(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
18 mai 2012 (18.05.2012)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/062983 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G06F 3/044 (2006.01) *G06F 3/041* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/052533

(22) Date de dépôt international :
28 octobre 2011 (28.10.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1059203 8 novembre 2010 (08.11.2010) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **NANOTEC SOLUTION** [FR/FR]; 237, chemin Puech du Teil, F-30900 Nîmes (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **LUONG, Bruno** [FR/FR]; 1, rue Léon Gaumont, F-30900 Nîmes (FR).

(74) Mandataire : **PONTET ALLANO & ASSOCIES SELARL**; 25, rue Jean Rostand, Parc Orsay Université, F-91893 Orsay Cedex (FR).

(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR DETECTING AN OBJECT OF INTEREST IN A DISRUPTED ENVIRONMENT, AND GESTURE INTERFACE DEVICE IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) Titre : PROCEDE DE DETECTION D'OBJET D'INTERET DANS UN ENVIRONNEMENT PERTURBE, ET DISPOSITIF D'INTERFACE GESTUEL METTANT EN OEUVRE CE PROCEDE

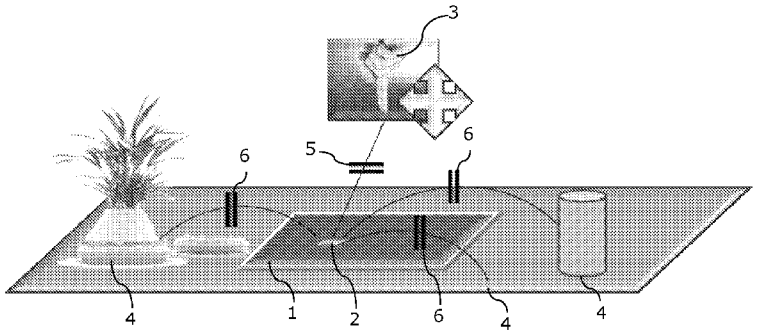


Figure 1

(57) Abstract : The present invention relates to a method for detecting an object or objects of interest moving in an environment. Said method implements at least one capacitive coupling measurement electrode with said object or objects of interest and with one or more other so-called "disrupting" objects present in said environment. Said method includes, for at least one of said measurement electrodes, steps of: (i) measuring the total capacity between said measurement electrode and said environment; (ii) storing said total capacity; (iii) calculating a leakage capacity due to said disrupting objects on the basis of predetermining a minimum value within a history of pre-stored total capacity measurements; (iv) calculating a capacity of interest due to said objects of interest while subtracting said leakage capacity from the total measured capacity; and (v) processing said thus-calculated capacity of interest so as to produce information for detecting said object or objects of interest. The invention also relates to a device implementing said method.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/062983 A1

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

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

Publiée :

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

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))*

La présente invention concerne un procédé de détection d'objet(s) d'intérêt se mouvant dans un environnement, mettant en œuvre au moins une électrode de mesure en couplage capacitif avec le(s)dit(s) objet(s) d'intérêt et avec un ou plusieurs autres objets –dits de perturbation - présents dans cet environnement, comprenant, pour au moins une desdites électrodes de mesure, des étapes de: (i) mesure de capacité totale entre ladite électrode de mesure et ledit environnement, (ii) mémorisation de ladite capacité totale, (iii) calcul d'une capacité de fuite due auxdits objets de perturbation, à partir d'une détermination de valeur minimum dans un historique de mesures de capacités totales préalablement mémorisées, (iv) calcul d'une capacité d'intérêt due au(x)dit(s) objet(s) d'intérêt, en retranchant ladite capacité de fuite à la capacité totale mesurée, et (v) traitement de ladite capacité d'intérêt ainsi calculée pour produire une information de détection du ou desdits objet(s) d'intérêt. L'invention concerne aussi un dispositif mettant en œuvre le procédé.

« Procédé de détection d'objet d'intérêt dans un environnement perturbé, et dispositif d'interface gestuel mettant en œuvre ce procédé »

Domaine technique

La présente invention concerne un procédé de détection d'objets d'intérêt dans un environnement perturbé, applicable aux interfaces gestuelles. Elle concerne aussi un dispositif d'interface gestuel mettant en œuvre le procédé.

Le domaine de l'invention est plus particulièrement mais de manière non limitative celui des surfaces tactiles et 3D capacitives utilisées pour les commandes d'interface homme machine.

Etat de la technique antérieure

De plus en plus d'appareils de communication et de travail utilisent une interface de commande tactile comme un pad ou un écran. On peut citer par exemple les téléphones mobiles, smartphones, ordinateurs à écran tactile, pads, PC, souris, dalles tactiles, écrans géants…..

Un grand nombre de ces interfaces utilisent les technologies capacitives. La surface tactile est équipée d'électrodes conductrices reliées à des moyens électroniques qui permettent de mesurer la variation des capacités apparaissant entre des électrodes et l'objet à détecter pour effectuer une commande.

Les techniques capacitives actuellement mises en œuvre dans des interfaces tactiles utilisent le plus souvent deux couches d'électrodes conductrices en forme de ligne et de colonnes. L'électronique mesure les capacités de couplage qui existent entre ces lignes et colonnes. Lorsqu'un doigt est très proche de la surface active, les capacités de couplage à proximité du doigt sont modifiées et l'électronique peut ainsi localiser la position en 2D (XY), dans le plan de la surface active.

Ces technologies permettent de détecter la présence et la position du doigt au travers d'un diélectrique. Elles ont l'avantage de permettre une très bonne résolution dans la localisation dans le plan (XY) de la surface sensible d'un ou de plusieurs doigts.

Ces techniques ont toutefois l'inconvénient de générer par principe des capacités de fuite importantes au niveau des électrodes et de l'électronique.

Ces capacités de fuite peuvent de plus dériver dans le temps du fait du vieillissement, de la déformation des matériaux, ou de l'effet de la variation de la température environnante. Ces variations peuvent dégrader la sensibilité des électrodes, voire déclencher intempestivement des commandes. Une solution consiste à corriger ces dérives. On connaît le document US2010/0013800 de Elias et al. qui propose une méthode de correction de ces capacités parasites par stimulation des électrodes et mesure des capacités parasites. Cette méthode est toutefois applicable essentiellement durant des phases de calibration en usine.

On connait également des techniques permettant de mesurer la capacité absolue qui apparaît entre des électrodes et un objet à détecter. On connaît par exemple le document FR 2 844 349 de Rozière qui divulgue un détecteur capacitif de proximité comprenant une pluralité d'électrodes indépendantes, qui permet de mesurer la capacité et la distance entre les électrodes et un objet à proximité.

Ces techniques permettent d'obtenir des mesures de capacité entre les électrodes et les objets avec une résolution et une sensibilité élevées, permettant de détecter par exemple un doigt à plusieurs centimètres voire à dix centimètres de distance. La détection peut se faire dans l'espace en trois dimensions (XYZ) mais également sur une surface, dans un plan (XY). Ces techniques ouvrent la possibilité de développer des interfaces gestuelles réellement sans contact, et permettent également d'améliorer les performances des interfaces tactiles.

Toutefois un nouveau problème apparait par rapport aux techniques de mesure à contact basées sur des surfaces tactiles, qui est l'effet de l'environnement. En effet la portée d'une dalle tactile traditionnelle est très faible (de l'ordre de quelques millimètres au maximum dans l'air) et le changement de l'environnement comme par exemple l'approche d'une main, de doigts ou d'un quelconque objet n'a que peu d'effet sur la performance et la robustesse de la détection tactile.

Par contre, dans les techniques utilisant des mesures de capacité absolue telle par exemple décrite dans FR 2 844 349, et pouvant détecter l'approche d'un objet à plus de 10 cm, tout déplacement d'un objet parasite à cette distance peut également être interprété comme la présence de l'objet à détecter, et déclencher un ordre parasite non désiré.

Le changement de l'environnement est d'autant plus important pour tous les appareils portables comme par exemple les téléphones mobiles, les notebooks, PC portables….

Le fait de tenir par exemple un téléphone portable avec la main gauche et d'effectuer une commande gestuelle (sans contact) avec la main droite peut s'avérer délicat du point de vue de la mesure car les doigts de la main gauche peuvent avoir une action gestuelle parasite comparable avec celle de la main droite. Il est en effet difficile voire impossible de discriminer l'approche des doigts sur le bord de la surface sensible de l'approche d'un doigt de commande de la main droite à quelques centimètres de distance.

Un autre exemple concerne les écrans tactiles et gestuels capacitifs des PC portables. Le réglage de l'inclinaison de l'écran rapproche ou éloigne la surface sensible de l'écran du clavier. Cette variation de rapprochement ou d'éloignement peut être interprétée comme l'approche ou l'éloignement de la main à détecter. De plus la surface du clavier étant très importante, la sensibilité des électrodes capacitives de l'écran peut évoluer suivant la distance les séparant du clavier. En effet, la sensibilité des électrodes capacitives dépend de leur surface mais aussi des effets de bord qui peuvent dévier ou perturber les lignes de champ électrostatiques des électrodes concernées.

La présence d'un objet inerte comme par exemple un objet sur le bureau à proximité de la dalle capacitive d'une interface gestuelle peut aussi modifier significativement la réponse de la dalle. L'objet inerte peut également être le support de la dalle capacitive comme par exemple un bureau. Ce support peut par exemple comprendre du bois plus ou moins épais, ou tout autre matériau diélectrique ou conducteur d'électricité. Ces matériaux peuvent modifier les capacités de fuite dues aux effets de bord. Le changement de place sur un bureau peut également modifier les capacités de fuite dues par exemple à la présence de pieds sous le bureau, constitué d'une surface diélectrique…

Un autre exemple est l'utilisation d'une commande gestuelle dans un véhicule où le changement de l'environnement peut être le déplacement du levier de vitesse, du frein à main, de la présence d'un passager, du réglage du siège……

Le but de la présente invention est de proposer un procédé et un dispositif de contrôle d'interface gestuelle, permettant de corriger les effets perturbateurs de l'environnement et d'améliorer la détection des commandes.

Exposé de l'invention

Cet objectif est atteint avec un procédé de détection d'objet(s) d'intérêt se mouvant dans un environnement, mettant en œuvre au moins une électrode de mesure en couplage capacitif avec le(s)dit(s) objet(s) d'intérêt et avec un ou plusieurs autres objets – dits de perturbation - présents dans cet environnement, caractérisé en ce qu'il comprend, pour au moins une desdites électrodes de mesure, des étapes de :

- mesure de capacité totale entre ladite électrode de mesure et ledit environnement,
- mémorisation de ladite capacité totale,
- calcul d'une capacité de fuite due auxdits objets de perturbation, à partir d'une détermination de valeur minimum dans un historique de mesures de capacités totales préalablement mémorisées,
- calcul d'une capacité d'intérêt due au(x)dit(s) objet(s) d'intérêt, en retranchant ladite capacité de fuite à la capacité totale mesurée, et
- traitement de ladite capacité d'intérêt ainsi calculée pour produire une information de détection du ou desdits objet(s) d'intérêt.

Le procédé selon l'invention peut en outre comprendre une étape d'actualisation de l'historique de mesures, de telle sorte que ledit historique de mesure comprend des capacités totales mesurées durant période correspondant à une fenêtre temporelle glissante par rapport à l'instant de mesure, de durée prédéterminée.

Suivant des modes de réalisation,

- La durée de la fenêtre temporelle glissante peut être déterminée comme étant supérieure à une durée moyenne de présence des objets d'intérêt à proximité de l'électrode de mesure ;
- la durée de la fenêtre temporelle glissante peut être comprise entre une et dix secondes.

De manière non limitative, toute autre valeur de durée de la fenêtre temporelle glissante peut aussi être utilisée suivant le type d'environnement. Cette durée peut être inférieure à une seconde pour des applications très

dynamiques, ou au contraire de l'ordre de plusieurs dizaines de secondes à plusieurs minutes pour un environnement très statique.

Le procédé selon l'invention peut en outre comprendre une étape d'ajustement de la durée de la fenêtre temporelle glissante en fonction de la dynamique de variation des mesures.

Le procédé selon l'invention peut en outre comprendre des étapes de :

- groupement des mesures mémorisées les plus récentes sous la forme d'une sous-fenêtre temporelle de durée inférieure à la fenêtre temporelle glissante,
- détermination de la valeur minimum dans cette sous-fenêtre, et
- remplacement par ladite valeur minimum dans l'historique de mesure des mesures correspondant à ladite sous-fenêtre.

Suivant des modes de réalisation :

- la détermination d'une valeur minimum dans l'historique de mesure peut comprendre l'utilisation d'un algorithme de filtrage de minimum/maximum optimal, avec un temps de calcul sensiblement constant ;
- le calcul de la capacité d'intérêt peut comprendre le calcul d'une combinaison de la capacité de fuite et de la capacité totale mesurée. Cette combinaison peut être une combinaison linéaire.

Le procédé selon l'invention peut comprendre en outre :

- une étape préalable de calibration comprenant, pour au moins une électrode de mesure, la détermination d'une capacité de fuite initiale en mesurant la capacité totale de l'électrode de mesure en l'absence d'objet d'intérêt,
- une étape d'ajout, sous la forme d'une combinaison, de cette capacité de fuite initiale aux capacités de fuite déterminées ultérieurement, cette combinaison pouvant être une combinaison linéaire.

Le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre pour une pluralité d'électrodes de mesure de manière différente en fonction desdites électrodes.

Suivant un autre aspect, il est proposé un dispositif d'interface gestuelle mettant en œuvre le procédé de détection d'objets d'intérêt dans un environnement perturbé selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite interface gestuelle étant réalisée à partir d'objets d'intérêt mus par geste dans ledit environnement comprenant par ailleurs des objets de perturbation, ledit dispositif comprenant au moins une électrode de mesure

apte à détecter des objets par couplage capacitif entre ladite électrode de mesure et lesdits objets, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, pour au moins une électrode de mesure:

- des moyens électroniques de mesure de capacité totale entre ladite électrode de mesure et ledit environnement,
- des moyens de mémorisation de ladite capacité totale,
- des moyens de calcul d'une capacité de fuite due aux objets de perturbation, comprenant des moyens de détermination d'une valeur minimum dans un historique de mesures de capacités totales préalablement mémorisées,
- des moyens de calcul d'une capacité d'intérêt due aux objets d'intérêt, en retranchant ladite capacité de fuite à la capacité totale mesurée, et
- des moyens pour traiter ladite capacité d'intérêt ainsi calculée, agencés pour délivrer une information de détection du ou desdits objet(s) d'intérêt.

Suivant des modes de réalisation :

- le dispositif peut en outre comprendre une surface sensiblement plane comprenant une pluralité d'électrodes de mesure ;
- les électrodes de mesure peuvent comprendre un matériau sensiblement transparent à la lumière.

Suivant un autre aspect, il est proposé un système de l'une des catégories suivantes : téléphone, ordinateur, périphérique d'ordinateur, écran d'affichage, tableau de bord, tableau de contrôle, mettant en œuvre un procédé de détection capacitive selon l'invention.

Suivant encore un autre aspect, il est proposé un système de l'une des catégories suivantes : téléphone, ordinateur, périphérique d'ordinateur, écran d'affichage, tableau de bord, tableau de contrôle, comprenant un dispositif d'interface gestuelle selon l'invention.

Description des figures et modes de réalisation

D'autres avantages et particularités de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de mises en œuvre et de modes de réalisation nullement limitatifs, et des dessins annexés suivants :

- la figure 1 illustre l'influence de l'environnement sur un dispositif de commande gestuelle de type écran tactile,
- la figure 2 illustre la mesure des capacités avec le procédé selon l'invention,

- la figure 3 présente une vue agrandie de la figure 2 permettant de visualiser la capacité de fuite calculée avec le procédé selon l'invention.

La figure 1 présente un exemple de réalisation d'un dispositif d'interface de commande gestuelle selon l'invention intégré dans un écran tactile, d'ordinateur ou de téléphone (smartphone). Le dispositif d'interface 1 comprend une pluralité d'électrodes capacitives 2 disposées de telle sorte à tapisser sensiblement sa surface. Pour des raisons de clarté, seule une électrode capacitive 2 est représentée à la figure 1. Les électrodes capacitives 2 et leur électronique de contrôle sont réalisées selon un mode de mise en œuvre décrit dans FR 2 844 349. L'électronique de contrôle comprend des moyen d'excitation des électrodes 2 à une tension alternative et des moyens de mesure de capacité de très haute sensibilité basés sur une électronique à pont flottant. Les électrodes 2 sont interrogées séquentiellement par l'intermédiaire d'un scrutateur. L'électronique est conçue de telle sorte à éliminer de manière quasiment parfaite les couplages capacitifs entre les électrodes 2, ou entre les électrodes 2 et les parties du dispositif d'interface 1 soumises à un autre potentiel électrique.

Lorsqu'un objet d'intérêt tel qu'un doigt 3 approche d'une électrode 2, il s'établit entre eux un couplage capacitif. La capacité 5 correspondante est mesurée par l'électronique de contrôle. Connaissant la surface de l'électrode 2, la mesure de cette capacité 5 permet de mesurer la distance entre l'électrode 2 et l'objet 3.

En l'absence d'objets à proximité de la surface sensible du dispositif de commande 1, la capacité mesurée par chaque électrode 2 est proche de zéro, aux effets de bord près et à l'imperfection près de la surface sensible et de l'électronique. Ces faible capacités résiduelles sont appelées **C∞**. Ces capacités résiduelles peuvent aussi être des capacités de faible valeur qui correspondent à l'effet de l'objet d'intérêt 3 lorsque sa distance est considérée comme hors de portée des électrodes de mesure 2 ou au-delà d'une distance maximale de détection.

De manière beaucoup plus gênante pour les applications considérées, les capacités résiduelles **C∞** peuvent également être dues à la présence d'objets 4 dans le voisinage du dispositif d'interface 1. Dans cas il s'établit les capacités de fuite 6, dont l'ordre de grandeur peut être comparable à celui de

la capacité 5 due à l'objet d'intérêt 3, et qui peuvent donc causer des erreurs de mesure non négligeables.

Un objet de la présente invention est précisément une méthode permettant de discriminer les variations de l'environnement 4 de la présence de l'objet à détecter 3 de telle sorte à améliorer sa détection et éviter ainsi des fausses commandes.

Cette discrimination exploite le fait que le ou les objet(s) d'intérêt (ou encore appelés dans la suite objets de commande) 3 est (sont) en mouvement, même lentement, ou n'est (ne sont) statique(s) que pendant des courts intervalles de temps, alors que l'environnement 4 évolue plus lentement, ou sur des intervalles de temps plus long, ou même demeure inerte.

Plus précisément, la correction repose sur l'exploitation de certains aspects spécifiques de l'environnement, lequel comprend par exemple des objets statiques 4 posés à côtés à proximité du dispositif d'interface capacitif 1 :

- la capacité de l'électrode 2 de la figure 1 augmente avec la présence d'un objet d'intérêt 3 ou d'environnement 4. En appelant **CE1**, **CE2** et **CE3** les capacités de fuite 6 des objets d'environnement 4 et **Cobj** la capacité 5 de l'objet d'intérêt 3, la capacité mesurée par l'électrode 2 est :

$$\mathbf{C} = \mathbf{CE1} + \mathbf{CE2} + \mathbf{CE3} + \mathbf{Cobj} \; ; \qquad \text{(Eq. 1)}$$

- pour une application du type détection de gestes, un objet d'intérêt 3 typique tel qu'un doigt ou une main a des mouvements relativement rapides par rapport aux objets 4 considérés comme appartenant à l'environnement.

La solution consiste à estimer en temps réel - ou du moins de manière évolutive dans le temps - une carte de capacités de fuite **C∞** afin de corriger l'estimation de la position de l'objet de commande 3.

La capacité de fuite **C∞** pour une électrode 2 donnée, en prenant en compte **k** objets d'environnement 4, peut s'exprimer comme suit :

$$\mathbf{C\infty} = \mathbf{CE1} + \mathbf{CE2} + \ldots + \mathbf{CEk}. \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Cette estimation est mise à jour de manière continue pour prendre en compte les changements de l'environnement, par exemple en cas de déplacement du dispositif d'interface 1 ou de l'apparition de nouveaux objets 4 à proximité.

En référence aux figures 2 et 3, on va décrire une méthode permettant d'estimer la carte **C∞** de manière dynamique, au cours de l'utilisation du dispositif d'interface 1.

La courbe 10 montre une mesure de capacité totale **Ctot** pour une électrode 2 du dispositif d'interface 1. Les pics 12 correspondent aux instants où un objet d'intérêt 3 approche de l'électrode 2. La courbe 10 est représentative de la situation selon laquelle par exemple un doigt 3 approche et vient périodiquement à proximité ou en contact avec la surface du dispositif d'interface 1, pour « cliquer » ou actionner des touches virtuelles.

L'électrode 2 mesure une capacité totale **C**, dont la contribution due à l'objet **Cobj** correspond à la hauteur 14 des pics 12.

On choisit une fenêtre temporelle 13 dont la largeur ou la durée temporelle **Tm** est sensiblement plus grande que la durée pendant laquelle l'objet d'intérêt 3 peut rester immobile, mais plus petite que la période sur laquelle l'environnement peut changer. La durée temporelle **Tm** doit être notamment plus grande que la durée typique d'un geste (mouvement de l'objet d'intérêt 3) de telle sorte à pouvoir discriminer les variations de capacité dues à un changement de l'objet d'intérêt 3 et celle dues aux autres objets 4 considérés comme appartenant à l'environnement. La fenêtre temporelle 13 est représentée dans les figures 2 et 3 par rapport à un instant de mesure (ou instant présent) 15.

Les capacités **C** échantillonnées dans le passé dans cette fenêtre temporelle 13, jusqu'à l'instant présent 15, sont mémorisées.

La valeur de la capacité de fuite **C∞** à l'instant présent 15 est déterminée comme étant la plus petite valeur de capacité **C** mémorisée durant cette fenêtre temporelle 13.

La fenêtre 13 est glissante en temps, dans le sens où les valeurs mémorisées sont remises à jour périodiquement (à chaque acquisition par exemple) pour ne conserver qu'un historique de mesures de durée **Tm**.

En pratique, dans le dispositif d'interface 1, la capacité **C(t)** de chaque électrode 2 est mesurée périodiquement avec un échantillonnage temporelle **Δt** permettant la détection des gestes.

Pour chaque électrode pour lequel le procédé selon l'invention est appliqué, les **N** dernières mesures de capacité mesurées, correspondant à la durée **Tm** de la fenêtre temporelle glissante, sont conservées dans une zone

de stockage numérique du dispositif, et utilisées pour estimer la capacité de fuite **C∞**. A chaque nouvelle mesure, la plus ancienne des **N** mesures stockées est effacée tandis que la dernière mesure est mémorisée.

Puisque **C∞** ≤ **C**, la capacité de fuite **C∞** à l'instant de mesure **t** est calculée en fonction des capacités mémorisées **C**(**s**):

$$\mathbf{C\infty}(\mathbf{t}) = \min\{ C(\mathbf{s}) \}, \qquad \text{(Eq. 3)}$$

Où min{} est l'opérateur de recherche du minimum, et **s** appartient à l'intervalle temporel [**t**-**Tm**, **t**].

En prenant en compte l'échantillonnage temporel, la capacité de fuite de l'environnement peut s'écrire :

$$\mathbf{C\infty}(\mathbf{t}) = \min\{ \mathbf{C}(\mathbf{t}-(\mathbf{n}-1)\cdot\mathbf{\Delta t}), \mathbf{C}(\mathbf{t}-(\mathbf{n}-2)\cdot\mathbf{\Delta t}), \ldots , \ldots ,\mathbf{C}(\mathbf{t}-2)\cdot\mathbf{\Delta t}), \mathbf{C}(\mathbf{t}-\mathbf{\Delta t}), \mathbf{C}(\mathbf{t}) \}. \qquad \text{(Eq. 4)}$$

La détermination de cette capacité de fuite **C∞** implique donc une opération de filtrage par un opérateur minimum, ou filtrage minimum.

Ce filtrage minimum a un comportement adaptatif non symétrique par rapport aux changements de l'environnement :

- si un nouvel objet 4 de l'environnement apparait et/ou si un objet d'intérêt 3 s'approche de la surface de détection, la capacité instantanée **C** augmente. Dans ce cas le filtre « attend » que cette augmentation dure au moins pendant toute la durée **Tm** de la fenêtre glissante 13 avant d'élever la valeur de la capacité de fuite **C∞** conformément aux équations 3 ou 4. En choisissant judicieusement cette durée **Tm**, on évite ainsi que des objets d'intérêts 3 soient pris en compte dans le calcul de la capacité de fuite **C∞** ;
- au contraire, dans le cas où un objet 4 de l'environnement disparait et/ou un objet d'intérêt 3 s'éloigne de la surface de détection, la capacité **C** instantanée diminue, et la capacité **C∞** diminue presque instantanément par l'action du filtre minimum. Ainsi, la sensibilité de la détection s'ajuste de façon instantanée. C'est l'un des avantages de la méthode proposée.

Cette distinction est obtenue grâce à la prise en compte de la différence entre les constantes de temps de variation de **Cobj** et de **C∞** et au choix judicieux de la largeur **Tm** de la fenêtre 13.

La courbe 11 montre l'évolution de capacité de fuite **C∞**, tel que calculée par l'équation 4.

Le choix de la largeur de la fenêtre temporelle **Tm** dépend du type d'appareil à commander et de son mode d'utilisation.

Dans le cas où le dispositif d'interface 1 équipe un téléphone portable à écran tactile et gestuel capacitif, les commandes sont relativement dynamiques. Les commandes les plus lentes sont par exemple la sélection d'un icône sur l'écran pour le déplacer ou le supprimer. L'action consiste alors à fixer le doigt pendant au moins 1 seconde pour effectuer la sélection de l'icone.

Une fenêtre temporelle d'une durée de 2 à 10 secondes, voire de 1 à 10 secondes, convient pour ce type d'appareil afin de conserver la possibilité de sélectionner un icône tout en intégrant la correction d'environnement.

Une fois que la capacité de fuite $\mathbf{C\infty}$ est estimée, la capacité due à la présence de l'objet d'intérêt 3 est calculée comme ceci :

$$\mathbf{Cobj}(\mathbf{t}) = \mathbf{C}(\mathbf{t}) - \mathbf{C\infty}(\mathbf{t}). \qquad \text{(Eq. 5)}$$

Cette capacité 14 corrigée des effets d'environnement peut ensuite être utilisée de manière classique pour détecter la position ou le geste de l'objet d'intérêt 3.

Suivant des variantes de mode de réalisation, afin de calculer rapidement la capacité de fuite $\mathbf{C\infty}(\mathbf{t})$ en optimisant l'utilisation des ressources de calcul, des algorithmes de filtrage minimum/maximum avec complexité de temps de calcul optimal peuvent être utilisés. On trouve plusieurs algorithmes de ce type dans la littérature, qui ont en commun le fait que le nombre de comparaison reste sensiblement constant indépendamment de la largeur de la fenêtre temporelle choisie. Les algorithmes suivants en particulier utilisables dans le cadre de l'invention :

- M. Van Herk, « A fast algorithm for local minimum and maximum filters on rectangular and octagonal kernels », Pattern Recogn Lett 13(7), pages 517–521, 1992 ;
- J. Gil, R. Kimmel, "Efficient Dilation, Erosion, Opening, and Closing Algorithms" IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell 24(12), pages 1606–1617, 2002 ;

D. Lemire, "Streaming Maximum-Minimum Filter Using No More than Three Comparisons per Element", Nordic Journal of Computing, 13 (4), pages 328-339, 2006.

Ces algorithmes permettent de minimiser le temps de calcul, mais nécessitent de stocker en mémoire les capacités mesurées sur toute la durée **Tm** de la fenêtre glissante 13.

Suivant des variantes de mode de réalisation, un compromis peut être fait sur le temps de calcul et la place de stockage. Dans ce cas, la fenêtre glissante 13 comprenant **N** mesures est subdivisée en **M** sous-fenêtres sans chevauchement, de longueurs respectives **n1**, **n2**, ..., **nM**, avec **N** = **n1**+ **n2**+ ...+ **nM**, et **M** << **N**.

Le calcul du minimum dans la dernière sous-fenêtre, en cours de remplissage, peut être effectué soit en re-parcourant à chaque itération (correspondant à une acquisition de mesure de capacité **C**) les valeurs de la sous-fenêtre déjà mémorisées, soit en gardant en mémoire la plus petite valeur à chaque itération.

Pour chaque sous-fenêtre complète incluse dans la fenêtre temporelle 13, on ne conserve en mémoire que la valeur minimale, qu'on efface lorsque l'intervalle temporel que la sous-fenêtre couvre devient plus ancien, par rapport à l'instant d'acquisition, que **Tm**.

Les minimums sur toutes les sous-fenêtres peuvent être comparés en utilisant les algorithmes optimaux précités. Dans ce cas, la zone de stockage nécessite une dimension **M** (et non plus **N**).

Suivant des variantes de mode de réalisation :

- la largeur temporelle **Tm** de la fenêtre 13 peut être adaptée en fonction du type d'environnement de manière autonome en utilisant un algorithme spécifique prenant en compte l'évolution de cet environnement à partir des mesures. Elle peut également être adaptée manuellement ;

- Le calcul de la capacité d'intérêt **Cobj** peut comprendre une combinaison linéaire des capacités totales **C** et de fuite **C∞**, ou tout autre fonction de **C** et de **C∞**.

- l'estimation de la capacité **C∞** avec le filtrage minimum tel que décrit dans l'équation (4) peut être combinée avec une autre carte de calibration de capacité de fuite **C∞'**, déterminée au préalable et mémorisée, issue par exemple d'une calibration en usine. Cette combinaison peut être une combinaison linéaire, avec un facteur de gain et d'offset, ou toute autre combinaison. Cela permet d'éviter des variations trop brusques de la sensibilité de la détection capacitive ;

- le procédé peut être mis en œuvre de manière similaire ou différente pour les différentes électrodes 2 du dispositif d'interface 1. En particulier, il peut être mis en œuvre de manière différente pour les électrodes localisées à

la périphérie de la surface sensible du dispositif 1, qui sont naturellement plus sensibles aux changements de l'environnement. Une correction plus rapide, avec une fenêtre 13 de largeur temporelle **Tm** plus courte, peut être appliquée à ces électrodes ;

- l'invention peut être mis en œuvre avec tout type d'électronique de mesure capacitive permettant de limiter les fuites capacitives.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détection d'objet(s) d'intérêt (3) se mouvant dans un environnement, mettant en œuvre au moins une électrode de mesure (2) en couplage capacitif avec le(s)dit(s) objet(s) d'intérêt (3) et avec un ou plusieurs autres objets (4) – dits de perturbation - présents dans cet environnement, caractérisé en ce qu'il comprend, pour au moins une desdites électrodes de mesure (2), des étapes de :

- mesure de capacité totale (5, 6) entre ladite électrode de mesure (2) et ledit environnement,
- mémorisation de ladite capacité totale (5, 6),
- calcul d'une capacité de fuite (6) due auxdits objets de perturbation (4), à partir d'une détermination de valeur minimum dans un historique de mesures de capacités totales (5, 6) préalablement mémorisées,
- calcul d'une capacité d'intérêt (5) due au(x)dit(s) objet(s) d'intérêt (3), en retranchant ladite capacité de fuite (6) à la capacité totale mesurée (5, 6), et
- traitement de ladite capacité d'intérêt (5) ainsi calculée pour produire une information de détection du ou desdits objet(s) d'intérêt.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'actualisation de l'historique de mesures, de telle sorte que ledit historique de mesure comprend des capacités totales mesurées durant une période correspondant à une fenêtre temporelle glissante (13) par rapport à l'instant de mesure (15), de durée prédéterminée.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la durée de la fenêtre temporelle glissante (13) est déterminée comme étant supérieure à une durée moyenne de présence des objets d'intérêt (3) à proximité de l'électrode de mesure (2).

4. Procédé selon les revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la durée de la fenêtre temporelle glissante (13) est comprise entre une et dix secondes.

5. Procédé selon les revendications 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'ajustement de la durée de la fenêtre temporelle glissante (13) en fonction de la dynamique de variation des mesures (5, 6).

6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des étapes de :

- groupement des mesures mémorisées les plus récentes sous la forme d'une sous-fenêtre temporelle de durée inférieure à la fenêtre temporelle glissante (13),
- détermination de la valeur minimum dans cette sous-fenêtre, et
- remplacement par ladite valeur minimum dans l'historique de mesure des mesures correspondant à ladite sous-fenêtre.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la détermination d'une valeur minimum dans l'historique de mesure comprend l'utilisation d'un algorithme de filtrage de minimum/maximum optimal, avec un temps de calcul sensiblement constant.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le calcul de la capacité d'intérêt (5) comprend le calcul d'une combinaison de la capacité de fuite (6) et de la capacité totale mesurée (5, 6).

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- une étape préalable de calibration comprenant, pour au moins une électrode de mesure (2), la détermination d'une capacité de fuite initiale en mesurant la capacité totale de l'électrode de mesure (2) en l'absence d'objet d'intérêt,
- une étape d'ajout, sous la forme d'une combinaison, de cette capacité de fuite initiale aux capacités de fuite déterminées ultérieurement.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre pour une pluralité d'électrodes de mesure (2) de manière différente en fonction desdites électrodes (2).

11. Dispositif d'interface gestuelle mettant en œuvre le procédé de détection d'objets d'intérêt (3) dans un environnement perturbé selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite interface gestuelle étant réalisée à partir d'objets d'intérêt mus par geste dans ledit environnement comprenant par ailleurs des objets de perturbation (4), ledit dispositif comprenant au moins une électrode de mesure (2) apte à détecter des objets (3, 4) par couplage capacitif entre ladite électrode de mesure (2) et lesdits objets (3, 4), caractérisé en ce qu'il comprend en outre, pour au moins une électrode de mesure (2) :

- des moyens électroniques de mesure de capacité totale (5, 6) entre ladite électrode de mesure (2) et ledit environnement,
- des moyens de mémorisation de ladite capacité totale (5, 6),
- des moyens de calcul d'une capacité de fuite (6) due aux objets de perturbation (4), comprenant des moyens de détermination d'une valeur minimum dans un historique de mesures de capacités totales préalablement mémorisées,
- des moyens de calcul d'une capacité d'intérêt (5) due aux objets d'intérêt (3), en retranchant ladite capacité de fuite (6) à la capacité totale mesurée (5, 6), et
- des moyens pour traiter ladite capacité d'intérêt (5) ainsi calculée, agencés pour délivrer une information de détection du ou desdits objet(s) d'intérêt.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une surface sensiblement plane (1) comprenant une pluralité d'électrodes de mesure (2).

13. Dispositif selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que les électrodes de mesure (2) comprennent un matériau sensiblement transparent à la lumière.

14. Système de l'une des catégories suivantes : téléphone, ordinateur, périphérique d'ordinateur, écran d'affichage, tableau de bord, tableau de

contrôle, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un procédé de détection capacitive selon l'une des revendications 1 à 10.

15. Système de l'une des catégories suivantes : téléphone, ordinateur, périphérique d'ordinateur, écran d'affichage, tableau de bord, tableau de contrôle, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif d'interface gestuelle selon l'une des revendications 11 à 13.

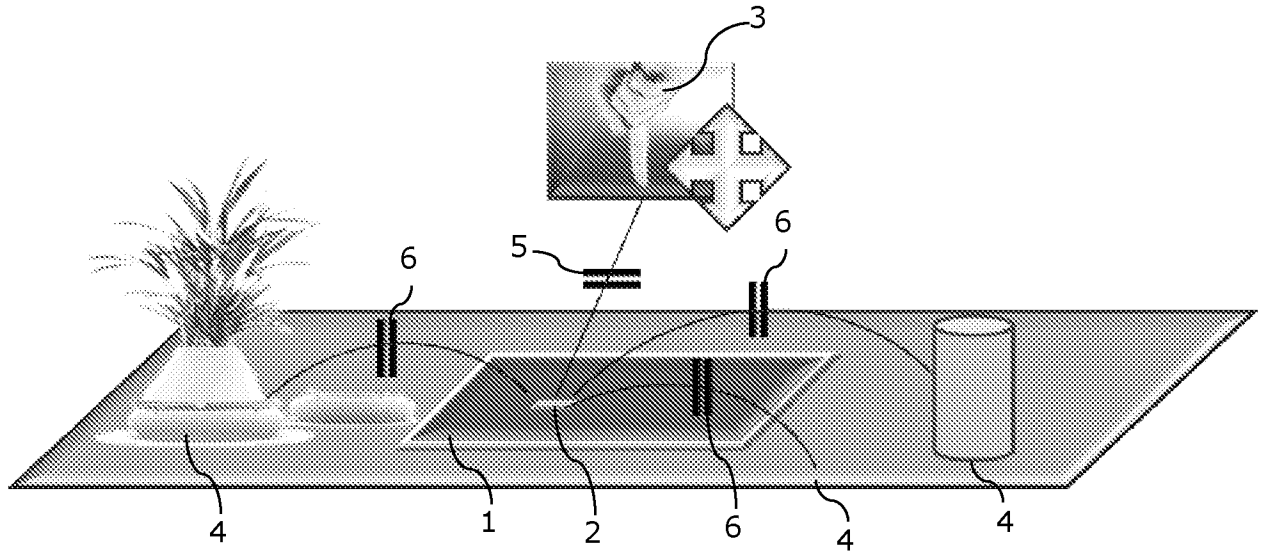


Figure 1

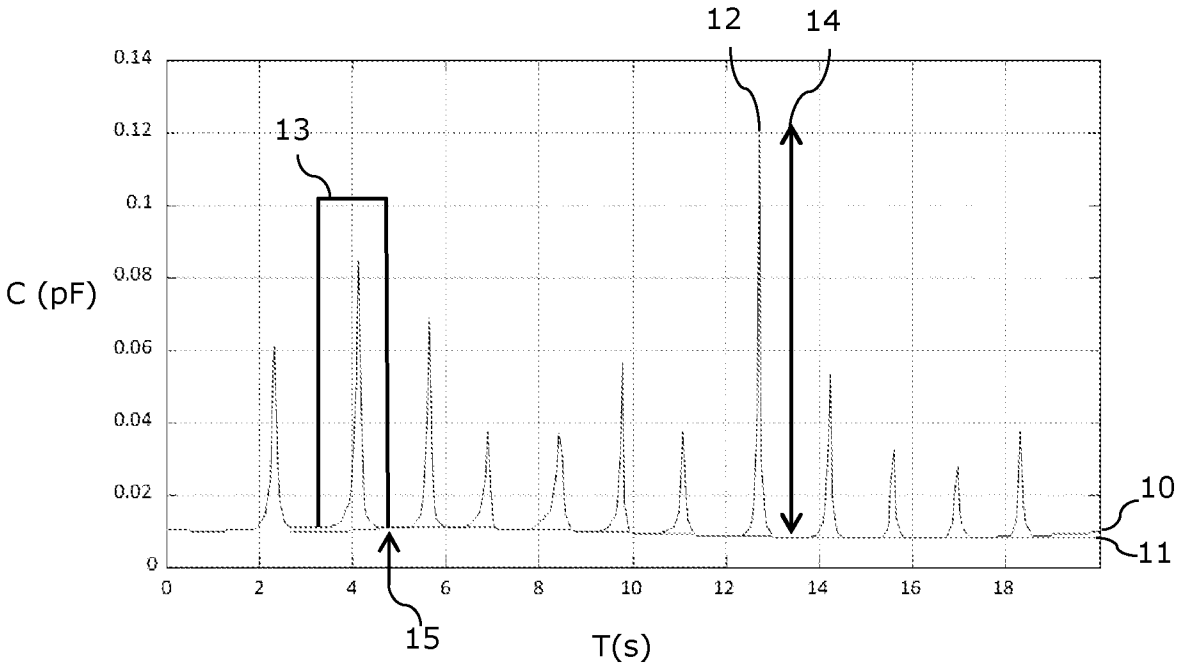


Figure 2

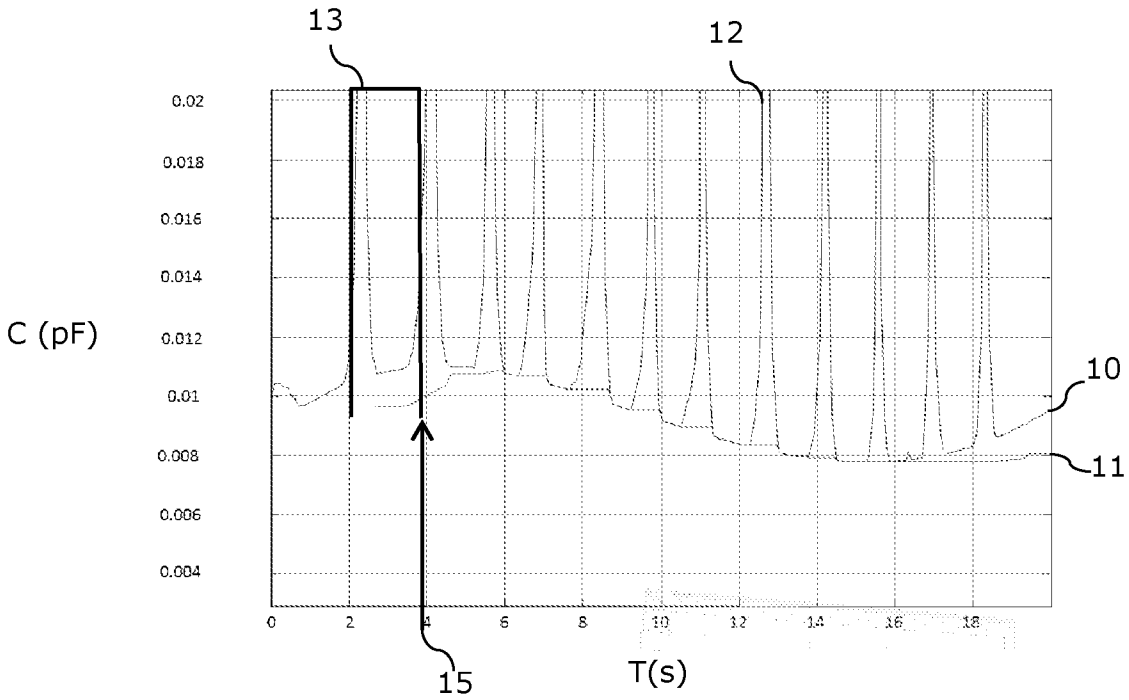

13
12
0.02
0.018
0.016
0.014
C (pF)
0.012
0.01
0.008
0.006
0.004
10
11
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
15
T(s)

Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/052533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06F3/044 G06F3/041
ADD.

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/158182 A1 (WESTERMAN WAYNE CARL [US]) 3 July 2008 (2008-07-03) paragraph [0041] - paragraph [0078]; figures 1,2,7,8	1-15
A	EP 0 818 751 A1 (SYNAPTICS INC [US]) 14 January 1998 (1998-01-14) page 13, line 6 - page 19, line 12; figures 9-14	1-15

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 February 2012	07/03/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Russo dos Santos, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/052533

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	"AUTOMATIC ZEROING OF FORCE-SENSITIVE TOUGH SCREEN", IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP. (THORNWOOD), US, vol. 32, no. 11, 1 April 1990 (1990-04-01) , page 244/245, XP000097690, ISSN: 0018-8689 the whole document	1-15
A	WO 2009/000289 A1 (NOKIA CORP [FI]; KESKI-JASKARI TURO [FI]; KARHINIEMI MARKO [FI]) 31 December 2008 (2008-12-31) page 11, line 26 - page 15, line 26; figures 3,5,6,8	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2011/052533

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008158182 A1	03-07-2008	NONE	
EP 0818751 A1	14-01-1998	CN 1197555 A	28-10-1998
		EP 0818751 A1	14-01-1998
		WO 9802964 A1	22-01-1998
WO 2009000289 A1	31-12-2008	CN 101689080 A	31-03-2010
		EP 2160673 A1	10-03-2010
		US 2011310064 A1	22-12-2011
		WO 2009000289 A1	31-12-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2011/052533

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G06F3/044 G06F3/041
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

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 2008/158182 A1 (WESTERMAN WAYNE CARL [US]) 3 juillet 2008 (2008-07-03) alinéa [0041] - alinéa [0078]; figures 1,2,7,8	1-15
A	EP 0 818 751 A1 (SYNAPTICS INC [US]) 14 janvier 1998 (1998-01-14) page 13, ligne 6 - page 19, ligne 12; figures 9-14	1-15

-/--

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

[X] 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
29 février 2012	07/03/2012

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	Russo dos Santos, C

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2011/052533

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	"AUTOMATIC ZEROING OF FORCE-SENSITIVE TOUGH SCREEN", IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP. (THORNWOOD), US, vol. 32, no. 11, 1 avril 1990 (1990-04-01) , page 244/245, XP000097690, ISSN: 0018-8689 le document en entier	1-15
A	WO 2009/000289 A1 (NOKIA CORP [FI]; KESKI-JASKARI TURO [FI]; KARHINIEMI MARKO [FI]) 31 décembre 2008 (2008-12-31) page 11, ligne 26 - page 15, ligne 26; figures 3,5,6,8	1-15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2011/052533

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008158182 A1	03-07-2008	AUCUN	
EP 0818751 A1	14-01-1998	CN 1197555 A	28-10-1998
		EP 0818751 A1	14-01-1998
		WO 9802964 A1	22-01-1998
WO 2009000289 A1	31-12-2008	CN 101689080 A	31-03-2010
		EP 2160673 A1	10-03-2010
		US 2011310064 A1	22-12-2011
		WO 2009000289 A1	31-12-2008