

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 095 100**

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

②① N° d'enregistrement national : **19 03992**

⑤① Int Cl⁸ : **H 04 W 72/08** (2019.01), H 04 W 4/44, G 06 N 20/00,
H 04 B 17/373

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé de prédiction d'une qualité de signal et/ou de service et dispositif associé.

②② Date de dépôt : 15.04.19.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 16.10.20 Bulletin 20/42.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 03.09.21 Bulletin 21/35.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *CONTINENTAL AUTOMOTIVE
GmbH — DE.*

⑦② Inventeur(s) : *PIRIOU Simon et VIAL Grégory.*

⑦③ Titulaire(s) : *CONTINENTAL AUTOMOTIVE GmbH.*

⑦④ Mandataire(s) : *CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE.*

FR 3 095 100 - B1



Description

Titre de l'invention : Procédé de prédiction d'une qualité de signal et/ou de service et dispositif associé

Domaine technique

[0001] L'invention concerne la prédiction d'une qualité de signal et/ou de service d'un dispositif susceptible d'être connecté à une antenne radiofréquence, à un instant donné et pour une position donnée du dispositif.

Technique antérieure

[0002] Il existe actuellement des cartes permettant d'identifier des zones couvertes et des zones non couvertes, dites zones blanches, par des antennes radiofréquence. Ces cartes sont établies suite à la réception, pour une pluralité de dispositifs connectés à une cellule du réseau téléphonique mobile ou à une antenne WIFI par exemple, d'informations permettant d'estimer la qualité de la connexion entre le dispositif et l'antenne à laquelle il est connecté. Malheureusement, ces cartes sont établies sur la base d'un traitement statistique des données et ne permettent pas de prédire la qualité de signal ou la qualité de service qui sera obtenue à un instant donné pour un dispositif ayant une position donnée.

[0003] La prédiction d'une qualité de service à un instant donné pour une position donnée présente un intérêt pour diverses applications liées notamment au transfert de données via le réseau internet afin de pouvoir planifier la transmission de données.

[0004] L'une de ces applications concerne par exemple les services pour véhicules connectés qui remontent des données à un serveur distant de type « cloud » par le biais de communications sans fil radiofréquences, à l'aide d'un réseau de téléphonie mobile, pour faire du calcul déporté et renvoyer au véhicule différentes informations. D'autres applications concernent la prédiction d'une qualité de service pouvant être obtenue par exemple sur un réseau WIFI en cas d'affluence, par exemple dans des aéroports et d'adapter en fonction les stratégies de partage et de transmission des données.

Exposé de l'invention

[0005] L'invention a pour but notamment de pallier les inconvénients de l'art antérieur décrits ci-avant.

[0006] En particulier, un but de l'invention est de proposer un procédé de prédiction d'une qualité de service ou de signal pouvant être obtenue à un instant donné et pour une position donnée d'un dispositif apte à se connecter à une antenne radiofréquence.

[0007] Un autre but de l'invention est de prendre en compte les facteurs extérieurs pouvant influencer la qualité de service ou de signal tels que les conditions météorologiques ou la saturation de l'antenne.

- [0008] Un autre but de l'invention est de pouvoir prédire une qualité de service et/ou une qualité de signal pouvant être obtenue sur un itinéraire d'un véhicule sur le réseau routier.
- [0009] Selon un premier aspect, il est proposé un procédé de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service susceptible d'être fournie à un dispositif lorsqu'il est connecté à une antenne radiofréquence parmi une pluralité d'antennes configurées pour établir une connexion avec ledit dispositif, la méthode étant mise en œuvre par un calculateur, la méthode comprenant :
- une étape d'obtention d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service,
 - une étape de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service par application d'au moins un modèle de prédiction configuré pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service, à partir d'un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service estimé, d'une indication d'un moment et d'une position du dispositif pour lesquels la prédiction doit être mise en œuvre, le modèle de prédiction ayant été préalablement entraîné par apprentissage supervisé sur une base de données d'entraînement, la base de données d'entraînement comprenant, pour une pluralité de dispositifs :
- * au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service lorsque le dispositif est connecté à une antenne radiofréquence,
 - * un indicateur de la position du dispositif,
 - * un indicateur d'un moment de connexion du dispositif à l'antenne,
 - * au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service.
- [0010] Dans un mode de réalisation, le paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service est un indicateur d'une condition météorologique affectant la propagation d'un signal radiofréquence dans l'air ou un paramètre représentatif du nombre de dispositifs connectés à une antenne.
- [0011] Dans un mode de réalisation, le paramètre représentatif du nombre de dispositifs connectés à l'antenne est un nombre de dispositifs connectés à l'antenne mesuré ou prédit ou un nombre de dispositifs présents dans un environnement voisin de l'antenne et du dispositif.
- [0012] Dans un mode de réalisation, l'étape de prédiction comprend la sélection d'au moins un modèle de prédiction parmi plusieurs modèles de prédiction, chaque modèle de prédiction ayant été préalablement entraîné par apprentissage supervisé à l'aide d'une base de données d'entraînement comprenant des données relatives aux dispositifs connectés à une antenne respective.

- [0013] Dans un mode de réalisation, l'indicateur de la position du dispositif est une position relative du dispositif par rapport à une antenne respective, le modèle de prédiction sélectionné correspondant au modèle de prédiction entraîné à l'aide d'une base de données d'entraînement comprenant la position relative du dispositif par rapport à l'antenne respective. La position relative du dispositif peut comprendre un angle et une distance entre le dispositif et l'antenne respective.
- [0014] Dans un mode de réalisation, le procédé comprend en outre la mise en œuvre préalable d'un entraînement d'au moins un modèle de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de service et/ou d'une qualité de signal susceptible d'être fournie par une antenne radiofréquence, comprenant :
- une étape de constitution d'une base de données d'entraînement comprenant :
 - * une sous-étape de réception de données collectées par une pluralité de dispositifs, les données collectées comprenant, pour chaque dispositif :
 - la mesure d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service lorsque le dispositif est connecté à une antenne radiofréquence,
 - la position GNSS du dispositif lorsque le dispositif est connecté à l'antenne,
 - la date et l'instant de connexion à l'antenne,
 - * une sous-étape d'estimation, pour chaque dispositif connecté à une antenne à une date et à un instant de connexion donné, d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service,
 - * une sous-étape de création d'au moins une base de données d'entraînement à partir d'au moins une partie des données collectées et d'au moins une partie des paramètres de diminution de la qualité de signal et/ou de service associée,
 - une étape d'entraînement d'au moins un modèle de prédiction par apprentissage supervisé d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service, à partir d'une base de données d'entraînement.
- [0015] Dans un mode de réalisation, les données collectées comprennent en outre un identifiant de l'antenne à laquelle un dispositif a été connecté à une date et un instant de connexion donnés, l'étape de constitution d'une base de données d'entraînement comprend la création d'une pluralité de bases de données d'entraînement, chaque base de données d'entraînement comprenant des données relatives aux dispositifs connectés à une antenne respective ayant un identifiant respectif et des paramètres de diminution de la qualité de signal et/ou de service associés, et l'étape d'entraînement comprend l'entraînement d'un modèle de prédiction par apprentissage supervisé d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service sur chaque base de données d'entraînement de la pluralité de bases d'entraînement.
- [0016] Dans un mode de réalisation, chaque base de données d'entraînement comprend une position relative de chaque dispositif par rapport à l'antenne respective à la date et à

l'instant de connexion à l'antenne respective.

- [0017] Dans un mode de réalisation, la position relative du dispositif par rapport à l'antenne respective comprend une distance et un angle entre le dispositif et l'antenne respective.
- [0018] L'invention a également pour objet un procédé de prédiction d'une qualité de signal et/ou de service pouvant être obtenue sur un itinéraire prédéterminé d'un véhicule sur un réseau routier par une antenne radiofréquence parmi une pluralité d'antennes configurées pour établir une connexion avec ledit dispositif, la méthode étant mise en œuvre par un ordinateur, la méthode comprenant :
- l'estimation d'un instant et d'une date à laquelle le véhicule devrait atteindre une position prédéterminée sur l'itinéraire- la prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service par la mise en œuvre d'un procédé de prédiction selon la description qui précède à l'instant et à la date déterminée, à la position prédéterminée sur l'itinéraire.
- [0019] Dans le reste de la demande, l'expression «au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service » fait référence à au moins un paramètre de qualité de service, à au moins un paramètre de qualité de signal ou à au moins un paramètre représentant une combinaison de paramètres de qualité de service et/ou de qualité de signal.
- [0020] A l'aide de ce ou de ces paramètres, il est possible, selon les cas, de déterminer une qualité de signal, une qualité de service et/ou une qualité de connexion prenant en compte plusieurs paramètres de qualité de service et donc une qualité d'expérience utilisateur.
- [0021] Avantagement, la prédiction d'une qualité de service pouvant être obtenue sur un itinéraire prédéterminé d'un véhicule sur un réseau routier permet de planifier la transmission de données dans des tronçons ayant une bonne qualité de service. Alternativement, cette prédiction peut permettre de choisir un itinéraire particulier parmi plusieurs itinéraires possibles afin de maximiser la qualité de service sur l'itinéraire emprunté.
- [0022] Avantagement, la prédiction d'une qualité de signal pouvant être obtenue sur un itinéraire prédéterminé d'un véhicule sur un réseau routier permet d'établir un itinéraire permettant d'éviter les zones blanches.
- [0023] Selon un autre aspect, il est proposé un programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé de prédiction ou d'un procédé d'entraînement tel que défini dans les présentes lorsque ce programme est exécuté par un ordinateur.
- [0024] Selon un autre aspect, il est proposé un ordinateur, configuré pour la mise en œuvre du procédé selon la description qui précède.

Brève description des dessins

[0025] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

[0026] [fig.1] illustre un procédé de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de connexion selon un mode de réalisation de l'invention ;

Fig. 2

[0027] [fig.2] illustre un procédé d'entraînement d'un modèle de prédiction configurée pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et d'une qualité de service selon un mode de réalisation de l'invention ;

Fig. 3

[0028] [fig.3] illustre un système permettant d'entraîner au moins un modèle de prédiction par apprentissage supervisé d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de connexion selon un mode de réalisation de l'invention;

Description des modes de réalisation

[0029] Les dessins et la description ci-après contiennent, pour l'essentiel, des éléments de caractère certain. Ils pourront donc non seulement servir à mieux faire comprendre la présente invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

[0030] Il est maintenant fait référence à la figure 1.

[0031] La figure 1 illustre un procédé de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service susceptible d'être fournie à un moment donné et pour une position donnée d'un dispositif lorsque celui-ci est connecté à une antenne radiofréquence selon un mode de réalisation de l'invention.

[0032] Dans le cadre de la présente demande, il peut s'agir de la prédiction d'un ou plusieurs paramètres représentatifs d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service. Concernant la qualité de signal, il peut s'agir d'au moins un paramètre représentatif d'une puissance reçue et d'autres paramètres additionnels tels qu'un rapport signal sur bruit, un nombre de blocs alloués à l'antenne, par exemple, ou de tout autre paramètre permettant d'évaluer si la puissance du signal sera suffisante pour permettre un transfert de données satisfaisant. Concernant la qualité de service, il peut s'agir d'au moins un paramètre représentatif d'une bande passante et d'autres paramètres additionnels tels qu'un débit, un taux de latence, d'un taux de pertes par paquets, d'un gigue ou de tout autre paramètre permettant d'évaluer le débit et/ou le temps de réponse associés à un transfert de données entre le dispositif et l'antenne. Le paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service peut également être au moins un paramètre calculé à partir d'une combinaison d'un ou plusieurs paramètres représentatifs d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service. Par exemple, plusieurs

paramètres représentatifs de la qualité de service tels que la latence, le taux de perte de paquets, le débit et le gigae peuvent être utilisés pour déterminer une qualité de connexion permettant ensuite d'évaluer la qualité d'expérience utilisateur.

- [0033] On notera que le terme « cellule » est couramment utilisé dans le domaine de la téléphonie mobile pour décrire une zone d'émission/réception d'une antenne et que, lorsque l'antenne radiofréquence est une antenne d'un réseau de téléphonie mobile, le terme cellule peut être utilisé.
- [0034] Le procédé de prédiction comprend une étape S100 d'obtention de paramètres notamment relatifs à la position et au moment de prédiction et une étape S200 de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service à l'aide d'au moins un modèle de prédiction configuré pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service.
- [0035] L'étape S100 comprend une sous-étape S110 de détermination du moment et de la position pour lesquels la prédiction doit être faite. Il peut s'agir de récupérer par exemple la date, l'heure et la position considérés dans une mémoire du calculateur mettant en œuvre les étapes du procédé de prédiction. Il peut également s'agir d'estimer, sur un itinéraire prédéterminé d'un véhicule, l'instant et la date auxquels le véhicule devrait atteindre une position prédéterminée sur son itinéraire. Il est également possible, en fonction du modèle de prédiction utilisé, de déterminer s'il s'agit du même jour ou d'un jour de la semaine particulier dans une sous-étape optionnelle S115. De manière alternative, cette sous-étape peut être mise en œuvre lors de l'étape S200 de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service.
- [0036] L'étape S 100 comprend une sous-étape S120 d'estimation d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service à un moment prédéterminé et à une position prédéterminée. Le paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service peut être choisi parmi un indicateur d'une condition météorologique affectant la propagation d'un signal radiofréquence dans l'air par exemple et un paramètre représentatif d'un nombre de dispositifs connectés à une antenne. Le paramètre représentatif d'un nombre de dispositifs connectés à une antenne est en d'autres termes un paramètre permettant d'évaluer une saturation d'une antenne, ce qui affecte de manière connue la qualité de signal et/ou de service.
- [0037] L'indicateur d'une condition météorologique affectant la propagation d'un signal radiofréquence dans l'air peut par exemple être un taux d'hygrométrie. Le taux d'hygrométrie peut être estimé à partir de mesures d'un taux d'hygrométrie par exemple. En effet, lorsqu'une mesure récente est disponible à proximité de la position prédéterminée et qu'on peut supposer qu'elle va peu varier entre le moment où la mesure a été prise et le moment prédéterminé considéré, cette mesure peut être utilisée

pour estimer le taux d'hygrométrie au moment prédéterminé et à la position prédéterminée. Il est également possible d'obtenir une indication relative à une condition météorologique telle que la pluie en détectant à bord de véhicules si les essuie-glaces sont allumés dans une zone proche de la position prédéterminée et si l'on suppose encore une fois que cette condition météorologique va peu varier. Il est également possible d'estimer un indicateur d'une condition météorologique à partir d'un site de prévisions météorologiques tel que la température, le taux d'ensoleillement, le risque de pluie et de neige, la vitesse du vent par exemple. Le taux d'hygrométrie lui-même peut être récupéré auprès du site de prévisions météorologiques.

- [0038] Le paramètre représentatif d'un nombre de dispositifs connectés à une antenne peut être estimé à partir d'une mesure d'un nombre de dispositifs physiquement connectés à une antenne à un moment donné. Si l'intervalle de temps entre la mesure et l'estimation voulue est trop grand, il est possible d'entraîner un modèle de prédiction par apprentissage supervisé pour prédire le nombre de dispositifs connectés à une antenne à un moment donné, par exemple à une heure donnée, pour un jour de la semaine donné par exemple et d'estimer le nombre de dispositifs connectés à un moment donné à l'aide du modèle de prédiction.
- [0039] Le paramètre représentatif d'un nombre de dispositifs connectés à une antenne peut être estimé indirectement en consultant un serveur ou un site spécialisé permettant de récupérer une mesure ou une estimation d'une densité de dispositifs présents dans une zone à proximité d'une position donnée à un moment donné. De telles données peuvent être fournies à partir de positions de dispositifs collectées par des applications mobiles dédiées fournissant des informations concernant des conditions de circulation par exemple.
- [0040] L'étape S200 comprend une sous-étape S210 d'application d'au moins un modèle de prédiction configuré pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service, à partir d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service estimé lors de l'étape S110, d'une indication d'un moment et d'une position du dispositif pour lesquels la prédiction doit être mise en œuvre, le modèle de prédiction ayant été préalablement entraîné par apprentissage supervisé sur une base de données d'entraînement, la base de données d'entraînement comprenant, pour une pluralité de dispositifs :
- * au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service lorsque le dispositif est connecté à une antenne radiofréquence,
 - * un indicateur de la position du dispositif,
 - * un indicateur d'un moment de connexion du dispositif à l'antenne,
 - * au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service.
- [0041] L'indication d'un moment et d'une position du dispositif pour lesquels la prédiction

doit être mise en œuvre peut être différente, en fonction du modèle de prédiction utilisé. Concernant l'indication d'un moment, il peut s'agir, par exemple, dans un mode de réalisation, d'une date et d'un instant, c'est-à-dire une heure, tels que déterminés lors de l'étape S100 et, dans un autre mode de réalisation, d'un jour de la semaine et d'une heure. Concernant l'indication d'une position, il peut s'agir, dans un mode de réalisation, d'une position GNSS du dispositif déterminée lors de l'étape S100 et dans un autre mode de réalisation, d'une position relative du dispositif par rapport à une antenne, par exemple un angle et une distance entre le dispositif et l'antenne.

- [0042] Dans un mode de réalisation, un unique modèle de prédiction est utilisé pour prédire un ou plusieurs paramètres d'une qualité de service et/ou d'une qualité de signal en fonction d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service estimé lors de l'étape S110, d'une indication d'un moment et d'une position du dispositif pour lesquels la prédiction doit être mise en œuvre.
- [0043] Dans un autre mode de réalisation, l'étape S200 comprend en outre une étape S205, préalable à l'étape S210, de sélection d'au moins un modèle de prédiction parmi plusieurs modèles de prédiction, chaque modèle de prédiction ayant été préalablement entraîné par apprentissage supervisé à l'aide d'une base de données d'entraînement comprenant des données relatives aux dispositifs connectés à une antenne respective. Dans ce cas, l'indication d'une position relative du dispositif par rapport à l'antenne respective peut être utilisée. De manière avantageuse, il peut s'agir d'un angle et d'une distance entre le dispositif et l'antenne respective.
- [0044] Ledit au moins un modèle de prédiction configuré pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service peut être préalablement chargé dans une mémoire du calculateur mettant en œuvre le procédé de prédiction ou déterminé par ce calculateur en mettant en œuvre le procédé d'entraînement décrit en référence à la figure 2.
- [0045] La figure 2 représente le procédé d'entraînement dudit au moins un modèle de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de service et/ou d'une qualité de signal susceptible d'être fournie par une antenne.
- [0046] Le procédé d'entraînement comprend une étape S010 de constitution d'une base de données d'entraînement et une étape S020 d'entraînement d'au moins un modèle de prédiction par apprentissage supervisé d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service, à partir de la base de données d'entraînement.
- [0047] L'étape S010 de constitution d'une base de données d'entraînement comprend une sous-étape S011 de réception de données collectées par une pluralité de dispositifs, les données collectées comprenant, pour chaque dispositif :

- la mesure d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service lorsque le dispositif est connecté à une antenne radiofréquence,
- la position GNSS du dispositif lorsque le dispositif est connecté à l'antenne,
- la date et l'instant de connexion à l'antenne.

[0048] Comme indiqué précédemment pour l'étape S200, la position du dispositif peut être une position relative du dispositif par rapport à l'antenne, par exemple un angle et une distance entre le dispositif et l'antenne, qui peuvent être obtenues à partir des coordonnées GNSS absolues du dispositif. Ce mode de réalisation permet de simplifier l'entraînement du réseau de neurones. En variante, le réseau de neurones peut également être entraîné sur les coordonnées GNSS absolues.

[0049] La date et l'instant de connexion à l'antenne, pour chaque dispositif, sont des informations pertinentes pour le modèle car elles permettent au modèle de capter des variations de qualité de signal et/ou de service pouvant être cycliques, en fonction de la période de la journée, ou du jour de la semaine. Par exemple, le taux d'utilisation de cellules urbaines est plus élevé à certaines heures (en journée plutôt que la nuit), ou certains jours (par exemple les jours ouvrés). De plus, certains jours particuliers de l'année, comme par exemple des jours de célébrations nationales ou religieuses ou d'évènements particuliers, par exemple sportifs, peuvent être des jours de très fortes sollicitations du réseau qui peuvent perturber la qualité du signal et/ou du service.

[0050] L'étape S010 comprend également une sous-étape S012 d'estimation, pour chaque dispositif connecté à une antenne à une date et à un instant de connexion donné, d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service tel que décrit précédemment en référence à la figure 1. En particulier, la prise en compte d'une condition météorologique affectant la propagation d'un signal radiofréquence est avantageuse pour la construction du modèle car les conditions météorologiques, et en particulier le taux d'hygrométrie dans l'air, ont une influence significative sur la propagation des ondes et peuvent donc diminuer la qualité du signal et/ou du service. La prise en compte d'un nombre de dispositifs connectés à une antenne est également un paramètre avantageux puisqu'il fournit une indication du nombre concurrent de connexions à une antenne, et donc de la possible saturation de l'antenne, qui peut également réduire considérablement la qualité du signal et/ou du service.

[0051] L'étape S010 comprend également une sous-étape S013 de création d'au moins une base de données d'entraînement à partir d'au moins une partie des données collectées et d'au moins une partie des paramètres de diminution de la qualité de signal et/ou de service associée.

[0052] Lors de l'étape S020, au moins un modèle de prédiction par apprentissage supervisé est entraîné à partir d'une base de données d'entraînement pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service. Avanta-

geusement, l'entraînement d'un modèle de prédiction par apprentissage supervisé se fait par l'entraînement d'un réseau de neurones.

[0053] Dans un mode de réalisation, une pluralité de bases de données d'entraînement sont créées lors de l'étape S012 et une pluralité de modèles de prédiction par apprentissage supervisé sont entraînés à partir d'une base de données d'entraînement respective.

[0054] Dans un mode de réalisation, les données collectées lors de la sous-étape S011 comprennent en outre un identifiant de l'antenne à laquelle un dispositif a été connecté à une date et un instant de connexion donnés. Cet identifiant est utilisé lors de la sous-étape S012 de création d'au moins une base de données d'entraînement pour créer une pluralité de bases de données d'apprentissage, chaque base de données d'apprentissage comprenant des données relatives aux dispositifs connectés à une unique et même antenne ayant un identifiant prédéterminé et des paramètres de diminution de la qualité de signal et/ou de service à l'instant et à la date de connexion du dispositif considéré à l'antenne. Ensuite, lors de l'étape S020, une pluralité de modèles de prédiction est entraînée, chaque modèle de prédiction permettant de prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service pour l'une des antennes considérées.

[0055] L'utilisation de plusieurs modèles de prédiction, chaque modèle de prédiction étant configuré pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de qualité de service pour une antenne donnée présente des avantages puisque l'on peut facilement mettre à jour le procédé de prédiction en ajoutant un modèle supplémentaire de prédiction pour la nouvelle antenne. Il suffit alors de créer une nouvelle base de données d'entraînement comprenant des données relatives aux dispositifs connectés à la nouvelle antenne et des paramètres de diminution de la qualité de signal et/ou de service à l'instant et à la date de connexion du dispositif considéré à la nouvelle antenne.

[0056] Dans le cas où un seul modèle de prédiction est utilisé, il faudrait créer une nouvelle base de données d'entraînement comprenant la base de données précédemment utilisée et les données relatives à la nouvelle antenne et les paramètres de diminution de la qualité de signal et/ou de service associés et remettre en œuvre l'étape S020 d'entraînement sur la base de cette nouvelle base de données d'entraînement.

[0057] Il faut noter que la ou les bases de données d'entraînement créés lors de la sous-étape S013 comprennent, pour une pluralité de dispositifs :

- * au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service lorsque le dispositif est connecté à une antenne radiofréquence,
- * un indicateur de la position du dispositif,
- * un indicateur d'un moment de connexion du dispositif à l'antenne,
- * au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service.

- [0058] L'indicateur de la position du dispositif peut correspondre à la position GNSS du dispositif lorsqu'il est connecté à une antenne radiofréquence à une date et à un instant de connexion donné ou à la position relative de ce dispositif par rapport à l'antenne à laquelle il est connecté.
- [0059] Dans ce cas, le procédé d'entraînement comprend également une étape préalable S005 de réception d'une base de données comprenant des identifiants de cellules d'antennes radiofréquence et des positions GNSS desdites cellules et la sous-étape S013 de création d'au moins une base de données comprend le calcul de la position relative du dispositif considéré par rapport à l'antenne à laquelle il est connecté à partir de la position GNSS du dispositif sélectionné et de la position GNSS de l'antenne à laquelle il est connecté.
- [0060] L'utilisation de la distance relative d'un dispositif par rapport à l'antenne à laquelle il est connecté est particulièrement avantageux dans le cas décrit précédemment où l'on entraîne un modèle de prédiction par antenne. L'entraînement du modèle de prédiction est alors plus rapide et plus fiable.
- [0061] Concernant l'indicateur d'un moment de connexion du dispositif à l'antenne, il peut s'agir de la date et de l'instant, c'est-à-dire de l'heure, de connexion mais aussi d'un jour de la semaine et de l'heure de connexion par exemple. Il est en effet, plus facile de prédire des conditions de circulation ou de présence de personnes dans une zone prédéterminée selon le jour de la semaine et l'heure considérée.
- [0062] Dans un mode de réalisation, le procédé d'entraînement est mis en œuvre par le même calculateur que celui mettant en œuvre le procédé de prédiction. Dans ce cas, les étapes S010 sont réalisées préalablement à l'étape S100. Dans un autre mode de réalisation, le procédé d'entraînement est mis en œuvre par un autre calculateur puis transmis au calculateur mettant en œuvre le procédé de prédiction.
- [0063] La figure 3 illustre un système 100 comprenant un serveur distant 200 apte à être connecté à une pluralité de dispositifs s'étant connectés à plusieurs antennes radiofréquences pour différentes positions de celles-ci. Dans l'exemple illustré ici, il s'agit de véhicules 100 se déplaçant sur un réseau routier (non représenté). Le serveur distant 200 tout comme les véhicules 110 comprennent au moins une interface de communication, une mémoire et un calculateur. Le calculateur du serveur distant est configuré pour mettre en œuvre le procédé d'entraînement d'au moins un modèle de prédiction décrit en référence à la figure 2 à partir notamment de données collectées par chacun des véhicules. La mémoire du serveur distant comprend donc des instructions de code pour la mise en œuvre du procédé de prédiction.
- [0064] Comme décrit précédemment, le serveur distant 200 peut également, optionnellement, être configuré pour se connecter à d'autres serveurs distants 120, 130. Par exemple, le serveur distant 120 peut être un serveur configuré pour fournir des pré-

dictions météorologiques et donc transmettre une ou plusieurs indications relatives à une condition météorologique pour un moment donné et une position donnée. Le serveur distant 130 peut être un serveur configuré pour fournir des informations concernant des conditions de circulation par exemple.

[0065] Dans un mode de réalisation, le même serveur distant 200 peut être utilisé pour mettre en œuvre le procédé de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service décrit en référence à la figure 1. La mémoire du serveur distant comprend alors des instructions de code pour la mise en œuvre du procédé de prédiction et le calculateur est configuré pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service pouvant être obtenue par un dispositif lorsqu'il est connecté à une antenne radiofréquence parmi une pluralité d'antennes configurées pour établir une connexion avec ledit dispositif.

[0066] Dans ce cas, le calculateur du serveur distant est configuré pour mettre en œuvre les étapes suivantes :

- estimation d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service,

- prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service à l'aide d'au moins un modèle de prédiction configuré pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service à partir d'un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service estimé, d'une indication d'un moment et d'une position du dispositif pour lesquels la prédiction doit être mise en œuvre, le modèle de prédiction par apprentissage supervisé étant préalablement entraîné par apprentissage supervisé sur une base de données d'entraînement, la base de données d'entraînement comprenant, pour une pluralité de dispositifs :

- * au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service lorsque le dispositif est connecté à une antenne radiofréquence,

- * un indicateur de la position du dispositif,

- * un indicateur d'un moment de connexion du dispositif à l'antenne,

- * au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service.

[0067] Dans un autre mode de réalisation, le modèle de prédiction peut être chargé dans une mémoire d'un autre serveur et le calculateur de ce serveur est configuré de la même manière. Cela est particulièrement intéressant lorsque les dispositifs dont les données sont collectées sont par exemple des téléphones mobiles. La prédiction d'une qualité de signal et/ou de service peut alors être consultée via un site distant pour des tâches de planification d'accès au réseau comportant les antennes.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service susceptible d'être fournie à un dispositif lorsqu'il est connecté à une antenne radiofréquence parmi une pluralité d'antennes configurées pour établir une connexion avec ledit dispositif, la méthode étant mise en œuvre par un calculateur, la méthode comprenant :

- une étape d'obtention d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service (S120) ,
- une étape de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service (S200) par application d'au moins un modèle de prédiction configuré pour prédire au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service, à partir d'un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service estimé, d'une indication d'un moment et d'une position du dispositif pour lesquels la prédiction doit être mise en œuvre, le modèle de prédiction ayant été préalablement entraîné par apprentissage supervisé sur une base de données d'entraînement, la base de données d'entraînement comprenant, pour une pluralité de dispositifs :
 - * au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service lorsque le dispositif est connecté à une antenne radiofréquence,
 - * un indicateur de la position du dispositif,
 - * un indicateur d'un moment de connexion du dispositif à l'antenne,
 - * au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service,

Le procédé étant caractérisé en ce que:

- l'étape de prédiction comprend la sélection d'au moins un modèle de prédiction parmi plusieurs modèles de prédiction, chaque modèle de prédiction ayant été préalablement entraîné par apprentissage supervisé à l'aide d'une base de données d'entraînement comprenant des données relatives aux dispositifs connectés à une antenne respective, et
- l'indicateur de la position du dispositif est une position relative du dispositif par rapport à une antenne respective, le modèle de prédiction sélectionné correspondant au modèle de prédiction entraîné à l'aide d'une base de données d'entraînement comprenant la position relative du dispositif par rapport à l'antenne respective.

- [Revendication 2] Procédé de prédiction selon la revendication 1, dans lequel le paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service est un indicateur d'une condition météorologique affectant la propagation d'un signal radiofréquence dans l'air ou un paramètre représentatif du nombre de dispositifs connectés à une antenne.
- [Revendication 3] Procédé de prédiction selon la revendication 2, dans lequel le paramètre représentatif du nombre de dispositifs connectés à l'antenne est un nombre de dispositifs connectés à l'antenne mesuré ou prédit.
- [Revendication 4] Procédé de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la position relative du dispositif comprend un angle et une distance entre le dispositif et l'antenne respective.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre la mise en œuvre préalable d'un entraînement d'au moins un modèle de prédiction d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de service et/ou d'une qualité de signal susceptible d'être fournie par une antenne radiofréquence, comprenant :
- une étape (S010) de constitution d'une base de données d'entraînement comprenant :
 - * une sous-étape de réception de données collectées par une pluralité de dispositifs (S011), les données collectées comprenant, pour chaque dispositif :
 - la mesure d'au moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service lorsque le dispositif est connecté à une antenne radiofréquence,
 - la position GNSS du dispositif lorsque le dispositif est connecté à l'antenne,
 - la date et l'instant de connexion à l'antenne,
 - * une sous-étape d'estimation, pour chaque dispositif connecté à une antenne à une date et à un instant de connexion donné (S012), d'au moins un paramètre de diminution de la qualité de signal et/ou de service,
 - * une sous-étape de création d'au moins une base de données d'entraînement (S013) à partir d'au moins une partie des données collectées et d'au moins une partie des paramètres de diminution de la qualité de signal et/ou de service associée, et
 - une étape d'entraînement (S020) d'au moins un modèle de prédiction par apprentissage supervisé d'au moins un paramètre représentatif d'une

qualité de signal et/ou d'une qualité de service, à partir d'une base de données d'entraînement.

[Revendication 6]

Procédé selon la revendication 5, dans lequel :

- les données collectées comprennent en outre un identifiant de

l'antenne à laquelle un dispositif a été connecté à une date et un instant de connexion donnés,

- l'étape de constitution d'une base de données d'entraînement

comprend la création d'une pluralité de bases de données

d'entraînement, chaque base de données d'entraînement comprenant des

données relatives aux dispositifs connectés à une antenne respective

ayant un identifiant respectif et des paramètres de diminution de la

qualité de signal et/ou de service associés,

- l'étape d'entraînement comprend l'entraînement d'un modèle de

prédiction par apprentissage supervisé d'au moins un paramètre repré-

sentatif d'une qualité de signal et/ou d'une qualité de service sur chaque

base de données d'entraînement de la pluralité de bases d'entraînement.

[Revendication 7]

Procédé selon la revendication 6, dans lequel chaque base de données

d'entraînement comprend une position relative de chaque dispositif par

rapport à l'antenne respective à la date et à l'instant de connexion à

l'antenne respective.

[Revendication 8]

Procédé selon la revendication 7, dans lequel la position relative du

dispositif par rapport à l'antenne respective comprend une distance et un

angle entre le dispositif et l'antenne respective.

[Revendication 9]

Procédé de prédiction d'une qualité de signal et/ou de service pouvant

être obtenue sur un itinéraire prédéterminé d'un véhicule sur un réseau

routier par une antenne radiofréquence parmi une pluralité d'antennes

configurées pour établir une connexion avec ledit dispositif, la méthode

étant mise en œuvre par un calculateur, la méthode comprenant :

- l'estimation d'un instant et d'une date à laquelle le véhicule devrait

atteindre une position prédéterminée sur l'itinéraire- la prédiction d'au

moins un paramètre représentatif d'une qualité de signal et/ou de service

par la mise en œuvre d'un procédé de prédiction selon l'une quelconque

des revendications 1 à 8 à l'instant et à la date déterminée, à la position

prédéterminée sur l'itinéraire.

[Revendication 10]

Produit programme d'ordinateur, comprenant des instructions de code

pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des reven-

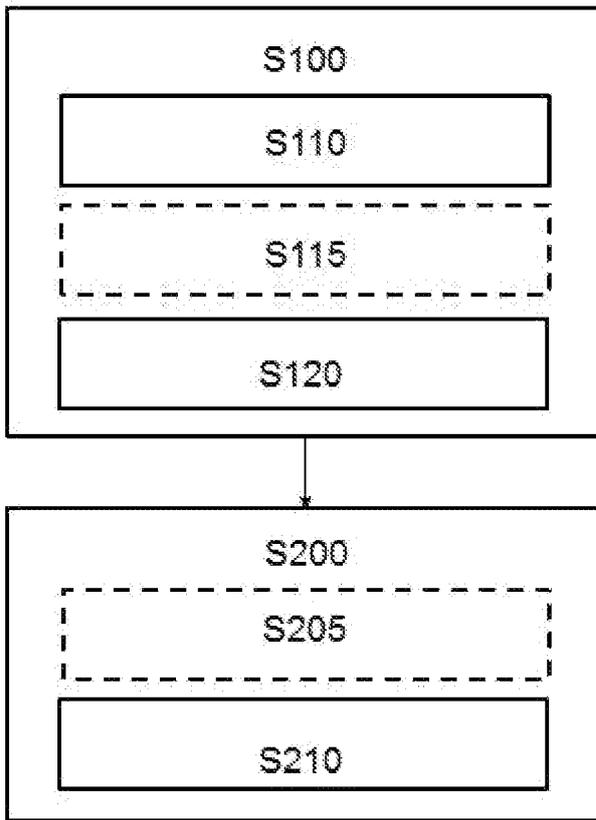
dications précédentes, lorsqu'il est mis en œuvre par un calculateur.

[Revendication 11]

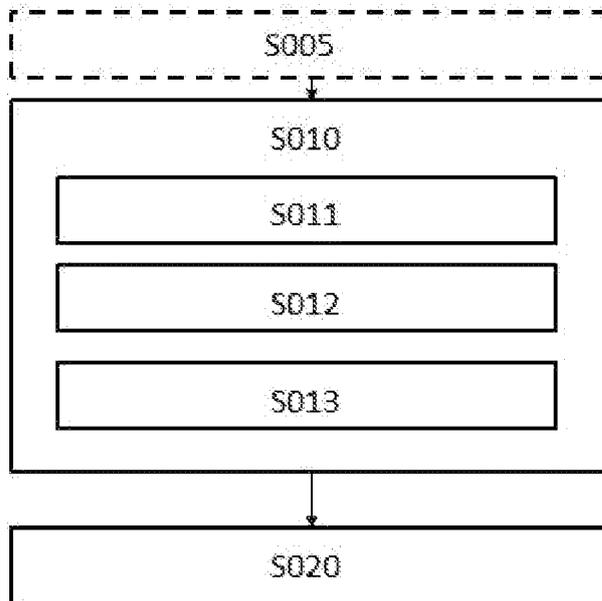
Calculateur, configuré pour la mise en œuvre du procédé selon l'une

quelconque des revendications 1 à 9.

[Fig. 1]

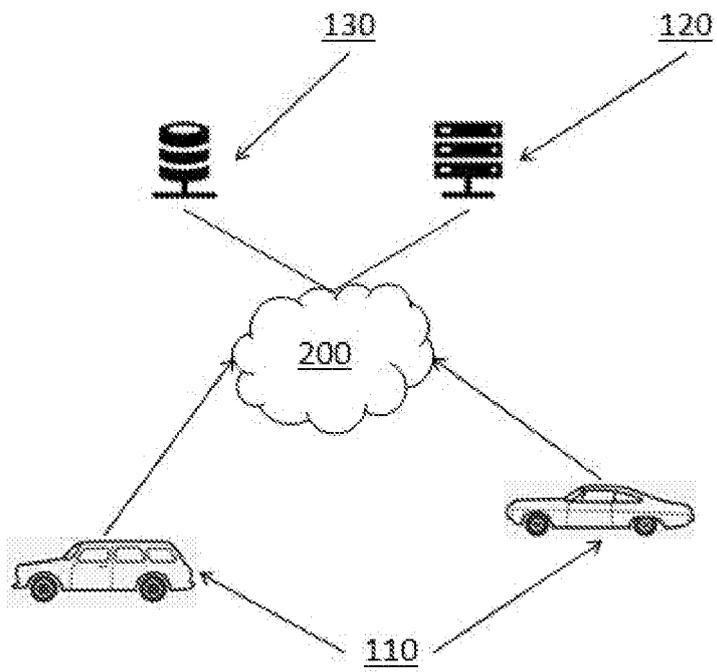


[Fig. 2]



[Fig. 3]

100



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 2 346 283 A1 (GEN ELECTRIC [US])
20 juillet 2011 (2011-07-20)

US 9 900 790 B1 (SHEEN BAOLING [US] ET AL)
20 février 2018 (2018-02-20)

WO 2018/011742 A1 (INCELLIGENT P C [GR])
18 janvier 2018 (2018-01-18)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT