

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
7 septembre 2007 (07.09.2007)

PCT

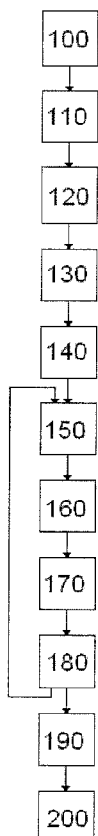
(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/099264 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H04L 12/24 (2006.01) *H04L 12/56* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/050862
- (22) Date de dépôt international : 1 mars 2007 (01.03.2007)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0601927 3 mars 2006 (03.03.2006) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6 Place d'Alleray,
F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **MO-HAMED-RASHEED, Tinku** [IN/IT]; Via Salita Ricci, 13, I-38100 Trento (IT). **GOURHANT, Yvon** [FR/FR]; 42, avenue de Lorraine, F-22300 Lannion (FR). **REYNAUD, Laurent** [FR/FR]; 24, route de Min-Gwen, F-22660 Trevou-Treguignec (FR).
- (74) Mandataire : **FRANCE TELECOM**; France Telecom R & D/piv/brevets, WINDAL-VERCASSON Gaëlle, 38-40 rue du Général Leclerc, F-92794 Issy Les Moulineaux Cedex 9 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF ORGANIZING NODES OF A NETWORK INTO GROUPINGS OF NODES, COMPUTER PROGRAM FOR IMPLEMENTING SUCH A METHOD AND COMMUNICATION DEVICE FORMING A NODE OF A NETWORK OF NODES

(54) Titre : PROCÉDE D'ORGANISATION DE NOEUDS D'UN RESEAU EN GROUPEMENTS DE NOEUDS, PROGRAMME D'ORDINATEUR POUR LA MISE EN OEUVRE D'UN TEL PROCÉDE, ET DISPOSITIF DE COMMUNICATION FORMANT NOEUD D'UN RESEAU DE NOEUDS



(57) Abstract: The method comprises a step (130) of calculating, for each node, a weight representing the suitability of this node to be the master node of a grouping, and a step (190) of electing a master node of a grouping, such that the weight of this master node is greater than or equal to the weights of the other nodes of the grouping. The method also comprises a step (140, 180) of storing, in each node, an item of information (14) containing an identifier of the node of highest weight known by this node and the value of this highest weight, a step (150) of transmitting, by each node to nodes adjacent to this node, the information item (14) stored in this node, and a step (170) of comparing, for each node, information items (14) transmitted to this node during the transmitting step (150) with the item of information stored in this node, so as to determine a new node of highest weight known by this node. The steps of storing (180), transmitting (150) and comparing (170) are repeated successively a predetermined number (k) of times, on completion of which the step (190) of electing a master node is carried out, in the course of which a node (M) whose stored item of information contains its own identifier is chosen to be a master node.

(57) Abrégé : Le procédé comporte une étape (130) de calcul, pour chaque nœud, d'un poids représentant l'aptitude de ce nœud à être le nœud-maître d'un groupement, et une étape (190) d'élection d'un nœud-maître d'un groupement, tel que le poids de ce nœud-maître est supérieur ou égal aux poids des autres nœuds du groupement. Le procédé comporte également une étape (140 180) de stockage, dans chaque nœud, d'une information (14) contenant un identifiant du nœud de poids le plus fort connu par ce nœud et la valeur de ce poids le plus fort, une étape (150) de transmission, par chaque nœud vers des nœuds adjacents à ce nœud, de l'information (14) stockée dans ce nœud, et une étape (170) de comparaison, pour chaque nœud, des informations (14) transmises à ce nœud lors de l'étape de transmission (150) avec l'information stockée dans ce nœud, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par ce nœud. Les étapes de stockage (180), de transmission (150) et de comparaison (170) sont successivement répétées un nombre (k) prédéterminé de fois, au terme desquels on réalise l'étape (190) d'élection d'un nœud-maître, au cours de laquelle un nœud (M) dont l'information stockée contient son propre identifiant est choisi pour être un nœud-maître.

WO 2007/099264 A1



GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*
— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Procédé d'organisation de nœuds d'un réseau en groupements de nœuds, programme d'ordinateur pour la mise en œuvre d'un tel procédé, et dispositif de communication formant nœud d'un réseau de nœuds.

5 La présente invention concerne un procédé d'organisation de nœuds d'un réseau en groupements de nœuds, un programme d'ordinateur pour la mise en œuvre d'un tel procédé, et un dispositif de communication formant nœud d'un réseau de nœuds.

Afin de faciliter le routage de données dans un réseau, notamment lorsque ce réseau comporte un grand nombre de nœuds, il est connu d'organiser les nœuds de ce
10 réseau en groupements (également appelés « clusters » conformément à la terminologie anglaise).

Un nœud de chaque groupement, dit nœud-maître, est choisi pour assurer l'organisation et la maintenance du groupement de nœuds dont il fait partie, notamment en servant de passerelle entre ce groupement et les autres nœuds du réseau. A cet effet,
15 les nœuds-maîtres des groupements communiquent entre eux pour le routage de données d'un nœud d'un groupement à un autre nœud d'un autre groupement, en servant d'intermédiaire entre ces nœuds.

On notera que l'organisation des nœuds d'un réseau en groupements est particulièrement nécessaire dans le cas d'un réseau ad-hoc, c'est à dire un réseau ne
20 comportant pas d'infrastructure prédéterminée, dans lequel on ne dispose en outre que d'une bande passante limitée et dans lequel les nœuds sont potentiellement mobiles.

Les nœuds d'un réseau ad-hoc étant potentiellement mobiles, il est parfois nécessaire de réorganiser les groupements de nœuds. Ainsi, il est préférable de disposer d'un procédé rapide et efficace d'organisation des nœuds du réseau en groupements de
25 nœuds.

Un tel procédé rapide et efficace est particulièrement nécessaire dans un réseau ad-hoc à grande échelle, c'est à dire un réseau ad-hoc comportant un grand nombre de nœuds, par exemple plus d'une centaine de nœuds, et dont les nœuds sont particulièrement mobiles.

30 On connaît déjà, dans l'état de la technique, un procédé d'organisation de nœuds d'un réseau en groupement de nœuds, dans lequel au moins un nœud, dit nœud-maître, est choisi pour servir de passerelle entre un groupement de nœuds et d'autres nœuds du réseau, le procédé comportant :

- une étape de calcul, pour chaque nœud, d'une valeur numérique, dite
35 poids, représentant l'aptitude de ce nœud à être le nœud-maître d'un groupement de nœuds,

-2-

- une étape d'élection, parmi les nœuds, d'un nœud-maître d'un groupement, tel que le poids de ce nœud-maître est supérieur ou égal aux poids de chaque autre nœud du groupement comportant ce nœud-maître.

En général, le poids d'un nœud est calculé en tenant compte de paramètres
5 correspondant à des propriétés inhérentes à ce nœud, tels que, par exemple, sa mobilité, sa puissance de transmission, l'étendue de sa zone de couverture, la puissance de sa batterie, sa connectivité, etc.

Le poids d'un nœud peut également être calculé en tenant compte de paramètres correspondant à des propriétés structurelles du réseau, tels que, par
10 exemple, le nombre de nœuds adjacents au nœud dont on calcule le poids.

Conformément à ce procédé classique d'organisation de nœuds, chaque nœud du réseau transmet une information contenant son poids vers les nœuds qui lui sont adjacents, généralement par routage par inondation. Le nœud choisi pour être le nœud-maître est alors le nœud dont le poids est plus fort que les poids de tous les nœuds
15 qui lui sont adjacents.

On notera qu'un tel procédé est généralement coûteux en ressources, et qu'il ne permet généralement de former que des groupements de nœuds de petites tailles. En effet, bien qu'il soit possible d'organiser les nœuds en groupement de plus grandes tailles, chaque nœud doit, dans ce cas, transmettre l'information concernant son poids à un
20 grand nombre de nœuds, ce qui augmente considérablement les coûts en ressource et en temps système.

La solution de l'invention ne présente pas les inconvénients précités, en proposant un procédé d'organisation de nœuds d'un réseau en groupements de nœuds qui est relativement simple, rapide et efficace, tout en étant peu coûteux en ressources.

25 En effet, l'invention a pour objet un procédé d'organisation de nœuds d'un réseau en groupements de nœuds, dans lequel au moins un nœud, dit nœud-maître, est choisi pour servir de passerelle entre un groupement de nœuds et d'autres nœuds du réseau, le procédé comportant :

- une étape de calcul, pour chaque nœud, d'une valeur numérique, dite poids, représentant l'aptitude de ce nœud à être le nœud-maître d'un groupement de nœuds,
- une étape d'élection, parmi les nœuds, d'un nœud-maître d'un groupement, tel que le poids de ce nœud-maître est supérieur ou égal aux poids de chaque autre nœud du groupement comportant ce nœud-maître,

35 caractérisé en ce que le procédé comporte en outre, entre l'étape de calcul et l'étape d'élection d'un nœud-maître :

- une étape de stockage, dans chaque nœud, d'une information contenant un identifiant du nœud de poids le plus fort connu par ce nœud et la valeur de ce poids le plus fort, le nœud de poids le plus fort connu étant le nœud lui-même si ce dernier n'a pas reçu d'autre information,
- 5 - une étape de transmission, par chaque nœud vers des nœuds adjacents à ce nœud, de l'information stockée dans ce nœud,
- une étape de comparaison, pour chaque nœud, des informations transmises à ce nœud lors de l'étape de transmission avec l'information stockée dans ce nœud, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par ce nœud,
- 10

les étapes de stockage, de transmission et de comparaison étant successivement réalisées un nombre prédéterminé de fois, au terme desquelles on réalise l'étape d'élection d'un nœud-maître, au cours de laquelle un nœud dont l'information stockée contient son propre identifiant est choisi pour être un nœud-maître.

- 15 Conformément à ce procédé, la transmission des informations concernant les poids des nœuds ne se fait que de proche en proche, ce qui est moins coûteux en ressources qu'une diffusion à tous les autres nœuds d'un groupement, notamment lorsque ce groupement est de grande taille.

- 20 Par ailleurs, il n'est pas nécessaire que chaque nœud d'un groupement connaisse les poids de tous les autres nœuds du groupement pour choisir le nœud-maître. En effet, grâce au procédé selon l'invention, seules les informations concernant les nœuds de poids le plus fort connu sont transmises aux nœuds.

- 25 Enfin, on notera que ce procédé permet d'organiser des groupements de nœuds de tailles aussi grandes que nécessaires, sans pour autant augmenter la complexité de ce procédé. En effet, il suffit, pour augmenter la taille des groupements, d'augmenter le nombre prédéterminé de réalisations des étapes de stockage, de transmission et de comparaison. Ainsi, l'information concernant le nœud de poids le plus fort est diffusée à un plus grand nombre de nœuds, s'étendant lorsque le nombre prédéterminé de réalisations augmente.

- 30 Il apparaît donc clairement que l'invention permet d'organiser de manière simple, rapide et efficace les nœuds d'un réseau en groupements, permettant ainsi un meilleur routage des informations dans ce réseau.

Un procédé d'organisation selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- 35 - le procédé comporte, après l'étape d'élection du nœud-maître, une étape de formation d'un groupement de nœuds, au cours de laquelle chaque

- nœud dont l'information stockée contient l'identifiant du nœud-maître choisi est inclus dans le groupement de nœuds comportant ce nœud-maître ;
- le procédé comporte une première étape préliminaire au cours de laquelle on fournit à chaque nœud du réseau une information concernant le nombre prédéterminé de répétition des étapes de stockage, de transmission et de comparaison ;
 - le procédé comporte une deuxième étape préliminaire au cours de laquelle on fournit à chaque nœud du réseau une liste de tous les nœuds adjacents à ce nœud ;
 - le procédé comporte une troisième étape préliminaire au cours de laquelle on fournit à chaque nœud du réseau des paramètres de calcul de son poids ;
 - le procédé comporte une étape, suivant l'étape de transmission, de vérification, pour chaque nœud, que chaque nœud adjacent à ce nœud a transmis une information au cours de l'étape de transmission, un nœud n'ayant pas transmis l'information étant supprimé de la liste des nœuds adjacents ;
 - au cours de l'étape de comparaison si deux informations contiennent un poids identique, on détermine quel est le nœud dont le poids est le plus fort à l'aide d'une décision arbitraire, par exemple par comparaison de la valeur des identifiants contenus par les informations, le nœud dont l'identifiant est le plus grand étant considéré comme étant le nœud de poids le plus fort.
- L'invention a également pour objet un programme d'ordinateur pour la mise en œuvre d'un procédé d'organisation de nœuds tel que défini précédemment, destiné à être installé sur un nœud d'un réseau de nœuds, caractérisé en ce qu'il comporte des instructions logicielles pour :
- calculer une valeur numérique, dite poids, représentant l'aptitude du nœud à être le nœud-maître d'un groupement de nœuds,
 - stocker, dans le nœud, une information contenant un identifiant du nœud de poids le plus fort connu par ce nœud et la valeur de ce poids le plus fort, le nœud de poids le plus fort connu étant le nœud lui-même si ce dernier n'a pas reçu d'autre information
 - transmettre vers des nœuds adjacents au nœud, l'information stockée dans ce nœud,

- comparer des informations transmises à ce nœud avec l'information stockée dans ce nœud, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par ce nœud,
- répéter les instructions pour stocker, transmettre et comparer un nombre prédéterminé de fois, et
- vérifier si l'information stockée contient le propre identifiant du nœud.

L'invention a enfin pour objet un dispositif de communication formant nœud d'un réseau de nœuds, comprenant des moyens de calcul d'une valeur numérique, dite poids, représentant l'aptitude de ce nœud à servir de passerelle entre le groupement de nœuds et d'autres nœuds du réseau, caractérisé en ce que le dispositif comporte :

- des moyens de stockage d'une information (14) contenant un identifiant du nœud de poids le plus fort connu par le dispositif et la valeur de ce poids le plus fort, le nœud de poids le plus fort connu étant le dispositif lui-même si ce dernier n'a pas reçu d'autre information,
- des moyens de transmission vers des nœuds adjacents au dispositif, de l'information (14) stockée dans ce dispositif,
- des moyens de comparaison d'informations (14) transmises au dispositif avec l'information stockée dans ce dispositif, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par le dispositif,
- des moyens de vérification destinés à vérifier si l'information stockée contient le propre identifiant du dispositif,

lesdits moyens de vérification étant aptes à être activés après que les moyens de stockage, de transmission et de comparaison ont été successivement activés un nombre (k) prédéterminé de fois, et en ce que le dispositif comprend des moyens de détermination que ce dispositif est un nœud-maître (M), lesdits moyens de détermination étant aptes à être activés si les moyens de vérification confirment que l'information stockée contient le propre identifiant du dispositif.

Un tel dispositif peut notamment héberger un programme d'ordinateur tel que défini précédemment, qui en pilote les moyens de stockage, de transmission, de comparaison, de vérification et de détermination.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente les étapes d'un procédé d'organisation selon un exemple de mode de réalisation de l'invention,

- les figures 2 à 4 représentent un réseau de nœuds dans lequel est mis en œuvre le procédé d'organisation de la figure 1, au cours de différentes étapes de ce procédé.

On a représenté sur la figure 2 un réseau de nœuds, par exemple un réseau ad-hoc, désigné par la référence générale 10. Dans ce réseau, chaque nœud est un
5 dispositif de communication sans fils.

Le réseau 10 comporte des nœuds potentiellement mobiles, désignés par les références A, B, C,..., P, et liés entre eux par des liens 12. Les liens 12 sont généralement des câbles dans le cas d'un réseau filaire classique, ou sont des liens
10 virtuels dans le cas d'un réseau sans fil tel qu'un réseau ad-hoc. Dans le cas d'un réseau sans fil, un lien 12 entre deux nœuds signifie que chacun de ces nœuds se trouve dans la zone de couverture de l'autre, et que chacun de ces nœuds est donc susceptible d'échanger des données avec l'autre nœud.

Chaque nœud du réseau 10 comporte des moyens de stockage d'une information 14, cette information 14 contenant un identifiant du nœud de poids le plus fort
15 connu par le nœud dans lequel est stockée l'information 14, ainsi que la valeur de ce poids le plus fort connu.

On rappelle que le poids d'un nœud représente son aptitude à être le nœud-maître d'un groupement de nœuds.

20 Sur les figures 2 à 4, chaque information 14 stockée dans un nœud est représentée par un nombre et une lettre entre crochets, la lettre représentant l'identifiant du nœud de poids le plus fort connu et le nombre représentant ce poids le plus fort connu.

On a représenté sur la figure 1 le procédé d'organisation des nœuds du réseau 10 selon un exemple de mode de réalisation de l'invention.

25 Au cours d'une première étape préliminaire 100, on fournit, à chaque nœud du réseau 10, une information concernant un nombre prédéterminé k représentant la taille des groupements de nœuds que l'on désire organiser.

On appellera qu'on appelle taille k d'un groupement de nœuds le nombre minimum de liens 12 par lesquels il est nécessaire de passer pour transmettre un
30 message entre le nœud-maître et un nœud périphérique de ce groupement de nœuds.

La taille k des groupements de nœuds dépend généralement du nombre de nœuds du réseau, les groupements de nœuds étant de préférence d'autant plus grands que le réseau comporte un grand nombre de nœuds.

Au cours d'une deuxième étape préliminaire 110, on fournit à chaque nœud
35 du réseau une liste de tous les nœuds adjacents à ce nœud, c'est à dire tous les nœuds qui lui sont reliés par un seul lien 12.

Afin de constituer ces listes, chaque nœud peut par exemple être équipé de moyens pour identifier les nœuds qui lui sont adjacents, notamment des moyens d'émission et de réception d'un signal de reconnaissance prévu à cet effet.

Lors d'une troisième étape préliminaire 120, on fournit à chaque nœud du
5 réseau des paramètres pour le calcul de son poids.

En général, ces paramètres correspondent à des propriétés inhérentes à chaque nœud, telles que, par exemple, sa mobilité, sa puissance de transmission, l'étendue de sa zone de couverture, la puissance de sa batterie, sa connectivité, etc. Des paramètres correspondant à des propriétés structurelles du réseau, tels que, par
10 exemple, le nombre de nœuds adjacents au nœud dont on calcule le poids, peuvent également être pris en compte dans le calcul du poids.

On notera que cette étape 120 est facultative, notamment dans le cas où les paramètres pour les calculs de poids sont déjà stockés dans les nœuds.

Au cours d'une étape 130, on calcule, pour chaque nœud, le poids de ce
15 nœud, à l'aide des paramètres définis au cours de l'étape 120.

Au cours d'une étape 140, on stocke, dans chaque nœud, l'information 14 contenant l'identifiant du nœud de poids le plus fort connu par ce nœud et la valeur de ce poids le plus fort.

A ce stade du procédé, le nœud de poids le plus fort connu par ce nœud est
20 le nœud lui-même, puisque ce dernier n'a pas encore reçu d'autre information. Sur la figure 2, les informations stockées 14 associées à chacun des nœuds représentés comportent chacune l'identifiant du nœud dans lequel elle est stockée et le poids de ce nœud.

On notera que les valeurs des poids représentés sur la figure 2 sont purement
25 symboliques et données à titre d'exemple pour une meilleure compréhension du procédé d'organisation selon l'invention.

Au cours d'une étape 150, chaque nœud transmet l'information 14 qu'il a stockée aux nœuds qui lui sont adjacents. La transmission de cette information 14 est réalisée de façon connue en soi, par exemple par routage par inondation.

De préférence, l'étape 150 de transmission est suivie d'une étape 160, au
30 cours de laquelle chaque nœud vérifie s'il a bien reçu les informations 14 de chacun des nœuds qui lui sont adjacents. A cet effet, chaque nœud compare les expéditeurs des informations 14 qu'il a reçues avec la liste des nœuds qui lui sont adjacents qui lui a été fournie au cours de la deuxième étape préliminaire 110.

Dans le cas où un nœud n'a pas reçu les informations 14 de tous les nœuds
35 qui lui sont adjacents, ce nœud peut envoyer une requête au nœud adjacent dont il n'a

pas reçu l'information 14. Ce nœud adjacent doit alors transmettre l'information 14 en retour.

Cette requête est destinée à vérifier si ce nœud adjacent n'est plus disponible, ou si l'information n'a pas été reçue à cause d'une erreur de transmission.

5 Suite à cette requête, si le nœud n'a toujours pas reçu l'information 14 du nœud adjacent, on considère que ce nœud adjacent n'est plus disponible. Ceci est par exemple le cas si ce nœud adjacent s'est déplacé hors de la zone de la couverture du nœud ou alors s'il est hors service. Dans ce cas, ce nœud adjacent est supprimé de la liste des nœuds adjacents du nœud.

10 Au cours d'une étape 170, chaque nœud compare toutes les informations 14 qui lui ont été transmises lors de l'étape de transmission 150, ainsi qu'avec l'information 14 stockée dans ce nœud.

Cette comparaison a pour but de déterminer quel est le nœud de poids le plus fort connu par le nœud. A cet effet, on compare les poids contenus par les informations 15 14 reçues, et on retient parmi ces poids celui qui est le plus fort.

Dans certain cas, par exemple dans le cas du nœud B, deux nœuds adjacents I et M ont un poids identique.

Dans ce cas, afin de déterminer quel est, parmi ces deux nœuds, le nœud de poids le plus fort, on utilise une décision arbitraire. Par exemple, on compare les 20 identifiants de ces nœuds, le nœud dont l'identifiant étant le plus grand étant considéré comme étant le nœud de poids le plus fort.

Dans l'exemple représenté, l'identifiant du nœud M est supérieur à l'identifiant du nœud I. Le nœud B considère donc que le nœud de poids le plus fort connu est le nœud M.

25 Au cours d'une étape 180, on stocke dans le nœud une nouvelle information 14 correspondant au nouveau nœud de poids le plus fort connu, cette information 14 étant destinée à écraser celle qui était précédemment stockée. En effet, l'information 14 précédente devient obsolète à partir du moment où le nœud a reçu des nouvelles informations.

30 On a représenté sur la figure 3 les nœuds du réseau 10 après cette étape de stockage 180. Sur cette figure, les informations stockées dans chaque nœud correspondent au nœud de poids le plus fort actuellement connu par ce nœud.

Par exemple, les informations 14 stockées dans les nœuds B, C, J, K et L comportent l'identifiant et le poids du nœud M, ce dernier ayant un poids plus fort que le 35 leur et que celui des autres nœuds qui leur sont adjacents.

Au terme de l'étape 180, on obtient une pluralité de nœuds du réseau ayant stocké une même information concernant un nœud du poids le plus fort connu, comme cela est représenté sur la figure 3. Ainsi, il est possible de choisir un nœud-maître pour le groupement des nœuds contenant cette même information, mais il est également possible
5 d'augmenter encore la taille de ce groupement.

A cet effet, les étapes de transmission 150, de comparaison 170, et de stockage 180 peuvent être répétées un nombre prédéterminé de fois, correspondant au nombre k représentant la taille du groupement déterminé lors de l'étape 100.

Ainsi, de préférence, on effectue, après l'étape de stockage 180, une
10 incrémentation d'une variable de suivi, et on réalise à nouveau les étapes de transmission 150, de comparaison 170, et de stockage 180 tant que cette variable de suivi est inférieure à k .

Une fois que les étapes de transmission 150, de comparaison 170 et de
15 stockage 180 ont été réalisées un nombre k de fois, on obtient au moins un groupement de nœuds de taille égale à ce nombre k , dans lequel tous les nœuds du réseau ont stocké une même information 14 concernant le nœud du poids le plus fort de ce groupement, comme cela est représenté sur la figure 4.

Dans l'exemple représenté sur la figure 4, le nœud du poids le plus fort du
groupement est le nœud M.

20 On réalise alors une étape 190, au cours de laquelle chaque nœud vérifie quel est l'identifiant contenu dans l'information 14 qu'il a stockée.

Si cet identifiant est celui de ce nœud lui-même, celui-ci est choisi pour être le
nœud-maître du groupement, puisque son poids est supérieur ou égal au poids de chaque autre nœud de ce groupement.

25 On réalise alors une étape 200 de formation d'un groupement de nœuds, au cours de laquelle chaque nœud dont l'information stockée contient l'identifiant du nœud-maître M choisi est inclus dans le groupement de nœuds comportant ce nœud-maître M.

De préférence, au cours de cette étape, le nœud M envoie à tous les nœuds
de son groupement un message destiné à confirmer qu'il est bien le nœud-maître de ce
30 groupement.

On a ainsi réalisé, d'une manière simple et efficace, un groupement de
nœuds, tout en ayant déterminé quel est son nœud-maître, ce groupement de nœud étant
de taille k aussi grande que nécessaire (dans l'exemple représenté, la taille k est égale à
2).

On notera, que les nœuds du réseau dont l'information 14 stockée ne contient pas l'identifiant du nœud M ne font pas partie de son groupement. Dans l'exemple représenté sur la figure 4, c'est le cas des nœuds E, F, G et H.

Dans cet exemple, les informations 14 stockées dans les nœuds E et F contiennent l'identifiant du nœud D comme identifiant du nœud de poids le plus fort connu.

Cependant, ce nœud D n'est pas un nœud-maître puisqu'il fait partie du groupement dont le nœud-maître est le nœud M.

Ainsi, le nœud D n'a pas envoyé de message de confirmation selon lequel il est bien un nœud-maître, et les nœuds E et F restent alors des nœuds indépendants ne faisant partie d'aucun groupement.

Par ailleurs, l'information 14 stockée dans le nœud H contient son propre identifiant. Il est donc considéré comme étant le nœud-maître d'un groupement de nœuds dans lesquels l'information 14 stockée contient son identifiant, c'est à dire le nœud G, et possiblement d'autres nœuds non représentés.

Il apparaît clairement que le procédé selon l'invention permet de générer de manière simple, rapide et efficace une pluralité de groupements de nœuds dans le réseau.

On notera qu'afin de réaliser le procédé d'organisation des nœuds, chaque nœud est de préférence muni d'un programme d'ordinateur pour la mise en œuvre du procédé d'organisation de nœuds qui vient d'être décrit. Un tel programme d'ordinateur comporte notamment des instructions logicielles pour :

- calculer le poids du nœud,
- stocker, dans le nœud, l'information 14,
- transmettre vers des nœuds adjacents au nœud, l'information 14 stockée dans ce nœud,
- comparer des informations 14 transmises à ce nœud avec l'information 14 stockée dans ce nœud, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par ce nœud,
- répéter un nombre prédéterminé de fois les instructions pour stocker, transmettre et comparer, et
- vérifier si l'information stockée contient le propre identifiant du nœud.

Chaque dispositif de communication formant nœud du réseau comporte également, afin de mettre en œuvre le procédé :

- des moyens de calcul du poids,
- des moyens de stockage de l'information (14),

- des moyens de transmission vers des nœuds adjacents au dispositif, de l'information (14) stockée dans ce dispositif,
- des moyens de comparaison d'informations (14) transmises au dispositif avec l'information stockée dans ce dispositif, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par le dispositif, et
- des moyens de vérification destinés à vérifier si l'information stockée contient le propre identifiant du dispositif.

Les moyens de vérification sont aptes à être activés après que les moyens de stockage, de transmission et de comparaison ont été successivement activés un nombre (k) prédéterminé de fois .

Le dispositif comprend en outre des moyens de détermination que ce dispositif est un nœud-maître (M), lesdits moyens de détermination étant aptes à être activés si les moyens de vérification confirment que l'information stockée contient le propre identifiant du dispositif.

On notera que l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation précédemment décrit. En effet, on pourrait apporter diverses variantes au procédé précédemment décrit sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'organisation de nœuds (A, B, C, ..., L) d'un réseau (10) en groupements de nœuds, dans lequel au moins un nœud (M), dit nœud-maître, est choisi pour servir de passerelle entre un groupement de nœuds et d'autres nœuds du réseau, le procédé comportant :
- une étape (130) de calcul, pour chaque nœud, d'une valeur numérique, dite poids, représentant l'aptitude de ce nœud à être le nœud-maître d'un groupement de nœuds,
 - une étape (190) d'élection, parmi les nœuds, d'un nœud-maître d'un groupement, tel que le poids de ce nœud-maître est supérieur ou égal aux poids de chaque autre nœud du groupement comportant ce nœud-maître, caractérisé en ce que le procédé comporte en outre, entre les étapes (130) de calcul et (190) d'élection d'un nœud-maître :
 - une étape (140 180) de stockage, dans chaque nœud, d'une information (14) contenant un identifiant du nœud de poids le plus fort connu par ce nœud et la valeur de ce poids le plus fort, le nœud de poids le plus fort connu étant le nœud lui-même si ce dernier n'a pas reçu d'autre information,
 - une étape (150) de transmission, par chaque nœud vers des nœuds adjacents à ce nœud, de l'information (14) stockée dans ce nœud,
 - une étape (170) de comparaison, pour chaque nœud, des informations (14) transmises à ce nœud lors de l'étape de transmission (150) avec l'information stockée dans ce nœud, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par ce nœud,les étapes de stockage (180), de transmission (150) et de comparaison (170) étant successivement réalisées un nombre (k) prédéterminé de fois, au terme desquelles on réalise l'étape (190) d'élection d'un nœud-maître, au cours de laquelle un nœud (M) dont l'information stockée contient son propre identifiant est choisi pour être un nœud-maître.
2. Procédé d'organisation de nœuds selon la revendication 1, comportant, après l'étape (190) d'élection du nœud-maître (M), une étape (200) de formation d'un groupement de nœuds, au cours de laquelle chaque nœud dont l'information stockée contient l'identifiant du nœud-maître choisi est inclus dans le groupement de nœuds comportant ce nœud-maître (M).
3. Procédé d'organisation de nœuds selon la revendication 1 ou 2, comportant une première étape préliminaire (100) au cours de laquelle on fournit à chaque nœud du

réseau une information concernant le nombre prédéterminé (k) de répétition des étapes de stockage (180), de transmission (150) et de comparaison (170).

4. Procédé d'organisation de nœuds selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comportant une deuxième étape préliminaire (110) au cours de laquelle on fournit à chaque nœud du réseau une liste de tous les nœuds adjacents à ce nœud.

5. Procédé d'organisation de nœuds selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comportant une troisième étape préliminaire (120) au cours de laquelle on fournit à chaque nœud du réseau des paramètres de calcul de son poids.

6. Procédé d'organisation de nœuds selon la revendication 4, comportant une étape (160), faisant suite à l'étape de transmission (150), de vérification, pour chaque nœud, que chaque nœud adjacent à ce nœud a transmis une information (14) au cours de l'étape de transmission (150), un nœud n'ayant pas transmis l'information étant supprimé de la liste des nœuds adjacents.

7. Procédé d'organisation de nœuds selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, au cours de l'étape de comparaison (170), si deux informations contiennent un poids identique, on détermine quel est le nœud dont le poids est le plus fort par comparaison de la valeur des identifiants contenus par les informations, le nœud dont l'identifiant est le plus grand étant considéré comme étant le nœud de poids le plus fort.

8. Programme d'ordinateur pour la mise en œuvre d'un procédé d'organisation de nœuds selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, destiné à être installé sur un nœud d'un réseau de nœuds, caractérisé en ce qu'il comporte des instructions logicielles pour :

- calculer une valeur numérique, dite poids, représentant l'aptitude du nœud à être le nœud-maître d'un groupement de nœuds,
- stocker, dans le nœud, une information contenant un identifiant du nœud de poids le plus fort connu par ce nœud et la valeur de ce poids le plus fort, le nœud de poids le plus fort connu étant le nœud lui-même si ce dernier n'a pas reçu d'autre information
- transmettre vers des nœuds adjacents au nœud, l'information stockée dans ce nœud,
- comparer des informations transmises à ce nœud avec l'information stockée dans ce nœud, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par ce nœud,

-14-

- répéter les instructions pour stocker, transmettre et comparer un nombre prédéterminé de fois, et
- vérifier si l'information stockée contient le propre identifiant du nœud.

5 9. Dispositif de communication formant nœud d'un réseau de nœuds, comprenant des moyens de calcul d'une valeur numérique, dite poids, représentant l'aptitude de ce nœud à servir de passerelle entre le groupement de nœuds et d'autres nœuds du réseau, caractérisé en ce que le dispositif comporte :

- 10 - des moyens de stockage d'une information (14) contenant un identifiant du nœud de poids le plus fort connu par le dispositif et la valeur de ce poids le plus fort, le nœud de poids le plus fort connu étant le dispositif lui-même si ce dernier n'a pas reçu d'autre information,
- des moyens de transmission vers des nœuds adjacents au dispositif, de l'information (14) stockée dans ce dispositif,
- 15 - des moyens de comparaison d'informations (14) transmises au dispositif avec l'information stockée dans ce dispositif, afin de déterminer un nouveau nœud de poids le plus fort connu par le dispositif,
- des moyens de vérification destinés à vérifier si l'information stockée contient le propre identifiant du dispositif,

20 lesdits moyens de vérification étant aptes à être activés après que les moyens de stockage, de transmission et de comparaison ont été successivement activés un nombre (k) prédéterminé de fois, et en ce que le dispositif comprend des moyens de détermination que ce dispositif est un nœud-maître (M), lesdits moyens de détermination étant aptes à être activés si les moyens de vérification confirment que l'information stockée contient le propre identifiant du dispositif.

25

1/2

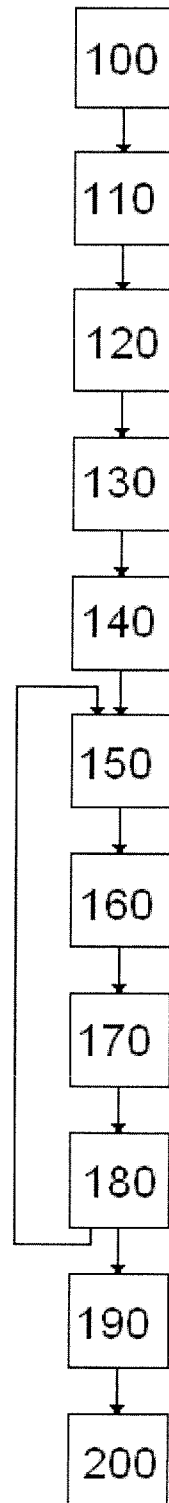


Fig 1

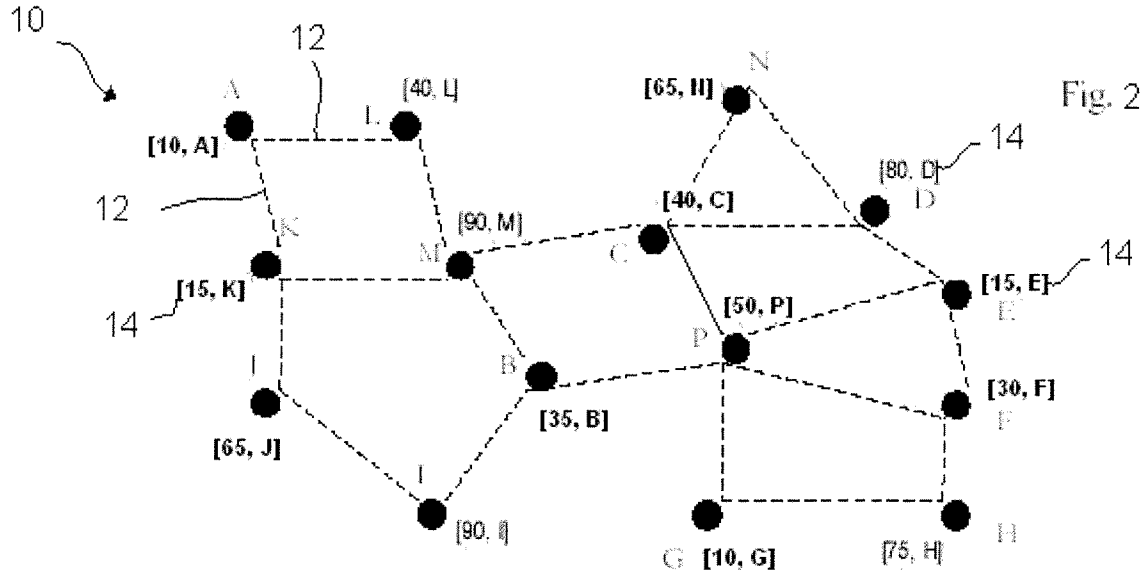


Fig. 2

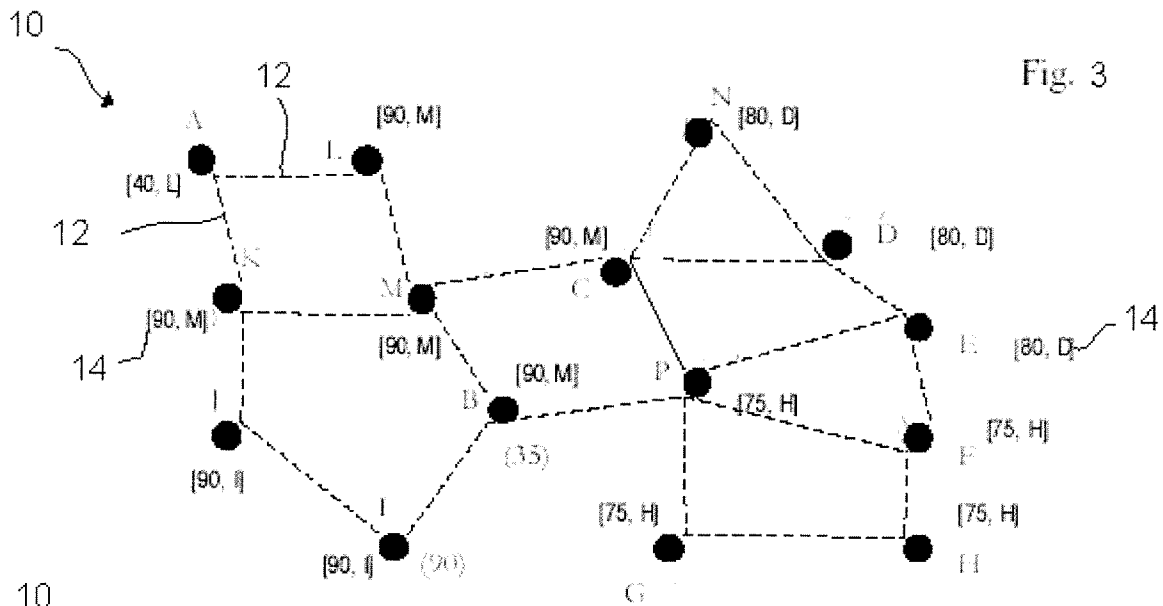


Fig. 3

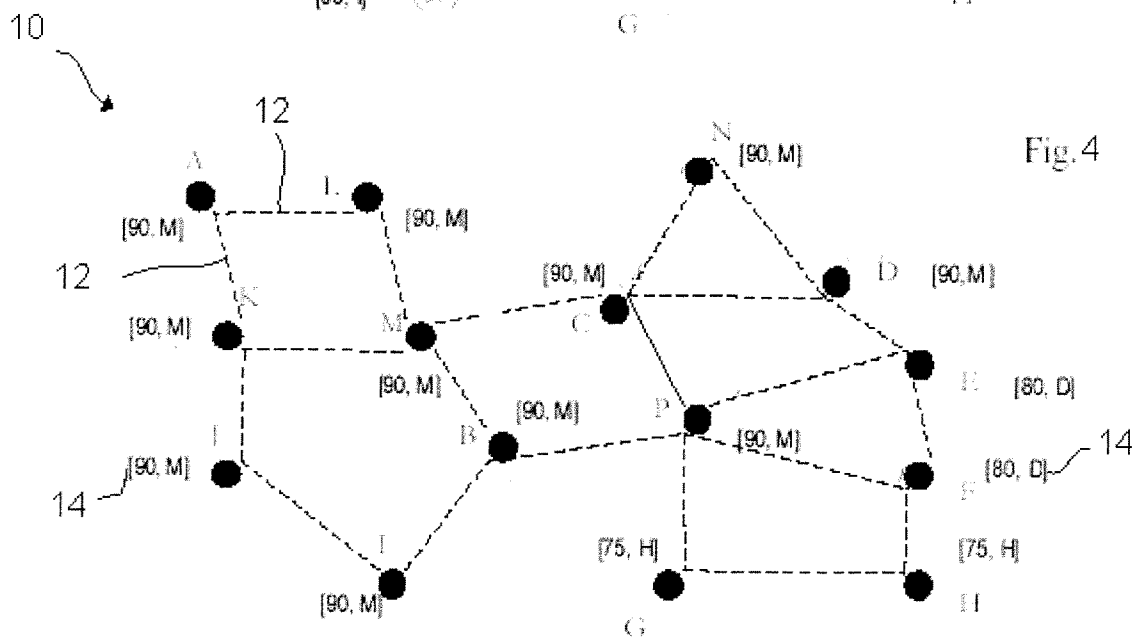


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2007/050862

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04L12/24
ADD. H04L12/56

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)
H04L

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/039071 A (SUN MICROSYSTEMS INC [US]; BLANC FLORENCE [FR]; COLAS ISABELLE [FR]; V) 8 May 2003 (2003-05-08) abstract page 2, line 1 - line 24 page 5, line 14 - page 6, line 5; figures 1,2 page 6, line 22 - page 7, line 10; figure 3 page 10, line 26 - page 17, line 27; figures 4-11 page 20, line 12 - page 22, line 14; claims 1-13,17-25,30-32; figures 13,16 ----- -/--	1-9

 Further documents are listed in the continuation of Box C. 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 document 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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2007

Date of mailing of the international search report

25/07/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Todorut, Cosmin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2007/050862

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/084160 A (MOTOROLA INC [US]) 9 October 2003 (2003-10-09) abstract page 1, line 17 - page 2, line 7 page 3, line 1 - line 17; figure 1 page 4, line 6 - page 5, line 8; figure 2 page 6, line 4 - page 9, line 9; claims 1-7; figure 4	1-9
X	US 2004/018839 A1 (ANDRIC OLEG [US] ET AL) 29 January 2004 (2004-01-29) abstract column 3, paragraph 75 - paragraph 77 column 3, paragraph 79 - column 5, paragraph 106 column 6, paragraph 132 - column 7, paragraph 141	1-9
A	US 2003/204623 A1 (CAIN JOSEPH BIBB [US]) 30 October 2003 (2003-10-30) abstract column 1, paragraph 2 - paragraph 3 column 1, paragraph 10 - column 2, paragraph 12 column 3, paragraph 30 - column 4, paragraph 45 column 4, paragraph 48 - column 5, paragraph 59 column 6, paragraph 67 - paragraph 73; claims 1,2,6,7,21; figures 4-9	1-9
A	US 6 363 416 B1 (NAEIMI RAMIN [US] ET AL) 26 March 2002 (2002-03-26) abstract column 4, line 65 - column 11, line 2; claims 1,9; figures 1-7	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2007/050862

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03039071	A	US 2005055418 A1	10-03-2005
WO 03084160	A	AU 2003213702 A1 CN 1643862 A FI 20041211 A JP 2005522099 T	13-10-2003 20-07-2005 25-11-2004 21-07-2005
US 2004018839	A1	29-01-2004 NONE	
US 2003204623	A1	AU 2003234266 A1 CA 2493953 A1 CN 1650284 A EP 1499990 A1 JP 2005524317 T WO 03094027 A1	17-11-2003 13-11-2003 03-08-2005 26-01-2005 11-08-2005 13-11-2003
US 6363416	B1	26-03-2002 NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2007/050862

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. H04L12/24

ADD. H04L12/56

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)

H04L

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, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 03/039071 A (SUN MICROSYSTEMS INC [US]; BLANC FLORENCE [FR]; COLAS ISABELLE [FR]; V) 8 mai 2003 (2003-05-08). abrégé page 2, ligne 1 - ligne 24 page 5, ligne 14 - page 6, ligne 5; figures 1,2 page 6, ligne 22 - page 7, ligne 10; figure 3 page 10, ligne 26 - page 17, ligne 27; figures 4-11 page 20, ligne 12 - page 22, ligne 14; revendications 1-13,17-25,30-32; figures 13,16 <div style="text-align: center;">----- -/--</div>	1-9

 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

 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

13 juillet 2007

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

25/07/2007

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Todorut, Cosmin

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>WO 03/084160 A (MOTOROLA INC [US]) 9 octobre 2003 (2003-10-09) abrégé page 1, ligne 17 - page 2, ligne 7 page 3, ligne 1 - ligne 17; figure 1 page 4, ligne 6 - page 5, ligne 8; figure 2 page 6, ligne 4 - page 9, ligne 9; revendications 1-7; figure 4</p>	1-9
X	<p>US 2004/018839 A1 (ANDRIC OLEG [US] ET AL) 29 janvier 2004 (2004-01-29) abrégé colonne 3, alinéa 75 - alinéa 77 colonne 3, alinéa 79 - colonne 5, alinéa 106 colonne 6, alinéa 132 - colonne 7, alinéa 141</p>	1-9
A	<p>US 2003/204623 A1 (CAIN JOSEPH BIBB [US]) 30 octobre 2003 (2003-10-30) abrégé colonne 1, alinéa 2 - alinéa 3 colonne 1, alinéa 10 - colonne 2, alinéa 12 colonne 3, alinéa 30 - colonne 4, alinéa 45 colonne 4, alinéa 48 - colonne 5, alinéa 59 colonne 6, alinéa 67 - alinéa 73; revendications 1,2,6,7,21; figures 4-9</p>	1-9
A	<p>US 6 363 416 B1 (NAEIMI RAMIN [US] ET AL) 26 mars 2002 (2002-03-26) abrégé colonne 4, ligne 65 - colonne 11, ligne 2; revendications 1,9; figures 1-7</p>	1-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2007/050862

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 03039071	A	08-05-2003	US 2005055418 A1	10-03-2005
WO 03084160	A	09-10-2003	AU 2003213702 A1	13-10-2003
			CN 1643862 A	20-07-2005
			FI 20041211 A	25-11-2004
			JP 2005522099 T	21-07-2005
US 2004018839	A1	29-01-2004	AUCUN	
US 2003204623	A1	30-10-2003	AU 2003234266 A1	17-11-2003
			CA 2493953 A1	13-11-2003
			CN 1650284 A	03-08-2005
			EP 1499990 A1	26-01-2005
			JP 2005524317 T	11-08-2005
			WO 03094027 A1	13-11-2003
US 6363416	B1	26-03-2002	AUCUN	