



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 37412 A1** (51) Cl. internationale : **G01D 1/00**
(43) Date de publication : **31.05.2016**

(21) N° Dépôt : **37412**

(22) Date de Dépôt : **10.10.2014**

(71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT PRIVEE UIR, PARC TECNOPOLIS RABAT SHORE CAMPUS UNIVERSITAIRE UIR ROCADE RABAT SALE 11100 SALA ELJADIDA (MA)**

(72) Inventeur(s) : **Younes Moumen**

(74) Mandataire : **BOUYA MOHSINE**

(54) Titre : **SIMULATEUR MOBILE DE PROPAGATION DE LA CHALEUR**

(57) Abrégé : Un simulateur de propagation de la chaleur dans un volume donné. Il est mis en oeuvre par ordinateur et en particulier par un téléphone mobile. Il utilise une sonde installée sur le téléphone mobile pour récupérer des données réelles relatives à des points précis du volume afin d'obtenir une meilleure simulation. le système peut lancer des simulations en temps réel ou en différé. Il peut également les enregistrer pour une relecture ultérieure.

Abrégé

Un simulateur de propagation de la chaleur dans un volume donné. Il est mis en œuvre par ordinateur et en particulier par un téléphone mobile. Il utilise une sonde installée sur le téléphone mobile pour récupérer des données réelles relatives à des points précis du volume afin d'obtenir une meilleure simulation. Le système peut lancer des simulations en temps réel ou en différé. Il peut également les enregistrer pour une relecture ultérieure.

Simulateur mobile de propagation de la chaleur

Description

L'invention est relative aux systèmes de simulation numérique de phénomènes physiques mis en œuvre par ordinateur. Il s'agit en particulier de simulation de la propagation de la chaleur dans un volume donné.

Il existe plusieurs logiciels de simulation numérique de phénomènes physiques. Ils sont utilisés par les ingénieurs concepteurs, développeurs de produits, organismes d'assurance qualité et bureaux d'études pour obtenir des informations difficiles à avoir uniquement par des calculs mathématiques. Ces simulateurs intègrent généralement des algorithmes qui nécessitent des conditions initiales et certains paramètres de simulation. Une fois lancée, la simulation effectue les calculs nécessaires et génère les résultats souhaités.

Les conditions initiales sont généralement supposées ou récupérées à partir de données réelles capturées (par des sondes thermiques par exemple). Lorsqu'il s'agit d'une simulation qui doit être la plus fidèle au terrain, il est difficile d'intégrer des modifications ou corrections à la simulation en temps réel en capturant d'autres données sur la température et en les insérant dans la simulation.

Notre invention profite de la puissance de calcul déployée dans les processeurs centraux et graphiques des appareils mobiles afin d'exécuter des simulations de propagation de la chaleur en temps réel ou en différé dans un volume donné. Elle peut utiliser des sondes de capture de la température disponibles actuellement pour prendre des mesures si nécessaire.

Notre invention permet également d'exécuter des simulations classiques en supposant des conditions initiales ou en les récupérant par d'autres moyens que la sonde de température.

Elle est composée d'un appareil mobile (1) (téléphone, smartphone, tablette, baladeur, etc) muni d'une prise jack pour kit mains libres ou d'un port USB pour accueillir la sonde thermique (2). L'appareil mobile met en œuvre un programme informatique composé des 4 modules qui suivent. Nous allons décrire les modules par leur interaction avec un utilisateur et leur fonctionnement.

- Le module (1) affiche une interface pour alimenter les paramètres de la simulation avec les données suivantes :

- Le volume : il peut être choisi parmi un certain nombre de modèles prédéfinis comme il peut être importé depuis un format numérique compatible. Les dimensions du volume sont également alimentées comme paramètre ;
- L'algorithme à exécuter parmi les algorithmes déjà présents dans l'état de la technique
- Les paramètres de l'algorithme et en particulier :
 - les pas de résolution spatiale et temporelle. La résolution temporelle est ignorée lors d'une simulation en mode temps-réel.
 - La condition CFL (Courant–Friedrichs–Lewy condition). Elle peut être calculée automatiquement
 - Le choix du mode de simulation (temps-réel ou différé). Dans le cas d'une simulation temps-réel, la résolution temporelle est calculée automatiquement dans la boucle de simulation pour livrer les résultats dans les temps.
 - Les conditions initiales de la simulation : la température initiale du volume, sa conductivité, la température aux bords ou dans des points précis qui peut être définie soit comme température fixe, soit en condition de Newman.
- Le module (II) affiche une interface pour calculer la conductivité d'un matériau grâce à la prise de valeurs de températures sur le volume à des points et instants différents. Ces valeurs peuvent être alimentées manuellement suite à des mesures externes ou prises directement grâce à la sonde. Ce module fonctionne en 3 phases :
 - Collecte des données initiales. Cette phase permet à l'utilisateur de définir la forme du volume, sa température initiale et un point du volume où une température différente constante sera appliquée. Il faut ensuite indiquer les points de mesure de température dans le volume.
 - Lancement des mesures en appliquant la différence de température au même moment. Les mesures de température prévues doivent être exécutées par l'utilisateur grâce à la sonde. Les délais entre mesures sont récupérés automatiquement par l'application. Cette phase n'est pas nécessaire si les mesures seront effectuées manuellement.
 - Calcul et affichage du résultat de la mesure de conductivité avec une précision satisfaisante.

- Le module (III) exécute les calculs nécessaires à la simulation. Il rend un affichage bidimensionnel ou tridimensionnel présentant la propagation de la chaleur dans le temps et dans l'espace dans le volume choisi. L'affichage est rendu comme un dégradé de couleur allant de la température la plus élevée à la plus faible. Il peut également être rendu comme des courbes de niveau avec des couleurs distincts pour chaque intervalle de température. L'utilisateur peut interagir pour récupérer la température à tout point du volume et à tout moment en appuyant dessus (dans un écran tactile). Il peut également ajouter des mesures en mode temps-réel en indiquant à chaque fois le point de mesure pour corriger la simulation. Lorsque la simulation est en mode temps-réel, une alerte est affichée lorsque le CFL devient inférieur à 0.4 pour indiquer une possible divergence. Ce module s'assure également que tous les résultats de simulation sont bien enregistrés sur l'appareil mobile.
- Le module (IV) permet de revoir les simulations déjà exécutées en lisant les résultats de simulation enregistrées par le module (III). Il offre des fonctionnalités avancées de parcours du temps comme la lecture en temps réel, l'avance pas à pas et la capture des températures à n'importe quel point à n'importe quel moment.

Dans tous les modules, l'application affiche en continu la température mesurée par la sonde.

La figure 1 donne une vue d'ensemble des composantes physiques et des modules informatiques de l'invention.

La figure 2 donne une vue de l'affichage sur écran large du module (I) dans le cas d'un volume en parallélépipède.

La figure 3 donne une vue de l'affichage sur écran large du module (III) dans le cas d'un volume en parallélépipède.

Revendications

1- Un simulateur de propagation de la chaleur dans un volume caractérisé par l'utilisation d'une sonde thermique (2) déployée sur un appareil mobile (1) qui met en œuvre une application informatique composée d'un module (I) de paramétrage de la simulation, un module (II) de calcul de la conductivité thermique du volume (3), un module (III) d'exécution de simulation et d'un module (IV) de relecture à posteriori de la simulation.

2- Un simulateur de propagation de la chaleur dans un volume selon la revendication 1 caractérisé en ce que le module (I) affiche une interface pour alimenter les paramètres la simulation avec les données suivantes :

- Le volume : il peut être choisi parmi un certain nombre de modèles prédéfini comme il peut être importé depuis un format numérique compatible. Les dimensions du volume sont également alimentées comme paramètres ;
- L'algorithme à exécuter parmi les algorithmes déjà présents dans l'état de la technique
- Les paramètres de l'algorithme et en particulier :
 - les pas de résolution spatiale et temporelle. La résolution temporelle est ignorée lors d'une simulation en mode temps-réel ;
 - La condition CFL (Courant–Friedrichs–Lewy condition). Elle peut être calculée automatiquement ;
 - Le choix du mode de simulation (temps-réel ou différé) ;
 - Les conditions initiales de la simulation : la température initiale du volume, sa conductivité, la température aux bords ou dans des points précis qui peut être définie soit comme température fixe, soit en condition de Newman.

3- Un simulateur de propagation de la chaleur dans un volume selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que le module (II) affiche une interface pour calculer la conductivité d'un matériau grâce à la prise de valeurs de températures sur le volume à des points et instants différents.

4- Un simulateur de propagation de la chaleur dans un volume selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que le module (III) affiche la progression de la simulation. Il rend un affichage bidimensionnel ou tridimensionnel présentant la propagation de la chaleur dans le temps et dans l'espace dans le volume choisi. L'affichage est rendu comme un dégradé de couleur allant de la température la plus élevée à la plus faible. Il peut également être rendu

comme des courbes de niveau avec des couleurs distincts pour chaque intervalle de température. Lorsque l'utilisateur appuie sur un point du volume, il peut récupérer la température. L'affichage fournit également le moyen d'insérer des mesures en mode temps-réel en indiquant à chaque fois le point de mesure pour corriger la simulation. Lorsque la simulation est en mode temps-réel, une alerte est affichée lorsque le CFL devient inférieur à 0.4 pour indiquer une possible divergence.

5- Un simulateur de propagation de la chaleur dans un volume selon les revendications 1, 2, 3 et 4 caractérisé en ce que le module (IV) affiche les simulations déjà exécutées en lisant les résultats de simulation enregistrées par le module (III). Il offre des fonctionnalités avancées de parcours du temps : la lecture en temps réel, l'avance pas à pas et la capture des températures à n'importe quel point à n'importe quel moment.

Dessins

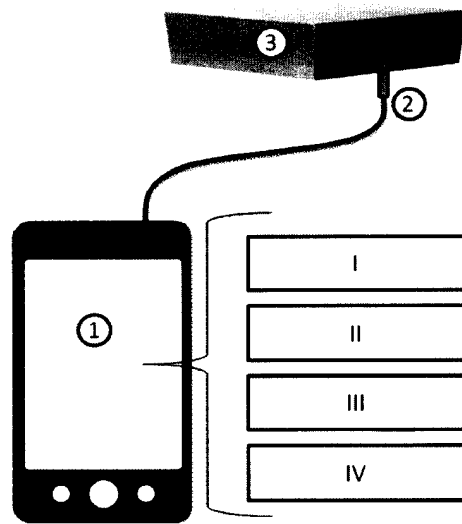


Figure 1

Temperature initiale en haut de la plaque :

 Condition de newman

Temperature initiale à gauche de la plaque :

 Condition de newman

Temperature initiale de la plaque :

 Constante gamma :

Temperature initiale à droite de la plaque :

 Condition de newman

Temperature initiale en bas de la plaque :

 Condition de newman

Resolution :
 temps dt :
 distance x :
 distance y :
 CFL :

Configurer dt à partir de CFL

Sauver la simulation

Maillage :

 Points

Figure 2

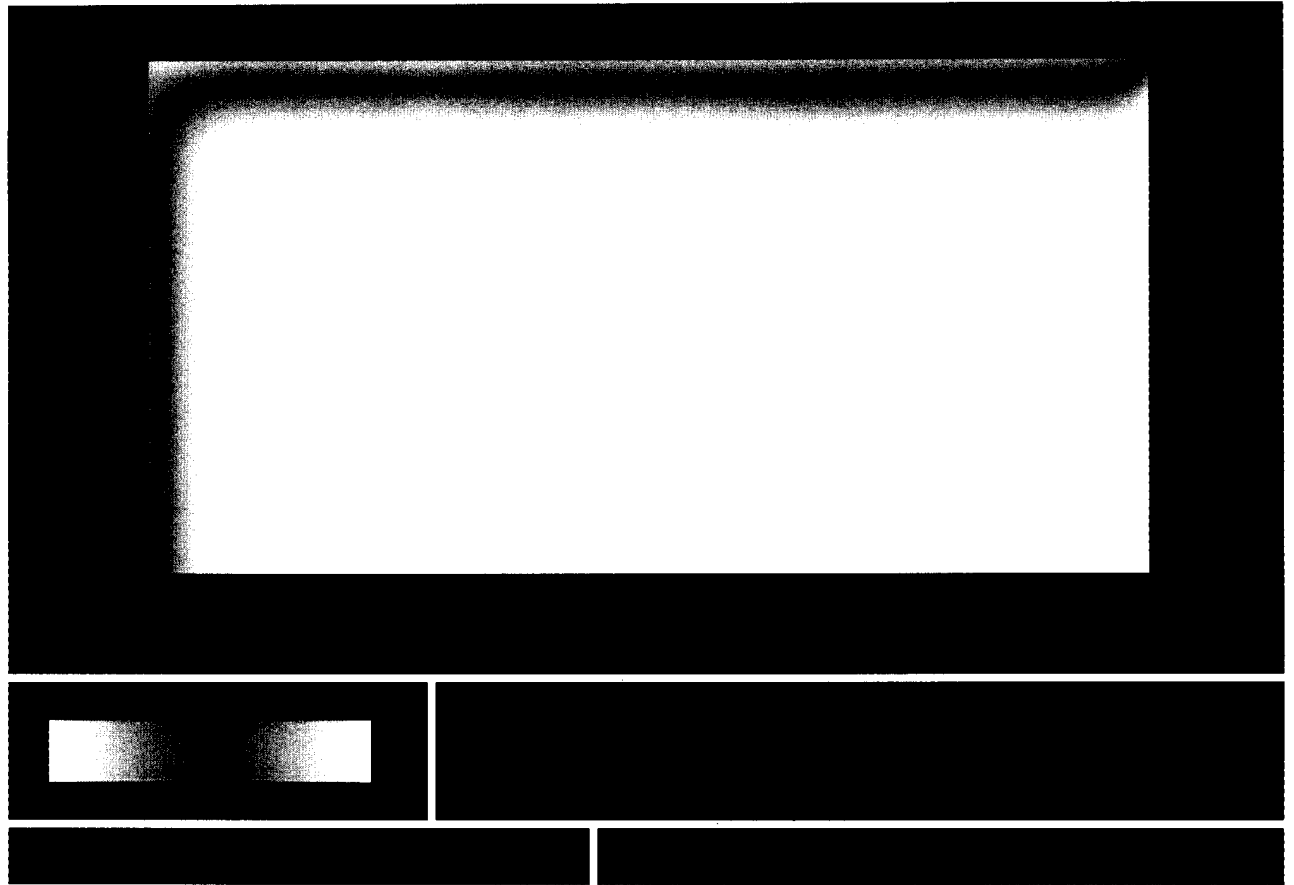


Figure 3

ROYAUME DU MAROC

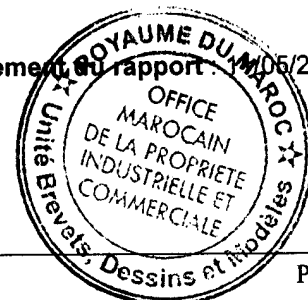
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية
المكتب المغربي
للملكية الصناعية و التجارية

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 37412	Date de dépôt : 10/10/2014
Déposant : UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT PRIVEE UIR	
Intitulé de l'invention : SIMULATEUR MOBILE DE PROPAGATION DE LA CHALEUR	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents cités par l'examineur dans la partie rapport de recherche sont joints au présent document	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: N.KHASSAL	Date d'établissement du rapport : 10/05/2016
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
3 Pages
- Revendications
5
- Planches de dessin
2 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : G 01D 1/00 ; H04M1/21

CPC :H04M2250/12 ; G06F17/5009

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	http://www.generation-nt.com/thermodo-test-temperature-review-mesure-robocat-article-1873372-1.html	1-5
A	WO2013064704 A1 ; Ecole Centrale De Nantes ; 10-05-2013	1-5

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« 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
 -« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 -« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
 -« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 1-5	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-5	Oui
	Revendications aucune	Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1:<http://www.generation-nt.com/thermodo-test-temperature-review-mesure-robocat-article-1873372-1.html>

1. Nouveauté (N) :

Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue un simulateur de propagation de la chaleur dans un volume caractérisé par l'utilisation d'une sonde thermique déployée dans un appareil mobile qui met en œuvre une application informatique composée des modules revendiqués, par suite l'objet de la revendication 1 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, toutes les revendications dépendantes 2 à 5 sont nouvelles.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 étant considéré comme le document de l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue un téléphone mobile qui fait les prises de température à l'aide d'une sonde thermique attachée au port USB du téléphone, et fonctionnant à l'aide d'une application informatique, contenant un module de paramétrage.

La revendication 1 diffère de D1 par le module de calcul de la conductivité thermique du volume, le module d'exécution de simulation et le module de relecture à postériori de la simulation.

Aucun des documents cités ci-dessus n'inciterait l'homme du métier à intégrer ces modules dans le dispositif du document D1. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 ainsi que toutes les revendications dépendantes 2 à 5 impliquent une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.