

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/229174 A1

(43) Date de la publication internationale
05 décembre 2019 (05.12.2019)

(51) Classification internationale des brevets :
G06F 16/36 (2019.01) G05B 23/02 (2006.01)
G06F 11/07 (2006.01)

TAL, Gaëlle ; THALES SA Thalès Intellectual Property 1, avenue Augustin Fresnel, 91767 PALAISEAU (FR). LAUDY, Claire ; THALES SA Thalès Intellectual Property 1, avenue Augustin Fresnel, 91767 PALAISEAU (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2019/064070

(74) Mandataire : HABASQUE, Etienne et al. ; Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, 75441 PARIS CEDEX 09 (FR).

(22) Date de dépôt international :
29 mai 2019 (29.05.2019)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
18/00546 01 juin 2018 (01.06.2018) FR

(71) Déposant : THALES [FR/FR] ; Tour Carpe Diem Place des Corolles Esplanade Nord, 92400 COURBEVOIE (FR).

(72) Inventeurs : PALACIOS MEDINACELLI, Luis Vicente Gustavo ; THALES SA Thalès Intellectual Property 1, avenue Augustin Fresnel, 91767 PALAISEAU (FR). LOR-

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING THE MALFUNCTIONS OF A PIECE OF EQUIPMENT AND ASSOCIATED DEVICES

(54) Titre : PROCÉDÉ DE CONTRÔLE DES DYSFONCTIONNEMENTS D'UN ÉQUIPEMENT ET DISPOSITIFS ASSOCIÉS

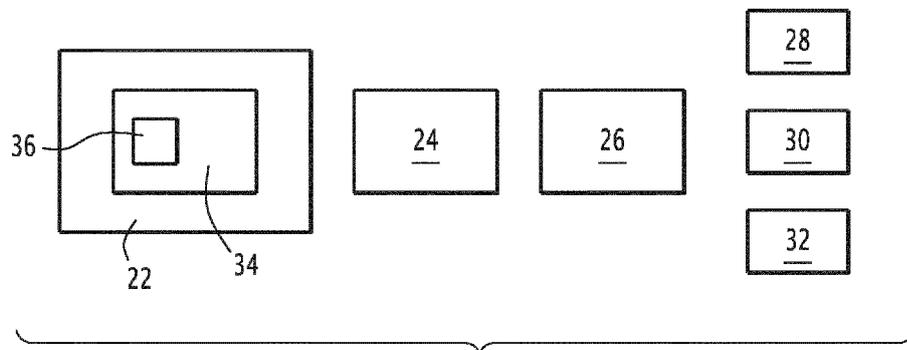


FIG.2

(57) Abstract: The present invention concerns a method for controlling the malfunctions of a piece of equipment (36) comprising: - a phase of distributing data into partial ontologies, - a phase of collating partial ontologies into a global ontology, the collation phase being implemented by computer and comprising the implementation of two learning techniques, the first technique being non-supervised and the second technique being supervised, and - an operating phase comprising: - a step of providing at least one piece of data originating from an installation (22, 24, 26, 28, 30, 32), and - a step of converting the provided data into at least one piece of information relating to the control of the malfunctions of the piece of equipment (36).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement (36) comportant : - une phase de répartition de données en ontologies partielles, - une phase de rassemblement d'ontologies partielles en une ontologie globale, la phase de rassemblement étant mise en œuvre par ordinateur et comportant la mise en œuvre de deux techniques d'apprentissage, la première technique étant non-supervisée et la deuxième technique étant supervisée, et - une phase d'exploitation comportant : - une étape de fourniture d'au moins une donnée provenant d'une installation (22, 24, 26, 28, 30, 32), et - une étape de conversion des données fournies en au moins une information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement (36).



WO 2019/229174 A1

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement et dispositifs associés

5 La présente invention concerne un procédé de contrôle des dysfonctionnements de l'équipement. La présente invention se rapporte également à un produit programme d'ordinateur et un support lisible d'informations associés.

Dans le domaine de l'avionique, le bon fonctionnement de chaque équipement faisant partie de l'avion permet de garantir une bonne sécurité pour l'avion.

10 Comme chaque équipement est sujet à des dysfonctionnements, il est souhaitable de pouvoir contrôler lesdits dysfonctionnements, que ce soit en les prévenant ou en les réparant de la manière la plus adaptée possible.

Il existe donc un besoin pour un procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement qui permette de diminuer la survenance des dysfonctionnements de l'équipement, que ce soit en maintenance ou en réparation.

15 Pour cela, la présente description porte sur un procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement, l'équipement étant propre à être utilisé par des installations distinctes, le procédé comportant une phase de répartition de données en ontologies partielles, la phase de répartition étant mise en œuvre par ordinateur et comportant une étape de fourniture d'ontologies partielles, chaque ontologie partielle
20 étant relative à l'équipement et étant spécifique d'une des installations, une étape de collection d'un ensemble de données relatives à l'équipement et provenant de plusieurs installations distinctes, et une étape de remplissage de chaque ontologie partielle avec les données collectées. Le procédé comporte aussi une phase de rassemblement des ontologies partielles en une ontologie globale, la phase de rassemblement étant mise en
25 œuvre par ordinateur et comportant la mise en œuvre de deux techniques d'apprentissage, la première technique étant non-supervisée et la deuxième technique étant supervisée. Le procédé comporte, en outre, une phase d'exploitation comportant une étape de fourniture d'au moins une donnée provenant d'une installation, et une étape de conversion de la ou des données fournies en au moins une information
30 relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement l'étape de conversion utilisant l'ontologie globale.

Suivant des modes de réalisation particuliers, le procédé de contrôle comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

35 - l'ensemble de données comporte des mesures effectuées par des capteurs.

- 5 - chaque information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement fait partie du groupe constitué d'une probabilité d'occurrence d'un dysfonctionnement de l'équipement, de la cause d'un dysfonctionnement de l'équipement, de la ou des actions possibles en cas de dysfonctionnement de l'équipement, de la probabilité de succès d'une action correctrice en cas de dysfonctionnement de l'équipement, et d'une action de maintenance évitant la survenue ultérieure d'un dysfonctionnement de l'équipement.
- 10 - chaque ontologie comporte un ensemble de concepts, la phase de rassemblement comportant une étape de répartition en sous-groupes comportant un rapprochement des concepts similaires d'au moins deux ontologies partielles pour obtenir des groupes, un groupe regroupant un ensemble des données relatives à des concepts considérés comme proches ou ayant un lien logique entre eux et une mise en œuvre de la première technique d'apprentissage sur chacun des groupes pour obtenir des sous-groupes regroupant des données partageant des caractéristiques communes, pour obtenir des sous-groupes appris.
- 15 La phase de rassemblement comporte une étape de mise en relation durant laquelle un superviseur constitue une base de données d'apprentissage et une base de données de test en introduisant des relations entre des données des sous-groupes appris, et une étape de mise en œuvre de la deuxième technique d'apprentissage des relations à partir des deux bases de données pour obtenir
- 20 une ontologie globale associant à chaque sous-groupe une relation aux autres sous-groupes.
- la phase de répartition comporte une étape de prétraitement durant laquelle les données collectées sont converties en un format unique.
- 25 - au moins une information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement est une information relative à la maintenance ou à la réparation d'au moins une partie de l'équipement.
- la phase d'exploitation comporte une étape de mise en œuvre d'une action sur l'équipement en fonction d'au moins une information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement.
- 30 - une information est une information de suggestion d'une action et l'action mise en œuvre lors de la phase d'exploitation n'est pas conforme à l'action suggérée, les phases de répartition et de rassemblement sont mises en œuvre à nouveau en prenant en compte l'action mise en œuvre lors de la phase d'exploitation.
- 35 La présente description se rapporte également à un produit programme d'ordinateur comportant un support lisible d'informations, sur lequel est mémorisé un

programme d'ordinateur comprenant des instructions de programme, le programme d'ordinateur étant chargeable sur une unité de traitement de données et adapté pour entraîner la mise en œuvre d'un procédé tel que précédemment décrit lorsque le programme d'ordinateur est mis en œuvre sur l'unité de traitement des données.

5 La présente description concerne aussi un support lisible d'informations sur lequel est mémorisé un produit programme d'ordinateur tel que précédemment décrit.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemple uniquement et en référence aux dessins qui sont :

- 10 - figure 1, une vue schématique d'un exemple d'ordinateur permettant la mise en œuvre d'un procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement, et
- figure 2, une vue schématique d'un ensemble d'installations dans laquelle l'équipement est amené à être utilisé.

Un système 10 et un produit programme d'ordinateur 12 sont représentés à la figure 1. L'interaction du produit programme d'ordinateur 12 avec le système 10 permet de mettre en œuvre un procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement.

Plus généralement, le système 10 est un calculateur électronique propre à manipuler et/ou transformer des données représentées comme des quantités électroniques ou physiques dans des registres du calculateur et/ou des mémoires en d'autres données similaires correspondant à des données physiques dans des mémoires, des registres ou d'autres types de dispositifs d'affichage, de transmission ou de mémorisation.

Le système 10 comporte un processeur 14 comprenant une unité de traitement de données 16, des mémoires 18 et un lecteur 20 de support d'informations. Le système 10 comprend également un clavier 22 et une unité d'affichage 24.

Le produit programme d'ordinateur 12 comporte un support lisible d'informations.

Un support lisible d'informations est un support lisible par le système 10, usuellement par le lecteur 20. Le support lisible d'informations est un médium adapté à mémoriser des instructions électroniques et capable d'être couplé à un bus d'un système informatique.

A titre d'exemple, le support lisible d'informations est une disquette ou disque souple (de la dénomination anglaise de « *floppy disk* »), un disque optique, un CD-ROM, un disque magnéto-optique, une mémoire ROM, une mémoire RAM, une mémoire EPROM, une mémoire EEPROM, une carte magnétique ou une carte optique.

35 Sur le support lisible d'informations est mémorisé un programme d'ordinateur comprenant des instructions de programme.

Le programme d'ordinateur est chargeable sur l'unité de traitement de données 16 et est adapté pour entraîner la mise en œuvre du procédé de contrôle.

Le fonctionnement du système 10 en interaction avec le produit programme d'ordinateur 12 est maintenant décrit en référence à un exemple de mise en œuvre d'un
5 procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement.

Le procédé de contrôle s'applique dans un cas où l'équipement est amené au cours de sa vie à être utilisé dans plusieurs installations distinctes. Un tel ensemble d'installations est représenté sur la figure 2.

Dans l'exemple représenté, les installations sont un aéroport 22, un centre de
10 maintenance 24, un centre de réparation 26 et trois centrales 28, 30 et 32 appartenant chacune à un fournisseur respectif du centre de réparation 26.

L'ensemble d'installations est ainsi un ensemble de maintenance et d'exploitation d'avions 34.

Chaque avion 34 comporte une pluralité d'équipements 36 comportant chacun une
15 pluralité de pièces.

Les équipements 36 sont, dans ce qui suit, des équipements d'aéronefs.

Un ventilateur, un moteur ou des ailes sont des exemples de tels équipements 36.

Dans l'aéroport 22, une pluralité d'avions 34 est propre à décoller et à arriver.

L'aéroport 22 comporte notamment des capteurs propres à mesurer les conditions
20 environnementales. Par exemple, les capteurs sont propres à mesurer la température de la piste, la quantité de pluie ou encore la visibilité.

Chaque avion 34, et notamment chaque équipement 36 de l'avion 34, fait l'objet d'un contrôle strict dans le centre de maintenance 24.

Chaque équipement 36 est testé par une pluralité de capteurs.

La pluralité de capteurs donne ainsi accès, à titre d'illustration, à la résistance
25 mécanique de l'équipement 36 ou à des valeurs électriques de référence de l'équipement 36.

Lorsqu'un équipement 36 présente un dysfonctionnement, l'équipement 36 est
30 envoyé à un centre de réparation 26. Par l'expression « dysfonctionnement », il est entendu aussi bien une panne, soit une absence de fonctionnement, qu'un fonctionnement non conforme au fonctionnement attendu de l'équipement 36.

Dans le centre de réparation 26, chaque pièce est testée pour trouver l'origine du dysfonctionnement.

En particulier, le test comporte l'établissement par des capteurs de la réponse
35 électrique de l'équipement 36, réponse qui comporte l'ensemble des valeurs électriques et pas seulement les valeurs électriques de référence.

A titre d'exemple, il est supposé que trois pièces d'un équipement 36 sont considérées comme défectueuses et que chacune de ces pièces est fournie par un fournisseur différent.

5 Chaque pièce est alors renvoyée à la centrale 28, 30 ou 32 du fournisseur concerné pour réparation ou remplacement.

Dans chacune des centrales 28, 30 ou 32, le fournisseur procède à de nouveaux tests d'une des pièces de l'équipement 36 avec des capteurs qui lui sont propres.

Dans un tel cas de figure, il apparaît clairement que l'information relative au dysfonctionnement est partagée entre plusieurs installations distinctes.

10 En l'occurrence, le centre de maintenance 24, le centre de réparation 26 et les centrales 28, 30 et 32 des trois fournisseurs ont chacun à leur disposition des données pertinentes pour la maintenance et la réparation de l'équipement 36 de l'avion 34. Il est à noter qu'il est difficile de relier les mesures d'une centrale 28 avec les conditions environnementales dans laquelle la pièce a été utilisée, ces conditions environnementales étant connues au niveau de l'aéroport 22.

20 En outre, il est à noter que le cas simple illustré est, dans la plupart des cas plus complexe, du fait que le nombre d'installations est plus grand et qu'il convient également de considérer cette problématique pour chaque équipement 36 et chaque avion 34. En particulier, une panne d'un ensemble d'équipement 36 peut être due à la faiblesse d'une seule pièce d'un équipement 36 ou relative seulement à un type d'avions 34 particuliers.

Le procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement 36 vise à exploiter l'ensemble de ces données pour assurer une meilleure maintenance (prévention) et une meilleure réparation des dysfonctionnements.

25 Le procédé de contrôle comporte une phase de répartition de données en ontologies partielles, une phase de rassemblement des ontologies partielles en une ontologie globale et une phase d'exploitation.

30 Au moins la phase de répartition et la phase de rassemblement sont mises en œuvre par le système 10 en interaction avec le produit programme d'ordinateur 12, c'est-à-dire mises en œuvre par ordinateur. La plupart des étapes de la phase d'exploitation sont également mises en œuvre par ordinateur, sauf celle(s) qui impliquent une intervention directe sur l'équipement 36 ou une partie de l'équipement 36.

La phase de répartition comporte une étape de fourniture, une étape de collection, une étape de prétraitement et une étape de remplissage.

Lors de l'étape de fourniture, il est fourni des ontologies partielles.

De manière générale, une ontologie est une entité formée par un ensemble de connaissances, de faits et de règles relatifs à un domaine donné, domaine scientifique, culturel, administratif, savoir-faire industriel ou commercial.

5 Plus précisément, une ontologie est un ensemble de concepts, chaque concept pouvant être en relation avec d'autres concepts. Un concept regroupe un ensemble de mots désignant la même notion, typiquement des synonymes. Par exemple, un aéronef est un concept qui peut également être désigné comme engin volant. Toutefois, le cas des synonymes n'est pas le seul cas possible. A titre d'exemple, pour le concept d'aéronef et le concept les atouts d'une compagnie, un nouveau concept peut être les
10 aéronefs de ladite compagnie.

Une ontologie est représentable sous forme d'un graphe dont les points sont les concepts, une relation étant représentée par un trait entre deux points.

Dans le cas de l'étape de fourniture, chaque ontologie est à l'équipement 36, et plus spécifiquement à la maintenance et/ou la réparation de l'équipement 36, et a
15 généralement été établie par un superviseur.

Chaque ontologie est représentative des données d'une installation spécifique, en l'occurrence, dans l'exemple décrit, l'aéroport 22, le centre de maintenance 24, le centre de réparation 26 ou l'une des trois centrales 28, 30 et 32.

De ce fait, les ontologies sont qualifiées d'« ontologies partielles » dans la mesure
20 où chaque ontologie prend uniquement en compte les données de l'installation considérée de sorte que les concepts utilisés dans l'ontologie partielle sont relativement partiels puisque ne prenant pas en compte l'ensemble des mesures pertinentes.

Lors de l'étape de collection, il est collecté un ensemble de données provenant de plusieurs installations distinctes, et de préférence de chaque installation.

25 Les données collectées sont relatives à l'équipement 36 et plus spécifiquement à la maintenance et/ou la réparation de l'équipement 36.

De manière générique, les données collectées sont des données relatives à l'environnement de l'équipement 36, à l'origine de l'équipement 36, à l'historique de l'équipement 36 et aux dysfonctionnements observés sur l'équipement 36.

30 Les données relatives à l'environnement de l'équipement 36 sont, par exemple, les températures ou les pressions de l'atmosphère auxquelles l'équipement 36 a été soumis.

Les données portant sur l'origine de l'équipement 36 sont, par exemple, le fabricant de l'équipement 36 ou l'avion 34 dans lequel l'équipement 36 a été installé.

L'historique de l'équipement 36 peut comporter des données relatives à la durée
35 d'exploitation de l'équipement 36 ou au nombre de maintenances effectuées sur l'équipement 36.

Les données de dysfonctionnements observés sur l'équipement 36 comportent à titre d'illustration l'ensemble des mesures anormales obtenues lors des tests de l'équipement 36.

5 En outre, selon un mode de réalisation, les données collectées comportent également les données pour un équipement 36 de même nature que l'équipement 36 considéré.

Les données collectées comportent des mesures effectuées par des capteurs, que ce soient des mesures de l'environnement de l'équipement 36 ou des mesures sur l'équipement 36 lui-même.

10 Dans le cas le plus général, les données provenant d'une même installation sont hétérogènes. Par « hétérogène », il est entendu que le format de chaque donnée est différent, par exemple un historique, un texte ou un tableau d'un tableau.

Aussi, lors de l'étape de prétraitement, les données sont converties en un format unique permettant l'exploitation des données.

15 Lors de l'étape de remplissage, les ontologies partielles fournies sont remplies par les données collectées se rapportant aux ontologies.

Pour cela, un opérateur, généralement un expert du domaine, établit une table de correspondances entre les données possibles et les ontologies partielles.

20 Puis, le système 10 utilise la table de correspondance pour remplir automatiquement chaque ontologie.

A l'issue de l'étape de remplissage, il est ainsi obtenu des ontologies partielles comportant des données.

25 La phase de rassemblement comporte la mise en œuvre de deux techniques d'apprentissage, la première technique étant non-supervisée et la deuxième technique étant supervisée.

Plus précisément, dans l'exemple décrit, la phase de rassemblement comporte une étape de répartition en sous-groupes, une étape de mise en relation, une étape d'apprentissage et une étape de test.

30 Lors de l'étape de répartition en sous-groupes, deux sous-étapes sont mises en œuvre : une sous-étape de rapprochement et une sous-étape d'apprentissage.

Lors de la sous-étape de rapprochement, un rapprochement des concepts similaires de chaque ontologie partielle est effectué pour obtenir des groupes, un groupe regroupant l'ensemble des données associées à des concepts considérés comme proches ou ayant un lien logique entre eux. Les données associées sont les données
35 ayant été associées lors de l'étape de remplissage.

Les concepts considérés comme proches ou ayant un lien logique entre eux sont les concepts intéressants pour lesquels il est souhaité apprendre une relation entre eux.

Le superviseur peut aussi guider ou décider quels concepts il souhaite analyser.

5 Deux concepts sont considérés comme proches s'ils sont synonymes ou des mots d'un même champ lexical ou s'ils ont un lien logique comme exemplifié plus haut.

A titre d'illustration pour deux concepts ayant un lien logique entre eux, supposons qu'il existe deux centres de réparation dans différents endroits géographiques, tous deux capables de réparer le même équipement. En associant les tests mis en œuvre et les actions de maintenance ou correctrices suite à la détection d'un dysfonctionnement de
10 chaque centre dans un même groupe, il sera possible de déterminer des liens entre les tests mis en œuvre et les actions correctrices qui sont chacun deux concepts ayant un lien logique entre eux.

Le rapprochement est effectué par un superviseur.

Lors de la sous-étape d'apprentissage, il est mis en œuvre la première technique
15 d'apprentissage sur chacun des groupes pour obtenir des sous-groupes regroupant des données partageant des caractéristiques communes. Chaque sous-groupe correspond à un concept, ce concept étant le plus souvent différent d'un concept contenu dans les ontologies partielles.

La première technique d'apprentissage est une technique d'apprentissage non-
20 supervisée.

La première technique d'apprentissage est toute technique d'apprentissage permettant une classification hiérarchique. L'analyse en composantes principales est un exemple.

Lors de l'étape de mise en relation, un superviseur constitue une base de données
25 d'apprentissage et une base de données de test en introduisant des relations entre les données des sous-groupes.

La répartition entre la base d'apprentissage et la base de données de test est, par exemple, de 60% pour 40%.

Lors de l'étape d'apprentissage, il est appliqué la deuxième technique
30 d'apprentissage sur la base de données d'apprentissage pour obtenir une ontologie globale associant à chaque sous-groupe une relation aux autres sous-groupes, c'est-à-dire une relation entre un concept et les autres concepts.

La deuxième technique d'apprentissage est supervisée.

A titre d'exemple, pour chaque sous-groupe obtenu, il est identifié dans les
35 données celles qui lui sont associées. A titre d'exemple, considérons à nouveau les sous-groupes de tests: t_1, t_2, \dots, t_n , n étant un nombre entier supérieur à 2. Avec l'aide d'un

raisonneur sémantique ou plus simplement un raisonneur (aussi désigné sous le terme anglais de « reasoner »), il est vérifié quels tests t_1, t_2, \dots, t_n , dans la base de données appartiennent à chaque sous-groupe.

5 Ensuite, la base de données donne l'action correspondant à chaque test, cette action correspondra également à un sous-groupe d'actions : a_1, a_2, \dots, a_m . Puis, une relation entre les groupes est établie, en fonction de la façon dont ils capturent les données fournies par l'expert. Théoriquement, des milliers de relations entre deux sous-
10 groupes tout aussi valables existent. Aussi une préférence entre elles est utilisée. Par conséquent, un critère de sélection est défini en fonction de la nature des relations (nombre de données impliquées notamment). Le superviseur peut également régler les critères de préférence en fonction de son expérience.

Une étape de test de l'ontologie globale est alors mise en œuvre à l'aide de la base de données de test.

15 Lors du test, des erreurs peuvent être détectées, ces erreurs provenant, par exemple, d'un modèle incomplet (c'est-à-dire une absence de relations ou des sous-groupes mal répartis) ou d'une erreur dans la saisie des données.

Les erreurs sont détectées à l'aide des relations obtenues à l'étape précédente. En effet, toute donnée ne répondant pas à une relation alors que la donnée devrait y répondre est une erreur. Il est à noter que, plus le nombre de relations auquel une donnée
20 ne répond pas est grand, plus l'erreur est importante, de sorte que le test permet de déterminer plusieurs niveaux d'erreur.

En cas de test non concluant, le superviseur modifie les sous-classes et les autres étapes de la phase de rassemblement sont mises en œuvre.

25 La phase d'exploitation comporte une étape de fourniture et une étape de conversion.

Lors de l'étape de fourniture, il est fourni au moins une donnée provenant d'une installation.

30 Lors de l'étape de conversion, l'ontologie globale est utilisée pour convertir une donnée provenant d'une installation en une information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement 36.

L'information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement 36 fait partie du groupe constitué de :

- une probabilité d'occurrence d'un dysfonctionnement de l'équipement 36,
- la cause d'un dysfonctionnement de l'équipement 36,
- 35 - les actions correctrices possibles et leur probabilité de succès en cas de dysfonctionnement de l'équipement 36,

- une action de maintenance évitant la survenue ultérieure d'un dysfonctionnement de l'équipement 36.

Le procédé de contrôle permet donc de mieux contrôler les dysfonctionnements de l'équipement 36 que ce soit en maintenance ou en réparation puisque l'ontologie utilisée est une ontologie globale et non une ontologie partielle.

Ceci est d'autant plus vrai que l'ontologie globale est aisément mise en à jour.

En effet, dans certains cas, la phase d'exploitation comporte une étape de mise en œuvre d'une action sur l'équipement 36 en fonction de chaque information. Lorsqu'une information est une information de suggestion d'une action et que l'action mise en œuvre lors de la phase d'exploitation n'est pas conforme à l'action suggérée, les phases de répartition et de rassemblement sont mises en œuvre à nouveau en prenant en compte l'action mise en œuvre lors de la phase d'exploitation. Il est ainsi obtenu une nouvelle ontologie globale plus riche.

Dans chacun des cas, le procédé de contrôle comporte un contrôle de l'équipement 36 en fonction d'au moins une des informations relatives au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement 36.

Par ailleurs, dans chacun des cas décrits, le procédé utilise une ontologie dite globale qui permet de caractériser un dysfonctionnement et/ou la manière de traiter un tel dysfonctionnement. Une telle ontologie n'est pas un modèle de la fonction d'un équipement à améliorer mais bien une fonction associant à des paramètres tels que la température, le résultat de tests, le fabricant ou l'âge de l'équipement, des prédictions de dysfonctionnements ainsi que les mesures correctrices associées.

Le présent procédé a été présenté pour le cadre spécifique d'une utilisation d'avions.

Toutefois, le procédé s'applique également pour la maintenance d'autres équipements comme par exemple un navire ou des électroménagers d'une cuisine pourvu que l'équipement soit amené à être utilisé dans une pluralité d'installations. A titre d'exemple, dans le cas du navire, les installations sont le chantier de construction, le centre de maintenance et l'entrepôt du fournisseur de pièces de réparation tandis que, pour la cuisine, les installations sont l'habitat contenant la cuisine et les différents entrepôts des fournisseurs de chaque électroménager.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de contrôle des dysfonctionnements d'un équipement (36),
l'équipement (36) étant propre à être utilisé par des installations (22, 24, 26, 28, 30, 32)
5 distinctes, le procédé comportant :

- une phase de répartition de données en ontologies partielles, la phase de
répartition étant mise en œuvre par ordinateur et comportant :

- une étape de fourniture d'ontologies partielles, chaque ontologie partielle
étant relative à l'équipement (36) et étant spécifique d'une des installations
10 (22, 24, 26, 28, 30, 32),

- une étape de collection d'un ensemble de données relatives à
l'équipement (36) et provenant de plusieurs installations (22, 24, 26, 28, 30,
32) distinctes, et

- une étape de remplissage de chaque ontologie partielle avec les données
15 collectées,

- une phase de rassemblement des ontologies partielles en une ontologie globale,
la phase de rassemblement étant mise en œuvre par ordinateur et comportant la mise en
œuvre de deux techniques d'apprentissage, la première technique étant non-supervisée
et la deuxième technique étant supervisée, et

20 - une phase d'exploitation comportant :

- une étape de fourniture d'au moins une donnée provenant d'une
installation (22, 24, 26, 28, 30, 32), et

- une étape de conversion de la ou des données fournies en au moins une
information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement
25 (36), l'étape de conversion utilisant l'ontologie globale.

2.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'ensemble de données comporte
des mesures effectuées par des capteurs.

30 3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque information relative
au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement (36) fait partie du groupe constitué
de :

- une probabilité d'occurrence d'un dysfonctionnement de l'équipement (36),

- la cause d'un dysfonctionnement de l'équipement (36),

35 - la ou les actions possibles en cas de dysfonctionnement de l'équipement (36),

- la probabilité de succès d'une action correctrice en cas de dysfonctionnement de l'équipement (36), et
- une action de maintenance évitant la survenue ultérieure d'un dysfonctionnement de l'équipement (36).

5

4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel chaque ontologie comporte un ensemble de concepts, la phase de rassemblement comportant :

- une étape de répartition en sous-groupes comportant :
 - un rapprochement des concepts similaires d'au moins deux ontologies partielles pour obtenir des groupes, un groupe regroupant un ensemble des données relatives à des concepts considérés comme proches ou ayant un lien logique entre eux, et
 - une mise en œuvre de la première technique d'apprentissage sur chacun des groupes pour obtenir des sous-groupes regroupant des données partageant des caractéristiques communes, pour obtenir des sous-groupes appris,
- une étape de mise en relation durant laquelle un superviseur constitue une base de données d'apprentissage et une base de données de test en introduisant des relations entre des données des sous-groupes appris, et
- une étape de mise en œuvre de la deuxième technique d'apprentissage des relations à partir des deux bases de données pour obtenir une ontologie globale associant à chaque sous-groupe une relation aux autres sous-groupes.

10

15

20

25

5.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la phase de répartition comporte une étape de prétraitement durant laquelle les données collectées sont converties en un format unique.

6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'au moins une information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement (36) est une information relative à la maintenance ou à la réparation d'au moins une partie de l'équipement (36).

30

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la phase d'exploitation comporte une étape de mise en œuvre d'une action sur l'équipement (36) en fonction d'au moins une information relative au contrôle des dysfonctionnements de l'équipement (36).

35

5 8.- Procédé selon la revendication 7, dans lequel une information est une information de suggestion d'une action et l'action mise en œuvre lors de la phase d'exploitation n'est pas conforme à l'action suggérée, les phases de répartition et de rassemblement sont mises en œuvre à nouveau en prenant en compte l'action mise en œuvre lors de la phase d'exploitation.

10 9.- Produit programme d'ordinateur comportant un support lisible d'informations, sur lequel est mémorisé un programme d'ordinateur comprenant des instructions de programme, le programme d'ordinateur étant chargeable sur une unité de traitement de données et adapté pour entraîner la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 lorsque le programme d'ordinateur est mis en œuvre sur l'unité de traitement des données.

15 10.- Support lisible d'informations sur lequel est mémorisé un produit programme d'ordinateur selon la revendication 9.

1/1

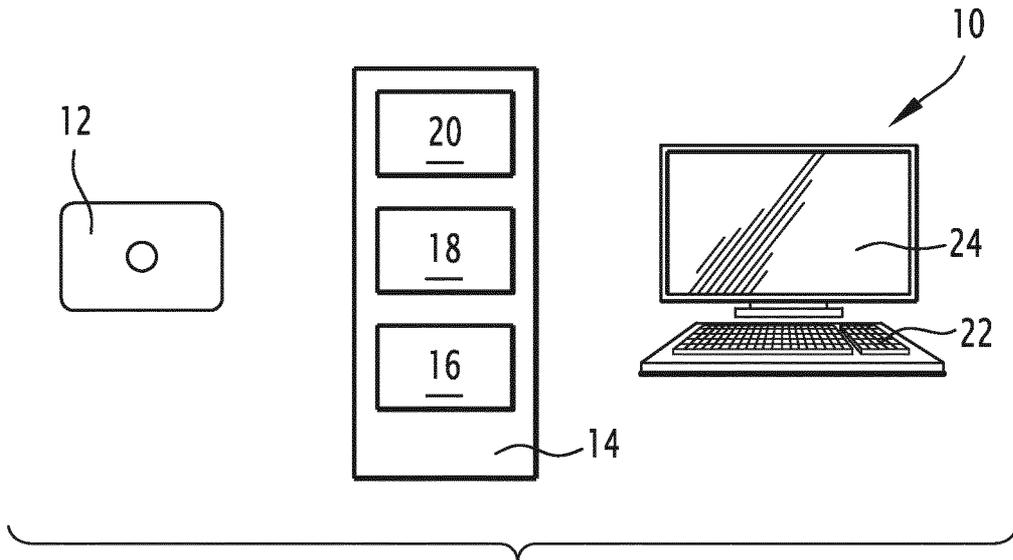


FIG. 1

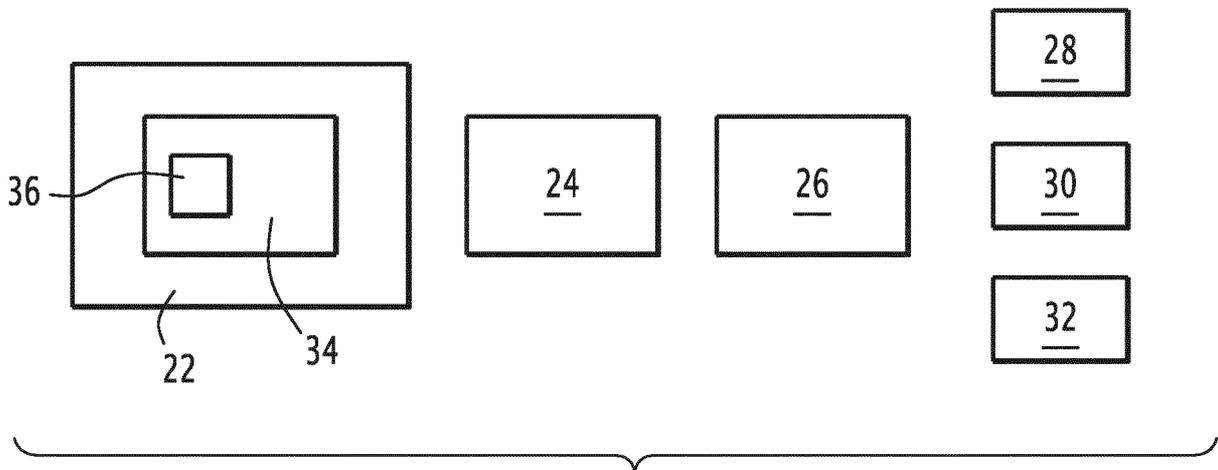


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/064070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G06F 16/36</i> (2019.01)i; <i>G06F 11/07</i> (2006.01)i; <i>G05B 23/02</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F; G05B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018032908 A1 (NAGARAJU PRADEEP B [US] ET AL) 01 February 2018 (2018-02-01) paragraphs [0003], [0029] - [0033], [0036], [0037], [0117], [0119], [0122], [0124], [0125] figure 1	1-10
X	US 2017046309 A1 (HUBAUER THOMAS [DE] ET AL) 16 February 2017 (2017-02-16) paragraphs [0002], [0035], [0036], [0038] - [0040], [0043], [0046], [0047], [0051] figure 5	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 July 2019		Date of mailing of the international search report 18 July 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Martínez Espuche, F Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/064070

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018032908	A1	01 February 2018	NONE			
US	2017046309	A1	16 February 2017	DE	102014208034	A1	29 October 2015
				EP	3100122	A1	07 December 2016
				ES	2704713	T3	19 March 2019
				US	2017046309	A1	16 February 2017
				WO	2015165611	A1	05 November 2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2019/064070

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06F16/36 G06F11/07 G05B23/02 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G06F G05B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2018/032908 A1 (NAGARAJU PRADEEP B [US] ET AL) 1 février 2018 (2018-02-01) alinéas [0003], [0029] - [0033], [0036], [0037], [0117], [0119], [0122], [0124], [0125] figure 1	1-10
X	US 2017/046309 A1 (HUBAUER THOMAS [DE] ET AL) 16 février 2017 (2017-02-16) alinéas [0002], [0035], [0036], [0038] - [0040], [0043], [0046], [0047], [0051] figure 5	1-10
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
11 juillet 2019	18/07/2019	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé	
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Martínez Espuche, F	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/064070

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2018032908	A1	01-02-2018	AUCUN

US 2017046309	A1	16-02-2017	DE 102014208034 A1 29-10-2015
		EP 3100122 A1	07-12-2016
		ES 2704713 T3	19-03-2019
		US 2017046309 A1	16-02-2017
		WO 2015165611 A1	05-11-2015
