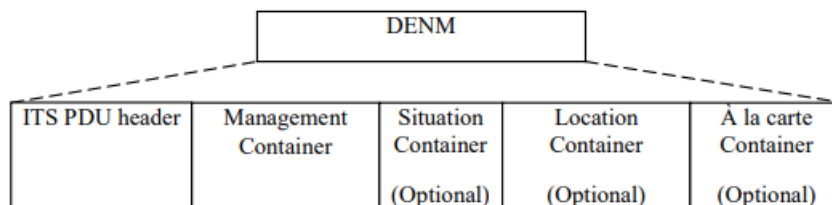


Figure 4: Structure générale d'un DENM.

Dans Artery on retrouve les fichiers DEN où sont générés les CauseCode qui vont provoquer la transmission de message Denm. Ces fichiers font appels aux définitions faites sur Vanetza, qui reproduit l'architecture de Vanet.

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] Andreas Festag Anupama Hedge. *Artery-C An OMNeT++ Based Discrete Event Simulation Framework for Cellular V2X*. 09 2020.
- [3] Sipra Behera, Bighnaraj Panigrahi, Hemant Kumar Rath, and Arpan Pal. Wireless characteristics study for indoor multi-robot communication system. pages 1–6, 10 2018.
- [4] Alisson Brito and Thiago Oliveira. *Simulation and Test of Communication in Multi-robot Systems Using Co-simulation*, volume 444, pages 911–917. 03 2016.
- [5] Daniel Iancu John Glossner, Samantha Murphy. *An Overview of the Drone Open-Source Ecosystem*. PhD thesis, University of Science and Technology Beijing, 2021.
- [6] A. Koubaa. *Robot Operating System (ROS): The Complete Reference (Volume 6)*. Studies in Computational Intelligence. Springer International Publishing, 2021.
- [7] F. Launay. *NG-RAN et 5G-NR: L'accès radio 5G et l'interface radioélectrique*. Collection réseaux et télécommunications. ISTE editions, 2021.
- [8] Giovanni Nardini, Dario Sabella, Giovanni Stea, Purvi Thakkar, and Antonio Virdis. Simu5g—an omnet++ library for end-to-end performance evaluation of 5g networks. *IEEE Access*, 8:181176–181191, 2020.
- [9] Giovanni Nardini., Giovanni Stea., Antonio Virdis., 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.
- [10] 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.

- [11] Tiago Pinto. *Towards Wireless ADAS - Retrofitting IoT for increased Safety*. PhD thesis, Polytechnic Institute of Porto, 2019.
- [12] José Santa, Fernando Pereniguez-Garcia, Antonio Moragón, and Antonio Skarmeta. Experimental evaluation of cam and denm messaging services in vehicular communications. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 46:98–120, 09 2014.
- [13] Mukunda Bharathesa Yogesh Simmhan Srikrishna Acharya, Bharadwaj Amrutur. *CORNET 2.0: A Co-Simulation Middleware for Robot Networks*. phdthesis, Indian Institute of Science, 2021.
- [14] 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.
- [15] 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.