



(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 41392 A1** (51) Cl. internationale : **G03B 37/00; G01N 33/24**
- (43) Date de publication : **31.05.2019**

-
- (21) N° Dépôt : **41392**
- (22) Date de Dépôt : **03.11.2017**
- (71) Demandeur(s) : **Moroccan foundation for Advanced Science Innovation and Resaerch (MAScIR), Rabat Design Center, Rue Mohamed Al Jazouli, Madinat Al Irfane, 10100 Rabat (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **BOURJA OMAR ; ZENNAYI YAHYA ; KABBAJ KAOUTAR**
- (74) Mandataire : **AMMANI ABDELHAQ**

-
- (54) Titre : **Système d'analyse du sol à base de caméra hyper-spectrale**
- (57) Abrégé : La présente invention concerne un appareil et un procédé de détection rapide et sur place identifiant les différentes couches du sol utile dans différents domaines: agriculture, BTP, la gestion d'espaces naturels, l'extraction du phosphate...etc. la présente divulgation traite particulièrement le traitement d'image et la vision par ordinateur utilisant des données en format d'images hyper-spectrale pour fournir des estimations des propriétés du sol afin d'identifier les différents couches de celui ci et d'estimer sa composition à partir de sa couleur et de sa texture. L'invention permet d'analyser rapidement et avec une grande efficacité les couches du sol à partir d'un trou, le dispositif permet la détection des couches puis leurs compositions chimiques et minérales.

Système d'analyse du sol à base de caméra hyper-spectrale**Abrégé :**

La présente invention concerne un appareil et un procédé de détection rapide et sur place identifiant les différentes couches du sol utile dans différents domaines: agriculture, BTP, la gestion d'espaces naturels, l'extraction du phosphate...etc.

la présente divulgation traite particulièrement le traitement d'image et la vision par ordinateur utilisant des données en format d'images hyper-spectrale pour fournir des estimations des propriétés du sol afin d'identifier les différents couches de celui ci et d'estimer sa composition à partir de sa couleur et de sa texture.

L'invention permet d'analyser rapidement et avec une grande efficacité les couches du sol à partir d'un trou, le dispositif permet la détection des couches puis leurs compositions chimiques et minérales.

Système d'analyse du sol à base de caméra hyper-spectrale

DOMAINE Technique

La présente invention concerne un appareil et un procédé de détection rapide et sur place identifiant les différentes couches du sol utile dans différents domaines: agriculture, BTP, la gestion d'espaces naturels, l'extraction du phosphate...etc.

la présente divulgation traite particulièrement le traitement d'image et la vision par ordinateur utilisant des données en format d'images hyper-spectrale pour fournir des estimations des propriétés du sol afin d'identifier les différents couches de celui ci et d'estimer sa composition à partir de sa couleur et de sa texture.

ETAT DE La technique ET AVANTAGE DE L'INVENTION

L'obtention des informations sur le sol reste un procédé utile pour les professionnels de différents domaines (agriculteurs, gestionnaires des espaces naturels, forestiers, agronomes, BTP,etc.....) parce que les couches du sols offrent plusieurs informations, comme sa texture donne une idée sur son aération ainsi que sa capacité de rétention en eau (RUm). La structure, qui est un paramètre difficile à appréhender, témoigne des conditions pédo chimiques et de l'activité du vivant dans le sol. La couleur donne de précieuses indications sur la présence de MO, de fer (sous différentes formes) et sur la dynamique de l'eau dans le solum.

Dans le sol, chaque horizon se distingue par sa couleur, sa texture et sa structure. Leur empilement forme le solum, qui permet ensuite de déduire le processus pédogénétique en place. L'étude de la texture de la roche en place et de ses minéraux donne des indications sur son produit d'altération donc sur les propriétés du sol : vitesse d'évolution, épaisseur, texture de l'horizon, fertilité.

Toutes ses données permettront aux professionnels de prendre une décision sur l'utilisation optimale du sol et de bénéficier de ses ressources sans causer une dégradation de la qualité de celui ci.

À l'heure actuelle, les méthodes d'analyse chimique pour la détermination des contenus de la matière organique du sol sont des procédures longs, avec des coûts élevés et difficiles à mesurer directement sur le terrain.

Il existe deux catégories de technologie traitant l'analyse du sol:

La première catégorie concerne l'utilisation des données hyper-spectrales. Dans cette catégorie on trouve plusieurs travaux utilisant cette technologie.

La demande de brevet US20150283586 présente une méthode pour détecter des matières étrangères en industrie agro alimentaire à base d'images hyper-spectrales en comparant l'empreinte spectrale avec une base de données.

La demande de brevet US20170090068 décrit une méthode pour l'estimation des propriétés du sol dans un champ en utilisant la télédétection hyper-spectrale. La demande de brevet CN102680413 présente un dispositif et une procédure pour l'analyse des compositions du sol à base de données hyper-spectrales sur le contenu des matières organiques en faisant un traitement local sur place et rapide.

Tandis que la seconde catégorie comprend les systèmes utilisant le traitement d'images pour l'analyse de la surface du sol, comme le système décrit dans la demande de brevet US20120065924 qui décrit un système qui prend en entrée une ou plusieurs images de la surface capturée par la caméra qui peuvent être analysées à l'aide d'un logiciel d'analyse d'image approprié pour identifier une ou plusieurs caractéristiques (p. Ex., Couleur, intensité, aléatoire, présence / absence de lignes, etc.) qui peut être indicatif d'un type de surface.

Ou encore la demande de brevet US20100166330 qui utilisent les images pour détecter des objets enfouies dans le sol mais n'effectue pas une analyse des couches terrestres.

Par rapport à l'existant, notre invention présente les caractères innovants suivant: Le système proposé offre une utilisation rapide, simple, sans contact, sans dommage. Il est exclusivement basé sur l'utilisation d'une ou plusieurs caméras hyper-spectrale, sans avoir besoin d'autres capteurs. Il effectue en temps réel une estimation des propriétés du sol et de ses couches en profondeurs pour en déduire un ensemble de métriques caractérisant les

couches du sol traité. L'atout c'est qu'avec cette invention il serait possible d'effectuer les analyses sur terrain sans le besoin de déplacer les échantillons aux laboratoires pour les examiner ce qui nécessite un coût et un temps de traitement élevés.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

Figure1 : Vue générale illustrant un mode de réalisation de système d'analyse du sol à base de caméra hyper-spectrale.

Figure 2 : Les étapes exécutées pour faire l'analyse du sol par le système à base de caméra hyper-spectrale.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

L'invention objet de ce brevet est un dispositif à base de caméra hyper-spectrale dont le but est d'analyser rapidement et avec une grande efficacité les couches du sol à partir d'un trou, le dispositif permet la détection des couches puis leurs compositions chimiques et minérales.

Le système est constitué des éléments suivants:

- Un système de vision permettant de filmer les couches du sol, composé de :
 - Une caméra hyper-spectrale (100) fixée sur un support rotatif motorisé (120).
 - Un éclairage (110) fixé sur le même support de façon à éclairer toute la zone de vision de la caméra.
 - Un support rotatif motorisé (120) permettant de pivoter horizontalement la caméra et l'éclairage.
 - Un boîtier de protection (130) transparent permettant la lumière de tout le spectre couvert par la caméra hyper-spectrale de le traverser.

- Un système de fixation externe permettant l'installation du système au niveau de la surface du sol, et le réglage de l'altitude de la caméra dans le trou, composé de :

- Un support métallique (170) fixé sur un mécanisme (180) permettant le déplacement de tout le système facilement à l'aide des roues, puis de fixer ce dernier sur la surface du sol.
 - Un moteur (175) permet le réglage de l'altitude d'un bras (185) par rapport au niveau supérieur du sol.
 - Un bras métallique (185) sur lequel est fixé un moteur pas à pas (190).
 - Un moteur pas à pas (190) permettant le réglage de l'altitude de système de vision en précision dans le trou par rapport au niveau supérieur du sol.
 - Un support métallique (195) attaché au boîtier de protection (130) et au moteur pas à pas (190), a pour rôle d'une part de maintenir une liaison permanente entre le système de vision et le moteur, et d'autre part protéger les câbles d'alimentation et de communication entre de système de vision et l'unité de traitement (140).
- Une unité de traitement (140) qui contrôle le système de fixation et le réglage d'altitude, le contrôle du système de vision. il permet de faire l'acquisition des images hyper-spectrale, puis d'exécuter les algorithmes de traitement en temps réel de ces images pour extraire les informations utiles afin de donner un rapport d'analyse.

Pour faire l'analyse du sol le système peut suivre les étapes comme décrit dans la **figure 2** :

- L'étape (210) : Le déplacement puis la fixation du système à l'aide du mécanisme (180) pour que le système reste stable pendant toutes les étapes de l'analyse. Avant de fixer le système il faut s'assurer que le support métallique (195) soit dans l'axe du trou, afin de pouvoir rentrer le système de vision dedans sans qu'il touche les frontières.
- L'étape (220) : L'unité de traitement commande le moteur (175) selon le besoin pour faciliter l'ajustement du moteur (170) et aussi l'insertion des extensions du support métallique suivant la profondeur du trou à inspecter.
- L'étape (230) : L'unité de traitement allume les lampes pour éclairer les couches du sol dans le trou.
- L'étape (240) : L'unité de traitement récupère les images hyper-spectrales en synchronisant la descente du système de vision dans le trou (en commandant le moteur pas à pas) avec le déclenchement des prises de chaque image, de manière à attribuer chaque image à une altitude très précise. Puis elle analyse les images reçues, en utilisant

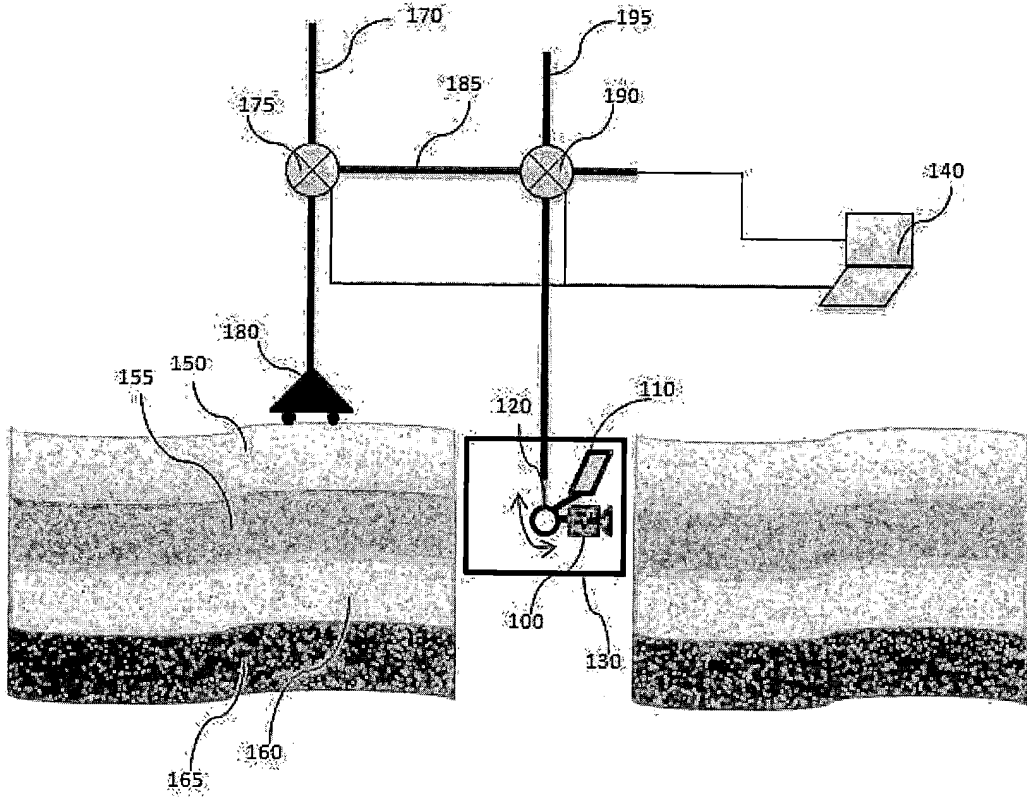
des algorithmes de traitement d'images hyper-spectrales temps réel, pour extraire des informations sur les composantes chimiques et minérales de chaque pixel qui représente le sol dans une position très précise.

- L'étape (250) : L'unité de traitement utilise les informations extraites sur l'ensemble d'images pour faire l'assemblage pour avoir une seule image représentante le trou. Et par l'exécution d'un algorithme de segmentation, l'unité de traitement extrait les limites des couches homogènes (150, 155, 160, 165) avec des informations détaillées sur la nature de chaque couche selon le besoin.
- L'étape (260) : L'unité de traitement génère un rapport sur l'analyse. Ce rapport sera affiché sur un écran connecté à l'unité de traitement, et/ou envoyé à un autre appareil mobile dans le site (téléphone portable, ou tablette ou autre).

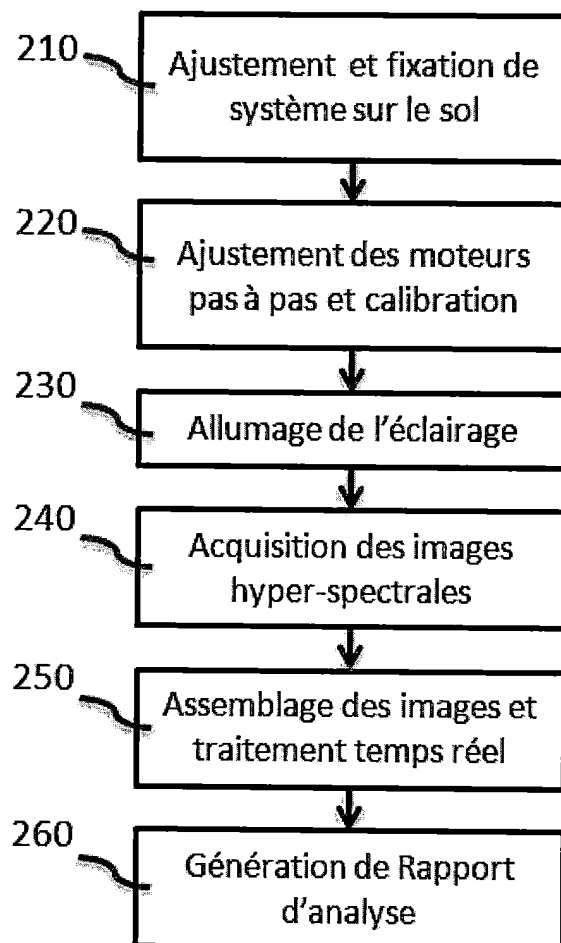
Une application installée sur un appareil mobile permet de charger le rapport depuis l'unité de traitement, puis faciliter l'interprétation de ce rapport.

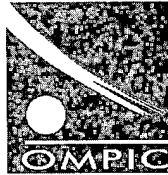
Revendications

1. Dispositif d'analyse de la composition chimique et minérale des couches d'un sol à partir d'un trou à base de caméra **caractérisé en ce qu'il** comprend :
 - Au moins une camera hyper-spectrale pour filmer la surface des couches du sol dans le trou.
 - Au moins un éclairage.
 - Un support rotatif motorisé permettant de pivoter la caméra et l'éclairage sur les trois axes.
 - Un boîtier de protection transparent.
 - Un système de fixation externe mobile.
 - Une unité de traitement.
 - Un appareil de visualisation de flux de la camera, et du rapport d'analyse.
2. Dispositif selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'il** permet d'acquérir des images hyper-spectrale de la surface des couches du sol référencées par leurs positions exactes d'altitude à l'intérieur du trou.
3. Dispositif selon la revendication 2 **caractérisé en ce qu'il** permet d'extraire un profile spectrale de toute la surface des couches du sol dans le trou, afin de reconstituer une seule image qui regroupe toutes les signatures hyper-spectrales prises par la caméra.
4. Dispositif selon la revendication 3 **caractérisé en ce qu'il** permet de détecter les frontières des couches du sol à partir des variations des propriétés spectrales souhaitables.
5. Dispositif selon la revendication 4 **caractérisé en ce qu'il** permet d'extraire les propriétés chimiques et minérales de chaque couche.
6. Dispositif selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'il** permet de générer un rapport détaillé de l'analyse du sol sur place.
7. Dispositif selon la revendication 6 **caractérisé en ce qu'il** permet d'envoyer le rapport de l'analyse à un appareil mobile connecté avec l'unité de traitement par un protocole de communication standard de type Wifi, Bluetooth ou autres.
8. Dispositif selon les revendications précédentes **caractérisé en ce qu'il** permet d'archiver toutes les analyses effectuées.



2/2





**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 telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 41392	Date de dépôt : 03/11/2017
Déposant : Moroccan foundation for Advanced Science Innovation and Resaerch (MAScIR)	
Intitulé de l'invention : Système d'analyse du sol à base de caméra hyper-spectrale	
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 brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
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 checked="" 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: I. Oubiyi	Date d'établissement du rapport : 13/04/2018
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 :		
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Description</u> 5 Pages • <u>Revendications</u> 8 • <u>Planches de dessin</u> 2 Pages 		
Partie 2 : Rapport de recherche		
Classement de l'objet de la demande :		
CIB : G03B37/00, G01N33/24		
CPC : H04N5/2256, G03B37/005		
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
X	US20170064220A1 ; 2017-03-02; US Secretary of Navy	1-8
A	WO2014078862A1 ; 2014-05-22 ; Altria Client Services Inc.	1-8
A	US7254485B2 ; 2007-08-07; Deere and Co	1-8
<p>*Catégories spéciales de documents cités :</p> <p>-« 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</p> <p>-« 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</p> <p>-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>-« 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</p> <p>-« 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</p>		

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité*Cadre 4 : Remarques de clarté*

Les revendications 2-8 ne sont pas claires et ne satisfont pas à l'exigence de l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, les revendications 2-8 sont de portée large et tentent de définir l'objet par le résultat recherché, ce qui revient simplement à énoncer le problème sous-jacent, sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat.

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

Nouveauté (N)	Revendications 1-8	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune	Oui
	Revendications 1-8	Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-8	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 : US20170064220A1

1. Nouveauté (N) :

Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue l'ensemble des caractéristiques techniques énoncées dans les revendications 1-8. Par conséquent, l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'art. 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 (revendication 1, fig. 6, fig. 1A, fig 4A-4D), qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un dispositif d'analyse de la composition chimique et minérale des couches d'un sol à partir d'un trou à base de caméra comprenant :

- au moins une caméra hyper-spectrale pour filmer la surface des couches du sol dans le trou ;
- au moins un éclairage ;
- un boîtier de protection ;
- un appareil de visualisation de flux de la caméra et du rapport d'analyse (implicite).

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce qu'il dispose de :

- un support rotatif motorisé permettant de pivoter la caméra et l'éclairage sur les trois axes ;
- un système de fixation externe mobile

L'effet technique apporté par cette différence réside dans le fait de fixer et d'installer le système d'analyse au niveau de la surface du sol et le réglage de l'altitude de la caméra dans le trou.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme étant une alternative de fixer et d'installer le système d'analyse au niveau de la surface du sol et le réglage de

l'altitude de la caméra dans le trou.

La solution à ce problème, proposée dans les revendications 1 de la présente demande, ne peut pas être considérée comme impliquant une activité inventive. En effet, les caractéristiques techniques distinctives n'ont aucun effet technique supplémentaire sur l'invention et elles ne représentent que l'une des options que l'homme du métier sélectionnerait, selon le cas parmi plusieurs possibilités évidentes afin de parvenir au même résultat. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'implique pas une activité inventive au sens de l'art. 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2-8 ne semblent pas contenir des caractéristiques supplémentaires qui satisfassent aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 en matière ou d'activité inventive en étant combinées aux caractéristiques de la revendication 1 auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées.

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.