

⑤④ Procédé de pilotage d'une grue selon une cartographie d'interférence évolutive en temps réel.

②② Date de dépôt : 01.02.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *MANITOWOC CRANE GROUP
FRANCE Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 04.08.23 Bulletin 23/31.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 19.04.24 Bulletin 24/16.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : LEMIRE François.

⑦③ Titulaire(s) : *MANITOWOC CRANE GROUP
FRANCE Société par actions simplifiée (SAS).*

⑦④ Mandataire(s) : CABINET GERMAIN ET MAUREAU.



Description

Titre de l'invention : Procédé de pilotage d'une grue selon une cartographie d'interférence évolutive en temps réel

Domaine technique

- [0001] L'invention se rapporte de manière générale au domaine technique des grues, et en particulier des grues à tour. L'invention se rapporte également à un système de pilotage exécutant ce procédé de pilotage, et à une grue équipée de ce dit système de pilotage.
- [0002] L'invention se rapporte plus particulièrement à un procédé de pilotage de grue, pour lequel la flèche de la grue est pilotable dans un état de pilotage automatisé dans le but d'éviter d'entrer en collision avec des obstacles voisins, notamment les flèches des grues voisines.
- [0003] L'invention trouve ainsi une application favorite sur les chantiers dans lesquels sont installées et utilisées au moins deux grues dont les flèches opèrent dans des aires circulaires de travail en intersection.

Technique antérieure

- [0004] De manière connue, il peut être nécessaire d'installer et utiliser plusieurs grues sur un chantier pour couvrir, à cause de son relief et de son étendue, l'ensemble de l'aire de construction, et/ou pour atteindre les objectifs visés par le contexte applicatif. Cependant, en fonction des emplacements où sont montées les grues et des tâches qui leur sont assignées, il est possible que leurs champs d'action, qui décrivent une aire circulaire, se recouvrent partiellement. La problématique soulevée par ces zones de recouvrement, appelées zones d'interférence, est qu'il existe un risque plus ou moins élevé que les grues partageant une zone d'interférence puissent, lors de leur mouvement d'orientation, être en interférence dans cette dite zone d'interférence, et dans le pire cas entrer en collision.
- [0005] Dans le cas où la présence de zone d'interférence est inévitable, les gestionnaires du chantier doivent impérativement et obligatoirement équiper les grues de dispositifs de sécurité prévenant ces risques d'interférence et de collision, comme : des systèmes anticollisions contrôlant et détectant en continu si, dans son mouvement d'orientation, la flèche de la grue va ou non rencontrer un obstacle (comme la flèche d'une autre grue) ; ou des limiteurs d'espace de travail / de course, par exemple des limiteurs d'orientation. Généralement, ces équipements sont connectés et communiquent avec le système de contrôle/commande de la grue, lequel pilote ses mouvements d'orientation.
- [0006] Sur de tels chantiers, lorsque tous les grutiers ont quitté leurs postes de pilotage, il est classique de placer toutes les grues dans un état de girouette ou hors service, dans lequel pour chacune le frein d'orientation est libéré et la flèche est libre de tourner sous

l'action du vent, s'alignant ainsi naturellement dans le vent.

- [0007] Par contre, dans le cas particulier où l'une des grues est en état de travail avec un grutier à la manœuvre, et où le grutier d'une grue voisine n'est pas à son poste de pilotage, il est alors nécessaire, et connu, de placer cette grue voisine dans un état de pilotage automatisé de l'orientation de sa flèche, afin que celle-ci n'interfère pas avec la flèche de la grue en état de travail.
- [0008] De nombreux procédés de pilotage automatisé qui sont exécutés par le système de contrôle/commande en vue d'orienter automatiquement la flèche de sorte à limiter, voire supprimer, tout risque d'interférence dans au moins une zone d'interférence, sont disponibles dans la littérature, tels que ceux cités ci-dessous.
- [0009] Le document EP3495311 divulgue un procédé de pilotage automatisé devant soit : positionner une grue dans une configuration optimale, qui correspond à une configuration spatiale dans laquelle la grue est en alignement avec la direction du vent, si pour atteindre cette configuration optimale, la grue ne doit pas traverser de zones d'interférence ; ou bien alors, dans le cas où la grue aurait à traverser au moins une zone d'interférence, déterminer en premier lieu des configurations subsidiaires rattachées à des secteurs angulaires subsidiaires ne coupant pas les zones d'interférence, puis ensuite positionner la grue dans la configuration subsidiaire qui soit la plus proche de la configuration optimale, c'est-à-dire la configuration subsidiaire pour laquelle la flèche de la grue sera le plus en phase avec la direction du vent, à défaut d'être parfaitement alignée avec celle-ci.
- [0010] Le document EP3495310 divulgue un procédé de pilotage automatisé qui détermine un sens de rotation préféré, correspondant au sens de rotation pour lequel la grue a le moins de zone d'interférence à traverser lorsqu'elle est amenée à se déplacer d'une configuration initiale vers une configuration de destination en alignement avec le vent.
- [0011] Cependant, pour que ces procédés de pilotage automatisés soient concrètement exécutés, les opérateurs doivent, durant une phase préparatoire en amont du lancement, configurer les systèmes de contrôle/commande en renseignant/définissant les emplacements des différentes grues présentes sur leur chantier, ainsi que les zones d'interférence qui vont dépendre de caractéristiques renseignées par l'opérateur et relatives aux emplacements des différentes grues en présence et/ou aux dimensions de leurs éléments/équipements, par exemple, la longueur des flèches des flèches ou contre-flèches.
- [0012] Ainsi, cette phase préparatoire peut s'avérer longue et/ou complexe à mettre en œuvre (aussi bien techniquement que matériellement), et sujette à erreurs car basées sur des données saisies par le ou les opérateurs. Elle requiert par ailleurs, pour la configuration du système de contrôle/commande, l'intervention d'une personne maîtrisant le contexte d'environnement du chantier (relief du chantier, les différents états et

équipements d'une grue, etc.), l'ensemble des personnes travaillant sur un chantier n'ayant pas nécessairement la même approche/la même connaissance du chantier (une personne en charge de la gestion de l'ensemble du chantier aura par exemple une connaissance plus fine ou une vision plus globale qu'un grutier en charge d'une grue parmi les plusieurs présentes). Par ailleurs, la configuration du système de contrôle/commande, selon comment elle a été pensée/définie, peut s'avérer peu intuitive et ergonomique pour une personne ne maîtrisant pas les outils informatiques (par exemple, à cause du nombre de paramètres à renseigner).

Résumé de l'invention

- [0013] Aussi, l'invention a pour but de répondre positivement à cette problématique en proposant un procédé de pilotage hautement accessible et capable de piloter de manière autonome l'orientation d'une flèche de grue en fonction des niveaux de risques des zones d'interférence comprises dans son aire circulaire de travail, cela sans qu'il soit nécessaire de préciser le contexte environnement ; le procédé de pilotage découvrant et mémorisant, en temps réel, les zones d'interférence pour ensuite s'y adapter et optimiser les futurs mouvements d'orientation de la flèche qui permettront de réduire voire supprimer les risques d'interférence et de collision.
- [0014] Ainsi, l'invention propose un procédé de pilotage pour le pilotage d'une grue comprenant une flèche et au moins un système anticollision adapté pour détecter un risque de collision sur un côté droit et un côté gauche de la flèche, ladite flèche étant pilotable en orientation autour d'un axe d'orientation et opérant dans une aire circulaire de travail, le procédé de pilotage mettant en œuvre au moins les étapes suivantes :
- une étape initiale de segmentation durant laquelle l'aire circulaire de travail est segmentée en plusieurs secteurs angulaires ;
 - une étape initiale de paramétrage durant laquelle chacun des plusieurs secteurs angulaires est associé à un compteur d'interférence représentatif d'un niveau de risque d'interférence dans le secteur angulaire associé entre la flèche et un obstacle ;
 - une étape de construction durant laquelle, la grue étant soit dans un état de travail soit dans un état de pilotage automatisé, que la flèche soit en mouvement ou non, et à chaque fois que la flèche est présente dans un secteur angulaire parmi les plusieurs secteurs angulaires, et que l'au moins un système anticollision détecte un risque de collision dans ledit secteur angulaire, alors une valeur du compteur d'interférence dans ledit secteur angulaire est incrémentée, construisant ainsi en temps réel une cartographie d'interférence dans laquelle les plusieurs secteurs angulaires présentent des compteurs d'interférence ayant des valeurs qui sont distinctes et évolutives.
- [0015] Le principe du procédé de pilotage de l'invention repose sur l'usage d'une cartographie d'interférence représentative de l'aire circulaire de travail de la grue, laquelle

aire circulaire de travail étant segmentée en une pluralité de secteurs angulaires. A chaque secteur angulaire est associé un compteur d'interférence dont la valeur est représentative d'un niveau de risque d'interférence (et donc éventuellement de collision) dans ce secteur angulaire entre la flèche et un obstacle (comme la flèche d'une autre grue). Par exemple, si la valeur du compteur d'interférence est faible (voir nulle), alors le risque d'interférence entre la flèche et un obstacle est faible (voir nul). Inversement, plus la valeur du compteur d'interférence est élevée, plus le risque d'interférence est fort.

- [0016] La particularité de cette cartographie est qu'elle évolue en temps réel tel que lorsque l'au moins un système anticollision dont est équipée la grue, qui se trouve dans un secteur angulaire quelconque, détecte un risque de collision entre la grue et un obstacle, la valeur du compteur d'interférence de ce secteur angulaire est incrémentée.
- [0017] Un avantage de ce procédé est qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une phase préparatoire de connaissance et de saisie du contexte d'environnement du chantier, dans la mesure où le procédé est implémenté de manière autonome par la grue avec un apprentissage en temps réel des niveaux de risque d'interférence dans les secteurs angulaires segmentant son aire circulaire de travail pour son orientation et son positionnement. Ainsi, il n'est pas utile de connaître le nombre et la localisation des grues dont le champ d'action peut être en interférence avec celui de la grue pour laquelle est mis en œuvre le procédé, ni l'état desdites grues (en travail, en mode automatique, en girouette, etc.). Egalement, la cartographie est construite indépendamment de l'état de la grue considérée.
- [0018] Par ailleurs, comme explicité plus loin, une cartographie par défaut de l'aire circulaire de travail est proposée, pour laquelle l'aire circulaire de travail est segmentée en un nombre prédéfini de secteurs angulaires tels pour tous les secteurs angulaires, le niveau de risque d'interférence est minimal. Dans ce cas de figure, le procédé de pilotage identifiera de manière complètement autonome, en fonction des événements se produisant dans l'aire circulaire de travail, les secteurs angulaires d'interférence et leur niveau de risque d'interférence associé. Avantagusement, les étapes initiales de segmentation et de paramétrage ne sont pas un passage obligé pour l'opérateur, et elles ne sont surtout pas bloquantes si cet opérateur n'a pas connaissance du contexte d'environnement de la grue.
- [0019] Néanmoins, dans la cas contraire, l'opérateur a optionnellement la possibilité de définir le nombre de secteurs angulaires devant segmenter l'aire circulaire de travail et attribuer à tout ou partie d'entre eux une valeur de compteur d'interférence. Ainsi, le procédé est hautement accessible en pouvant être exécuté autant par des personnes ayant ou pas des connaissances relatives aux caractéristiques du chantier, que par des personnes maîtrisant ou peu enclines à l'informatique. A noter que ces étapes initiales

optionnelles de segmentation et de paramétrage ne sont mises en œuvre qu'une unique fois, au moment de la mise en service du procédé.

- [0020] Il est par ailleurs à noter que la segmentation de l'aire circulaire de travail est une segmentation théorique ou virtuelle, associée à un modèle de l'aire circulaire de travail. Autrement dit, le procédé de pilotage construit un modèle de l'aire circulaire de travail, représentatif de l'aire circulaire de travail de la grue, et sur ce modèle il implémente la segmentation.
- [0021] Selon une caractéristique de l'invention, lorsque la grue est dans l'état de pilotage automatisé, le procédé de pilotage en œuvre un pilotage automatisé de l'orientation de la flèche en fonction de la cartographie d'interférence.
- [0022] Avantageusement, lorsque la grue est dans l'état de pilotage automatisé, le procédé de pilotage s'adapte en temps réel aux évolutions de la cartographie d'interférence pour orienter puis positionner la grue dans des secteurs angulaires dans lesquels le risque d'interférence est faible/moins élevé.
- [0023] Selon une caractéristique de l'invention, durant le pilotage automatisé, à chaque fois que la flèche est présente dans un secteur angulaire, dit secteur angulaire de départ, parmi les plusieurs secteurs angulaires, et que l'au moins un système anticollision détecte un risque de collision dans ledit secteur angulaire de départ, est mise en œuvre une étape d'orientation automatique et autonome de la flèche au cours de laquelle ladite flèche est orientée depuis le secteur angulaire de départ dans un sens opposé au côté droit ou gauche pour lequel est détecté le risque de collision, jusqu'à être automatiquement stoppée dans un secteur angulaire final qui est un secteur angulaire dans lequel l'au moins un système anticollision ne détecte pas de risque de collision, ladite étape d'orientation automatique et autonome de la flèche comprenant une sous-étape de sélection au cours de laquelle est sélectionné le secteur angulaire final parmi les plusieurs secteurs angulaires en fonction des valeurs de leurs compteurs d'interférence respectifs.
- [0024] Lorsqu'un risque de collision est détecté par l'au moins un système d'anticollision entre la flèche de la grue et un obstacle, pouvant arriver du côté droit ou du côté gauche de la flèche, et que la flèche est dans un mode de pilotage automatisé, le procédé de pilotage, durant une étape dite d'orientation automatique et autonome, va réaliser automatiquement un mouvement d'orientation de la flèche de la grue dans le sens opposé à celui du côté de la flèche où a été détecté le risque de collision, du secteur angulaire où se trouve la flèche de la grue, appelé secteur angulaire de départ, vers un secteur angulaire final où la grue sera arrêtée et dans lequel l'au moins un système de détection ne détectera plus le risque de collision.
- [0025] Avantageusement, le mouvement d'orientation est réalisé par le procédé de pilotage en toute autonomie, c'est-à-dire que la grue, lorsqu'un risque de collision est détecté

avec un obstacle comme la flèche d'une autre grue, n'a pas besoin de communiquer avec cette autre grue pour réaliser le mouvement d'orientation de la flèche, d'où son caractère autonome.

- [0026] Le secteur angulaire final est choisi par le procédé de pilotage, au cours d'une sous-étape de sélection se déroulant pendant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche, parmi plusieurs secteurs angulaires, en s'appuyant pour cela sur la cartographie d'interférence donnant à l'instant t les valeurs de compteur d'interférence de chacun de ces secteurs angulaires, l'objectif étant de positionner la flèche de la grue dans un secteur angulaire dans lequel le risque d'interférence est peu élevé.
- [0027] Selon une caractéristique de l'invention, durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche, la flèche est orientée depuis le secteur angulaire de départ jusqu'à atteindre ou dépasser un secteur angulaire de précaution, ledit secteur angulaire de précaution correspondant :
- soit au secteur angulaire, dit premier secteur angulaire, pour lequel l'au moins un système anticollision ne détecte plus de risque de collision durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche depuis le secteur angulaire de départ ;
 - soit à un secteur angulaire localisé à une distance angulaire de précaution depuis ledit premier secteur angulaire.
- [0028] Autrement dit, lors de l'orientation automatique de la flèche de la grue par le procédé de pilotage du secteur angulaire de départ vers le secteur angulaire final, la flèche va à minima atteindre un secteur angulaire dit de précaution dans lequel l'au moins un système anticollision ne détecte plus le risque de collision. A noter que durant cette orientation, s'il existe au moins un secteur angulaire intermédiaire compris entre le secteur angulaire de départ et le secteur angulaire de précaution, la cartographie d'interférence va être mise à jour en temps réel tel que seront incrémentées les valeurs de compteur d'interférence du secteur angulaire de départ et de cet au moins un secteur angulaire intermédiaire. Etant donné que le risque de collision n'est plus détecté dans le secteur angulaire de précaution, sa valeur de compteur d'interférence demeure quant à elle inchangée.
- [0029] Selon une variante de réalisation du procédé, ce secteur angulaire de précaution peut correspondre au secteur angulaire, dit premier secteur angulaire, pour lequel le risque de collision n'est plus détecté. Selon une seconde variante de réalisation, afin que soit laissée une marge de sécurité supplémentaire pour minimiser davantage le risque de d'interférence, et/ou pour tenir compte par exemple du degré de précision/de la marge d'erreur de l'au moins un système d'anticollision, le secteur angulaire de précaution peut être choisi à une certaine distance angulaire, dite distance angulaire de précaution, du premier secteur angulaire. Autrement dit, lorsque le procédé de pilotage oriente la flèche de la grue jusqu'à atteindre un secteur angulaire pour lequel le risque de

collision n'est plus détecté (soit le premier secteur angulaire), le procédé de pilotage va poursuivre le mouvement d'orientation, toujours dans le même sens de direction, sur un certain nombre de degré correspondant à la distance angulaire de précaution, jusqu'à atteindre le secteur angulaire de précaution.

- [0030] Selon un mode de réalisation de l'invention, la distance angulaire de précaution est non nulle et paramétrable, et est par exemple comprise entre 3 et 10 degrés.
- [0031] Autrement dit, une telle distance angulaire de précaution paramétrable peut être considérée dans la définition du procédé de pilotage. Elle peut par exemple être comprise entre 3 et 10 degrés, et par exemple de l'ordre de 5 degrés. Si cette valeur dans des variantes de réalisation du procédé de pilotage peut être une valeur fixe prédéfinie, elle peut aussi être dans d'autres variante une valeur donnée par l'opérateur, lors de l'étape de paramétrage du procédé par exemple, dans la plage de valeur mentionnée.
- [0032] Selon une caractéristique de l'invention, durant la sous-étape de sélection, le secteur angulaire final est sélectionné parmi des secteurs angulaires, dits secteurs angulaires proches, incluant le secteur angulaire de précaution et des secteurs angulaires qui sont répartis sur une distance angulaire limite donnée depuis ledit secteur angulaire de précaution.
- [0033] Selon une caractéristique de l'invention, la distance angulaire limite est inférieure ou égale à 360 degrés, et par exemple inférieure ou égale à 180 degrés.
- [0034] Autrement dit, le procédé de pilotage, lors de la sous-étape de sélection, va choisir un secteur angulaire final où achever le mouvement d'orientation de la grue parmi plusieurs secteurs angulaires, dits secteurs angulaires proches, compris dans une distance angulaire limite donnée depuis et comprenant le secteur angulaire de précaution.
- [0035] La valeur de la distance angulaire limite est inférieure ou égale à 360 degrés, autorisant ainsi au maximum un tour complet ou quasi complet. En variante, la valeur de la distance angulaire limite est inférieure ou égale à 180 degrés, autorisant ainsi au maximum un demi-tour.
- [0036] Dans une variante de réalisation du procédé de pilotage, cette valeur de la distance angulaire limite peut être prédéfinie. Dans une autre variante de réalisation, cette valeur peut être donnée par l'opérateur dans la plage de valeur précisée au cours de l'étape de paramétrage du procédé par exemple.
- [0037] Selon une caractéristique de l'invention, durant la sous-étape de sélection, les valeurs des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches sont comparées à une valeur minimale et le ou les secteurs angulaires proches ayant une valeur de compteur d'interférence inférieure ou égale à ladite valeur minimale est ou sont dits secteurs angulaires proches sécurisés, et le secteur angulaire final est sélectionné parmi ledit ou

lesdits secteurs angulaires proches sécurisés.

- [0038] Autrement dit, en lien avec le point précédent, la distance angulaire limite comprend plusieurs secteurs angulaires, dit secteurs angulaires proches, qui sont tous des secteurs angulaires finaux potentiels dans lesquels le procédé de pilotage peut stopper le mouvement d'orientation et positionner la flèche. Durant la sous-étape de sélection, le procédé de pilotage procède à un premier tri des candidats potentiels en comparant la valeur de leur compteur d'interférence à une valeur minimale de compteur d'interférence, qui établit un seuil bas pour lequel est estimé que le risque d'interférence est peu important. Sont sélectionnés comme candidats prometteurs les secteurs angulaires proches dont la valeur de compteur d'interférence est inférieure ou égale à cette valeur minimale, ces secteurs angulaires proches étant alors appelés secteurs angulaires proches sécurisés.
- [0039] Selon une caractéristique de l'invention, durant la sous-étape de sélection, la valeur minimale correspond à la plus faible valeur des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches, ou à la plus faible valeur des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches incrémentée d'une valeur d'incrémentation paramétrable.
- [0040] La valeur minimale servant de premier critère de sélection peut correspondre soit à la plus faible valeur des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches ; soit la plus faible valeur des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches incrémentée d'une valeur d'incrémentation paramétrable, cette valeur d'incrémentation pouvant par exemple correspondre à une ou deux unités d'incrément.
- [0041] Dans le premier cas sont uniquement considérés comme secteurs angulaires proches sécurisés les secteurs angulaires proches ayant la plus faible valeur de compteur d'interférence, c'est-à-dire pour lesquels le risque d'interférence est le plus faible. Toutefois, et selon le contexte applicatif, cette valeur peut être relativement restrictive. Par exemple, le ou les secteurs angulaires proches ayant la plus faible valeur de compteur d'interférence peuvent potentiellement être relativement éloignés du secteur angulaire de précaution, alors que des secteurs angulaires proches qui sont bien plus proches du secteur angulaire de précaution peuvent posséder une valeur de compteur d'interférence certes supérieure à la plus faible valeur de compteur d'interférence, mais pour laquelle le risque d'interférence reste peu élevé.
- [0042] Or, il est possible que ces secteurs soient plus intéressants pour le positionnement de la flèche, parce que se trouvant près des secteurs où a eu lieu la détection ; il peut être supposé que la grue était en train de travailler dans son secteur angulaire de départ, et qu'il est nécessaire qu'elle y retourne dans ce secteur.
- [0043] Le second cas de figure a pour but de répondre à cet inconvénient en offrant un meilleur compromis entre un positionnement de la flèche dans un secteur angulaire sécurisé suite une détection de risque de collision et la maîtrise du contexte applicatif

(dans l'exemple donné ci-dessus, éviter des pertes de temps inutiles en permettant à la grue de pouvoir retourner le plus rapidement possible dans le secteur angulaire où elle travaillait).

[0044] Selon une caractéristique de l'invention, durant la sous-étape de sélection, le secteur angulaire final est sélectionné comme étant un secteur angulaire proche sécurisé, parmi les secteurs angulaires proches sécurisés, et qui est :

- soit celui qui est le plus proche angulairement du secteur angulaire de précaution ;
- soit celui qui, d'une part, a une valeur du compteur d'interférence qui est équivalente à la plus faible valeur des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches et, d'autre part, est le plus proche angulairement du secteur angulaire de précaution.

[0045] En lien avec le point précédent, suite à l'application du premier critère de sélection ayant permis de dégager sur la distance angulaire limite des secteurs angulaires proches sécurisés, le deuxième et dernier critère appliqué afin de déterminer le secteur angulaire final est de choisir le secteur angulaire proche sécurisé qui :

- dans le premier cas de figure, présente la plus faible valeur de compteur d'interférence et soit le plus proche angulairement du secteur angulaire de précaution ;
- dans le second cas de figure, qui présente une valeur de compteur d'interférence qui soit inférieure à la valeur minimale définie (sans pour autant correspondre à la plus petite valeur de compteur d'interférence), et qui soit angulairement proche du secteur angulaire de précaution.

[0046] Dans les deux cas, il est possible, suivant les valeurs de compteurs d'interférence, que le secteur angulaire final choisi soit le secteur angulaire de précaution. A ce moment-là, cela signifie que l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche s'achève lorsque le procédé de pilotage oriente la flèche dans le secteur angulaire de précaution. Si non, le procédé de pilotage doit orienter la flèche encore sur une certaine distance angulaire séparant le secteur angulaire de précaution du secteur angulaire final déterminé.

[0047] Selon une caractéristique de l'invention, durant la sous-étape de sélection, les valeurs des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches sont comparées à une valeur maximale et le ou les secteurs angulaires proches ayant une valeur de compteur d'interférence supérieure ou égale à ladite valeur maximale est ou sont dits secteurs angulaires proches risqués, et dans lequel le secteur angulaire final est sélectionné parmi les secteurs angulaires proches s'étendant dans un intervalle angulaire sécurisé délimité, d'une part, par le secteur angulaire de précaution inclus et, d'autre part, par le secteur angulaire proche risqué ou par le premier des secteurs angulaires proches risqués en partant du secteur angulaire de précaution exclu ; de sorte que, lors de l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche, la flèche n'atteint pas et ne

dépasse pas ledit secteur angulaire proche risqué ou ledit premier des secteurs angulaires proches risqués en partant du secteur angulaire de précaution.

- [0048] Selon une caractéristique de l'invention, durant la sous-étape de sélection, le secteur angulaire final est sélectionné comme le secteur angulaire proche ayant la plus faible valeur du compteur d'interférence dans l'intervalle angulaire sécurisé, indépendamment des valeurs des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches situés au-delà dudit intervalle angulaire sécurisé
- [0049] Lors de l'application du premier critère de sélection, les valeurs des compteurs d'interférence des secteurs angulaires proches compris dans la distance angulaire limite sont également comparés à une valeur maximale correspondant à une valeur de seuil pour laquelle le risque d'interférence entre la flèche et un obstacle est très élevé. Tout secteur angulaire ayant une valeur de compteur d'interférence supérieure à cette valeur est considéré comme un secteur angulaire proche risqué. Selon le contexte applicatif, la distance angulaire limite peut comprendre un ou plusieurs secteurs angulaires proches risqués (successifs ou non). L'objectif est que le procédé de pilotage stoppe l'orientation de la flèche avant d'atteindre le premier des uns ou plusieurs secteurs angulaires proches risqués.
- [0050] Si au moins un secteur angulaire proche risqué est identifié, alors le procédé de pilotage va modifier son critère de sélection, en choisissant comme secteur angulaire final le secteur angulaire proche ayant la plus petite valeur de compteur d'interférence parmi le ou les secteurs angulaires proches compris dans un intervalle angulaire sécurisé délimité par le secteur angulaire de précaution et le premier secteur angulaire proche risqué pouvant être rencontré dans la direction du mouvement d'orientation (ce secteur angulaire proche risqué étant exclu de l'intervalle angulaire sécurisé). Comme indiqué précédemment, selon les valeurs de compteur d'interférence des secteurs angulaires compris dans l'intervalle angulaire sécurisé, le secteur angulaire final peut correspondre au secteur angulaire de précaution.
- [0051] Selon une caractéristique de l'invention, durant l'étape initiale de segmentation, l'aire circulaire de travail est segmentée en au moins 36 secteurs angulaires.
- [0052] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'étape initiale de segmentation, l'aire circulaire de travail est segmentée en au moins 120 secteurs angulaires isométriques.
- [0053] Selon un mode de réalisation de l'invention, durant l'étape initiale de paramétrage, la valeur du compteur d'interférence de chacun des plusieurs secteurs angulaires est la plus petite valeur définie dans ledit procédé de pilotage.
- [0054] Dans la conception du procédé de pilotage, il est au moins prévu que l'aire circulaire de travail, durant l'étape initiale de segmentation, soit segmentée dans la cartographie d'interférence au minimum en 36 secteurs angulaires pouvant être ou non isométriques.

- [0055] Comme indiqué précédemment, le procédé de pilotage propose à l'opérateur une segmentation par défaut qu'il peut ensuite modifier, et pour laquelle l'aire circulaire de travail est segmentée en 120 secteurs angulaires isométriques, c'est-à-dire ayant chacun une distance angulaire de 3 degrés.
- [0056] Egalement, selon un mode de réalisation donnée, le procédé de pilotage propose, pour l'étape initiale de paramétrage, un paramétrage par défaut des valeurs de compteur d'interférence de chacun des secteurs angulaires tel qu'à l'état initial du fonctionnement de la grue ($t = 0$), la valeur de compteur d'interférence de tous les secteurs angulaires est la plus petite définie dans le procédé, signifiant que toutes les secteurs angulaires sont considérés au départ comme dé-risqués, et que les secteurs angulaires d'interférence/zones d'interférence seront progressivement identifiés par le procédé de pilotage lors des détections de risque de collision par le au moins un système anticollision.
- [0057] L'invention se rapporte également à un système de pilotage d'une grue comprenant une flèche et au moins un système anticollision adapté pour détecter un risque de collision sur un côté droit et un côté gauche de la flèche, ladite flèche étant pilotable en orientation autour d'un axe d'orientation et opérant dans une aire circulaire de travail, ledit système de pilotage communiquant/échangeant des informations avec l'au moins un système d'anticollision et pilotant la flèche, et étant conçu pour exécuter un procédé de pilotage conforme à celui présenté.
- [0058] Autrement dit, le procédé de pilotage présenté dans le cadre de l'invention est implémenté dans puis exécuté par un système de pilotage, ledit système de pilotage contrôlant les mouvements d'orientation de la grue, et étant connecté à l'au moins un système d'anticollision, avec lequel il communique. Ainsi, lorsque l'au moins un système d'anticollision détecte un risque de collision au niveau du côté droit ou du côté gauche de la grue, il transmet cette information au système de pilotage qui va alors appliquer le procédé de pilotage, en mettant en œuvre l'étape de construction, suivie des étapes d'orientation automatique et de sélection.
- [0059] L'invention se rapporte également à une grue comprenant une flèche et au moins un système anticollision adapté pour détecter un risque de collision sur un côté droit et un côté gauche de la flèche, ladite flèche étant pilotable en orientation autour d'un axe d'orientation et opérant dans une aire circulaire de travail, ladite grue comprenant en outre un système de pilotage conforme à celui décrit ci-dessus, et communiquant/échangeant des informations avec l'au moins un système d'anticollision et avec la flèche pour la piloter en rotation, soit dans l'état de travail en réponse à des commandes d'un grutier, soit dans l'état de pilotage automatisé.

Brève description des dessins

- [0060] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, d'un exemple de mise en œuvre non limitatif, faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :
- [0061] [Fig.1] est une vue schématique d'un exemple de grue comprenant un système de commande adapté pour l'implémentation et la mise en œuvre du procédé de pilotage ;
- [0062] [Fig.2] est un logigramme décrivant le principe de fonctionnement du procédé de pilotage selon que la grue soit dans un état de travail ou dans un état de pilotage automatisé ;
- [0063] [Fig.3] est un logigramme décrivant le fonctionnement de l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche lorsque la grue est dans un état de pilotage automatisé ;
- [0064] [Fig.4] illustre schématiquement une grue dans deux exemples d'environnement réel (à gauche) avec soit une grue voisine soit trois grues voisines, puis la même grue modélisée avec son aire de travail circulaire (au centre) et cette même aire de travail circulaire ayant fait l'objet d'une segmentation en plusieurs secteurs angulaires (à droite) après l'étape initiale de segmentation du procédé de pilotage, étant noté que la flèche est représentée en surimpression sur cette aire de travail circulaire segmentée ;
- [0065] [Fig.5] illustre schématiquement un exemple de cartographie d'interférence issue de l'étape de construction du procédé de pilotage, dans laquelle sont renseignés pour chaque secteur angulaire une valeur d'un compteur d'interférence associé (pour des questions de clarté pour les prochaines figures, la valeur du compteur d'interférence n'est pas indiquée dans la cartographie d'interférence lorsqu'elle est égale à 0) ;
- [0066] [Fig.6] illustre schématiquement une grue, dite première grue, dans un exemple d'environnement (à gauche) avec une grue voisine, dite seconde grue, où l'aire de travail est représentée comme segmentée et où la flèche de la première grue est dans un segment angulaire de départ, et une cartographie d'interférence (à droite) représentative de l'aire circulaire de travail de cette première grue, les compteurs d'interférence des secteurs angulaire étant tous à zéro, ceci en préalable de l'étape de construction du procédé de pilotage, autrement dit avant incrémentation des compteurs d'interférence des secteurs angulaires concernés en cas de détection d'un risque de collision ;
- [0067] [Fig.7] est équivalente à la [Fig.6], et vient à la suite de la situation de la [Fig.6] après que la seconde grue ait été orientée au point que le système anticollision de la première grue détecte un risque de collision, initiant ainsi le démarrage de l'étape de construction du procédé de pilotage et de l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche de la première grue ;
- [0068] [Fig.8] est équivalente à la [Fig.7], et vient à la suite de la situation de la [Fig.7] alors que la second grue a été stoppée avec sa flèche positionnée dans une position angulaire

proche du secteur angulaire de départ, pendant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche de la première grue jusqu'à atteindre un premier secteur angulaire pour lequel le risque de collision n'est plus détecté (étape de manœuvre par un grutier si la première grue est à l'état de travail, ou première étape d'orientation si elle est en état de pilotage automatisé), et pendant l'étape de construction avec mise à jour en temps réel et en parallèle de la cartographie d'interférence de la première grue ;

[0069] [Fig.9] est équivalente à la [Fig.7], et vient à la suite de la situation de la [Fig.7] alors que la seconde grue poursuit son orientation (en variante du cas de la [Fig.8]), pendant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche de la première grue jusqu'à atteindre un premier secteur angulaire pour lequel le risque de collision n'est plus détecté (étape de manœuvre par un grutier si la première grue est à l'état de travail, ou première étape d'orientation si elle est en état de pilotage automatisé), et pendant l'étape de construction avec mise à jour en temps réel et en parallèle de la cartographie d'interférence de la première grue ;

[0070] [Fig.10] est équivalente à la [Fig.9], et vient à la suite de la situation de la [Fig.9], pendant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche de la première grue jusqu'à atteindre un secteur angulaire de précaution, au-delà du premier secteur angulaire ;

[0071] [Fig.11] illustre schématiquement la première grue, dans un exemple de contexte d'environnement (à gauche) avec la seconde grue et avec une autre grue voisine, dite troisième grue, durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche de la première grue, et plus spécifiquement durant sa sous-étape de sélection, avec une cartographie d'interférence (à droite) représentative de l'aire circulaire de travail de la première grue ;

[0072] [Fig.12] illustre schématiquement la première grue (à gauche) de la [Fig.12] et sa cartographie d'interférence (à droite) associée, durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche de la première grue jusqu'à atteindre un secteur angulaire final établi durant la sous-étape de sélection, en ayant une valeur minimale et une valeur maximale du compteur d'interférence respectivement égales à 1 et 5 ;

[0073] [Fig.13] illustre schématiquement la première grue (à gauche) de la [Fig.12] et sa cartographie d'interférence (à droite) associée, durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche de la première grue jusqu'à atteindre un secteur angulaire final établi durant la sous-étape de sélection, en ayant une valeur minimale et une valeur maximale du compteur d'interférence respectivement égales à 2 et 5 ;

[0074] [Fig.14] illustre schématiquement la première grue (à gauche) de la [Fig.12] et sa cartographie d'interférence (à droite) associée, durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche de la première grue jusqu'à atteindre un secteur angulaire final établi durant la sous-étape de sélection, en ayant une valeur minimale et une valeur

maximale du compteur d'interférence respectivement égales à 0 et 4.

[0075] **[Description détaillée d'un ou plusieurs modes de réalisation de l'invention]**

[0076] Le procédé de pilotage DP faisant l'objet de l'invention est mis en œuvre en étant implémenté dans un système de pilotage 1c équipant une grue G, puis est exécuté par ce même système de pilotage 1c. Selon le mode de réalisation proposé et en référence à [Fig.1], le système de pilotage 1c est intégré au système de contrôle/commande 1 de la grue G, lequel pouvant par exemple être installé dans une cabine de pilotage 14.

[0077] La grue G illustrée est une grue à tour qui comprend un mât 11 monté sur une plateforme 13 pouvant être fixée au sol 10 ou bien être mobile (en étant par exemple placée sur des rails) ; et un ensemble tournant formé par une flèche F et une contre-flèche 12 sensiblement alignées, et éventuellement un porte-flèche 22 (ou poinçon) avec tirants 23, ledit ensemble tournant étant mis en rotation autour d'un axe d'orientation A, qui est d'extension verticale, au moyen d'une couronne d'orientation 15 accouplée à au moins un moteur d'orientation, faisant que la flèche F balaie une zone circulaire autour de l'axe d'orientation A, cette zone circulaire correspondant à son aire circulaire de travail AT schématisé sur les Figures 4 à 14. Un contrepoids 16 (ou bloc de lest) est positionné sur la contre-flèche 12 pour contrebalancer le poids d'une charge levée par la grue G ainsi que stabiliser cette dernière lors de ses mouvements d'orientation.

[0078] La charge est levée au moyen d'un crochet 20 se trouvant en extrémité d'un moufle 19 qui est déplacé verticalement au moyen d'au moins un câble de levage 18 rattaché à un chariot de distribution 17 mobile en translation sur un chemin de roulement 21 prévu le long de la flèche F.

[0079] Dans ce mode de réalisation, le système de contrôle/commande 1 comprend une unité centrale 1a en liaison avec le système de pilotage 1c ; unité centrale 1a dont le rôle est d'orchestrer/assurer le bon fonctionnement de la grue G et en particulier la mise en œuvre des mouvements des éléments de la grue (orientation de la flèche, optionnellement relevage/abaissement de la flèche) et de la charge (déplacement du chariot de distribution, levage du moufle et de la charge).

[0080] Cette unité centrale 1a communique au moins au système de pilotage 1c une information relative à l'état actuel de la grue G, qui est soit dans un état de travail E2, soit dans un état de pilotage automatisé E1 soit en girouette.

[0081] Le système de contrôle/commande 1 comprend un système anticollision 1b qui reçoit, en provenance d'un ou plusieurs capteurs 24 disposés sur la grue G, et par exemple sur la flèche F (comme par exemple des capteurs radar à ondes millimétriques), des informations de détection de risque de collision entre la flèche F et un obstacle arrivant par son côté droit ou son côté gauche.

[0082] L'unité centrale 1a communique également avec l'au moins un système anticollision

1b, et reçoit aussi des ordres de commande en provenance d'un pupitre de pilotage 2 utilisé par le grutier afin de pouvoir manœuvrer la grue G.

- [0083] Un logigramme du procédé de pilotage DP est montré Figures 2 et 3. Son principe de fonctionnement est expliqué plus en détail ci-après et illustré au travers de plusieurs exemples faisant l'objet des Figures 4 à 14.
- [0084] Le procédé de pilotage DP est appliqué dans le cadre de contextes d'environnement de chantier pour lesquels la flèche F d'une première grue G1, qui est conformée pour mettre en œuvre le procédé de pilotage DP et qui peut être en état de travail ou en état de pilotage automatisé, peut, lorsqu'elle est positionnée dans une position angulaire ou en rotation dans son aire circulaire de travail AT, entrer en interférence avec différents types d'obstacle, par exemple : la ou les flèches d'autres grues G2 et/ou G3 et/ou G4, parce que les aires circulaires de travail AT de la première grue G1 ou de la dite ou des dites autres grues G2, G3, G4 se recouvrent en des zones d'interférence IZ ; des bâtiments tels que leur emplacement sur le chantier occupe une partie de la superficie de l'aire circulaire de travail AT de la première grue G1.
- [0085] A titre illustratif, deux exemples de contexte d'environnement de chantier sont montrés [Fig.4] (à gauche). Dans le premier exemple, la flèche F de la première grue G1 peut potentiellement entrer en interférence avec la flèche d'une seconde grue G2. Dans le second exemple, la flèche F de la première grue G1 peut potentiellement entrer en interférence avec les flèches d'une seconde grue G2, d'une troisième grue G3, et d'une quatrième grue G4.
- [0086] En référence à la [Fig.2], à son démarrage, le procédé de pilotage DP met en œuvre une étape initiale de segmentation ED durant laquelle est mise en œuvre une modélisation virtuelle de l'aire circulaire de travail AT de la première grue G1 ([Fig.4], au centre) telle qu'elle soit segmentée en une pluralité de secteurs angulaires SA ([Fig.4], à droite). C'est sur la base de ce modèle virtuel qu'est ensuite construite une cartographie d'interférence C. Par abus de langage, pour des raisons de clarté, l'aire circulaire de travail réelle et l'aire circulaire de travail modélisée porteront la même référence « AT » dans la présente description.
- [0087] Dans cette modélisation, ne sont pas modélisés les éléments de l'environnement externe à la première grue G1, et en particulier les grues voisines ou autres grues G2, G3 et/ou G4, ou tout autre obstacle potentiel tel qu'un bâtiment, ne sont pas représentés et considérées dans la modélisation. Ainsi, les zones d'interférence IZ ne sont pas non plus présentes dans la modélisation de l'aire circulaire de travail AT, et donc dans la cartographie d'interférence C qui en découlera.
- [0088] Le procédé de pilotage DP est défini tel qu'il est prévu que le modèle virtuel de l'aire circulaire de travail AT de la première grue soit à minima segmentée en 36 secteurs angulaires SA. Dans une mode de réalisation préférentiel, l'aire circulaire de travail AT

est segmentée en 120 secteurs angulaires SA isométriques (c'est-à-dire faisant chacun 3 degrés). Selon différents modes de réalisation, soit le nombre de secteurs angulaires SA définis dans le modèle virtuel est figé par les concepteurs du procédé de pilotage DP, soit il peut être paramétré par un opérateur à travers une option proposée par un logiciel accessible depuis le système de contrôle/commande 1 (auquel cas l'opérateur doit valider son paramétrage pour que le procédé de pilotage puisse se poursuivre).

- [0089] Pour des questions de clarté et de compréhension du principe de fonctionnement du procédé de pilotage DP, l'aire circulaire de travail AT de la première grue G1 est segmentée en 32 secteurs angulaires isométriques dans les Figures 4 à 14.
- [0090] Suite à l'étape initiale de segmentation ED, le procédé de pilotage met en œuvre une étape initiale de paramétrage EP durant laquelle il construit à partir du modèle virtuel une cartographie d'interférence C qui in fine, et au fil des actions réalisées ultérieurement par le procédé de pilotage DP, sera représentative de l'hétérogénéité d'un risque d'interférence IR réel entre la flèche F de la première grue G1 et le ou les obstacles dans toute la superficie de l'aire circulaire de travail AT décrite par la flèche F.
- [0091] Pour cela, le procédé de pilotage DP associe à chacun des secteurs angulaires SA, segmentant l'aire circulaire de travail AT, un compteur d'interférence Cpt pouvant prendre une valeur Cptval représentative d'un niveau de risque d'interférence IR tel que : plus la valeur Cptval est petite, plus le risque d'interférence IR entre la flèche F de la première grue G1 et un obstacle est faible ; et inversement, plus la valeur Cptval du compteur d'interférence Cpt est grande, plus le risque d'interférence IR est élevé.
- [0092] La plage de valeurs pouvant être prises par la valeur Cptval peut être différente selon plusieurs possibilités de réalisation, en fonction du niveau de risque IR que les concepteurs associent à une valeur. Dans le mode de réalisation présenté, le compteur d'interférence Cpt peut prendre au moins six valeurs entières de Cptval allant de 0 à 5, tel que le niveau de risque d'interférence IR est : nul quand la valeur Cptval est égale à 0, très faible quand elle est égale à 1, faible quand elle est égale 2, moyen quand elle est égale à 3, élevé quand elle est égale à 4, et très élevé lorsqu'elle est égale à 5. Un exemple de cartographie d'interférence C est illustré [Fig.5]. Il est envisageable dans d'autres modes de réalisation que la plage des valeurs Cptval soient plus étendue, ou au contraire plus réduite.
- [0093] Par défaut, durant l'étape initiale de paramétrage EP, le procédé de pilotage DP construit la cartographie d'interférence C telle que le compteur d'interférence Cpt de chacun des secteurs angulaires SA soit égale à la plus faible valeur Cptval. Selon deux variantes de réalisation, soit cette étape est entièrement automatisée, soit l'opérateur a optionnellement la possibilité de modifier les valeurs Cptval données par défaut par le procédé de pilotage. En effet, l'opérateur peut avoir une connaissance plus ou moins

fine du contexte réel de l'aire circulaire AT de la première grue G1, et donc être capable d'associer pour tout ou partie des secteurs angulaires SA représentés dans la cartographie d'interférence C une valeur Cptval adaptée. Cette seconde variante de réalisation suppose que l'opérateur valide son propre paramétrage afin que déroulement du procédé de pilotage DP puisse se poursuivre.

- [0094] Le procédé de pilotage est mis en œuvre lorsque la première grue G1 est soit dans un état de travail E2 (qui est l'état dans lequel le pilotage est exercé manuellement par un grutier) soit dans un état de pilotage automatisé E1.
- [0095] Aussi, en référence à la [Fig.2], suite à l'étape initiale de paramétrage EP, le procédé de pilotage DP identifie dans quel état est la première grue G1, par exemple au moyen d'une information transmise par exemple par l'unité centrale 1a au système de pilotage 1c, durant deux phases d'identification Q1, Q2 telles que :
- Durant une première phase d'identification Q1, la première grue G1 est identifiée comme étant ou non dans l'état de travail E2, autrement dit pilotée par un grutier ;
 - Si non, durant une seconde phase d'identification Q2, la première grue G1 est identifiée comme étant ou non dans l'état de pilotage automatisé E1 ;
 - Si non, le procédé de pilotage considère la première grue G1 comme étant en état de girouette, et attend durant une phase d'attente Q3 que cet état change.
- [0096] Pour des questions de clarté et de compréhension du principe de fonctionnement du procédé de pilotage DP, pour les prochaines figures illustrant des exemples applicatifs :
- Le contexte d'environnement est présenté sur la figure de gauche, la cartographie d'interférence C de la première grue G1 figure de droite ;
 - Dans la représentation schématique du contexte d'environnement, l'aire circulaire de travail AT de la première grue G1 est représentée comme segmentée, avec sa flèche en surimpression ;
 - Dans les cartographies d'interférence C, lorsque la valeur Cptval du compteur d'interférence Cpt d'un secteur angulaire SA est égale à 0, la valeur Cptval n'est pas représentée dans ledit secteur angulaire SA.
- [0097] La cartographie d'interférence C est construite /mise à jour en temps réel au fil des détections par l'au moins un système anticollision 1b de la première grue G1 d'un risque de collision entre la flèche F et un obstacle durant une étape de construction EB.
- [0098] Cette étape de construction EB se déclenche lorsque, selon que la première grue G1 soit dans un état de pilotage automatisé E1 (respectivement un état de travail E2), le procédé de pilotage DP réceptionne, en provenance de l'au moins un système anti-collision 1b ou de l'unité centrale 1a, lors d'une étape de réception Q4 (respectivement Q5) d'une information d'une détection d'un risque de collision. Autrement, le procédé de pilotage DP reste en état d'attente/standby s'il ne reçoit pas une telle information re-

présentative d'une détection d'un risque de collision.

- [0099] L'étape de construction EB est donc mise en œuvre suite à la détection d'un risque de collision et parallèlement à :
- [0100] - Dans le cas où la première grue G1 est dans un état de pilotage automatisé, une étape d'orientation automatique et autonome de la flèche EM,
 - Dans le cas où elle est dans un état de travail E2, une manœuvre d'évitement E3 du grutier pour éviter d'entrer en collision avec la flèche de la seconde grue (cette manœuvre d'évitement E3 peut être opérée manuellement ou en variante automatiquement).
- [0101] Dans les deux cas, l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche EM et la manœuvre d'évitement E3 consistent à déplacer la flèche F de la première grue G1 selon un mouvement d'orientation M1 depuis sa position angulaire de départ, pour laquelle le risque de collision a été détecté par l'au moins un système anticollision 1b, jusqu'à atteindre (ou dépasser) une première position angulaire pour laquelle le risque de collision n'est plus détecté par ledit au moins un système anticollision.
- [0102] Le mouvement d'orientation M1 est telle que sa direction soit opposée au côté de la flèche F de la première grue G1 pour laquelle a été détecté le risque de collision : sens horaire pour une détection de risque de collision arrivant vers le côté gauche, sens antihoraire pour une détection de risque de collision arrivant sur le côté droit
- [0103] L'étape de construction EB est plus précisément illustrée au moyen de l'exemple présenté dans les Figures 6 à 9, pour lesquelles l'aire circulaire de travail AT de la première grue G1 recouvre partiellement en une zone d'interférence IZ l'aire circulaire de travail d'une seconde grue G2 voisine. La première grue G1 est soit dans un état de pilotage automatisé E1, soit dans un état de travail E2 ; la seconde grue G2 est dans un état de travail.
- [0104] En référence à la [Fig.6], la première grue G1 et la seconde grue G2 se trouvent toutes deux dans deux positions angulaires telles qu'elles ne sont pas en interférence. La flèche F de la première grue G1 est considérée comme se trouvant dans une position angulaire de départ comprise dans un secteur angulaire dit secteur angulaire de départ SD. La cartographie d'interférence C représentative de la première grue G1 est telle la valeur Cptval des compteurs d'interférence Cpt de l'ensemble des secteurs angulaires SA, y compris le secteur angulaire de départ SD, sont égales à 0.
- [0105] En référence à la [Fig.7], la seconde grue G2 se déplace selon un mouvement d'orientation M2 dans le sens horaire tel que l'au moins un système anticollision 1b de la première grue G1 détecte un risque de collision arrivant du côté droit de la flèche. Au moment de la détection, le procédé de pilotage DP initie la mise en œuvre de l'étape de construction EB en incrémentant dans la cartographie d'interférence C la valeur Cptval du compteur d'interférence Cpt du secteur angulaire de départ SD.

- [0106] A la suite de la situation de la [Fig.8], la seconde grue G2 poursuit son mouvement d'orientation M2, pendant que la première grue G1 est orientée selon le mouvement d'orientation M1 durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche EM (ou la une manœuvre d'évitement E3) jusqu'à atteindre la première position angulaire pour laquelle le risque de collision n'est plus détecté, les valeurs Cptval des compteurs d'interférences des secteurs angulaires SA traversés par la flèche F de la première grue G1 et pour lesquels le risque de collision continue encore à être détecté sont incrémentées dans la cartographie d'interférence C. Cela signifie que la valeur Cptval du compteur d'interférence Cpt su secteur angulaire SA comprenant la première position angulaire pour laquelle le risque de collision n'est plus détecté où la flèche F de la première grue G1 est placée, appelé premier secteur angulaire S1, n'est pas incrémentée.
- [0107] La mise à jour de la cartographie d'interférence C est mémorisée par le procédé de pilotage DP.
- [0108] A noter que selon la situation applicative, notamment quand la première grue G1 est en état de pilotage automatisé E1, et comme illustré par la [Fig.8], la flèche F de la première grue G1 peut être positionnée dans un premier secteur angulaire S1 qui soit compris dans une zone d'interférence avec une autre grue, du moment que le risque de collision n'est plus détecté.
- [0109] Une telle cartographie d'interférence C présente un intérêt pour le grutier car elle permet de le renseigner sur la présence de zone à risque où travailler et/ou positionner la flèche, et cette dernière est tout particulièrement avantageuse lorsque la première grue G1 est en état de pilotage automatisé E1, et que le système de contrôle/commande 1 doit positionner automatiquement et en parfaite autonomie la flèche dans une position angulaire sécurisée ou pour laquelle le risque d'interférence/de collision avec un obstacle est faible.
- [0110] Selon une variante de réalisation, lorsque la première grue G1 est dans un état de pilotage automatisé E1, l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche EM peut uniquement consister en le mouvement d'orientation M1 décrit plus haut. Dans ce cas, le premier secteur angulaire S1 correspond à un secteur angulaire finale SF dans lequel la flèche F de la première grue G1 reste positionnée une fois que le risque de collision n'est plus détecté. Egalement, il peut être considéré que le premier secteur angulaire S1 correspond au secteur angulaire final suite à la manœuvre d'évitement E3 du grutier, lorsque la première grue G1 est en état de travail E2.
- [0111] Selon d'autres variantes de réalisation, des étapes automatiques supplémentaires peuvent être mises en œuvre. A ce titre, le logigramme décrivant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche EM en [Fig.3] comprend l'ensemble des étapes automatiques prévues.

- [0112] L'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche EM comprend ainsi une première sous-étape d'orientation EM1, qui est imposée, consistant au mouvement d'orientation M1 de la flèche F de la première grue G1 décrit jusqu'ici, depuis le secteur angulaire de départ SD, où un risque de collision a été détecté, jusqu'au premier secteur angulaire S1, où le risque de collision n'est plus détecté ; le mouvement d'orientation étant effectué dans le sens opposé du côté de la flèche F où a été détecté le risque collision. L'étape de construction EB pour la construction en temps réel de la cartographie représentative du niveau de risque d'interférence IR dans l'aire circulaire de travail AT de la première grue G1 est effectuée parallèlement à cette première sous-étape d'orientation EM1.
- [0113] Suite à cette sous-étape d'orientation EM1, l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche EM comprend une seconde sous-étape d'orientation EM2 durant laquelle le procédé de pilotage DP poursuit le mouvement d'orientation M1 de la première grue G1 depuis le premier secteur angulaire S1 sur une distance angulaire dite distance angulaire de précaution DAP. Le secteur angulaire dans laquelle la flèche F de la première grue G1 est positionné est alors appelé secteur angulaire de précaution SP localisé à la distance angulaire de précaution DAP depuis ledit premier secteur angulaire S1.
- [0114] Cette seconde sous-étape d'orientation EM2 est mise en œuvre afin que soit laissée une marge de sécurité supplémentaire pour minimiser davantage le risque de collision entre la flèche F de la première grue G1 et l'obstacle détecté (ici la flèche de la seconde grue G2), ou bien encore pour tenir compte par exemple du degré de précision/de la marge d'erreur de l'au moins un système d'anticollision 1b. Elle est illustrée dans la [Fig.10], qui est équivalent et vient à la suite de la situation de la [Fig.9].
- [0115] Selon différents modes de réalisation de l'invention, la distance angulaire de précaution DAP peut être soit figée par les concepteurs de l'invention ou être paramétrable, par exemple au travers d'un paramétrage mis en œuvre par l'opérateur durant l'étape initiale de paramétrage EP. Elle peut par exemple être comprise entre 3 degrés et 10 degrés. Dans un mode de réalisation préférentiel, la distance angulaire de précaution DAP est égale à 3 degrés. Selon la distance angulaire définissant le premier secteur angulaire S1, la position angulaire de la flèche F de la première grue G1 dans ledit premier secteur angulaire S1, et la valeur de la distance angulaire de précaution DAP, il reste possible qu'après déplacement de la flèche F sur la distance angulaire de précaution DAP, la flèche soit toujours comprise dans le premier secteur angulaire S1.
- [0116] Dans ce cas, le premier secteur angulaire S1 est considéré comme étant le secteur angulaire de précaution SP. Dans le mode de réalisation préférentiel, pour lequel la distance angulaire de tous les secteurs angulaires est égale à 3 degrés et donc à la distance angulaire de précaution DAP, le secteur angulaire de précaution SP

correspond au secteur angulaire SA jouxtant en aval le premier secteur angulaire S1 dans le sens du mouvement d'orientation M1 de la flèche F de la première grue G1.

- [0117] Optionnellement, le procédé de pilotage DP peut mettre également en œuvre une troisième sous-étape d'orientation EM3 consistant à poursuivre le mouvement d'orientation M1 de la flèche F de la première grue G1 depuis le secteur angulaire de précaution SP (ou du premier secteur angulaire S1 si la seconde sous-étape d'orientation EM2 n'est pas implémentée dans le procédé de pilotage DP) jusqu'à atteindre un secteur angulaire dit secteur angulaire final SF, pour lequel le risque d'interférence entre le flèche F et un obstacle est faible, voire inexistant.
- [0118] En amont de cette troisième sous-étape d'orientation EM3 est réalisée une sous-étape de sélection ES durant laquelle le procédé de pilotage DP va déterminer/sélectionner le secteur angulaire final SF selon différents critères.
- [0119] La sous-étape de sélection ES et la troisième sous-étape d'orientation EM3 sont illustrées au moyen des Figures 11 à 14, pour lesquelles est considéré un contexte applicatif (figures à gauche) où la première grue G1, dont la flèche est positionnée dans le secteur de précaution SP, présente des zones d'interférence avec la seconde grue G2 et aussi une troisième grue G3 qui sont toutes les deux en état de travail.
- [0120] La cartographie d'interférence C représentative de l'aire circulaire de travail AT de la première grue G1 est illustrée sur les figures de droite, ladite aire circulaire étant représentée comme segmentée en secteurs angulaires, avec sa flèche F en surimpression, à des fins explicatives.
- [0121] En référence à la [Fig.11], le secteur angulaire final SF est sélectionné parmi plusieurs secteurs angulaires dits secteurs angulaires proches SN, qui sont compris dans une distance angulaire limite DL définie comme étant non nulle et inférieure ou égale à 360° depuis le secteur angulaire de précaution SP inclus.
- [0122] Dans le mode de réalisation présenté, la distance angulaire limite DL est égale à 180° . Cela signifie que, selon le résultat issu de la sous-étape de sélection ES, le secteur angulaire final SF peut correspondre au secteur angulaire de précaution SP (ou du premier secteur angulaire S1 si la seconde sous-étape d'orientation EM2 n'est pas implémentée dans le procédé de pilotage DP), auquel cas le procédé de pilotage DP ne procède pas à la troisième sous-étape d'orientation EM3. Le procédé de pilotage DP vérifie si cette situation est rencontrée lors d'une phase de vérification Q8, se déroulant entre la sous-étape de sélection ES et la troisième étape d'orientation EM3.
- [0123] Durant la sous-étape de sélection ES, le procédé de pilotage DP compare la valeur Cptval du compteur d'interférence Cpt de chacun des secteurs angulaires proches SN avec une valeur minimale val_min et une valeur maximale val_max, toutes deux entières et comprises dans l'intervalle de valeurs que peut prendre Cptval. Dans le mode de réalisation présenté, la valeur minimale val_min et la valeur maximale

val_max sont comprises dans l'intervalle entier [0,5]

- [0124] La valeur val_min correspond à un seuil pour laquelle tout secteur angulaire proche SN ayant une valeur Cptval de compteur d'interférence inférieure ou égale est considéré comme étant un secteur angulaire proche sécurisé SNS, c'est-à-dire un secteur angulaire proche SN pour lequel le risque d'interférence IR est faible, voire nul.
- [0125] A l'inverse, la valeur val_max correspond à un seuil pour laquelle tout secteur angulaire proche SN ayant une valeur Cptval de compteur d'interférence égale ou supérieure est considéré comme étant un secteur angulaire proche risqué SR, c'est-à-dire un secteur angulaire proche SN pour lequel le risque d'interférence IR est élevé ou très élevé.
- [0126] Selon différentes variantes de réalisation, soit les valeur minimale val_min et valeur maximale val_max ainsi que la distance angulaire limite DL sont figées par les concepteurs, soit elles peuvent être optionnellement définies par l'opérateur durant l'étape initiale de paramétrage EP. Par défaut, selon une première variante de réalisation de l'invention, les valeurs minimale val_min et maximale val_max peuvent correspondre respectivement à la plus faible et à la plus élevée des valeurs Cptval que peuvent prendre les compteurs d'interférence Cpt.
- [0127] Dans une seconde variante de réalisation, la valeur minimale val_min pourrait correspondre à un pourcentage de la différence entre la plus élevée et la plus faible des valeurs Cptval de compteur d'interférence Cpt, la valeur minimale val_min étant arrondie à l'unité la plus proche si la différence n'est pas une valeur entière. Par exemple, la valeur minimale val_min est respectivement égale à 2 ou à 3 si la différence entre la plus élevée et la plus faible valeur Cptval est égale à 2,4 ou 2,8. A noter que dans le cas où la différence serait à égale distance de deux unités, la valeur minimale val_min serait égale à la plus grande des unités. Par exemple, si la différence est égale à 2,5, alors la valeur minimale val_min est égale à 3. Les valeurs minimale val_min et valeur maximale val_max peuvent également être modifiées/adaptées automatiquement dans le cas où aucun secteur angulaire proche sécurisé SNS est identifié parmi le ou les plusieurs secteurs angulaires proches SN (voir plus bas).
- [0128] Lorsqu'aucun secteur angulaire proche SN n'est un secteur angulaire proche risqué SR, le secteur angulaire final SF est choisi tel qu'il correspond au premier secteur angulaire proche sécurisé SNS le plus proche, dans le sens du mouvement d'orientation M1 de la flèche F de la première grue G1, du secteur angulaire de précaution SP inclus.
- [0129] Dans l'exemple illustré en [Fig.12], pour laquelle la valeur minimale val_min et la valeur maximale val_max sont considérées comme étant respectivement égales à 1 et 5, les secteurs angulaires proches sécurisés SNS correspondent aux secteurs angulaires

proches SN dont la valeur Cptval de compteur d'interférence est inférieure ou égale à 1, soit ici ceux possédant une valeur Cptval nulle ou égale à 1. Le secteur angulaire de précaution SP ne fait pas partie de ces secteurs angulaires proches sécurisés SNS, car il présente une valeur Cptval égale à 2. Par conséquent, le procédé de pilotage poursuit le mouvement d'orientation M1 de la flèche F de la première grue G1 depuis le secteur angulaire de précaution SP (ou depuis le premier secteur angulaire S1) vers le secteur angulaire final SF, qui correspond ici au premier secteur angulaire proche sécurisé SNS ayant une valeur Cptval de compteur d'interférence nulle Cpt dans le sens du mouvement d'orientation M1.

[0130] Dans l'exemple illustré en [Fig.13], pour laquelle le contexte applicatif de la [Fig.12] est repris mais cette fois pour une valeur minimale val_min et une valeur maximale val_max égales à 2 et 5 respectivement, les secteurs angulaires proches sécurisés SNS correspondent aux secteurs angulaires proches SN dont la valeur Cptval de compteur d'interférence est inférieure ou égale à 2, soit ici les secteurs angulaires proches SN ayant une valeur Cptval nulle ou égale à 1 ou égale à 2. Dans ce contexte applicatif, le procédé de pilotage DP ne met pas en œuvre la troisième étape d'orientation EM3, ayant déterminé que le secteur angulaire final SF correspond au secteur angulaire de précaution SP, car il présente une valeur Cptval égale à 2.

[0131] Dans le cas où la distance angulaire limite DL ne contiendrait aucun secteur angulaire proche sécurisé SNS, le procédé de pilotage DP peut incrémenter la valeur minimale val_min jusqu'à identifier un ou plusieurs secteurs angulaires proches sécurisés SNS dans la distance angulaire limite DL.

[0132] En référence à la [Fig.14] pour laquelle est repris le contexte applicatif de la [Fig.12] et pour laquelle la valeur minimale val_min et la valeur maximale val_max sont respectivement égales à 0 et 5, lorsque les secteurs angulaires proches SN comprennent un ou plusieurs secteurs angulaires proches risqués SR, le principe de fonctionnement du procédé de pilotage est défini tel que la flèche F de la première grue G1 ne doit pas traverser le secteur angulaire proche risqué SR ou le premier des secteurs angulaires proches risqués SR1 rencontré dans son mouvement d'orientation M1, même si des secteurs angulaires proches sécurisés SNS sont situés en aval du secteur angulaire proche risqué SR ou du premier des secteurs angulaires proches risqués SR1.

[0133] Selon le même principe que précédemment, le procédé de pilotage DP cherche alors à déterminer un secteur angulaire final SF parmi des secteurs angulaires proches sécurisés SNS non plus compris dans la distance angulaire limite DL, mais dans un nouvel intervalle angulaire, dit intervalle angulaire sécurisé DS, incluant le secteur angulaire de précaution SP (ou le premier secteur angulaire S1) et excluant le secteur angulaire proche risqué SR ou le premier des secteurs angulaires proches risqués SR1.

[0134] Dans le cas où l'intervalle angulaire sécurisé DS ne contiendrait aucun secteur

angulaire proche sécurisé SNS, le procédé de pilotage DP incrémente la valeur minimale val_min jusqu'à identifier un ou plusieurs secteurs angulaires proches sécurisés SNS dans l'intervalle angulaire sécurisé DS. Cette situation est présentée en [Fig.14], pour laquelle il n'existe aucun secteur angulaire proche sécurisé SNS dans l'intervalle angulaire sécurisé DS tel qu'ayant une valeur Cptval de compteur d'interférence Cpt nulle. Suite à deux incrémentation successives, le procédé de pilotage DP parvient à identifier un seul secteur angulaire proche sécurisé SNS ayant une valeur Cptval de compteur d'interférence Cpt égale à 2, et qui correspond au secteur angulaire de précaution SP dans l'exemple illustré. Le procédé de pilotage DP considère alors que le secteur angulaire de précaution SP correspond au secteur angulaire final SF (et par conséquent, ne met pas en œuvre la troisième sous-étape d'orientation EM3).

- [0135] Au cours des sous-étapes d'orientation EM1, EM2, EM3, le procédé de pilotage DP vérifie au cours de phases de réception Q6 (avant la seconde sous-étape d'orientation EM2), Q7 (avant la sous-étape de sélection ES) et Q9 (avant la troisième sous-étape d'orientation EM3) s'il a reçu une information représentative d'une détection d'un risque de collision. Si oui, le procédé de pilotage DP reprend depuis le début et réitère l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche EM.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de pilotage (DP) pour le pilotage d'une grue (G) comprenant une flèche (F) et au moins un système anticollision (1b) adapté pour détecter un risque de collision sur un côté droit et un côté gauche de la flèche (F), ladite flèche (F) étant pilotable en orientation autour d'un axe d'orientation (A) et opérant dans une aire circulaire de travail (AT), pour lequel la grue (G) est :
- soit dans un état de travail (E2) dans lequel est mis en œuvre un pilotage manuel de l'orientation de la flèche (F) par un grutier,
 - soit dans un état de pilotage automatisé (E1) dans lequel est mis en œuvre un pilotage automatisé de l'orientation de la flèche (F) ;
- le procédé de pilotage (DP) étant caractérisé en ce qu'il met en œuvre au moins les étapes suivantes :
- une étape initiale de segmentation (ED) durant laquelle l'aire circulaire de travail (AT) est segmentée en plusieurs secteurs angulaires (SA) ;
 - une étape initiale de paramétrage (EP) durant laquelle chacun des plusieurs secteurs angulaires (SA) est associé à un compteur d'interférence (Cpt) représentatif d'un niveau de risque d'interférence (IR) dans le secteur angulaire (SA) associé entre la flèche (F) et un obstacle ;
 - une étape de construction (EB) durant laquelle, la grue (G) étant soit dans l'état de travail (E2) soit dans l'état de pilotage automatisé (E1), que la flèche (F) soit en mouvement ou non, et à chaque fois que la flèche (F) est présente dans un secteur angulaire (SA) parmi les plusieurs secteurs angulaires (SA), et que l'au moins un système anti-collision (1b) détecte un risque de collision dans ledit secteur angulaire (SA), alors une valeur (Cptval) du compteur d'interférence (Cpt) dans ledit secteur angulaire (SA) est incrémentée, construisant ainsi en temps réel une cartographie d'interférence (C) dans laquelle les plusieurs secteurs angulaires (SA) présentent des compteurs d'interférence (Cpt) ayant des valeurs (Cptval) qui sont distinctes et évolutives.
- [Revendication 2] Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 1, dans lequel, lorsque la grue (G) est dans l'état de pilotage automatisé (E1), le pilotage automatisé de l'orientation de la flèche est mis en œuvre en fonction de la cartographie d'interférence (C).
- [Revendication 3] Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 2, dans lequel, durant le pilotage automatisé, à chaque fois que la flèche (F) est présente dans un

secteur angulaire (SA), dit secteur angulaire de départ (SD), parmi les plusieurs secteurs angulaires (SA), et que l'au moins un système anti-collision (1b) détecte un risque de collision dans ledit secteur angulaire de départ (SD), est mise en œuvre une étape d'orientation automatique et autonome de la flèche (EM) au cours de laquelle ladite flèche (F) est orientée depuis le secteur angulaire de départ (SD) dans un sens opposé au côté droit ou gauche pour lequel est détecté le risque de collision, jusqu'à être automatiquement stoppée dans un secteur angulaire final (SF) qui est un secteur angulaire (SA) dans lequel l'au moins un système anticollision (1b) ne détecte pas de risque de collision, ladite étape d'orientation automatique et autonome de la flèche (EM) comprenant une sous-étape de sélection (ES) au cours de laquelle est sélectionné le secteur angulaire final (SF) parmi les plusieurs secteurs angulaires (SA) en fonction des valeurs (Cptval) de leurs compteurs d'interférence (Cpt) respectifs.

[Revendication 4]

Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 3, dans lequel, durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche (EM), la flèche est orientée depuis le secteur angulaire de départ (SD) jusqu'à atteindre ou dépasser un secteur angulaire de précaution (SP), ledit secteur angulaire de précaution (SP) correspondant :

- soit au secteur angulaire (SA), dit premier secteur angulaire (S1), pour lequel l'au moins un système anticollision (1b) ne détecte plus de risque de collision durant l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche (EM) depuis le secteur angulaire de départ (SD) ;
- soit à un secteur angulaire (SA) localisé à une distance angulaire de précaution (DAP) depuis ledit premier secteur angulaire (S1).

[Revendication 5]

Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 4, dans lequel la distance angulaire de précaution (DAP) est non nulle et paramétrable, et est par exemple comprise entre 3 et 10 degrés.

[Revendication 6]

Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel, durant la sous-étape de sélection (ES), le secteur angulaire final (SF) est sélectionné parmi des secteurs angulaires (SA), dits secteurs angulaires proches (SN), incluant le secteur angulaire de précaution (SP) et des secteurs angulaires (SA) qui sont répartis sur une distance angulaire limite (DL) donnée depuis ledit secteur angulaire de précaution (SP).

[Revendication 7]

Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 6, dans lequel la distance angulaire limite (DL) est inférieure ou égale à 360 degrés, et par exemple inférieure ou égale à 180 degrés.

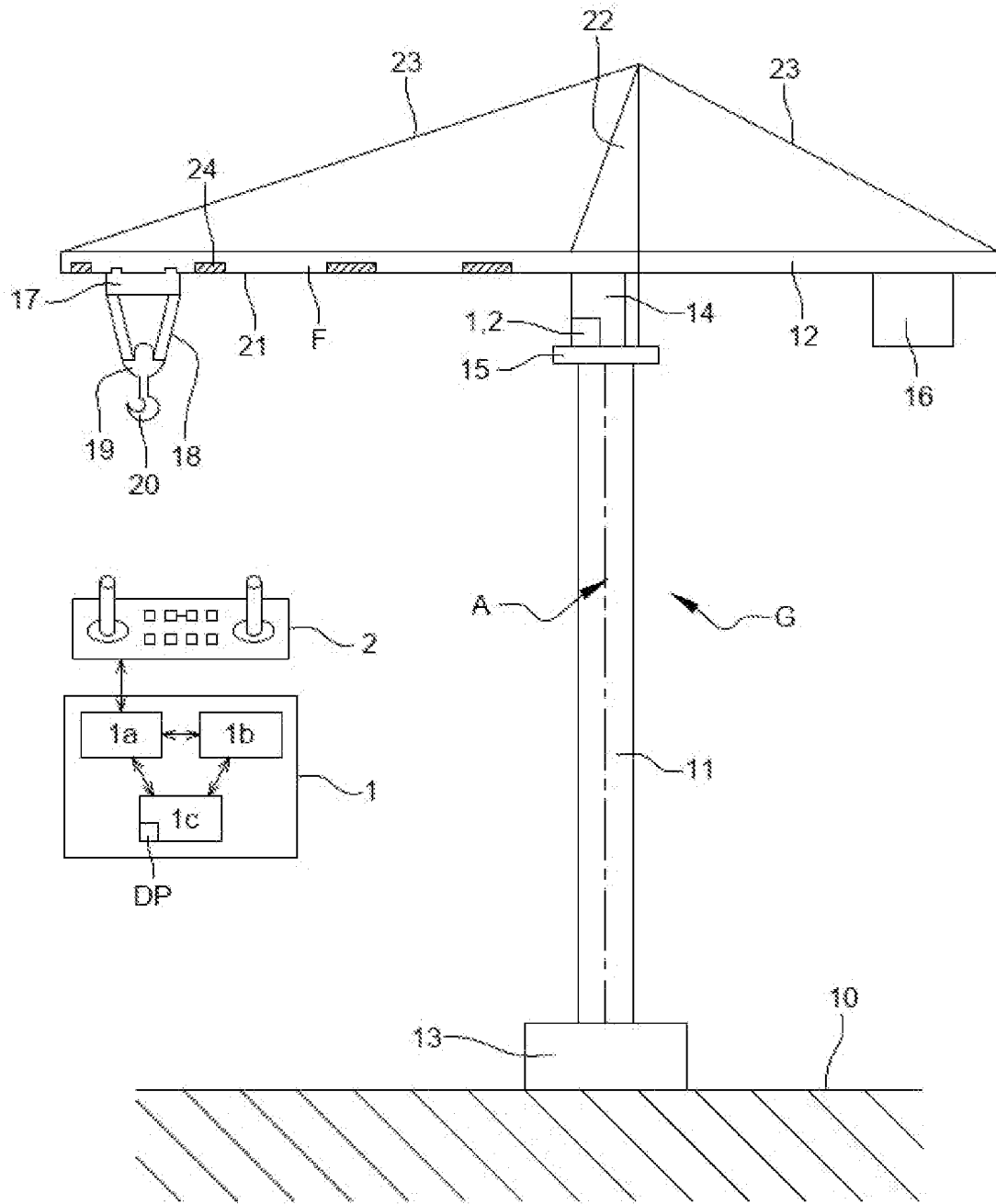
- [Revendication 8] Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 6 ou 7, dans lequel, durant la sous-étape de sélection (ES), les valeurs (Cptval) des compteurs d'interférence (Cpt) des secteurs angulaires proches (SN) sont comparées à une valeur minimale (val_min) et le ou les secteurs angulaires proches (SN) ayant une valeur (Cptval) de compteur d'interférence (Cpt) inférieure ou égale à ladite valeur minimale (val_min) est ou sont dits secteurs angulaires proches sécurisés (SNS), et le secteur angulaire final (SF) est sélectionné parmi ledit ou lesdits secteurs angulaires proches sécurisés (SNS).
- [Revendication 9] Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 8, dans lequel, durant la sous-étape de sélection (ES), la valeur minimale (val_min) correspond à la plus faible valeur (Cptval) des compteurs d'interférence (Cpt) des secteurs angulaires proches (SN), ou à la plus faible valeur (Cptval) des compteurs d'interférence (Cpt) des secteurs angulaires proches incrémentée d'une valeur d'incrément paramétrable.
- [Revendication 10] Procédé de pilotage (DP) selon les revendications 8 et 9, dans lequel, durant la sous-étape de sélection (ES), le secteur angulaire final (SF) est sélectionné comme étant un secteur angulaire proche sécurisé (SNS), parmi les secteurs angulaires proches sécurisés (SNS), et qui est :
- soit celui qui est le plus proche angulairement du secteur angulaire de précaution (SP) ;
 - soit celui qui, d'une part, a une valeur (Cptval) du compteur d'interférence (Cpt) qui est équivalente à la plus faible valeur (Cptval) des compteurs d'interférence (Cpt) des secteurs angulaires proches (SN) et, d'autre part, est le plus proche angulairement du secteur angulaire de précaution (SP).
- [Revendication 11] Procédé de pilotage (DP) selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, dans lequel, durant la sous-étape de sélection (ES), les valeurs (Cptval) des compteurs d'interférence (Cpt) des secteurs angulaires proches (SN) sont comparées à une valeur maximale (val_max) et le ou les secteurs angulaires proches (SN) ayant une valeur (Cptval) de compteur d'interférence (Cpt) supérieure ou égale à ladite valeur maximale (val_max) est ou sont dits secteurs angulaires proches risqués (SR), et dans lequel le secteur angulaire final (SF) est sélectionné parmi les secteurs angulaires proches (SN) s'étendant dans un intervalle angulaire sécurisé (DS) délimité, d'une part, par le secteur angulaire de précaution (SP) inclus et, d'autre part, par le secteur angulaire proche risqué (SR) ou par le premier des secteurs angulaires proches risqués

(SR1) en partant du secteur angulaire de précaution (SP) exclu ; de sorte que, lors de l'étape d'orientation automatique et autonome de la flèche (EM), la flèche (F) n'atteint pas et ne dépasse pas ledit secteur angulaire proche risqué (SR) ou ledit premier des secteurs angulaires proches risqués (SR1) en partant du secteur angulaire de précaution (SP).

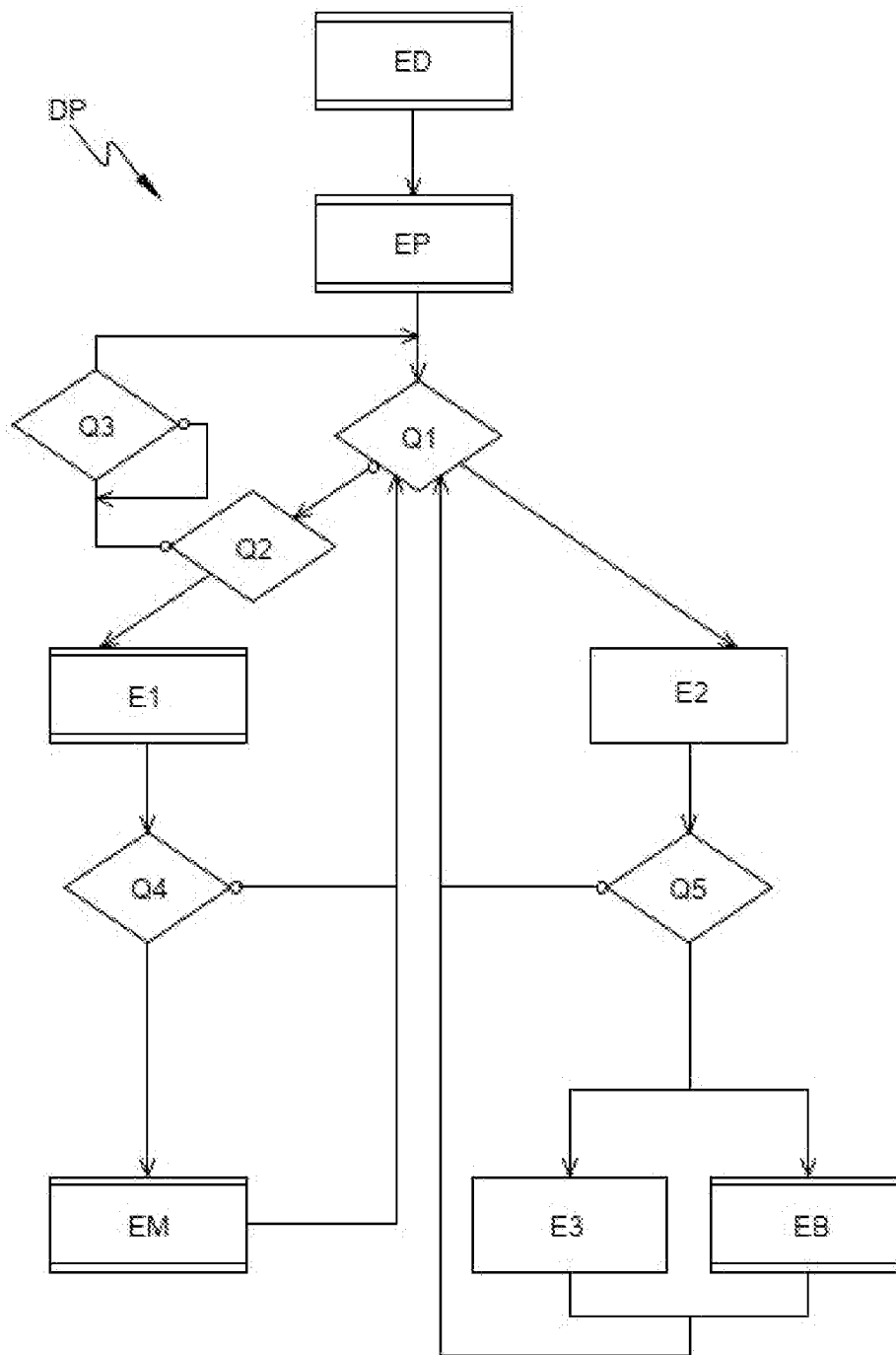
- [Revendication 12] Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 11, dans lequel, durant la sous-étape de sélection (ES), le secteur angulaire final (SF) est sélectionné comme le secteur angulaire proche (SN) ayant la plus faible valeur (Cptval) du compteur d'interférence (Cpt) dans l'intervalle angulaire sécurisé (DS), indépendamment des valeurs (Cptval) des compteurs d'interférence (Cpt) des secteurs angulaires proches (SN) situés au-delà dudit intervalle angulaire sécurisé (DS).
- [Revendication 13] Procédé de pilotage (DP) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, durant l'étape initiale de segmentation (ED), l'aire circulaire de travail (AT) est segmentée en au moins 36 secteurs angulaires (SA).
- [Revendication 14] Procédé de pilotage (DP) selon la revendication 13, dans lequel, durant l'étape initiale de segmentation (ED), l'aire circulaire de travail (AT) est segmentée en au moins 120 secteurs angulaires (SA) isométriques.
- [Revendication 15] Procédé de pilotage (DP) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, durant l'étape initiale de paramétrage (EP), la valeur (Cptval) du compteur d'interférence (Cpt) de chacun des plusieurs secteurs angulaires (SA) est la plus petite valeur définie dans ledit procédé de pilotage (DP).
- [Revendication 16] Système de pilotage (1c) pour le pilotage d'une grue (G) comprenant une flèche (F) et au moins un système anticollision (1b) adapté pour détecter un risque de collision sur un côté droit et un côté gauche de la flèche (F), ladite flèche (F) étant pilotable en orientation autour d'un axe d'orientation (A) et opérant dans une aire circulaire de travail (AT), ledit système de pilotage (1c) communiquant/échangeant des informations avec l'au moins un système d'anticollision (1b) et pilotant la flèche (F), et étant conçu pour exécuter un procédé de pilotage (DP) conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 17] Grue (G) comprenant une flèche (F) et au moins un système anticollision (1b) adapté pour détecter un risque de collision sur un côté droit et un côté gauche de la flèche (F), ladite flèche (F) étant pilotable en orientation autour d'un axe d'orientation (A) et opérant dans une aire

circulaire de travail (AT), ladite grue (G) comprenant en outre un système de pilotage (1c) conforme à la revendication 16 et communiquant/échangeant des informations avec l'au moins un système d'anticollision (1b) et avec la flèche (F) pour la piloter en rotation, soit dans l'état de travail (E2) en réponse à des commandes d'un grutier, soit dans l'état de pilotage automatisé (E1).

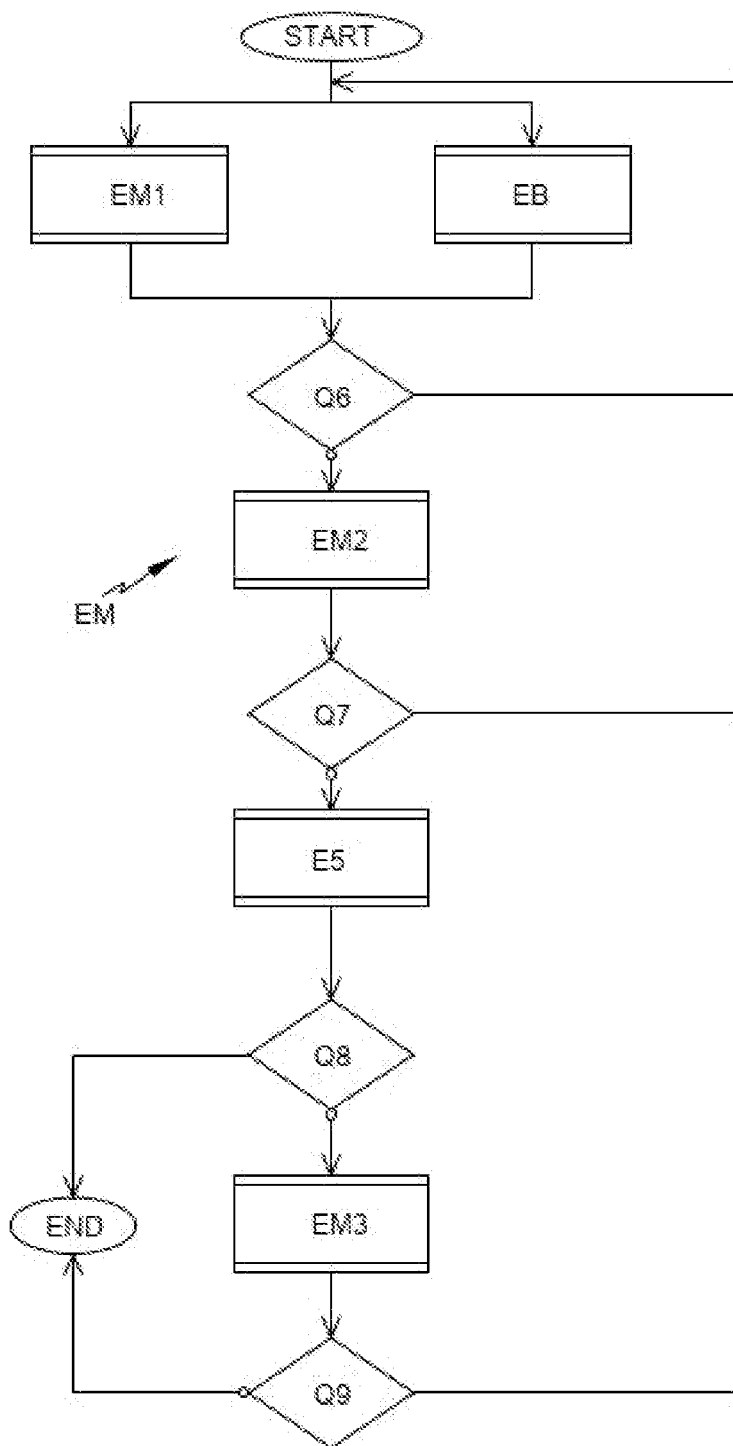
[Fig. 1]



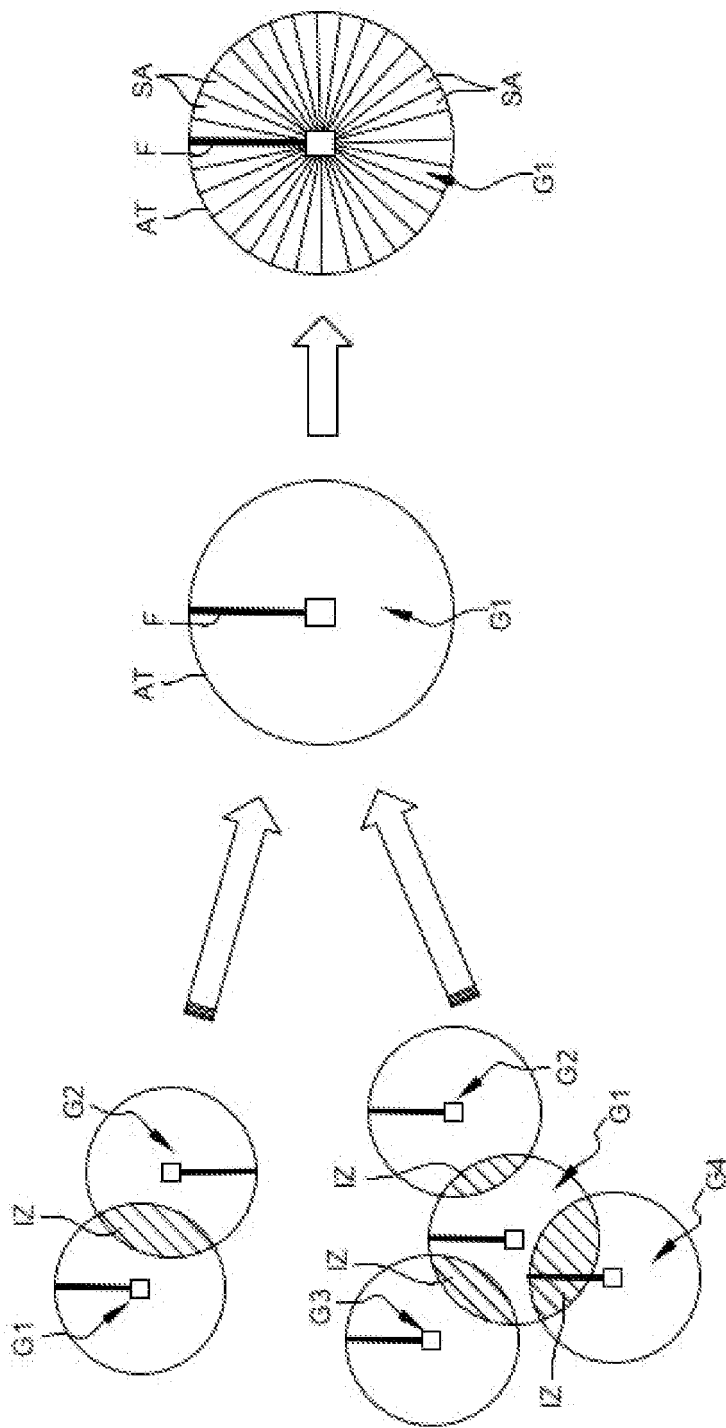
[Fig. 2]



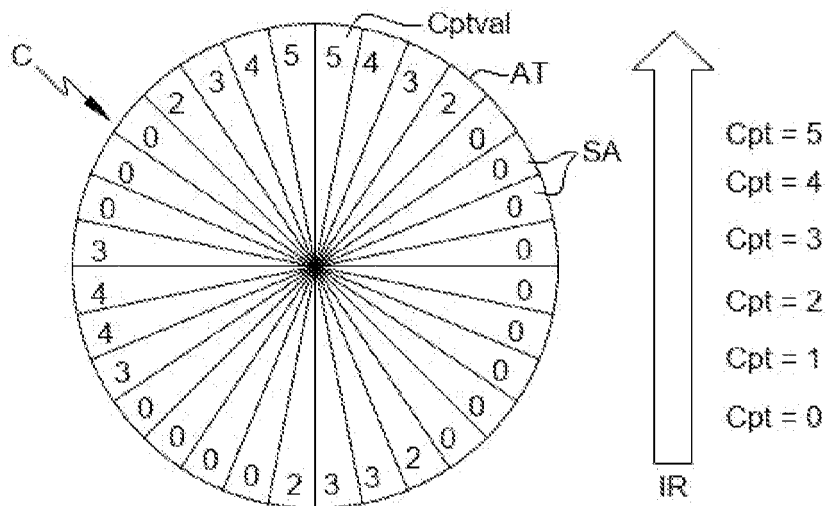
[Fig. 3]



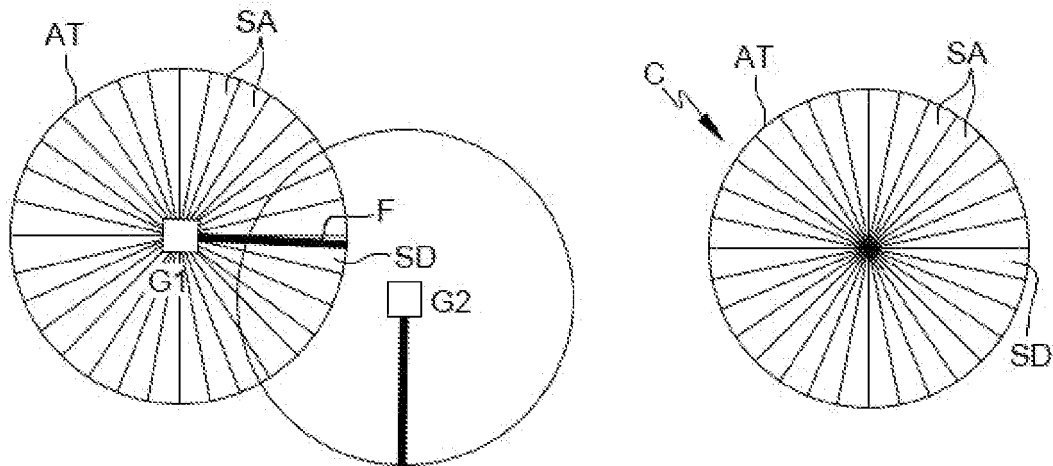
[Fig. 4]



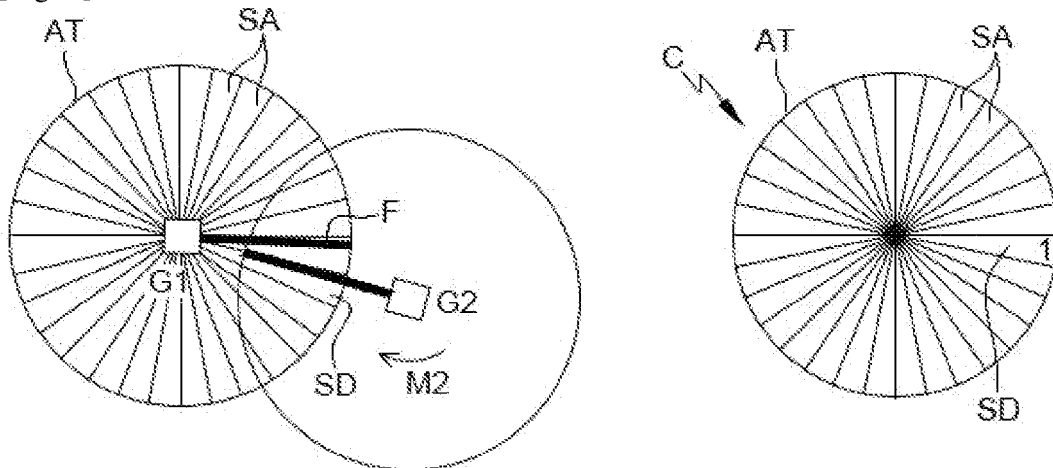
[Fig. 5]



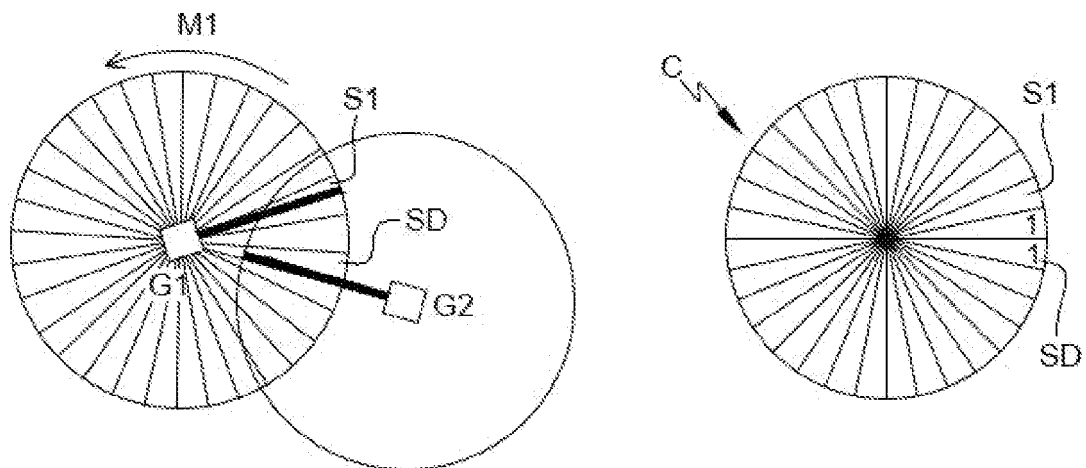
[Fig. 6]



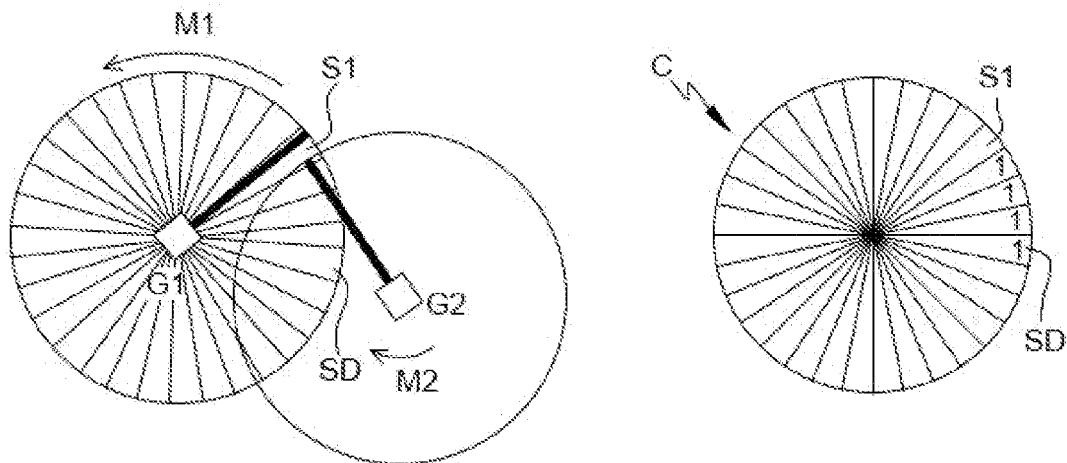
[Fig. 7]



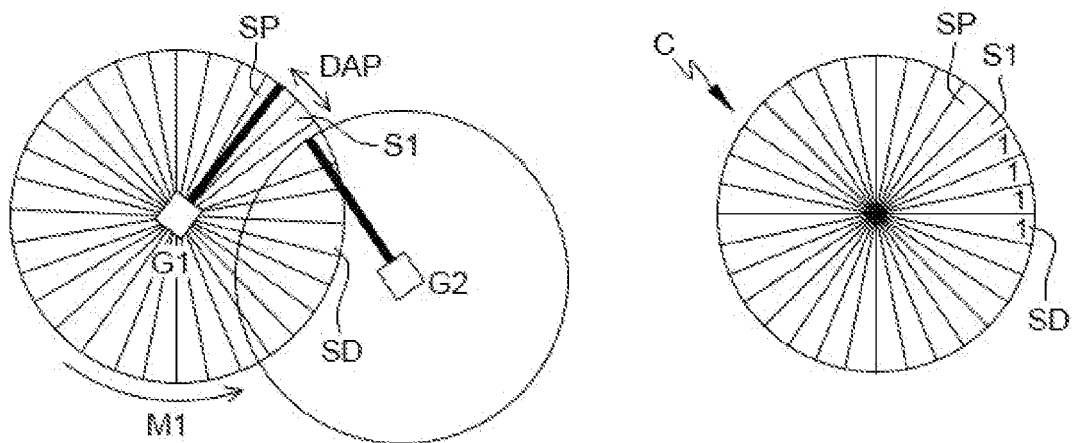
[Fig. 8]



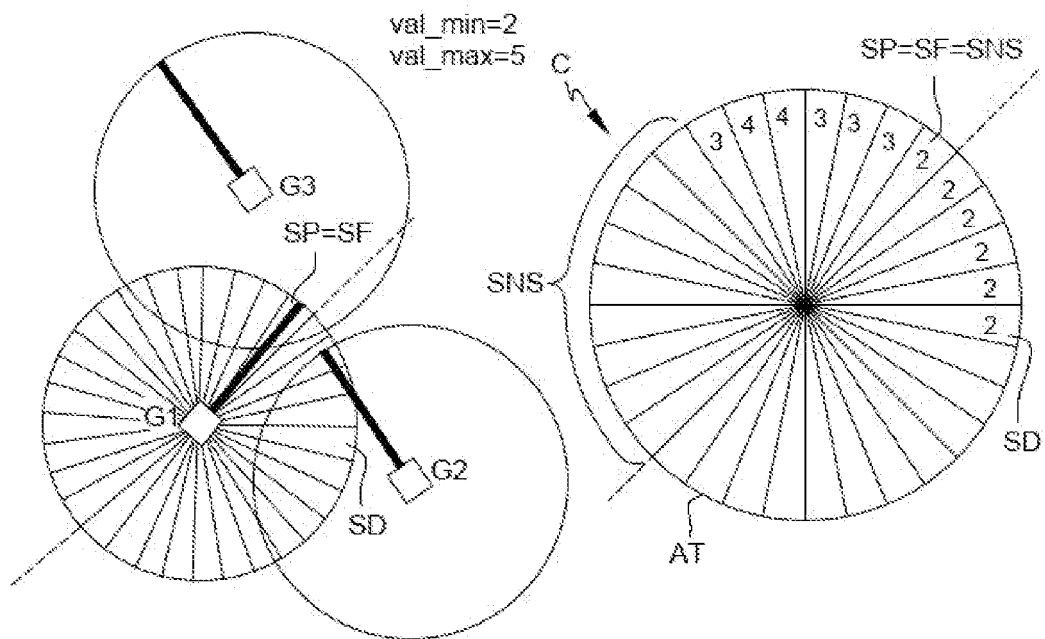
[Fig. 9]



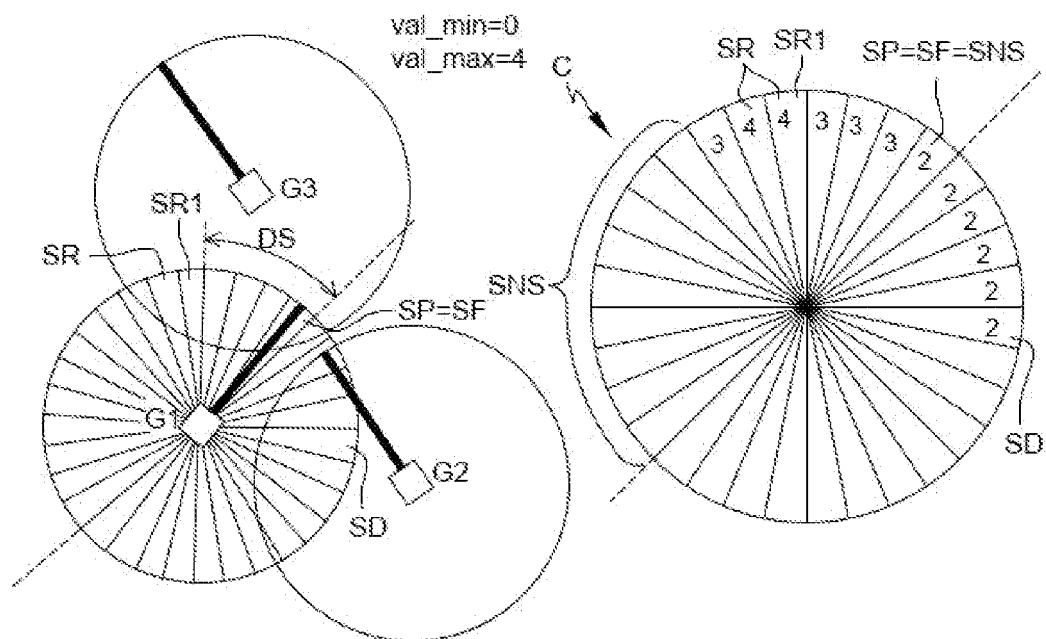
[Fig. 10]



[Fig. 13]



[Fig. 14]



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**

JP H07 300295 A (KONOIKE CONST;
IISUTETSUKU KK)
14 novembre 1995 (1995-11-14)

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

CN 110 963 405 B (UNIV JINAN)
15 janvier 2021 (2021-01-15)

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

NEANT