(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 132 606***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 01089**

(51) Int Cl[8] : ***H 04 W 4/46*** *(2022.01), H 04 L 5/00, 27/26, H 04 W 88/04*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 08.02.22.

(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) :** POINT GUILLAUME et BENSATOR SALEH.

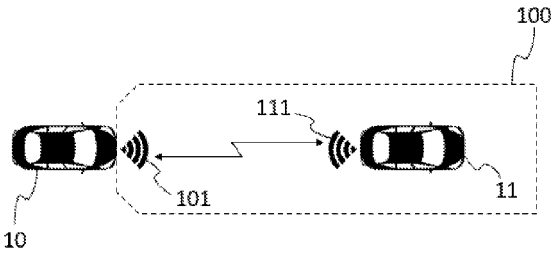
(73) **Titulaire(s) :** PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS).

(74) **Mandataire(s) :**

(54) **Procédé et dispositif de communication pour véhicule utilisant un radar à ondes millimétriques.**

(57) La présente invention concerne un procédé et un dispositif de procédé de communication pour un premier véhicule (10) embarquant un radar (101), lequel comprend une pluralité d'antennes d'émission et une pluralité d'antennes de réception. A cet effet, un premier signal transportant un premier ensemble de données utiles est émis par les antennes d'émission à destination d'un deuxième véhicule (11) en V2V. Le premier signal est modulé en OFDM. La pluralité d'antennes du radar (101) reçoit à la fois un deuxième signal correspondant à un écho du premier signal renvoyé par le deuxième véhicule (11) et un troisième signal en V2V et modulé en OFDM, lequel transporte un deuxième ensemble de données utiles. La distance entre le premier et le deuxième véhicule est déterminée à partir du premier et du deuxième signal. Le deuxième ensemble de données utiles est obtenu par traitement du troisième signal.

Figure pour l'abrégé : Figure 1



FR 3 132 606 - A1

Description

Titre de l'invention : Procédé et dispositif de communication pour véhicule utilisant un radar à ondes millimétriques

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne les procédés et dispositifs de communication pour véhicule, notamment automobile, utilisant un ou plusieurs radars à ondes millimétriques. La présente invention concerne également un procédé et un dispositif de de communication 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 de réduire la diversité de

certains composants mis en œuvre par les moyens de communication d'un véhicule.

[0007] Un autre objet de la présente invention est par exemple d'améliorer le débit maximal de communication de données dans un système de communication de type V2X.

[0008] Selon un premier aspect, la présente invention concerne un procédé de communication pour un premier véhicule, le premier véhicule embarquant un radar à ondes millimétriques, le radar comprenant un système d'antennes comprenant une pluralité d'antennes d'émission et une pluralité d'antennes de réception, le procédé comprenant les étapes suivantes :

[0009] - émission, par au moins une partie des antennes d'émission, d'un premier signal transportant un premier ensemble de données utiles à destination d'un deuxième véhicule relié en communication au premier véhicule selon un mode de communication de type véhicule vers véhicule, dit V2V, le premier signal étant modulé selon un multiplexage par répartition orthogonale de fréquence, dit OFDM ;

[0010] - réception, par la pluralité d'antennes de réception, d'un deuxième signal correspondant à un écho du premier signal renvoyé par le deuxième véhicule et d'un troisième signal modulé selon l'OFDM, le troisième signal transportant un deuxième ensemble de données utiles et étant reçu selon le mode de communication V2V ;

[0011] - détermination d'informations représentatives de distance entre le premier véhicule et le deuxième véhicule à partir du premier signal et du deuxième signal ; et

[0012] - détermination du deuxième ensemble de données utiles par traitement du troisième signal.

[0013] L'invention permet d'utiliser un même système d'antennes, notamment en réception, pour la détection d'objet (par exemple un véhicule) et pour la réception de données utiles transmises selon un mode de communication véhicule à véhicule, dit V2V. Ainsi, les ressources sont mutualisées pour assurer les deux fonctions.

[0014] 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 par des communications V2X ou V2V de type ITS-G5 ou DSRC, grâce à la bande de fréquence utilisée par les radars et grâce au dimensionnement de la chaîne radiofréquence des radars, nativement large bande.

[0015] Selon une variante, le procédé comprend en outre une identification du deuxième signal parmi un ensemble de signaux reçus à partir de caractéristiques du premier signal.

[0016] Selon une variante additionnelle, le premier signal est émis dans une bande de fréquences comprise entre 76 et 81 GHz et le troisième signal est reçu dans ladite

bande de fréquences.

[0017] Selon une autre variante, les antennes d'émission forment une antenne réseau à commande de phase.

[0018] Selon une variante supplémentaire, le signal est émis via un faisceau de communication généré par filtrage spatial, le faisceau de communication ayant pour origine l'antenne réseau à commande de phase et couvrant spatialement le deuxième véhicule.

[0019] Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un dispositif de communication pour véhicule, le dispositif comprenant une mémoire associée à un processeur et un système d'antennes comprenant une pluralité d'antennes d'émission et une pluralité d'antennes de réception configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé selon le premier aspect de la présente invention.

[0020] Selon un troisième 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.

[0021] Selon un quatrième 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.

[0022] 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.

[0023] Selon un cinquième 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.

[0024] 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.

[0025] 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 autodirigé ou par d'autres moyens. Le programme d'ordinateur selon la présente invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.

[0026] 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

[0027] 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 :

[0028] [Fig.1] illustre schématiquement deux véhicules reliés en communication sans fil, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;

[0029] [Fig.2] illustre schématiquement un dispositif de communication pour un véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;

[0030] [Fig.3] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de communication pour un véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

Description des exemples de réalisation

[0031] Un procédé et un dispositif de communication pour un véhicule embarquant un radar 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.

[0032] Selon un exemple particulier et non limitatif de réalisation de la présente invention, un procédé de communication pour un premier véhicule embarquant un ou plusieurs radars à ondes millimétriques, lequel radar comprend un système d'antennes comprenant une pluralité d'antennes d'émission et une pluralité d'antennes de réception, comprend l'émission, par au moins une partie des antennes d'émission, d'un premier signal transportant un premier ensemble de données utiles (de l'anglais « payload data ») à destination d'un deuxième véhicule relié en communication au premier véhicule selon un mode de communication de type véhicule vers véhicule, dit V2V (de l'anglais « Vehicle-to-Vehicle »). Le premier signal est avantageusement modulé selon une technique dite de multiplexage par répartition orthogonale de fréquence, notée OFDM (de l'anglais « Orthogonal Frequency-Division Multiplexing »). La pluralité d'antennes du radar reçoit à la fois un deuxième signal correspondant à un écho du premier signal renvoyé par le deuxième véhicule et un troisième signal modulé selon la technique de l'OFDM, le troisième signal transportant un deuxième ensemble de données utiles et étant reçu selon le mode de communication V2V. Des informations représentatives de distance entre le premier véhicule et le deuxième véhicule sont déterminées à partir du premier signal et du deuxième signal. Le deuxième ensemble de données utiles est obtenu ou déterminé par traitement du troisième signal.

[0033] Selon l'invention, un même système d'antenne d'un radar est utilisé à la fois pour la transmission de données utiles à destination d'un deuxième véhicule, pour la réception de données utiles (du deuxième véhicule ou d'un autre véhicule) ainsi que pour la détection du deuxième véhicule.

[0034] Le système d'antennes formés par les antennes d'émission correspond par exemple à un système de type antenne réseau à commande de phase (de l'anglais « phased array antenna »). Un radar à antenne réseau à commande de phase 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.

[0035] Un tel système d'antennes permet la génération de faisceau de communication par filtrage spatial (de l'anglais « beamforming ») en assignant à chaque antenne (ou groupe d'antennes) du radar une phase (et optionnellement une amplitude) déterminée.

[0036] La [Fig.1] illustre schématiquement un premier véhicule 10 relié en communication avec un deuxième véhicule 11 via une liaison sans fil, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

[0037] La [Fig.1] illustre un premier véhicule 10 et un deuxième véhicule 11 correspondant chacun à un véhicule automobile. Selon d'autres exemples, le premier véhicule 10 et/ou le deuxième véhicule 11 correspondent à un car, un bus, un camion, un véhicule utilitaire ou une motocyclette, c'est-à-dire à un véhicule de type véhicule terrestre motorisé.

[0038] Le premier véhicule 10 et le deuxième véhicule 11 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. Plus particulièrement, chaque véhicule 10, 11 embarque un nœud pour permettre une communication de véhicule à véhicule V2V (de l'anglais « vehicle-to-vehicle »). Selon l'invention, une telle communication de données de type V2V est mise en œuvre par un ou plusieurs radars à ondes millimétriques équipant le premier véhicule 10 et le deuxième véhicule 11.

[0039] Le premier véhicule 10 et le deuxième véhicule 11 sont chacun avantageusement équipés d'un système de radars à ondes millimétriques. Le système comprend un ou plusieurs radars, par exemple 1, 2, 4, 6, 8, 10 radars 101, 111 répartis sur chacun des véhicules 10 et 11 pour détecter les objets dans l'environnement autour de chacun de ces véhicules 10 et 11. Pour des raisons de clarté, un seul radar 101 est illustré pour le premier véhicule 10 et un seul radar 111 est illustré pour le deuxième véhicule 11. 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 et 11 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 et 11. Selon l'invention, une même onde électromagnétique est utilisée pour la détection d'un objet, par exemple un véhicule, et pour le transport de données à destination de ce véhicule.

[0040] 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.

[0041] La [Fig.2] illustre un exemple de radar 2 selon un mode de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention pour la mise en œuvre des fonctions de détection d'objet et de communication de données. Le radar décrit en regard de la [Fig.2] ne comprend qu'un seul modulateur et offre la double fonctionnalité détection d'objet / communication en implémentant la technique de l'OFDM (de l'anglais « Orthogonal Frequency-Division Multiplexing » ou en français « Multiplexage par répartition de fréquences orthogonales »).

[0042] 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.

[0043] Le dispositif 2 comprend un (ou plusieurs) processeur(s) 201 (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 201 correspond par exemple à un DSP (de l'anglais « Digital Signal Processor » ou en français « processeur de signal numérique »).

[0044] Le processeur 201 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 correspondant par exemple à 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.

[0045] Le code informatique du ou des logiciels embarqués comprenant les instructions à charger et exécuter par le processeur est par exemple stocké sur la mémoire. 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 dans la mémoire. La mémoire 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).

[0046] Le dispositif 2 comprend un convertisseur analogique / numérique pour convertir les signaux numériques générés par le processeur 201 en signaux analogiques pour l'émission via les antennes d'émission 220, 221, 222.

[0047] Le dispositif 2 comprend en outre un modulateur 204 pour moduler le signal analogique reçu du convertisseur numérique / analogique 202. Un tel modulateur 204 correspond par exemple à un modulateur OFDM.

[0048] Le dispositif 2 comprend un ou plusieurs déphaseurs 207, 208, 209 reliés en entrée au modulateur 204 et en sortie à un ensemble d'amplificateurs 210, 211, 212. Un déphaseur est par exemple couplé à un amplificateur pour chaque antenne d'émission 220, 221 et 222.

[0049] Côté réception, le dispositif 2 comprend une pluralité d'antennes de réception 230, 231, 232, 233. Chaque antenne de réception 230 à 233 est par exemple relié à un amplificateur faible bruit 213, 214, 215 et 216, dit LNA (de l'anglais « Low Noise Amplificator »), selon un exemple particulier de réalisation.

[0050] Les signaux analogiques reçus amplifiés sont transmis à un démodulateur 206 pour démodulation, le démodulateur 206 étant par exemple de type OFDM.

[0051] Le modulateur 204 et le démodulateur 206 sont par exemple reliés à un oscillateur 205.

[0052] Le dispositif 2 comprend en outre un convertisseur analogique / numérique 203 pour convertir les signaux analogiques reçus du démodulateur 206, le convertisseur analogique /numérique 203 étant relié au processeur 201 pour transmission des données représentatives des signaux reçus après démodulation et convertissement au format numérique.

[0053] Le nombre d'antennes d'émission 220 à 222 et le nombre d'antennes de réception 230 à 233 comprises dans le dispositif 2 ne sont pas limitées à respectivement 3 et 4 antennes mais s'étend à tout nombre, par exemple 8, 12 ou 16 antennes d'émission et

24 ou 48 antennes de réceptions.

[0054] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif 2 comprend une interface de communication (non représentée sur la [Fig.2]) 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. L'interface de communication correspond par exemple à un transmetteur configuré pour transmettre et recevoir des informations et/ou des données via le canal de communication. L'interface de communication 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 »).

[0055] Le ou les radars 101, 111 équipant le premier véhicule 10 et le deuxième véhicule 11 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 :

[0056] - détection d'objets ;

[0057] - détection de véhicule dans un angle mort ;

[0058] - aide au stationnement ;

[0059] - anticollision ;

[0060] - régulation de vitesse adaptative.

[0061] 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.

[0062] Chaque radar 101, 111 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.

[0063] Un processus de communication entre le premier véhicule 10 et le deuxième véhicule 11 est avantageusement mis en œuvre par le premier véhicule 10, c'est-à-dire par un ou plusieurs processeurs d'un dispositif de communication, par exemple un radar à ondes millimétriques tel que le radar 2 illustré sur la [Fig.2].

[0064] Dans une première opération, une ou plusieurs des antennes d'émission 220 à 222, par exemple l'ensemble des antennes 220 à 222, transmettent un premier signal transportant un premier ensemble de données utiles à destination du deuxième véhicule 11 selon un mode de communication de type véhicule vers véhicule, dit V2V, le premier signal étant modulé selon un multiplexage par répartition orthogonale de

fréquence, dit OFDM.

[0065] Selon une variante, le premier signal transporte également des données d'en-tête (de l'anglais « header ») et/ou des métadonnées accompagnant les données utiles destinées au deuxième véhicule 11.

[0066] Dans une deuxième opération, tout ou partie des antennes de réception 230 à 233, par exemple l'ensemble des antennes 230 à 233, reçoivent un deuxième signal qui correspond à l'écho du premier signal renvoyé par le deuxième véhicule 11.

[0067] Dans cette deuxième opération, un troisième signal modulé selon la technique de l'OFDM est également reçu par ce même bloc d'antennes de réception 230 à 233, le troisième signal transportant un deuxième ensemble de données utiles et étant reçu selon le mode de communication V2V. Ce troisième signal est par exemple émis par le deuxième véhicule 11 via un ou plusieurs radars 111 de son système de radars, les deuxièmes données étant destinées au premier véhicule 10.

[0068] Le deuxième signal est identifié par le processeur 201 parmi l'ensemble des signaux reçus par les antennes de réception 230 à 233 à partir de caractéristiques du premier signal généré par ce même processeur 201, ces caractéristiques étant ainsi connues du processeur 201, par exemple stockées dans une mémoire accessible par le processeur 201.

[0069] Les caractéristiques du premier signal permettant d'identifier le deuxième comme correspondant à l'écho du premier signal correspondent par exemple à des paramètres de modulation et/ou à des données déterminées transportées par le premier signal. Les données déterminées correspondent par exemple aux données utiles et/ou à des métadonnées et/ou à des données d'identification par exemple comprise dans un ou plusieurs en-têtes associés aux données utiles.

[0070] Selon une variante de réalisation, le troisième signal est émis par un troisième véhicule différent du deuxième véhicule non représenté sur la [Fig.1]) via un ou plusieurs de ses radars.

[0071] Dans une troisième opération, des informations représentatives de distance entre le premier véhicule 10 et le deuxième véhicule 11 sont déterminées à partir du premier signal et du deuxième signal.

[0072] De telles informations correspondent aux données de détection d'objet obtenues des radars d'un véhicule, par exemple du premier véhicule 10. 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 une modulation de type OFDM au sens de la présente invention. La comparaison du premier signal émis et du deuxième signal reçus (correspondant à l'écho du premier signal par le deuxième véhicule 11) 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 détectées, 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).

[0073] Les données ainsi obtenues du système de radar d'un véhicule, par exemple le premier véhicule 10, ayant détecté un ou plusieurs autres véhicules, par exemple le deuxième véhicule 11, permettent de déterminer une position courante du deuxième véhicule 11 vis-à-vis du premier véhicule 10 (c'est-à-dire une position relative) et une vitesse courante du deuxième véhicule 11 vis-à-vis du premier véhicule 10 (c'est-à-dire une vitesse relative). Ces données ou informations de position relative et de vitesse relative évoluent ou changent en fonction du temps, en fonction de la dynamique des véhicules concernés, c'est-à-dire du premier véhicule 10 et du deuxième véhicule 11 selon l'exemple particulier de la [Fig.1].

[0074] Dans une quatrième opération, le deuxième ensemble de données transportées par le troisième signal reçu par les antennes de réception 230 à 233 sont déterminées, par exemple décodées ou interprétées par le processeur 201.

[0075] Ainsi, selon l'invention, un même dispositif 2 (correspondant à un radar) est configuré pour émettre un ou plusieurs premiers signaux transportant des données utiles à destination d'un ou plusieurs destinataires tels que le deuxième véhicule 11. Les premiers signaux sont également utilisés pour la détection d'objet, par exemple la détection d'autres véhicules, à partir de l'écho de ces premiers signaux générés lorsque les premiers signaux atteignent les objets à détecter.

[0076] Un même ensemble d'antennes de réception 230 à 233 et des mêmes moyens de réception 201, 203, 206 sont configurés et utilisés pour d'une part recevoir et interpréter les échos des premiers signaux et d'autre part recevoir et extraire des données utiles émises par d'autres véhicules à destination du premier véhicule 10 embarquant le dispositif 2.

[0077] Un même dispositif est ainsi configuré pour mettre en œuvre la détection d'objet et la communication de données avec un ou plusieurs dispositifs similaires embarqués sur un ou plusieurs autres véhicules avec lesquels le premier véhicule 10 a besoin de communiquer.

[0078] Les déphaseurs 207 à 209 chacun associés avec les antennes d'émission 220 à 222 permettent la génération d'un ou plusieurs faisceaux de communication via la technique dite de filtrage spatial (de l'anglais « beamforming »). Selon cette technique,

des paramètres déterminés correspondant par exemple à des valeurs de phases particulières (et optionnellement d'amplitude en plus de la phase) à appliquer à chaque antenne 220 à 222 (ou chaque groupe d'antennes) pour obtenir le diagramme de rayonnement souhaité et ainsi le ou les faisceaux de communication.

[0079] 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.

[0080] Selon l'exemple particulier de la [Fig.1], un faisceau de communication 100 est généré, lequel couvre spatialement le deuxième véhicule 11, et par exemple uniquement ce deuxième véhicule 11 parmi un ensemble de véhicules avec lesquels le premier véhicule 10 communique des données en V2V. Une telle technique permet d'obtenir un faisceau de communication plus directif que celui obtenu par les antennes d'émission dans un mode dit de diffusion (de l'anglais « broadcast »).

[0081] La [Fig.3] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de communication mis en œuvre par un premier véhicule embarquant un radar à ondes millimétriques, lequel radar comprend un système d'antennes comprenant une pluralité d'antennes d'émission et une pluralité d'antennes de réception, 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 le premier véhicule 10, par exemple le dispositif 2 de la [Fig.2].

[0082] Dans une première étape 31, un premier signal transportant un premier ensemble de données utiles est émis, par au moins une partie des antennes d'émission, à destination d'un deuxième véhicule relié en communication au premier véhicule selon un mode de communication de type véhicule vers véhicule, dit V2V, le premier signal étant modulé selon un multiplexage par répartition orthogonale de fréquence, dit OFDM.

[0083] Dans une deuxième étape 32, un deuxième signal correspondant à un écho du premier signal renvoyé par le deuxième véhicule et un troisième signal modulé selon l'OFDM sont reçus par la pluralité d'antennes de réception. Le troisième signal transporte un deuxième ensemble de données utiles, le troisième signal étant reçu selon le mode de communication V2V.

[0084] Dans une troisième étape 33, des informations représentatives de distance entre le premier véhicule et le deuxième véhicule sont déterminées à partir du premier signal et du deuxième signal.

[0085] Dans une quatrième étape 34, le deuxième ensemble de données utiles est déterminé par traitement du troisième signal.

[0086] 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].

[0087] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits ci-avant mais s'étend à un procédé de contrôle d'un système de radars utilisé pour la détection d'objets et pour des communications, par exemple de type V2X, et embarqué sur un véhicule, et au dispositif configuré pour la mise en œuvre d'un tel procédé.

[0088] 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].

Revendications

[Revendication 1] Procédé de communication pour un premier véhicule (10), ledit premier véhicule (10) embarquant un radar à ondes millimétriques (101), ledit radar (101) comprenant un système d'antennes comprenant une pluralité d'antennes d'émission (220 à 222) et une pluralité d'antennes de réception (230 à 233), ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
- émission (31), par au moins une partie desdites antennes d'émission (220 à 222), d'un premier signal transportant un premier ensemble de données utiles à destination d'un deuxième véhicule (11) relié en communication audit premier véhicule (10) selon un mode de communication de type véhicule vers véhicule, dit V2V, ledit premier signal étant modulé selon un multiplexage par répartition orthogonale de fréquence, dit OFDM ;
- réception (32), par ladite pluralité d'antennes de réception (230 à 233), d'un deuxième signal correspondant à un écho dudit premier signal renvoyé par ledit deuxième véhicule (11) et d'un troisième signal modulé selon l'OFDM, ledit troisième signal transportant un deuxième ensemble de données utiles et étant reçu selon ledit mode de communication V2V ;
- détermination (33) d'informations représentatives de distance entre ledit premier véhicule (10) et ledit deuxième véhicule (11) à partir dudit premier signal et dudit deuxième signal ; et
- détermination (34) dudit deuxième ensemble de données utiles par traitement dudit troisième signal.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre une identification dudit deuxième signal parmi un ensemble de signaux reçus à partir de caractéristiques dudit premier signal.

[Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, pour lequel ledit premier signal est émis dans une bande de fréquences comprise entre 76 et 81 GHz et ledit troisième signal est reçu dans ladite bande de fréquences.

[Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, pour lequel ladite pluralité d'antennes d'émission forment une antenne réseau à commande de phase.

[Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, pour lequel ledit signal est émis via un faisceau de communication (100) généré par filtrage spatial, ledit faisceau de communication ayant pour origine ladite antenne réseau à commande de phase et couvrant spatialement ledit deuxième véhicule

(11).

[Revendication 6] 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.

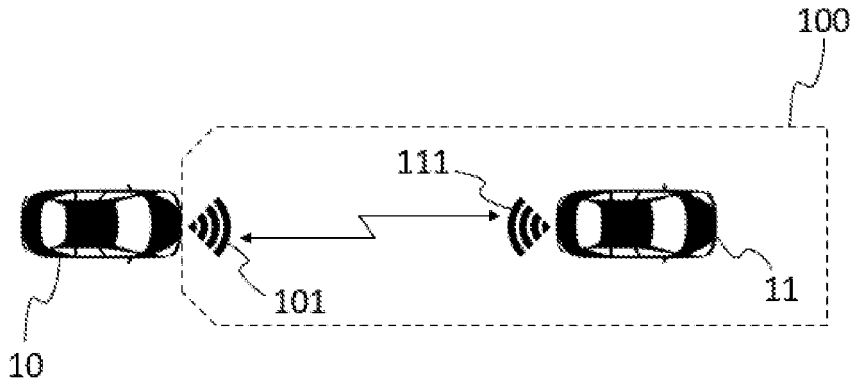
[Revendication 7] Support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon l'une des revendications 1 à 5.

[Revendication 8] Dispositif (2) de communication pour véhicule, ledit dispositif (2) comprenant une mémoire associée à au moins un processeur (201) et un système d'antennes comprenant une pluralité d'antennes d'émission (220, 221, 222) et une pluralité d'antennes de réception (230, 231, 232, 233), ledit dispositif (2) étant configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

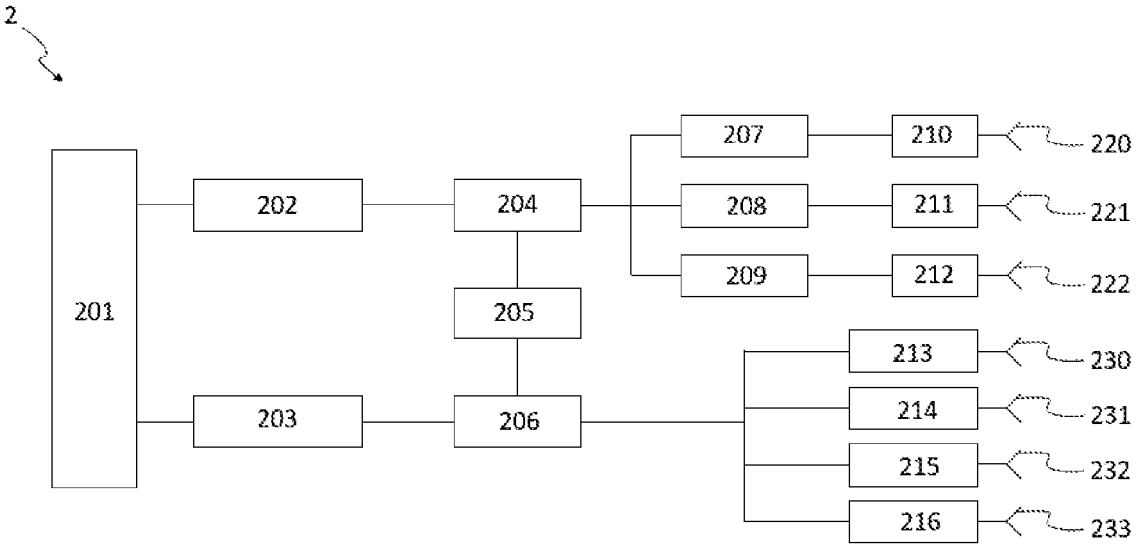
[Revendication 9] Dispositif selon la revendication 8, pour lequel ledit système d'antennes correspond à une antenne réseau à commande de phase.

[Revendication 10] Véhicule (10) comprenant le dispositif (2) selon l'une des revendications 8 à 9.

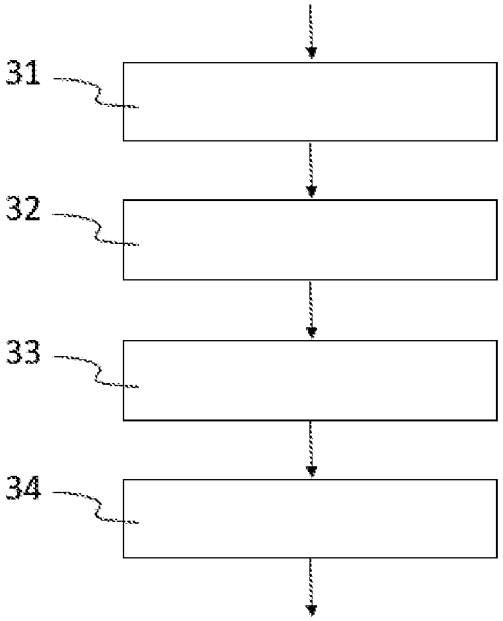
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 903273
FR 2201089

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	EP 3 828 593 A1 (VEONEER SWEDEN AB [SE]) 2 juin 2021 (2021-06-02) * figures 1-2,6 * * alinéas [0001], [0005] - [0006], [0008], [0010], [0016] - [0017], [0022], [0024] - [0025], [0028], [0032] - [0034], [0048], [0051] * * alinéas [0053], [0066], [0070] - [0071], [0083], [0085] - [0088], [0092], [0096], [0098] *	1-10	H04W4/46 H04L5/00 H04L27/26 H04W88/04
A	OZKAPTAN CEYHUN D ET AL: "Optimal Precoder Design for MIMO-OFDM-based Joint Automotive Radar-Communication Networks", 2021 19TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MODELING AND OPTIMIZATION IN MOBILE, AD HOC, AND WIRELESS NETWORKS (WIOPT), IFIP, 18 octobre 2021 (2021-10-18), pages 1-8, XP034014485, DOI: 10.23919/WIOPT52861.2021.9589830 [extrait le 2021-10-26] * abrégé * * page 1, colonne 2, alinéa 1-2 * * page 2, colonne 1, alinéa 1-2 *	1,3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H04W G01S H04B
A	FR 3 099 679 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR]) 5 février 2021 (2021-02-05) * alinéas [0043] - [0044] *	1,3	

-/--

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
16 septembre 2022	Jeampierre, Gérald

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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

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

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 903273
FR 2201089

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		
A	KUMARI PREETI ET AL: "IEEE 802.11ad-Based Radar: An Approach to Joint Vehicular Communication-Radar System", IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, IEEE, USA, vol. 67, no. 4, 1 avril 2018 (2018-04-01), pages 3012-3027, XP011681172, ISSN: 0018-9545, DOI: 10.1109/TVT.2017.2774762 [extrait le 2018-04-17] * alinéa [II.A] * * alinéa [III.B] * -----	4,5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
16 septembre 2022	Jeampierre, Gérald

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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

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

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2201089 FA 903273

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-09-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3828593 A1	02-06-2021	AUCUN	
FR 3099679 A1	05-02-2021	AUCUN	

EPO FORM P0465