

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : 3 132 608

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 22 01127

⑤1 Int Cl⁸ : H 04 W 4/46 (2022.01), H 04 L 5/00, 27/32, H 04 W
88/04, 4/44

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 09.02.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.08.23 Bulletin 23/32.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : PSA AUTOMOBILES SA Société par
actions simplifiée (SAS) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BENSATOR SALEH et POINT GUIL-
LAUME.

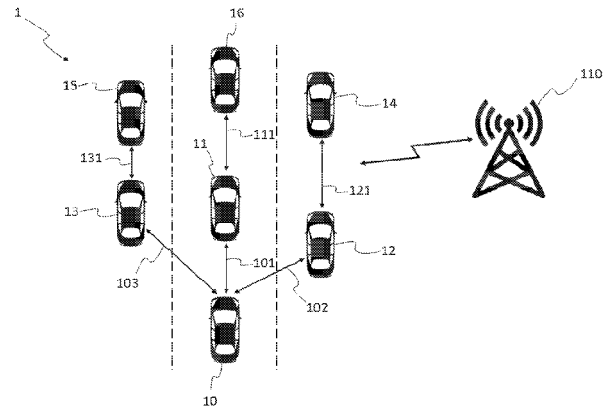
⑦3 Titulaire(s) : PSA AUTOMOBILES SA Société par
actions simplifiée (SAS).

⑦4 **Procédé et dispositif de contrôle d'un réseau de
communication pour véhicules utilisant des
radars.**

⑤7 La présente invention concerne un procédé et un dispositif de contrôle d'un réseau de communication (1) reliant un ensemble de véhicules (10 à 16). Chaque véhicule (10 à 16) embarque un radar à antenne réseau à commande de phase. A cet effet, des données représentatives de détection de véhicules par les radars sont obtenues. Ces données de détection

sont utilisées pour déterminer un ensemble de paramètres représentatifs d'une topologie du réseau de communication (1). Une telle topologie correspond à un maillage en mode pair-à-pair reliant au moins une partie des véhicules (10 à 16). Les paramètres comprennent au moins un paramètre de l'antenne réseau à commande de phase de chaque véhicule (10 à 16) de manière à générer un ensemble de faisceaux de communication (101, 102, 103, 111, 121, 131) par filtrage spatial spatial.

Figure pour l'abrégé : Figure 1



FR 3 132 608 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé et dispositif de contrôle d'un réseau de communication pour véhicules utilisant des radars

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne les procédés et dispositifs de contrôle de réseau de communication pour véhicules utilisant des radars, notamment automobile. La présente invention concerne également un procédé et un dispositif de gestion des communications utilisant un ou plusieurs radars équipant un véhicule, notamment dans le cadre de communication(s) de type V2X.

Arrière-plan technologique

[0002] Les véhicules contemporains embarquent de plus en plus de moyens de communication qui requièrent souvent des composants spécifiques (antennes, émetteurs, récepteurs), complexifiant l'architecture électronique du véhicule et augmentant son coût de fabrication.

[0003] Par exemple, de nouvelles technologies voient le jour qui permettent l'échange d'informations entre les véhicules et/ou entre les véhicules et l'infrastructure qui les entoure, ces technologies de communication étant regroupées sous l'appellation V2X (de l'anglais « Vehicle to Everything » ou en français « Véhicule vers tout »). Ainsi, de nouvelles technologies de l'information et de la communication appliquées au domaine des transports sont apparues, telles que l'ITS G5 (de l'anglais « Intelligent Transportation System G5 » ou en français « Système de transport intelligent G5 ») en Europe ou DSRC (de l'anglais « Dedicated Short Range Communications » ou en français « Communications dédiées à courte portée ») aux Etats-Unis d'Amérique qui reposent tous les deux sur le standard IEEE 802.11p ou encore la technologie basée sur les réseaux cellulaires nommée C-V2X (de l'anglais « Cellular - Vehicle to Everything » ou en français « Cellulaire – Véhicule vers tout ») qui s'appuie sur la 4G basé sur LTE (de l'anglais « Long Term Evolution » ou en français « Evolution à long terme ») ou la 5G.

[0004] Les technologies de communication V2X utilisent par ailleurs la bande de fréquence des 5.9 GHz, ce qui induit un débit maximal de 6 Mbits/s pour la communication de données. Un tel débit maximal peut s'avérer insuffisant face aux besoins de communications des véhicules, notamment dans le cadre du véhicule autonome.

Résumé de la présente invention

[0005] Un objet de la présente invention est de résoudre au moins l'un des problèmes de l'arrière-plan technologique décrit précédemment.

[0006] Un autre objet de la présente invention est par exemple d'améliorer la commu-

nication entre véhicules.

- [0007] Selon un premier aspect, la présente invention concerne un procédé de contrôle d'un réseau de communication pour un ensemble de véhicules, chaque véhicule de l'ensemble embarquant un système de radars à ondes millimétriques, chaque radar du système de radars comprenant une antenne réseau à commande de phase, le procédé comprenant les étapes suivantes :
- [0008] - obtention, pour chaque véhicule de l'ensemble de véhicules, de données représentatives de détection d'au moins un autre véhicule de l'ensemble de véhicules, les données étant obtenues d'au moins un radar du système de radars de chaque véhicule ;
- [0009] - détermination d'un ensemble de paramètres représentatifs d'une topologie du réseau de communication à partir des données, la topologie correspondant à une topologie maillée en mode pair-à-pair reliant au moins une partie des véhicules de l'ensemble, les paramètres comprenant au moins un paramètre de l'antenne réseau à commande de phase de chaque véhicule de la au moins une partie des véhicules de l'ensemble de manière à générer un ensemble de faisceaux de communication par filtrage spatial, chaque faisceau de communication de l'ensemble ayant pour origine un radar d'un véhicule de l'ensemble de véhicules et couvrant spatialement un unique autre véhicule de l'ensemble de véhicules, chaque faisceau de communication étant adaptée pour une communication de données selon un mode de communication de type véhicule à véhicule, dit V2V.
- [0010] L'invention permet de créer des segments (ou liaisons) de topologie du réseau reliant les véhicules en point à point. Chaque segment relie en communication uniquement 2 véhicules entre eux, chaque segment correspondant à un faisceau de communication ayant pour origine un radar d'un des 2 véhicules ainsi reliés en communication sans fil. Les paramètres ayant abouti au faisceau de communication sont déterminés à partir de données obtenues de la détection d'un véhicule par l'autre véhicule des 2 véhicules reliés entre eux, ce qui permet de générer des faisceaux de communication robuste et fiable pour une meilleure connexion entre les 2 véhicules.
- [0011] Par ailleurs, l'utilisation de radar(s) du véhicule pour émettre ou recevoir des données dans un mode de communication V2V permet d'augmenter les débits de communication, la bande de fréquence utilisée par les radars étant supérieure à celle de la technologie de l'ITS-G5 ou DSRC, le débit maximal permis pour la communication de données par radars étant donc bien supérieur à celui permis des communications V2X ou V2V de type ITS-G5 ou DSRC.
- [0012] Selon une variante, les données représentatives de détection comprennent des premières données représentatives de vitesse du au moins un autre véhicule par rapport à chaque véhicule et des deuxièmes données représentatives de distance du au moins un autre véhicule par rapport à chaque véhicule.

- [0013] Selon une autre variante, ledit au moins un paramètre de l'antenne réseau à commande de phase correspond à une phase et/ou à une amplitude.
- [0014] Selon une variante supplémentaire, les données représentatives de détection sont reçues par une station de base depuis chaque véhicule selon un mode de communication de type véhicule vers infrastructure, dit V2I, le procédé comprenant en outre une étape de transmission, par la station de base, de l'ensemble de paramètres à destination de l'ensemble de véhicules selon le mode de communication V2I.
- [0015] Selon encore une variante, le procédé comprend en outre une étape de transmission de données via chaque faisceau de communication, les données étant transmises par un radar du véhicule origine de chaque faisceau à destination de l'unique autre véhicule couvert spatialement par chaque faisceau de communication selon le mode de communication V2V dans une bande de fréquences allouée audit radar.
- [0016] Selon une variante additionnelle, la bande de fréquences est comprise entre 76 et 81 GHz.
- [0017] Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un dispositif de contrôle de réseau de communication, le dispositif comprenant une mémoire associée à un processeur configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé selon le premier aspect de la présente invention.
- [0018] Selon un troisième aspect, la présente invention concerne un système de contrôle de réseau de communication comprenant le dispositif tel que décrit ci-dessus selon le deuxième aspect de la présente invention relié en communication sans fil à l'ensemble de véhicules.
- [0019] Selon un quatrième aspect, la présente invention concerne un véhicule, par exemple de type automobile, comprenant un dispositif tel que décrit ci-dessus selon le deuxième aspect de la présente invention.
- [0020] Selon un cinquième aspect, la présente invention concerne un programme d'ordinateur qui comporte des instructions adaptées pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect de la présente invention, ceci notamment lorsque le programme d'ordinateur est exécuté par au moins un processeur.
- [0021] Un tel programme d'ordinateur peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme d'un code source, d'un code objet, ou d'un code intermédiaire entre un code source et un code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable.
- [0022] Selon un sixième aspect, la présente invention concerne un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect de la présente invention.
- [0023] D'une part, le support d'enregistrement peut être n'importe quel entité ou dispositif

capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une mémoire ROM, un CD-ROM ou une mémoire ROM de type circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique ou un disque dur.

[0024] D'autre part, ce support d'enregistrement peut également être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, un tel signal pouvant être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio classique ou hertzienne ou par faisceau laser autoguidé ou par d'autres moyens. Le programme d'ordinateur selon la présente invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.

[0025] Alternativement, le support d'enregistrement peut être un circuit intégré dans lequel le programme d'ordinateur est incorporé, le circuit intégré étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

Brève description des figures

[0026] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description des exemples de réalisation particuliers et non limitatifs de la présente invention ci-après, en référence aux figures 1 à 3 annexées, sur lesquelles :

[0027] [Fig.1] illustre schématiquement un réseau de communication pour un ensemble de véhicules, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;

[0028] [Fig.2] illustre schématiquement un dispositif de contrôle du réseau de communication de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;

[0029] [Fig.3] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle du réseau de communication de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

Description des exemples de réalisation

[0030] Un procédé et un dispositif de contrôle d'un réseau de communication pour un ensemble de véhicules embarquant un système de radars à ondes millimétriques vont maintenant être décrits dans ce qui va suivre en référence conjointement aux figures 1 à 3. Des mêmes éléments sont identifiés avec des mêmes signes de référence tout au long de la description qui va suivre.

[0031] Selon un exemple particulier et non limitatif de réalisation de la présente invention, un procédé de contrôle d'un réseau de communication reliant un ensemble de véhicules est par exemple mis en œuvre par un dispositif de communication centralisée (par exemple une station de base ou une unité bord de route) et/ou par chaque véhicule de l'ensemble de véhicules. Chaque véhicule embarque avantageusement un ou plusieurs radars à antenne réseau à commande de phase. Le procédé comprend l'obtention, pour

chaque véhicule de l'ensemble de véhicules, de données représentatives de détection d'au moins un autre véhicule de l'ensemble de véhicules, les données étant obtenues d'au moins un radar du système de radars de chaque véhicule. Ces données de détection sont utilisées (par le dispositif de communication centralisée ou par chaque véhicule d'une partie au moins de l'ensemble de véhicules) pour déterminer un ensemble de paramètres représentatifs d'une topologie du réseau de communication. Une telle topologie correspond avantageusement à un maillage en mode pair-à-pair (ou point à point) reliant au moins une partie des véhicules. Les paramètres comprennent au moins un paramètre de l'antenne réseau à commande de phase de chaque véhicule de manière à générer un ensemble de faisceaux de communication par filtrage spatial spatial (de l'anglais « beamforming »). Chaque faisceau de communication a pour origine un radar d'un véhicule de l'ensemble de véhicules et couvre spatialement un unique autre véhicule de l'ensemble de véhicules, chaque faisceau de communication étant adaptée pour une communication de données selon un mode de communication de type véhicule à véhicule, dit V2V (de l'anglais « Vehicle-to-Vehicle »).

- [0032] Un radar à antenne réseau à commande de phase (de l'anglais « phased array antenna ») correspond à un radar à ondes millimétriques comprenant un ensemble d'antennes élémentaires alimentées avec des signaux dont la phase est ajustée de manière un diagramme de rayonnement souhaité. Une telle antenne réseau à commande de phase permet la génération d'un ou plusieurs faisceaux de communication, par exemple pour l'émission de signaux, en paramétrant la phase.
- [0033] Les radars embarqués comprennent ainsi une pluralité d'antennes en émission (par exemple 3, 12 ou 24 antennes) et une pluralité d'antennes en réception (par exemple 4, 24 ou 48 antennes), ce qui permet la mise en œuvre de communications en s'appuyant sur la technologie dite MIMO (de l'anglais « Multiple Input Multiple Output » ou en français « Entrées multiples, sorties multiples »).
- [0034] Un tel procédé permet de créer des segments (ou liaisons) de topologie du réseau reliant les véhicules en point à point. Chaque segment relie en communication uniquement 2 véhicules entre eux, chaque segment correspondant à un faisceau de communication ayant pour origine un radar d'un des 2 véhicules ainsi reliés en communication sans fil. Les paramètres ayant abouti au faisceau de communication sont déterminés à partir de données obtenues de la détection d'un véhicule par l'autre véhicule des 2 véhicules reliés entre eux, ce qui permet de générer des faisceaux de communication robuste et fiable pour une meilleure connexion entre les 2 véhicules.
- [0035] Par ailleurs, l'utilisation de radar(s) du véhicule pour émettre ou recevoir des données dans un mode de communication V2V permet d'augmenter les débits de communication, la bande de fréquence utilisée par les radars étant supérieure à celle de la technologie de l'ITS-G5 ou DSRC, le débit maximal permis pour la communication de

données par radars étant donc bien supérieur à celui permis des communications V2X ou V2V de type ITS-G5 ou DSRC.

- [0036] La [Fig.1] illustre schématiquement un environnement 1 de communication entre véhicules, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.
- [0037] La [Fig.1] illustre un environnement 1 comprenant une ou plusieurs routes et/ou voies de circulation sur lesquelles circulent un ensemble de véhicules comprenant 7 véhicules 10 à 16 selon l'exemple particulier de la [Fig.1]. Bien entendu, le nombre de véhicules n'est pas limité à 7 et s'étend à tout nombre, par exemple 2, 5, 10, 15 ou plus de véhicules.
- [0038] Selon l'exemple particulier et non-limitatif de la [Fig.1], les véhicules 10, 11 et 16 circulent sur une voie de circulation centrale, l'un derrière l'autre. Sur la voie adjacente à la voie centrale, à droite de cette dernière, les véhicules 12 et 14 circulent l'un derrière l'autre. Enfin, sur la voie adjacente à la voie centrale, à gauche de cette dernière, les véhicules 13 et 15 circulent l'un derrière l'autre.
- [0039] Les voies de circulation correspondent par exemple aux voies d'une autoroute ou d'une route à plusieurs voies de circulation dans le même sens de circulation.
- [0040] Selon un mode particulier et non limitatif de réalisation de l'invention, les véhicules 10 à 16 forment par exemple un peloton (de l'anglais « platoon ») ou train de véhicules ou convoi routier. Un tel groupement de véhicules par peloton est permis grâce à un système autoroutier automatisé (aussi appelé route futée) qui correspond à un système de transport intelligent conçu pour permettre la circulation de véhicules sans conducteur sur des routes dédiées, ces véhicules circulant dans un mode de conduite autonome sans intervention du conducteur. Une telle formation en peloton requière un échange de données important entre les véhicules 10 à 16 pour coordonner la circulation des véhicules les uns vis-à-vis des autres.
- [0041] Les véhicules 10 à 16 sont chacun configurés pour communiquer en utilisant un mode de communication dit V2X, par exemple basé sur les standards 3GPP LTE-V ou IEEE 802.11p de ITS G5. Dans un tel mode de communication V2X, chaque véhicule embarque un nœud pour permettre une communication de véhicule à véhicule V2V (de l'anglais « vehicle-to-vehicle »), de véhicule à infrastructure V2I (de l'anglais « vehicle-to-infrastructure ») et/ou de véhicule à piéton V2P (de l'anglais « vehicle-to-pedestrian »), les piétons étant équipés de dispositifs mobiles (par exemple un téléphone intelligent (de l'anglais « Smartphone »)) configurés pour communiquer avec les véhicules.
- [0042] Selon un premier mode de réalisation, les véhicules 10 à 16 sont reliés en communication sans fil avec une ou plusieurs stations de base ou une ou plusieurs unités bord de route (UBR) via une liaison sans fil. Dans la suite de la description il sera fait

référence à une station de base 110 au sens d'un dispositif de communication centralisée incluant tout type de dispositif, par exemple une UBR, un serveur distant dans le « cloud » (ou « nuage » en français).

- [0043] Selon ce premier mode de réalisation, les véhicules 10 à 16 communiquent par exemple des données avec la station de base 110 par l'intermédiaire d'un réseau cellulaire de type LTE 4G ou 5G.
- [0044] Selon ce premier mode de réalisation, chaque véhicule 10 à 16 transmet à destination de la station de base 110 des données représentatives de détection d'au moins un autre véhicule de l'ensemble de véhicules, les données étant obtenues d'au moins un radar du système de radars de chaque véhicule. Le contrôle des paramètres d'un réseau de communication formés d'un ensemble de nœuds de communication chacun correspondant à un véhicule 10 à 16 est assuré ou mis en œuvre par la station de base 110, comme cela sera expliqué avec plus de détails ci-après en référence à un processus de contrôle d'un réseau de communication. Selon ce premier mode de réalisation, la gestion ou le contrôle des paramètres est centralisée.
- [0045] Selon ce premier mode de réalisation, les véhicules 10 à 16 et la station de base forment un réseau de communication centralisé pour la gestion ou le contrôle des paramètres de topologie du réseau formé par les véhicules 10 à 16. Concernant la transmission des données utiles (de l'anglais « payload ») d'un véhicule à un autre, le réseau de communication formé de l'ensemble des véhicules 10 à 16 fonctionne comme réseau sans fil ad hoc (aussi appelé WANET (de l'anglais « Wireless Ad Hoc Network ») ou MANET (de l'anglais « Mobile Ad Hoc Network »)). Dans un tel réseau, les données utiles sont retransmises d'un véhicule à un autre, de l'émetteur vers le destinataire, en fonction de la connectivité du réseau et de l'algorithme de routage mis en œuvre. Le réseau sans fil ad hoc correspond avantageusement à un réseau véhiculaire ad hoc (ou VANET, de l'anglais « Vehicular Ad hoc NETWORK ») ou à un réseau véhiculaire ad hoc intelligent (ou InVANET, de l'anglais « Intelligent Vehicular Ad hoc NETWORK »). Dans un tel réseau, 2 véhicules ou plus embarquant chacun un nœud du réseau peuvent communiquer entre eux dans le cadre d'une communication véhicule à véhicule V2V (de l'anglais « vehicle-to-vehicle »).
- [0046] Selon un deuxième mode de réalisation, les véhicules 10 à 16 ne sont pas reliés à une station de base, le contrôle des paramètres du réseau de communication formés des véhicules 10 à 16 étant assuré ou mis en œuvre par chacun des véhicules 10 à 16, comme cela sera expliqué avec plus de détails ci-après en référence à un processus de contrôle d'un réseau de communication. Selon ce deuxième mode de réalisation, la gestion ou le contrôle des paramètres est décentralisée.
- [0047] Selon ce deuxième mode de réalisation, les véhicules 10 à 16 forment par exemple un réseau sans fil ad hoc (aussi appelé WANET (de l'anglais « Wireless Ad Hoc

Network ») ou MANET (de l'anglais « Mobile Ad Hoc Network »)), c'est-à-dire un réseau sans fil décentralisé. Contrairement à un réseau centralisé qui s'appuie sur une infrastructure existante comprenant par exemple des routeurs ou des points d'accès reliés entre eux par une infrastructure filaire ou sans-fil, le réseau sans fil ad hoc est constitué de nœuds qui participent chacun au routage des données en retransmettant les données d'un nœud à l'autre, de l'émetteur vers le destinataire, en fonction de la connectivité du réseau et de l'algorithme de routage mis en œuvre. Le réseau sans fil ad hoc correspond avantageusement à un réseau véhiculaire ad hoc (ou VANET, de l'anglais « Vehicular Ad hoc NETWORK ») ou à un réseau véhiculaire ad hoc intelligent (ou InVANET, de l'anglais « Intelligent Vehicular Ad hoc NETWORK »). Dans un tel réseau, 2 véhicules ou plus embarquant chacun un nœud du réseau peuvent communiquer entre eux dans le cadre d'une communication véhicule à véhicule V2V (de l'anglais « vehicle-to-vehicle »).

[0048] Chaque véhicule 10 à 16 est avantageusement équipé d'un système de radars à ondes millimétriques. Le système comprend un ou plusieurs radars, par exemple 1, 2, 4, 6, 8, 10 radars répartis sur chacun des véhicules 10 à 16 pour détecter les objets dans l'environnement autour de chacun de ces véhicules 10 à 16. Chaque radar est adapté pour émettre des ondes électromagnétiques et pour recevoir les échos de ces ondes renvoyées par un ou plusieurs objets, dans le but de détecter des obstacles et leurs distances vis-à-vis de chacun de ces véhicules 10 à 16 par exemple. Chaque radar, ou au moins une partie de la pluralité de radars, est en outre adapté pour émettre et recevoir des ondes électromagnétiques pour communiquer avec une autre entité, par exemple un ou plusieurs des véhicules 10 à 16.

[0049] Un radar capable à la fois de détecter des objets et de permettre une communication radio avec une autre entité est par exemple décrit dans le document WO2012/037680 A1, publié le 29 mars 2012. Un tel radar comprend par exemple 2 modulateurs, 1 premier modulateur pour la génération d'ondes pour détecter des objets et un deuxième modulateur pour la génération d'ondes ayant des caractéristiques appropriées pour transporter des données de communication. Selon un autre exemple, chaque radar ne comprend qu'un seul modulateur et offre la double fonctionnalité détection d'objet / communication en implémentant une technique d'étalement de spectre, par exemple l'étalement de spectre à séquence directe (ou DSSS en anglais, pour « Direct-Sequence Spread Spectrum »), l'étalement de spectre par saut de fréquence (ou FHSS en anglais, pour « Frequency-Hopping Spread Spectrum ») ou encore le CDMA (de l'anglais « Code Division Multiple Access » ou en français « Accès multiple par répartition en code »). Selon encore un autre exemple, la double fonctionnalité détection d'objet / communication est mise en œuvre par l'utilisation de la technique de l'OFDM (de l'anglais « Orthogonal Frequency-Division Multiplexing » ou en français

« Multiplexage par répartition de fréquences orthogonales »).

- [0050] Les radars du système de radar de chacun des véhicules 10 à 16 sont par exemple utilisés dans le cadre d'un système d'aide à la conduite automobile (ADAS en anglais, pour « Advanced driver-assistance system »). Une partie des radars est par exemple utilisée pour la détection d'objets (autres véhicules, obstacles, piétons par exemple) et une autre partie des radars pour la détection d'angle mort. La ou les fonctions ADAS utilisant les données obtenues des radars correspondent par exemple à une ou plusieurs des fonctions suivantes :
- [0051] - détection d'objets ;
 - [0052] - détection de véhicule dans un angle mort ;
 - [0053] - aide au stationnement ;
 - [0054] - anticollision ;
 - [0055] - régulation de vitesse adaptative.
- [0056] Ces fonctions ADAS sont par exemple mises en œuvre par un ou plusieurs calculateurs dédiés. Les données obtenues des radars sur la base des ondes générées par les radars sont par exemple transmises à ce ou ces calculateurs (via un ou plusieurs bus de données par exemple) pour mise en œuvre des fonctions ADAS.
- [0057] Chaque radar fonctionne par exemple dans la bande de fréquences autour des 77 GHz, par exemple dans la bande des 76-81 GHz, selon le standard EN 302 264.
- [0058] Un processus de contrôle d'un réseau de communication formé de l'ensemble de véhicules 10 à 16 est avantageusement mis en œuvre par l'ensemble de véhicules 10 à 16, avec ou sans la station de base 110 selon le mode de réalisation mis en œuvre. Selon le premier mode de réalisation, la station de base met en œuvre une partie des opérations décrites ci-dessous alors que selon le deuxième mode de mise en œuvre, l'ensemble des opérations décrites ci-dessous sont mises en œuvre par les véhicules 10 à 16, c'est-à-dire par un ou plusieurs processeurs d'un ordinateur ou une combinaison de calculateurs du système embarqué de chacun des véhicules 10 à 16, par exemple par le ou les calculateurs en charge de contrôler le système radar et/ou une unité de contrôle télématique, dite TCU (de l'anglais « Telematic Control Unit »).
- [0059] Dans une première opération, des données représentatives de détection d'au moins un autre véhicule de l'ensemble de véhicules sont obtenues pour chaque véhicule 10 à 16, de telles données étant obtenues d'au moins un radar du système de radars de chaque véhicule 10 à 16.
- [0060] Par exemple, le véhicule 10 détecte les véhicules 11, 12 et 13 à partir d'un ou plusieurs de ses radars ; le véhicule 12 détecte les véhicules 11, 14, 16 à partir d'un ou plusieurs de ses radars ; le véhicule 13 détecte les véhicules 11 et 15 à partir d'un ou plusieurs de ses radars ; ou encore le véhicule 11 détecte les véhicules 14, 15 et 16 à partir d'un ou plusieurs de ses radars.

- [0061] La détection d'objet (par exemple un véhicule) par un radar est basée sur l'effet Doppler. A cet effet, des ondes électromagnétiques sont émises par le radar, ces ondes étant par exemple entretenues avec modulation linéaire en fréquence (FMCW ou LMCW, de l'anglais « Frequency Modulated Continuous Wave » ou « Linear Modulated Continuous Wave »), comme cela est classiquement le cas pour les radars embarqués sur un véhicule. Une telle modulation permet d'obtenir des informations sur la distance et la vitesse des objets détectés. Une fois générées sur une fréquence ou plage de fréquences déterminée, les ondes sont émises pour une propagation dans l'air à une puissance et dans des conditions de rayonnement déterminées. Une fois réfléchies par le ou les objets détectés, les ondes réfléchies (écho) sont reçues par le radar pour traitement et analyse, afin d'en déduire les informations utiles (distance de l'objet détecté par rapport au radar, vitesse de l'objet détecté, azimut de l'objet détecté correspondant à l'angle d'incidence de l'onde dans un plan horizontal parallèle au plan de la chaussée obtenu par plusieurs antennes recevant les ondes réfléchies, l'azimut étant déterminé à partir des différences de phases entre les ondes réfléchies reçues).
- [0062] Les données ainsi obtenues du système de radar d'un véhicule, par exemple véhicule 10, ayant détecté un ou plusieurs autres véhicules, par exemple les véhicules 11, 12, 13 lorsqu'il s'agit du véhicule 10, permettent de déterminer une position courante de chacun de ces autres véhicules 11, 12, 13 vis-à-vis du véhicule 10 (c'est-à-dire une position relative) et une vitesse courante de chacun de ces autres véhicules 11, 12, 13 vis-à-vis du véhicule 10 (c'est-à-dire une vitesse relative). Ces données ou informations de position relative et de vitesse relative, dites respectivement premières données et deuxièmes données, évoluent ou changent en fonction du temps, en fonction de la dynamique des véhicules concernés, c'est-à-dire des véhicules 10 à 13 pour l'exemple ci-dessus.
- [0063] Les données représentatives de détection correspondent par exemple aux données brutes obtenues des radars. Selon un autre exemple, les données représentatives de détection correspondent aux données ou informations de position et/ou de vitesse déterminées à partir des données brutes obtenues des radars.
- [0064] Selon le premier mode de réalisation, chaque véhicule 10 à 16 transmet à la station de base 110 les données de position et de vitesse pour chacun des véhicules détectés par leurs systèmes de radar respectifs.
- [0065] Selon une variante, chaque véhicule 10 à 16 transmet à la station de base 110 les données brutes obtenues des radars de chacun de ces véhicules 10 à 16, la station de base 110 déterminant les données de position et de vitesse des véhicules détectés vis-à-vis du véhicule les ayant détectés.
- [0066] Selon le deuxième mode de réalisation, chaque véhicule 10 à 16 stocke dans une mémoire du véhicule les données de détection, c'est-à-dire les données de position

relative et de vitesse relative de chacun des autres véhicules détectés déterminées à partir des données brutes obtenues des radars.

- [0067] Dans une deuxième opération, un ensemble de paramètres représentatifs d'une topologie du réseau de communication formé par les véhicules 10 à 16 sont déterminés à partir des données de détection obtenues ou reçues à la première opération.
- [0068] Cet ensemble de paramètres est déterminé par la station de base 110 selon le premier mode de réalisation. Selon le deuxième mode de réalisation, chaque véhicule 10 à 16 détermine une partie de l'ensemble de paramètres à partir des données de détection que ce véhicule a obtenu.
- [0069] La topologie (c'est-à-dire la structure) du réseau de communication formé par les véhicules 10 à 16 correspond à une topologie maillée en mode point à point reliant au moins une partie des véhicules de l'ensemble. Une telle topologie correspond par exemple à un réseau de communication de type ad hoc, par exemple un réseau véhiculaire ad hoc (ou VANET, de l'anglais « Vehicular Ad hoc NETwork ») ou à un réseau véhiculaire ad hoc intelligent (ou InVANET, de l'anglais « Intelligent Vehicular Ad hoc NETwork ») pour lequel 2 véhicules communiquent entre eux dans le cadre d'une communication véhicule à véhicule V2V (de l'anglais « vehicle-to-vehicle »).
- [0070] Les paramètres déterminés correspondent par exemple, pour chaque véhicule, à des valeurs de phases (et optionnellement d'amplitude en plus de la phase) pour chaque antenne (ou chaque groupe d'antennes) de la pluralité d'antennes du ou des radars de chaque véhicule.
- [0071] Les paramètres d'antennes sont déterminés de manière à générer, pour chaque véhicule d'au moins une partie des véhicules 10 à 16, un ou plusieurs faisceaux de communication par la méthode dite de filtrage spatial (de l'anglais « beamforming »), chaque faisceau de communication de l'ensemble ayant pour origine un radar du véhicule et couvrant spatialement un unique autre véhicule détecté par ce radar, chaque faisceau de communication étant adaptée pour une communication de données selon un mode de communication de type véhicule à véhicule, dit V2V.
- [0072] Un tel filtrage spatial est connu de l'homme du métier et réalisé en combinant les éléments d'un réseau d'antennes à commande de phase (de l'anglais « phased array antenna ») de telle façon que dans des directions particulières, les signaux interfèrent de façon constructive tandis que dans d'autres directions les interférences soient destructives.
- [0073] Les paramètres de phases (et optionnellement d'amplitude) à appliquer aux antennes du radar d'un véhicule ayant détecté d'autres véhicules sont déterminés à partir des données de détection (c'est-à-dire la position et la vitesse d'un ou plusieurs véhicules détectés par rapport au véhicule embarquant le radar ayant détecté ce ou ces véhicules).
- [0074] Selon l'exemple particulier de la [Fig.1], 3 faisceaux de communication ayant pour

origine le véhicule 10 sont générés : un premier faisceau 101 pour l'établissement d'une communication V2V entre le véhicule 10 et le véhicule 11, ce premier faisceau 101 ne couvrant spatialement que le véhicule 11 ; un deuxième faisceau 102 pour l'établissement d'une communication V2V entre le véhicule 10 et le véhicule 12, ce deuxième faisceau 102 ne couvrant spatialement que le véhicule 12 ; et un troisième faisceau 103 pour l'établissement d'une communication V2V entre le véhicule 10 et le véhicule 13, ce deuxième faisceau 102 ne couvrant spatialement que le véhicule 13.

[0075] Chacun de ces faisceaux correspond à un segment ou une liaison de la topologie du réseau de communication formé par les véhicules 10 à 16.

[0076] Un faisceau de communication (ou segment) est par exemple généré lorsque la position relative d'un véhicule détecté, par exemple le véhicule 11, par rapport au véhicule embarquant le radar, par exemple le véhicule 10, est dans un rayon inférieur à un seuil du véhicule (c'est-à-dire que le véhicule 11 est à une distance inférieure à un seuil du véhicule 10). Selon une variante, la génération du faisceau de communication est décidée si, en outre, la vitesse relative du véhicule détecté, par exemple le véhicule 11, par rapport au véhicule embarquant le radar, par exemple le véhicule 10, est inférieure à un seuil.

[0077] La prise en compte de la position relative et/ou de la vitesse relative pour la génération ou non d'un faisceau de communication (ou d'un segment du réseau) permet de ne générer une liaison sans fil entre 2 véhicules que si ces 2 véhicules ne sont pas trop éloignés (par exemple à une distance inférieure à 20, 30 ou 50 m) et/ou que si ces 2 véhicules se déplacent à une même vitesse, ou avec une différence de vitesse faible (par exemple inférieure à 2, 3, 5 km/h). Cela permet de ne générer que des liaisons stables dans le temps et robustes.

[0078] Selon une variante optionnelle de réalisation, un autre critère est pris en compte pour la génération ou non d'un faisceau de communication, en plus de la position et de la vitesse. Cet autre critère correspond par exemple au rapport signal sur bruit, noté SNR (de l'anglais « Signal-to-Noise Ratio ») mesuré lors de l'émission des signaux de détection par le ou les radars d'un véhicule. Ce critère est notamment utilisé dans le second mode de réalisation.

[0079] Concernant le véhicule 12 qui a détecté les véhicules 11 et 14, seule la liaison sans fil (ou le faisceau de communication) 121 avec le véhicule 14 est générée. La distance entre le véhicule 12 et le véhicule 11 est par exemple trop élevée pour assurer une liaison suffisamment robuste entre les deux véhicules.

[0080] Pour le véhicule 12, un seul véhicule 14 est sélectionné parmi l'ensemble de véhicules détectés 11, 14, 16 pour l'établissement d'une liaison sans fil 121.

[0081] De la même manière, seule une liaison (ou faisceau de communication) 111 est générée entre le véhicule 11 et le véhicule 16 et seule une liaison (ou faisceau de com-

munication) 131 est générée entre le véhicule 13 et le véhicule 15.

- [0082] Pour le véhicule 13, un seul véhicule 15 est sélectionné parmi l'ensemble de véhicules détectés 11 et 15 pour l'établissement d'une liaison sans fil 131.
- [0083] La détermination des paramètres représentatifs de la topologie du réseau au niveau de l'ensemble des véhicules 10 à 16 permet de créer un réseau de communication de type P2P (du français « pair-à-pair » ou en anglais « peer-to-peer ») où 2 véhicules peuvent communiquer l'un avec l'autre selon le mode de communication V2V.
- [0084] La communication de données utiles entre 2 véhicules reliés par une telle liaison sans fil ou un tel faisceau de communication est avantageusement mise en œuvre entre deux radars embarqués sur ces véhicules (un radar émetteur sur un premier véhicule et un radar récepteur sur un deuxième véhicule), ce qui permet de bénéficier des avantages de la bande de fréquence allouée aux radars (comprise entre 76 et 81 GHz) qui est bien supérieure à la bande de fréquence allouée aux communications V2X s'appuyant sur le standard 802.11p (qui correspond à la bande des 5.9 GHz). Cela permet d'avoir un débit de communication bien supérieure à celui permis par le standard 802.11p.
- [0085] Lorsque les paramètres représentatifs de topologie du réseau de communication formé par les véhicules 10 à 16 sont déterminés par la station de base (selon le premier mode de réalisation), la station de base 110 transmet à l'ensemble des véhicules 10 à 16 les paramètres qui leur sont propres, via la liaison V2I. Par exemple, le véhicule 10 reçoit les paramètres à appliquer à son antenne réseau à commande de phase pour générer les 3 faisceaux 101, 102, 103, le véhicule 11 reçoit les paramètres à appliquer à son antenne réseau à commande de phase pour générer le faisceau 111, le véhicule 12 reçoit les paramètres à appliquer à son antenne réseau à commande de phase pour générer le faisceau 121 et le véhicule 13 reçoit les paramètres à appliquer à son antenne réseau à commande de phase pour générer le faisceau 131.
- [0086] Dans une troisième opération, des données sont par exemple transmises d'un véhicule à un autre selon le faisceau de communication reliant ces 2 véhicules. Cela permet aux véhicules de communiquer entre eux, en V2V, en utilisant les radars embarqués sur ces véhicules. Par exemple, le véhicule 10 transmet des données à destination du véhicule 11 via le faisceau de communication 111 (avec un radar du véhicule 10 fonctionnant comme émetteur et un radar du véhicule 11 fonctionnant comme récepteur), le véhicule 11 pouvant retransmettre ces données (avec ou sans traitement de ces données par le véhicule 11) au véhicule 16 (avec un radar du véhicule 11 fonctionnant comme émetteur et un radar du véhicule 16 fonctionnant comme récepteur).
- [0087] Les ondes électromagnétiques transmises pour le transport des données selon le mode de communication V2V sont par exemple transmises selon une des méthodes d'accès au canal suivantes :

- [0088] - OFDMA, de l'anglais « Orthogonal Frequency Division Multiple Access » ou en français « Accès multiple à répartition en fréquence orthogonale » ;
- [0089] - TDMA, de l'anglais « Time Division Multiple Access » ou en français « Accès multiple à répartition dans le temps » ;
- [0090] - CDMA, de l'anglais « Code Division Multiple Access » ou en français « Accès multiple par répartition en code ».
- [0091] Les véhicules 10 à 16 sont alors adaptés à échanger des données entre eux sans intervention de la station de base 110, quel que soit le mode de réalisation, à la manière d'un réseau maillé pair-à-pair décentralisé.
- [0092] Les paramètres représentatifs de la topologie du réseau de communication sont par exemple réévalués régulièrement, par exemple à intervalles de temps réguliers (par exemple toutes les 200, 500 ou 1000 ms) pour prendre en compte les changements de vitesse et/ou de position des véhicules les uns par rapport aux autres, la dynamique d'un ou plusieurs des véhicules 10 à 16 pouvant évoluer au cours du temps.
- [0093] Cela permet d'assurer d'avoir à tout instant une topologie robuste et fiable du réseau de communication formé par les véhicules 10 à 16.
- [0094] La [Fig.2] illustre schématiquement un dispositif 2 configuré pour contrôler un réseau de communication d'un ensemble de véhicules, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.
- [0095] Le dispositif 2 correspond par exemple à un radar embarqué sur un véhicule, par exemple sur les véhicules 10 à 16. Selon un autre mode de réalisation, le dispositif 2 correspond à un dispositif embarqué dans chaque véhicule 10 à 16, par exemple un calculateur en charge de contrôler un ou plusieurs radars du système de radars de chacun des véhicules 10 à 16. Selon encore un autre mode de réalisation, le dispositif 2 correspond à un dispositif de communication centralisé de type station de base.
- [0096] Le dispositif 2 est par exemple configuré pour la mise en œuvre des opérations décrites en regard de la [Fig.1] et/ou des étapes du procédé décrit en regard de la [Fig.3]. Les éléments du dispositif 2, individuellement ou en combinaison, peuvent être intégrés dans un unique circuit intégré, dans plusieurs circuits intégrés, et/ou dans des composants discrets. Le dispositif 2 peut être réalisé sous la forme de circuits électroniques ou de modules logiciels (ou informatiques) ou encore d'une combinaison de circuits électroniques et de modules logiciels. Selon différents modes de réalisation particuliers, le dispositif 2 est couplé en communication avec d'autres dispositifs (par exemple un ou plusieurs calculateurs de type UCE (« Unité de Commande Electronique » ou en anglais ECU « Electronic Control Unit ») du système embarqué du véhicule) ou systèmes similaires, par exemple par l'intermédiaire d'un bus de communication ou au travers de ports d'entrée / sortie dédiés.
- [0097] Le dispositif 2 comprend un (ou plusieurs) processeur(s) 20 (ou microcontrôleurs)

configurés pour exécuter des instructions pour la réalisation des étapes du procédé et/ou pour l'exécution des instructions du ou des logiciels embarqués dans le dispositif 2. Le processeur 20 peut inclure de la mémoire intégrée, une interface d'entrée/sortie, et différents circuits connus de l'homme du métier. Le dispositif 2 comprend en outre au moins une mémoire 21 correspondant par exemple une mémoire volatile et/ou non volatile et/ou comprend un dispositif de stockage mémoire qui peut comprendre de la mémoire volatile et/ou non volatile, telle que EEPROM, ROM, PROM, RAM, DRAM, SRAM, flash, disque magnétique ou optique.

- [0098] Le code informatique du ou des logiciels embarqués comprenant les instructions à charger et exécuter par le processeur est par exemple stocké sur la première mémoire 21. Les paramètres de couche physique pour la génération et l'émission des signaux électromagnétiques pour la mise en œuvre de communications V2X et/ou de détection d'objets en mode radar sont également avantageusement stockés en mémoire 21. La mémoire 21 comprend ainsi les paramètres de réception de signaux (paramètres de modulation, de codage, de récurrence de trame par exemple) et les paramètres de transmission (paramètres de modulation, de codage, de récurrence de trame par exemple).
- [0099] Selon un mode de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif 2 comprend par exemple des moyens d'émission radio 24 configurés pour l'émission d'ondes électromagnétiques et des moyens de réception radio 25 configurés pour recevoir les échos des ondes émises par les moyens d'émission radio 24 et/ou pour recevoir des ondes électromagnétiques émises par un dispositif radio distant, par exemple un radar d'un deuxième véhicule.
- [0100] Selon un mode de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif 2 comprend une interface radiofréquence RF 22, par exemple de type Bluetooth® ou Wi-Fi®, LTE (de l'anglais « Long-Term Evolution » ou en français « Evolution à long terme »), LTE-Advanced (ou en français LTE-avancé), ITS G5 basé sur IEEE 802.11p ou un réseau mobile tel qu'un réseau 4G (ou LTE Advanced selon 3GPP release 10 – version 10) ou 5G, notamment un réseau LTE-V2X, pour communiquer avec des dispositifs externes, par exemple un autre radar d'un autre véhicule ou un équipement de communication de type antenne relais ou unité bord de route (UBR).
- [0101] Selon un autre mode de réalisation particulier, le dispositif 2 comprend une interface de communication 23 qui permet d'établir une communication avec d'autres dispositifs, tels que par exemple un ou plusieurs calculateurs de type UCE ou d'autres radars du système de radars du véhicule via un canal de communication 230. L'interface de communication 23 correspond par exemple à un transmetteur configuré pour transmettre et recevoir des informations et/ou des données via le canal de communication 230. L'interface de communication 23 correspond par exemple à un réseau

filaire de type CAN (de l'anglais « Controller Area Network » ou en français « Réseau de contrôleurs ») ou CAN FD (de l'anglais « Controller Area Network Flexible Data-Rate » ou en français « Réseau de contrôleurs à débit de données flexible »).

- [0102] Selon un mode de réalisation particulier supplémentaire, le dispositif 2 peut fournir des signaux de sortie à un ou plusieurs dispositifs externes, tels qu'un écran d'affichage et/ou d'autres périphériques via respectivement des interfaces de sortie non représentées.
- [0103] La [Fig.3] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle d'un réseau de communication d'un ensemble de véhicules, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention. Le procédé est par exemple mis en œuvre par un dispositif embarqué dans chaque véhicule 10 à 16 et/ou par un dispositif de communication centralisé, par exemple le dispositif 2 de la [Fig.2].
- [0104] Dans une première étape 31, pour chaque véhicule de l'ensemble de véhicules, des données représentatives de détection d'au moins un autre véhicule de l'ensemble de véhicules sont obtenues, les données étant obtenues d'au moins un radar du système de radars de chaque véhicule.
- [0105] Dans une deuxième étape 32, un ensemble de paramètres représentatifs d'une topologie du réseau de communication est déterminé à partir des données obtenues à l'étape 31. La topologie correspond à une topologie maillée en mode pair-à-pair reliant au moins une partie des véhicules de l'ensemble, les paramètres comprenant au moins un paramètre de l'antenne réseau à commande de phase de chaque véhicule de la au moins une partie des véhicules de l'ensemble de manière à générer un ensemble de faisceaux de communication par filtrage spatial, chaque faisceau de communication de l'ensemble ayant pour origine un radar d'un véhicule de l'ensemble de véhicules et couvrant spatialement un unique autre véhicule de l'ensemble de véhicules, chaque faisceau de communication étant adaptée pour une communication de données selon un mode de communication de type véhicule à véhicule, dit V2V.
- [0106] Selon une variante, les variantes et exemples des opérations décrits en relation avec la [Fig.1] s'appliquent aux étapes du procédé de la [Fig.3].
- [0107] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits ci-avant mais s'étend à un procédé de communication dans un tel réseau de communication et au dispositif configuré pour la mise en œuvre d'un tel procédé.
- [0108] L'invention concerne également un véhicule, par exemple automobile ou plus généralement un véhicule à moteur terrestre, comprenant le dispositif 2 de la [Fig.2] lorsque ce dernier correspond à un radar ou à un calculateur.

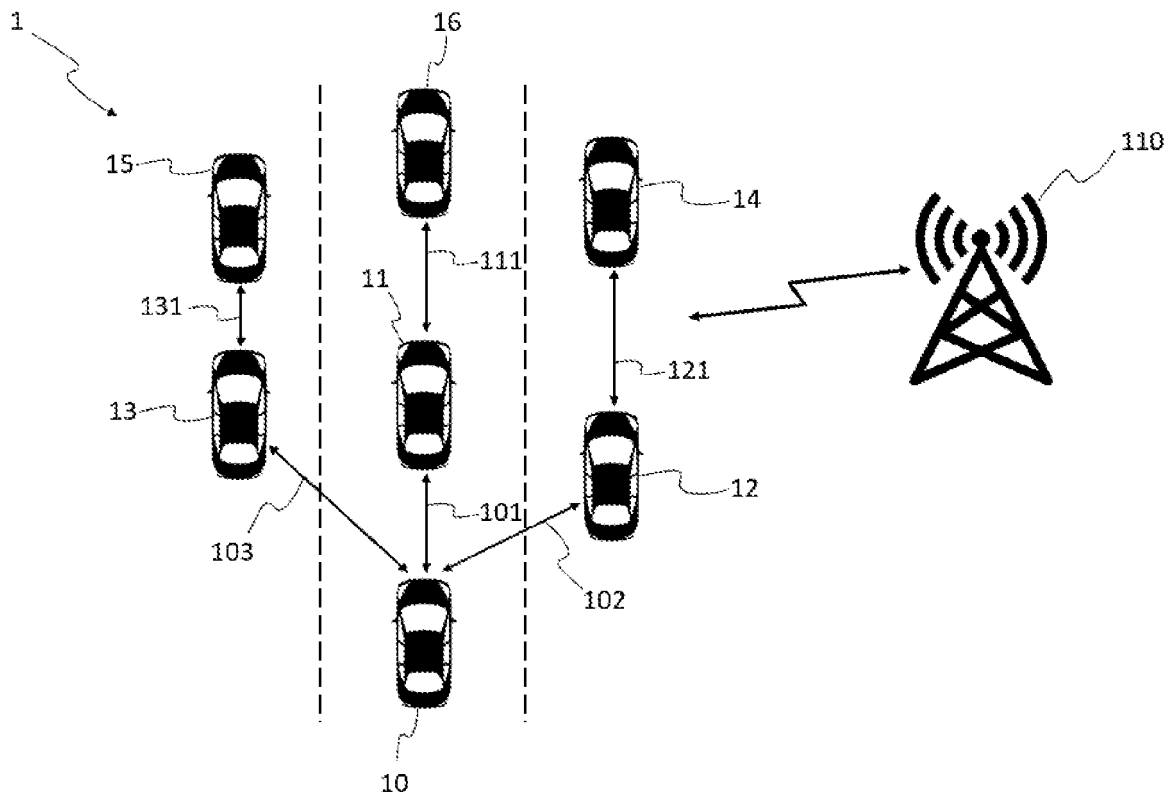
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de contrôle d'un réseau de communication (1) pour un ensemble de véhicules (10 à 16), chaque véhicule dudit ensemble de véhicules (10 à 16) embarquant un système de radars à ondes millimétriques, chaque radar dudit système de radars comprenant une antenne réseau à commande de phase, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
- obtention (31), pour chaque véhicule dudit ensemble de véhicules (10 à 16), de données représentatives de détection d'au moins un autre véhicule dudit ensemble de véhicules, lesdites données étant obtenues d'au moins un radar du système de radars dudit chaque véhicule ;
 - détermination (32) d'un ensemble de paramètres représentatifs d'une topologie dudit réseau de communication (1) à partir desdites données, ladite topologie correspondant à une topologie maillée en mode pair-à-pair reliant au moins une partie des véhicules dudit ensemble de véhicules (10 à 16), lesdits paramètres comprenant au moins un paramètre de ladite antenne réseau à commande de phase de chaque véhicule de ladite au moins une partie des véhicules dudit ensemble de véhicules (10 à 16) de manière à générer un ensemble de faisceaux de communication (101, 102, 103, 111, 121, 131) par filtrage spatial, chaque faisceau de communication dudit ensemble de faisceaux de communication (101, 102, 103, 111, 121, 131) ayant pour origine un radar d'un véhicule dudit ensemble de véhicules et couvrant spatialement un unique autre véhicule dudit ensemble de véhicules, chaque faisceau de communication étant adaptée pour une communication de données selon un mode de communication de type véhicule à véhicule, dit V2V.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, pour lequel lesdites données représentatives de détection comprennent des premières données représentatives de vitesse dudit au moins un autre véhicule par rapport audit chaque véhicule et des deuxièmes données représentatives de distance dudit au moins un autre véhicule par rapport audit chaque véhicule.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, pour lequel ledit au moins un paramètre de l'antenne réseau à commande de phase correspond à une phase et/ou à une amplitude.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, pour lequel lesdites données représentatives de détection sont reçues par une station de base (110) depuis ledit chaque véhicule selon un mode de communication de

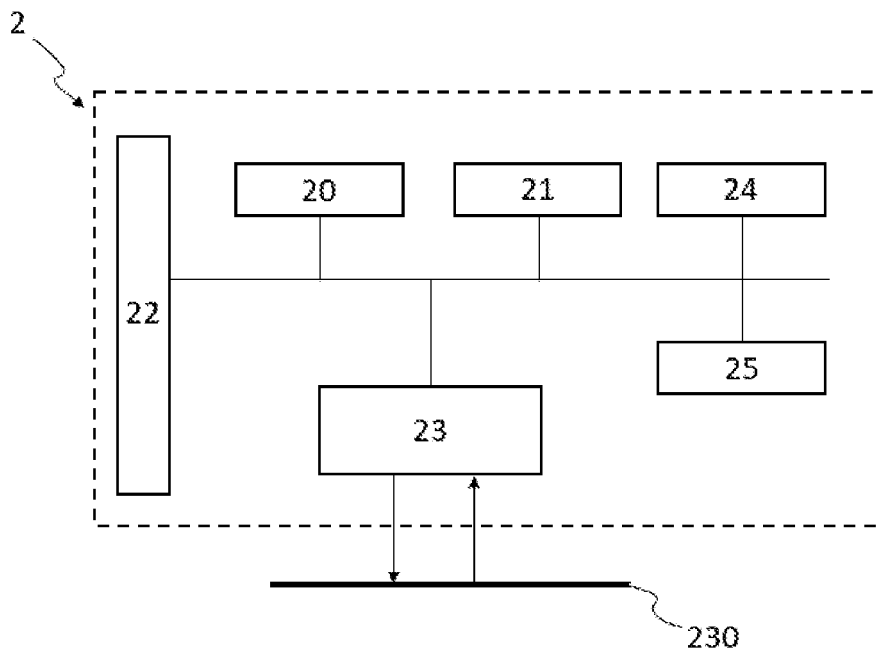
type véhicule vers infrastructure, dit V2I, ledit procédé comprenant en outre une étape de transmission, par ladite station de base (110), dudit ensemble de paramètres à destination dudit ensemble de véhicules selon ledit mode de communication V2I.

- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant en outre une étape de transmission de données via ledit chaque faisceau de communication, lesdites données étant transmises par un radar du véhicule origine dudit chaque faisceau de communication à destination dudit unique autre véhicule couvert spatialement par ledit chaque faisceau de communication selon ledit mode de communication V2V dans une bande de fréquences allouée audit radar.
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, pour lequel ladite bande de fréquences est comprise entre 76 et 81 GHz.
- [Revendication 7] Programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur.
- [Revendication 8] Dispositif (2) de contrôle d'un réseau de communication, ledit dispositif (2) comprenant une mémoire (21) associée à au moins un processeur (20) configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
- [Revendication 9] Véhicule (10) comprenant le dispositif (2) selon la revendication 8.
- [Revendication 10] Système de contrôle d'un réseau de communication (1) comprenant le dispositif (2) selon la revendication 8 relié en communication sans fil à l'ensemble de véhicules (10 à 16).

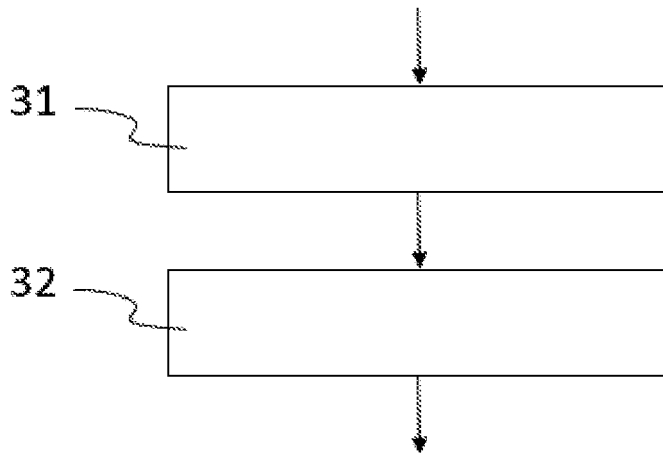
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 904018
FR 2201127

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	<p>AYDOGDU CANAN ET AL: "Distributed Radar-aided Vehicle-to-Vehicle Communication", 2020 IEEE RADAR CONFERENCE (RADARCONF20), 21 septembre 2020 (2020-09-21), pages 1-6, XP055962570, DOI: 10.1109/RadarConf2043947.2020.9266511 ISBN: 978-1-7281-8942-0 Extrait de l'Internet: URL:https://ieeexplore.ieee.org/stampPDF/g etPDF.jsp?tp=&arnumber=9266511&ref=aHR0cHM 6Ly9pZWVleHBsb3JlLml1ZlZlZWUub3JnL2RvY3VtZW50L zkyNjY1MTE=> * abrégé * * figure 1 * * page 1, alinéa 2 - colonne 2 * * alinéas [III.A], [III.C] - [III.D] * * alinéa [IV.B] * * alinéa [00VI] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10	<p>H04W4/46 H04L5/00 H04L27/32 H04W88/04 H04W4/44</p>
X	<p>JUNIL CHOI ET AL: "Millimeter-Wave Vehicular Communication to Support Massive Automotive Sensing", IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE., vol. 54, no. 12, 1 décembre 2016 (2016-12-01), pages 160-167, XP055554183, US ISSN: 0163-6804, DOI: 10.1109/MCOM.2016.1600071CM * figure 3 * * alinéa "V2X MMWAVE BEAM ALIGNMENT USING DSRC AND/OR AUTOMOTIVE SENSORS" * * alinéa "EVALUATION ON MMWAVE V2X BEAM ALIGNMENT" *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</p> <p>H04W G01S</p>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 septembre 2022		Jeampierre, Gérald	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			