

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年8月14日(14.08.2014)



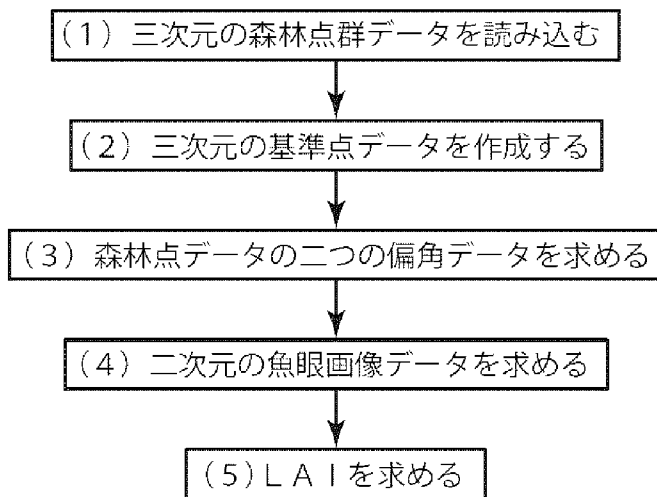
(10) 国際公開番号
WO 2014/122800 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/27 (2006.01) G01B 11/28 (2006.01)
A01G 7/00 (2006.01) G01W 1/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/059456
- (22) 国際出願日: 2013年3月29日(29.03.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-020951 2013年2月5日(05.02.2013) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立
大学法人千葉大学(NATIONAL UNIVERSITY
CORPORATION CHIBA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒
2638522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号
Chiba (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 加藤 顕(KATO
Akira) [JP/JP]; 〒2718510 千葉県松戸市松戸648
国立大学法人千葉大学 大学院園芸学研究科内
Chiba (JP).
- (74) 代理人: 高橋 昌義(TAKAHASHI Masayoshi); 〒
2900143 千葉県市原氏ちはら台西1-3-70
3 Chiba (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, 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, PA, 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) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: FISHEYE IMAGE DATA CREATION PROGRAM AND LAI COMPUTATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 魚眼画像データ作成プログラム及びLAI算出プログラム



- 1 Read-in three-dimensional forest point group data
- 2 Create three-dimensional reference point data
- 3 Calculate two amplitude data of forest point data
- 4 Calculate two-dimensional fisheye image data
- 5 Calculate LAI

(57) Abstract: The fisheye image data creation program according to one aspect of the present invention causes a computer to execute a step for reading-in three-dimensional forest point group data, a step for creating three-dimensional reference point data, a step for calculating at least any two amplitude data of forest point data constituting the forest point group data using the reference point data as a reference, a step for creating two-dimensional fisheye image data on the basis of the two amplitude data of the forest point data, and a step for calculating an LAI on the basis of the fisheye image data.

(57) 要約: 本発明の一観点にかかる魚眼画像データ作成プログラムは、コンピュータに、三次元の森林点群データを読み込むステップ、三次元の基準点データを作成するステップ、基準点データを基準として、森林点群データを構成する森林点データの少なくともいずれかの二つの偏角データを求めるステップ、森林点データの二つの偏角データに基づき二次元の魚眼画像データを作成するステップ、魚眼画像データに基づいてLAIを求め、を実行させる。

WO 2014/122800 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

魚眼画像データ作成プログラム及びL A I 算出プログラム

技術分野

[0001] 本発明は魚眼画像データ作成プログラム、L A I (L e a f A r e a I n d e x) 算出プログラム、L A I 算出装置に関する。

背景技術

[0002] 森林環境を評価する基準として、葉面積指数 (L e a f A r e a I n d e x、以下「L A I」という。) が広く知られている。L A Iとは単位面積当たりの葉の面積をいい、森林内の光量を量る指標として用いることが可能である。すなわち、森林内の任意の場所においてL A Iを算出できれば、それらの場所において、葉の量をどの程度削減すればどの程度の光量を増加させることができるか等、森林管理の際に必要な樹木の伐採量を定量的に行うことが可能となる。

[0003] 一般に、L A Iは、魚眼カメラを用いて森林内の地面から真上に向けて撮影した画像から森林内への入光量を算出することによって求められる。具体的には、魚眼カメラによって撮影された画像を二値化し、影となるピクセル数を基に画像上で光量を得る。そして、森林内の光量が森林床へ到達する量をポワソン分布と仮定して推定式を用いてL A Iを得る（例えば下記非特許文献1参照）。

[0004] これまでの葉面積算出方法に関するものとして、例えば下記特許文献1に航空機レーザーによるデータ解析技術が、下記特許文献2に広角レンズ及び電子式撮影素子を用いる方法が、また、下記特許文献3に光学的植生指数センサによって測定する方法が開示されている。

[0005] また、下記非特許文献2には、地上レーザーを用いたL A Iを算出した研究が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2008-111725号公報
特許文献2：特開2007-171033号公報
特許文献3：特開2011-133451号公報

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：MacAuthur&Horn, Ecology, 50 (5), 1969
非特許文献2：Seidel et al., 2012, Agricultural and Forest Meteorology, 154-155, p. 1-8

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 上記特許文献1に記載の解析技術は、航空機レーザーデータ（上空から照射されたレーザーデータ）を用い、レーザーの「反射強度」から葉面積を算出する方法を用いている。しかしながら、航空機レーザーによって高密度でデータを取得したとしても、森林内へのレーザーの透過率は低く、林内の正確な状況を把握できているとする保証がない。また、「反射強度」は照射角度によって異なるため、レーザーを照射した際の航空機の位置や対象とする森林の位置によって反射強度が異なることになり、反射強度だけで推定するには限界がある。
- [0009] また、上記特許文献2に記載の技術は、従来の方法における、魚眼カメラ等で撮影する際の天気がLAIを推定する結果に大きく影響を及ぼす課題を克服するために「電子式撮像素子」を導入するものである。しかしながら、上記特許文献2に記載の技術では、「電子式撮像素子」を新たに装置構成として追加しなければならないという課題がある。また、魚眼カメラ等を用いて実際の撮影を行うものであるため、天候や時間によって二値化の処理において主観的な判断が加わり、大きく差が生じてしまうといった課題もある。

[0010] また、上記特許文献3に記載の技術は、上記特許文献2に記載の技術をさらに進めて「光学的植生指数を算出するセンサ」を独自に開発したものである。しかしながら、上記特許文献2と同様、その独自のセンサを利用しないといけないといった課題がある。また、魚眼カメラ等を用いて実際の撮影を行うものであるため、天候や時間によって二値化の処理において主観的な判断が加わり、大きく差が生じてしまうといった課題もある。

[0011] また、上記非特許文献2には、確かに地上レーザーを用いてL A Iを算出する技術であるが、計算のためすべての点群をV o x e lに変換した後にL A Iを算出しているため、1つの画像を得るのに4時間程度かかるため非常に低速であり、簡便な方法とはいえない。またその画像作成手順に関して詳細は殆ど明らかにされておらず、実施ができる程度に開示されたものとは言えない。

[0012] そこで、本発明は、上記課題を鑑み、より簡便、高速、精密で天候に左右されにくい魚眼画像データ作成方法及び魚眼画像データ作成プログラムを提供し、さらにこれに基づきより簡便、高速、精密なL A I算出方法及びL A I算出プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記課題を解決するための本発明の一観点に係る魚眼画像データ作成プログラムは、コンピュータに、三次元の森林点群データを読み込むステップ、三次元の基準点データを作成するステップ、基準点データを基準として、森林点群データを構成する森林点データの少なくともいずれかの二つの偏角データを求めるステップ、森林点データの二つの偏角データに基づき二次元の魚眼画像データを作成するステップ、を実行させる。

[0014] また、本発明の他の一観点に係る魚眼画像データ作成プログラムは、コンピュータに、三次元の森林点群データを読み込むステップ、三次元の基準点データを作成するステップ、基準点データを基準として、森林点群データを構成する森林点データの少なくともいずれかの二つの偏角データを求めるステップ、森林点データの二つの偏角データに基づき二次元の魚眼画像データ

を作成するステップ、魚眼画像データに基づいてL A Iを求めるステップ、
を実行させる。

発明の効果

[0015] 以上、本発明により、より簡便、高速、精密で天候に左右されにくい魚眼
画像データ作成方法及び魚眼画像データ作成プログラムを提供し、さらにこ
れに基づきより簡便、高速、精密なL A I算出方法及びL A I算出プログラ
ムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]実施形態に係るL A I算出方法におけるステップの概略を示す図である
。

[図2]森林点群データの取得方法のイメージ図である。

[図3]取得された森林点群データのイメージ図である。

[図4]基準点データを作成する際に用いる仮想空間のイメージ図である。

[図5]偏角データを求める際の計算のイメージ図である。

[図6]射影変換処理のイメージを示す図である。

[図7]球の表面上に森林点群をすべて配置させるイメージを示す図である。

[図8]森林点群データが存在する領域、森林点群が配置されていない領域を判
断する場合の説明図である。

[図9]作成された魚眼画像データのイメージを示す図である。

[図10]中心から所定の範囲の円領域のみを抽出し、L A Iの計算対象とさせ
る処理のイメージ図である。

[図11]A c c u P A RによるL A Iと魚眼レンズによるL A Iを比較した結
果を示す図である。

[図12]レーザーセンサによる森林点群データを用いて求めたL A IとA c c
u P A RによるL A Iとを比較した結果を示す図である。

[図13]魚眼レンズを用いて定めたL A Iと、レーザーセンサにより求めた森
林点群データを用いて定めたL A Iとの関連を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0017] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は多くの異なる形態による実施が可能であり、以下に示す実施形態の具体的な例示にのみ限定されるわけではない。

[0018] 本実施形態は、L A I算出方法に関する。本実施形態にかかるL A I算出方法（以下「本方法」という。）は（１）三次元の森林点群データを読み込むステップ、（２）三次元の基準点データを作成するステップ、（３）基準点データを基準として、前記森林点群データを構成する森林点データの少なくともいずれかの二つの偏角データを求めるステップ、（４）森林点データの二つの偏角データに基づき二次元の魚眼画像データを作成するステップ、（５）魚眼画像データに基づいてL A Iを求めるステップ、を有する。図１に、本方法によるステップの概略を示しておく。

[0019] 本方法は、限定されるわけではないが、たとえばコンピュータのハードディスク等の記録媒体に上記各ステップを実行することのできるプログラムを記録し、これを実行させることで実現させることが容易であり好ましい。以下、コンピュータによるデータ処理を前提に説明する。

[0020] まず、本方法の（１）三次元の森林点群データを読み込むステップは、文字通り、三次元の森林点群データを読み込むステップである。このステップは、たとえばコンピュータのハードディスク等の記録媒体に予め記録しておき、必要に応じて三次元の森林点群データをメモリ等の記録媒体に読み込むことが典型的な一態様である。このようにすることで後述の処理を開始することができるようになる。ここで「三次元の森林点群データ」とは、森や林等の樹木が存在する領域（以下「森林等」という。）において樹木等の存在を表現する座標情報を含む点データ（森林点データ）の集合をいう。すなわち、森林点データが存在する位置には樹木の幹や葉等が存在することを意味する。なお、三次元の森林点群データは、取得できる限りにおいて限定されるわけではないが、より詳細な方法によって取得することが好ましく、例えば森林等の地表近くにレーザーセンサ等の三次元データを取得することができる装置を配置し作動させることより取得することができる。この場合にお

ける森林点群データの取得方法のイメージ図を図2に、取得された森林点群データのイメージ図を図3に示しておく。ここで三次元の森林点群データは、限定されるわけではないが、 x 座標、 y 座標、 z 座標に関する情報を含んだバイナリデータであることが好ましい。このようにすることで、後のステップにおいて簡便な処理を行うことができるようになる。

[0021] 本法における(2)三次元の基準点データを作成するステップは、魚眼画像データを作成する際の中心となる基準点を決定するステップである。すなわち基準点データは後に作成される魚眼画像データの中心となる点である。

[0022] ここで基準点データは、上記三次元の森林点群データと同じ座標系で表現されたものであることが好ましく、限定されるわけではないが、 x 座標、 y 座標、 z 座標に関する情報を含んだバイナリデータであることが好ましい。

[0023] また、本ステップにおいて、 LAI 算出の際に地表面からの高さ等を考慮しようとする場合、基準点の地表面からの高さ等を特定するために、DTM (Digital Terrain Model) を新たに作成することが好ましい。

[0024] 点群データには地表面からの反射とそれ以外からの反射等、予め分類されている訳ではない。よって地表面DTMを作成する。DTMとは森林点群データから作成される地表面データであり、滑らかとなるように処理が施されている。このデータを求めることで基準点の地表面からの高さを精度よく決定することができる。このDTMは、森林点群データにおける x y 座標面を複数の領域に分割し、その各々の領域(セル)において最小値を求め、それら各領域に隣接するセルと比較し、最小値であるものだけ残した表面を作成する。

作成された表面上で、各セルを中心に隣接するセル(例えば、 3×3 または 5×5 範囲)でより低いセル値がある場合は、より低い隣接セル値を中心セルに代入する(最小値を抽出する画像フィルター)。この処理を全域で行う。最小値フィルターを施したDTMと元のDTMとを比較することで、変動しない(隣接セルから最小値の代入がされていない)セルだけを判別する。

変動してない場所のみからTIN (Triangular Irregular Network) を作成し、さらにTINからラスタへ変換する。同様の処理をDSMにも適用する。DSMでも隣接セルとの値を比較し、最大値を中心セルに代入する最大値フィルターを施す。最大値フィルターと元のDSMを比較することで、変動しないセルだけを判別する。判別されたセルは樹木の頂点を表す。DSMから得られた樹木頂点と位置は、立木密度を簡易的に算出することに優れているため、基準点を定めるための有効な情報となる。

[0025] また限定されるわけではないが、基準点データを作成する際すなわち基準点を決定する際は、例えば情報処理装置に接続される表示装置に仮想空間を表示させ、使用者に仮想空間上の所望の位置を選択させ、当該位置を基準点とする処理を行わせることで基準点データを作成することができる。このようにすることで、森林点群データを取得しておけば、任意の位置における魚眼画像データを作成することが可能となるとともに、その場におけるLAIを求めることができるようになる。この場合のイメージ図を図4に示しておく。

[0026] また本方法における(3)基準点データを基準として、森林点群データを構成する森林点データの少なくともいずれかの二つの偏角データを求めるステップは、本方法において重要なステップである。この処理により三次元の森林点群に基づき二次元の魚眼画像を作成することが容易となる。本処理は、極座標系、より具体的には球座標系に変換する座標変換処理であるということもできる。

[0027] 本ステップにおいて求める二つの偏角データは、限定されるわけではないが、基準点と処理対象となる森林点とを結ぶ線の x y 平面への射影線が x y 平面上において x 軸(又は y 軸)となす角である水平角 θ に対応する水平角データと、上記射影線が z 軸(又は x y 平面)となす角である仰角 ϕ に対応する仰角データであることが好ましい。このようにすることで、極座標、より具体的には球座標での表現となり、魚眼画像の形状である円に対応した処

理が容易となる。

- [0028] また本ステップにおいて、二つの偏角はどのような方法によって求めても良いが、二つの偏角を求めるに際し、基準点と森林点との間の距離 D を求めておくことが好ましい。距離 D を求めることで、容易に偏角を求めることが可能となるとともに正確な球座標表現が可能となる。この場合の計算のイメージ図を図5に示しておく。
- [0029] また本ステップでは、上記処理によって二つの偏角データを求めた後、(4) 森林点データの二つの偏角データに基づき二次元の魚眼画像データを作成する。本ステップでは、まず、射影変換処理を行い二次元の射影画像データを作成する。具体的には、上記森林点群データの各森林点データに対し二つの偏角データを用いて射影変換処理を行う。このイメージ図を図6に示しておく。なお、本図では、説明の観点から正射影の変換処理を示しているが、その他の射影変換として、等立体角射影、等距離射影を用いても良い。
- [0030] またこの射影変換処理において、又は、その前において、基準点と各森林点データの距離 D を、いずれも同じ値（例えば1）となるよう処理しておくことが好ましい。このようにすることで、処理対象となる森林点群すべてを所定の半径（例えば1）の範囲内に射影することが可能となり、レンズを実際に使用した魚眼画像に違い射影画像データとなる。なお、射影変換処理前に基準点からの距離 D をいずれも同じ値（例えば1）にする場合、イメージとしては、当該値の球の表面上に森林点群をすべて配置させる処理と同視することができる。この場合のイメージ図を図7に示しておく。
- [0031] 本ステップでは、この射影画像データをそのまま魚眼画像データとすることも可能であるが、さらにこの射影画像データの粗さ調整を行うことが好ましい。具体的には、射影画像を複数の領域に切り分け、各領域内に射影された森林点群が配置されている場合は当該領域が森林点群データが存在する領域、森林点群が配置されていない場合は当該領域が森林点群データが存在しない領域と判断する。この場合のイメージを図8に示すとともに、図9に、作成された魚眼画像データのイメージを示しておく。この結果、魚眼画像デ

ータを作成することができる。この処理を行うと、所望の精度のL A Iを自在に求めることが可能となり、処理時間の短縮と精度とのバランスを図ることができるようになる。なお、魚眼画像データは、各画素データが白又は黒の0、1の二値のいずれかとなっているものであることがL A Iをより簡便に求めることができる観点から好ましいが、距離をより明確にするため、L A I算出前においては例えば距離に応じて明暗の重み付けを行うことも好ましい（例えば、基準点から近い距離にある森林点を表す場合はより暗く、基準点から遠い距離にある森林点を表す場合はより明るくすることも好ましい）。

[0032] また、上記の粗さ調整の処理によると、森林点群データ取得の際に生じる誤差を除去することもできる。この点について具体的に説明すると、森林点群データ取得は、レーザーセンサ等を用いた三次元の位置計測装置によって取得されることが好ましいが、この場合、当該装置はレーザー光を一定角度間隔（例えば α ）で回転させながら森林点群データを取得していく。すなわち、レーザー光の発生源から測定点までの距離を r とした場合、この距離 r と回転角度間隔 α を乗じた値が分解能の限界となるため、誤差を低く抑えるためには射影画像データの粗さがこの分解能の限界よりも粗くなっている必要がある。より具体的には、射影画像データの粗さは、回転角度間隔 α の二次元射影成分よりも大きくしておく必要があり、より好ましくはこの回転角度間隔 α の二次元射影成分の2倍以上である。このようにすることで、誤差を低減させることができる。

[0033] 以上、本ステップにより、二次元の魚眼画像データを得ることができる。

[0034] なお本ステップにおいては、森林点の有無の判断処理を必要な範囲のみに限定して処理を行うようにしておいてもよい。具体的には、所定の距離、所定の角度の少なくともいずれかを定め、この所定の範囲内にある森林点群データのみを処理の対象とするようにしても良い。このようにすることで、不必要な森林点群データの処理を避けることが可能となるだけでなく、他の装置が測定することのできる範囲に合わせることで、当該装置が測定したL A

l 値と、同様の範囲に合わせて算出した LAI とを比較することが可能となる。

[0035] 上記処理の具体的な例としては、例えば、所定の距離の範囲内とする場合、所定の距離の情報を含む距離範囲データを作成し、基準点から所定の距離以上となっている点データを処理対象から除外する処理とすることが好ましい。

[0036] また、所定の角度の範囲内の場合は、所定の角度の情報を含む角度範囲データを作成し、基準点から仰角が所定の角度以上となっている点データを処理対象から除外する処理とすることが好ましい。

[0037] また本方法では、(5) 魚眼画像データに基づいて LAI を求めるステップを有する。上記のステップで作成された魚眼画像データは、二次元の円形状の画像データであって、この円の中の森林点データを二値化し、円中において森林点が占める面積を算出することで LAI を算出することができる。LAI の算出方法としては、公知の手法により実現することができ、限定されるわけではないが、例えば上記非特許文献 1 に基づいて行うことができる。

[0038] また本ステップにおいて、魚眼画像データにおいて、所定の領域のみを LAI の計算対象とさせる処理を行わせることも好ましい。より具体的には、中心から所定の範囲の円領域のみを抽出し、LAI の計算対象とさせる処理が好ましい。このようにすると、所定の仰角の領域における LAI を計算することが可能となり、仰角に制限のある他の LAI 測定装置との結果を対比することができる。この場合のイメージ図を図 10 に示しておく。

[0039] 以上、本方法により、より簡便、高速、精密で天候に左右されにくい魚眼画像データ作成方法及び魚眼画像データ作成プログラムを提供し、さらにこれに基づきより簡便、高速、精密で天候に左右されにくい LAI 算出方法及び LAI 算出プログラムを提供することができる。

実施例

[0040] 上記方法を検証するため実証実験を行った。具体的には、様々な樹種で構

成されているニュージーランドのクライストチャーチにある Hagley Park において、魚眼レンズを用いて実際に魚眼画像を撮影し、その魚眼画像を読み込み LAI を求める一方、レーザーセンサ装置を用いて森林点群データを取得し、上記実施形態に記載の方法に従い二次元魚眼画像データを作成し LAI を求めた。

[0041] なお、現地検証用データとして、AccuPAR (Dragon Device 社製) を用い、測定した同じ場所と開けた場所の 2 箇所でデータを同時に取得し測定日の天候を補正した光強度を取得し、LAI を計算した。

[0042] まず、AccuPAR による LAI と魚眼レンズによる LAI を比較した結果を図 11 に示す。本結果によると、魚眼レンズを用いて LAI を求めた場合、相関係数 $R = 0.79$ であったものの、LAI のレンジが狭く、AccuPAR の LAI 評価より過小評価してしまう傾向があった。

[0043] 一方、本実施例にかかるレーザーセンサによる森林点群データを用いて求めた LAI と AccuPAR による LAI とを比較した場合、本方法により求めた LAI はレンジが広く、LAI の様々な状況を捉えることが可能であることを確認した。また相関係数 R も 0.81 と優れていることを確認した。この結果を図 12 に示しておく。

[0044] またここで魚眼レンズを用いて定めた LAI と、レーザーセンサにより求めた森林点群データを用いて定めた LAI との関連について図 13 に示しておく。この結果、LAI が高い場所では魚眼レンズを用いた評価では値が飽和する傾向があるものの、本方法では LAI が高い場所であっても精度よく算出できていることが確認できた。これは LAI が高い場合、二値化の判断基準において測定者の主観等の要素が入ってきてしまうことと考えられる。

[0045] なお、本実施例に係る方法では、森林点群データ約 300 万点を処理対象としているが、この処理は 45 秒程度で完了することができ、非常に短時間で行うことができることも確認した。(コメント: 実際の処理点数と、処理時間について言及をお願いしますでしょうか。)

[0046] 以上、本実施例により、より簡便、高速、精密で天候に左右されにくい魚

眼画像データ作成方法及び魚眼画像データ作成プログラムを提供し、さらにこれに基づきより簡便、高速、精密で天候に左右されにくいL A I算出方法及びL A I算出プログラムを提供することができることを確認した。

産業上の利用可能性

[0047] 本発明は、魚眼画像データ作成方法及びL A I算出方法並びに魚眼画像データ作成プログラム及びL A I算出プログラムとして産業上の利用可能性がある。

請求の範囲

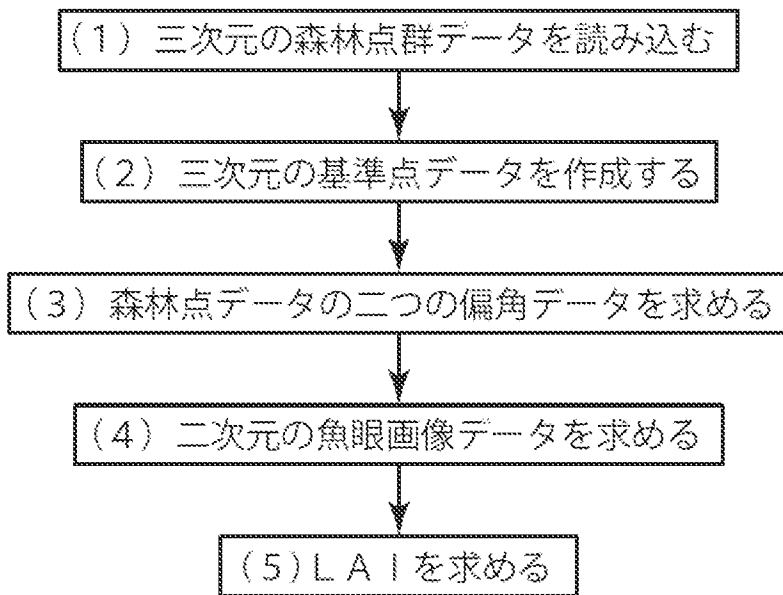
[請求項1]

コンピュータに、
三次元の森林点群データを読み込むステップ、
三次元の基準点データを作成するステップ、
前記基準点データを基準として、前記森林点群データを構成する森林点データの少なくともいずれかの二つの偏角データを求めるステップ、
前記森林点データの二つの偏角データに基づき二次元の魚眼画像データを作成するステップ、を実行させるための、魚眼画像データ作成プログラム。

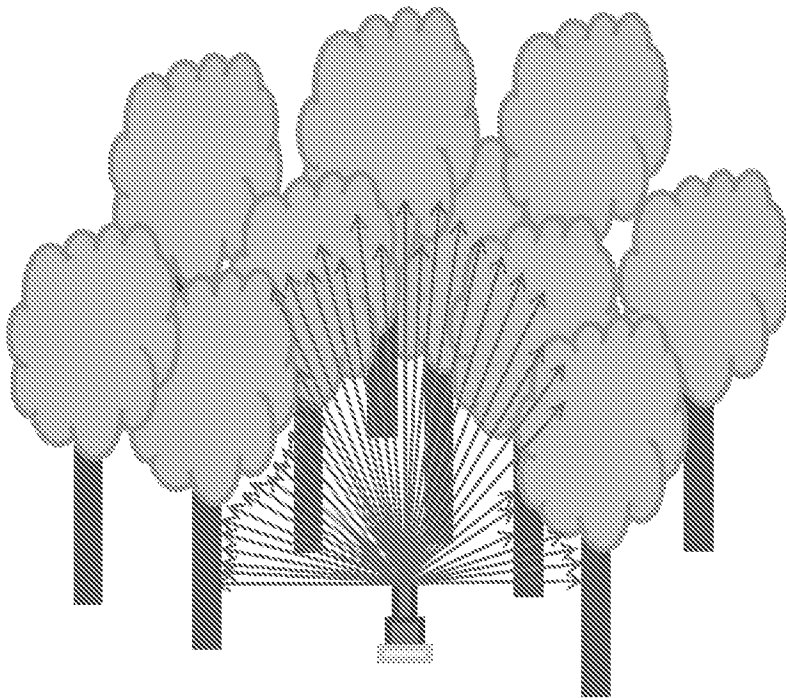
[請求項2]

コンピュータに、
三次元の森林点群データを読み込むステップ、
三次元の基準点データを作成するステップ、
前記基準点データを基準として、前記森林点群データを構成する森林点データの少なくともいずれかの二つの偏角データを求めるステップ、
前記森林点データの二つの偏角データに基づき二次元の魚眼画像データを作成するステップ、前記魚眼画像データに基づいてL A Iを求めるステップ、を実行させるための、魚眼画像データ作成プログラム。

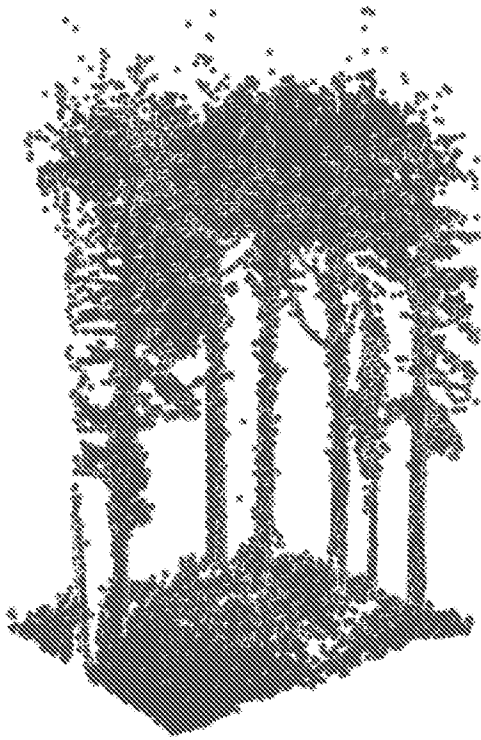
[図1]



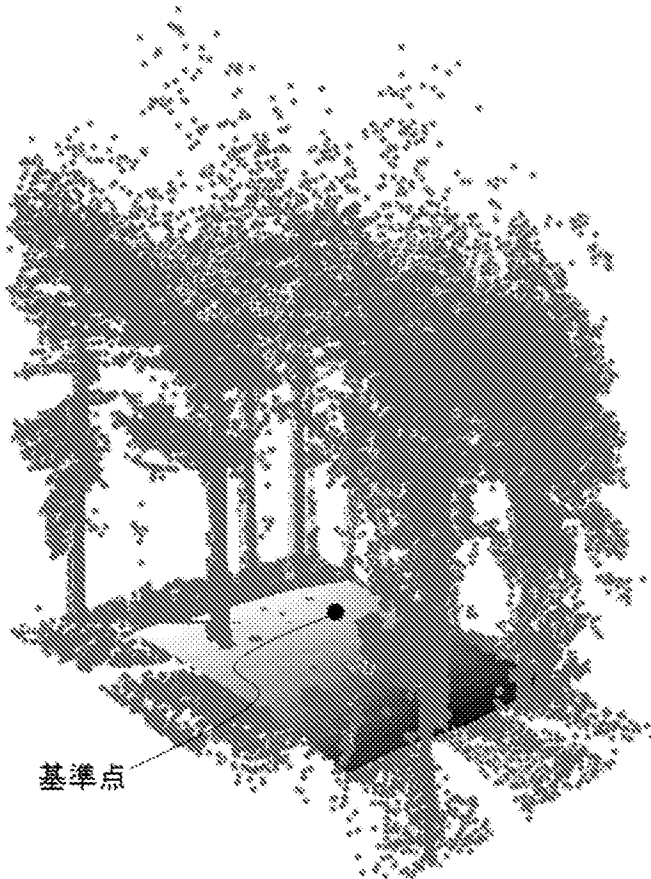
[図2]



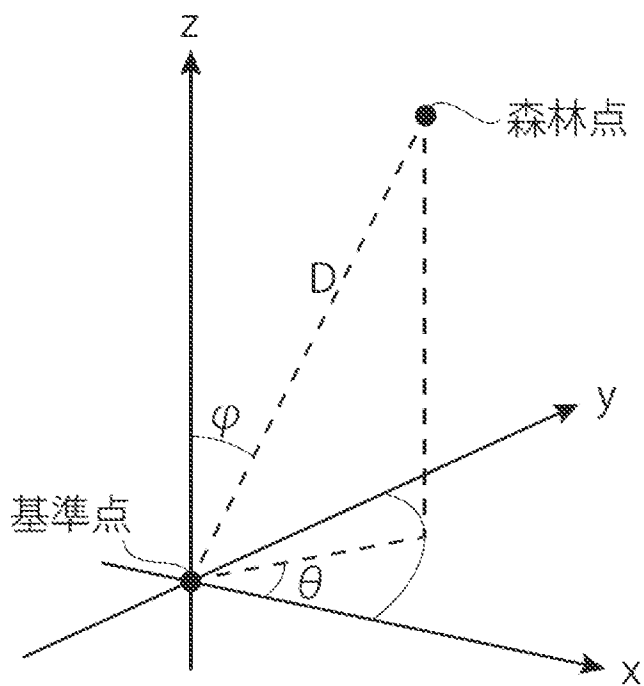
[图3]



[图4]



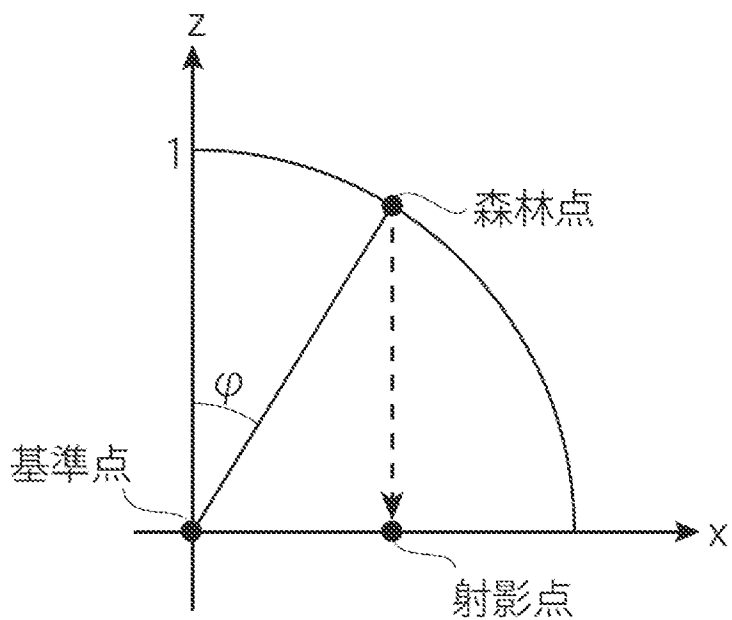
[图5]



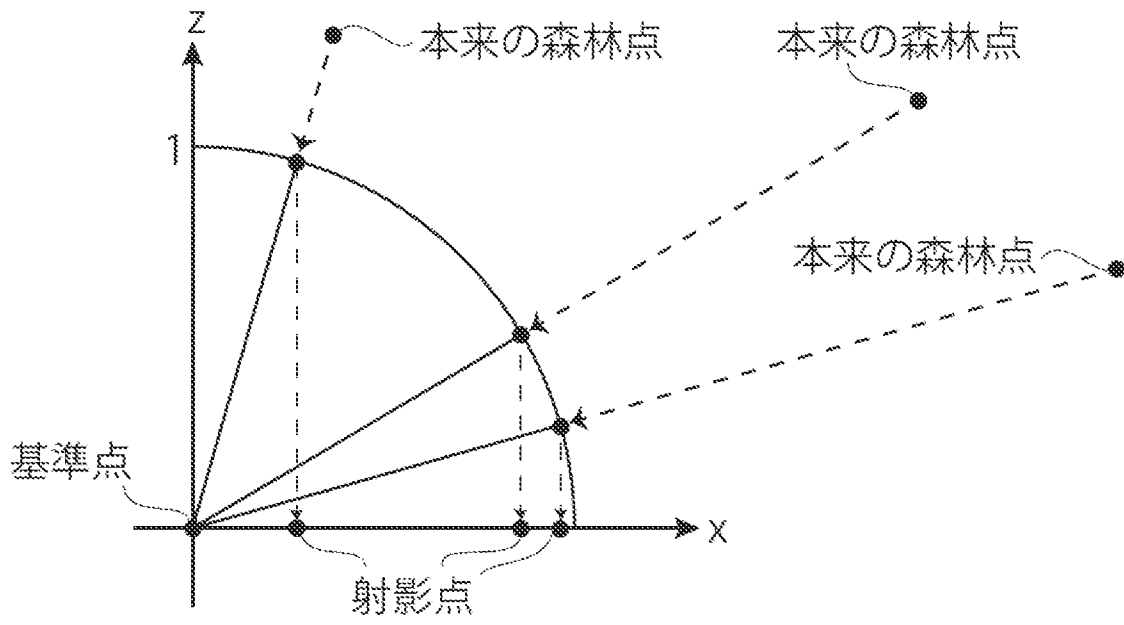
$$\varphi = \cos^{-1}\left(\frac{Z}{D}\right)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{X}{D \sin \varphi}\right)$$

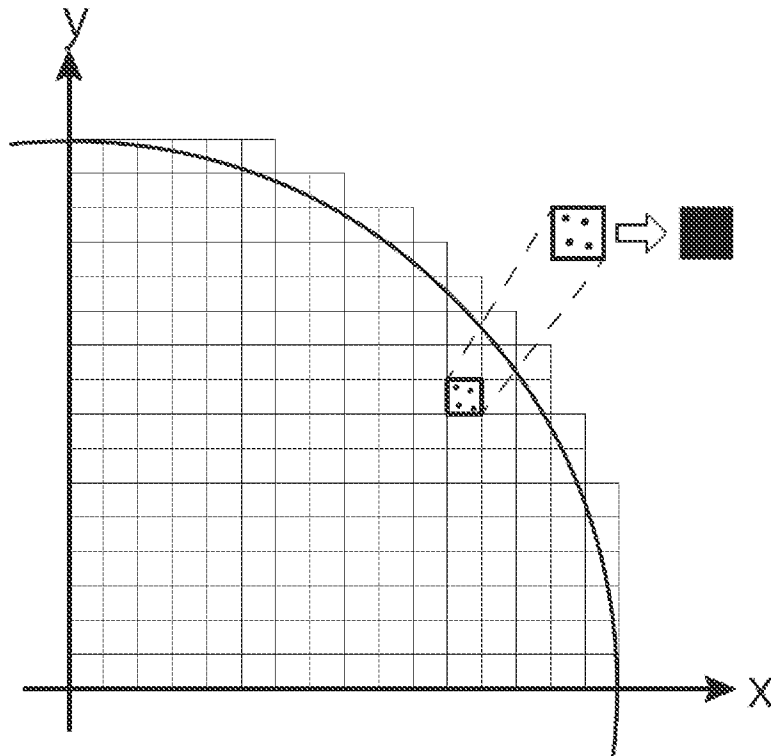
[图6]



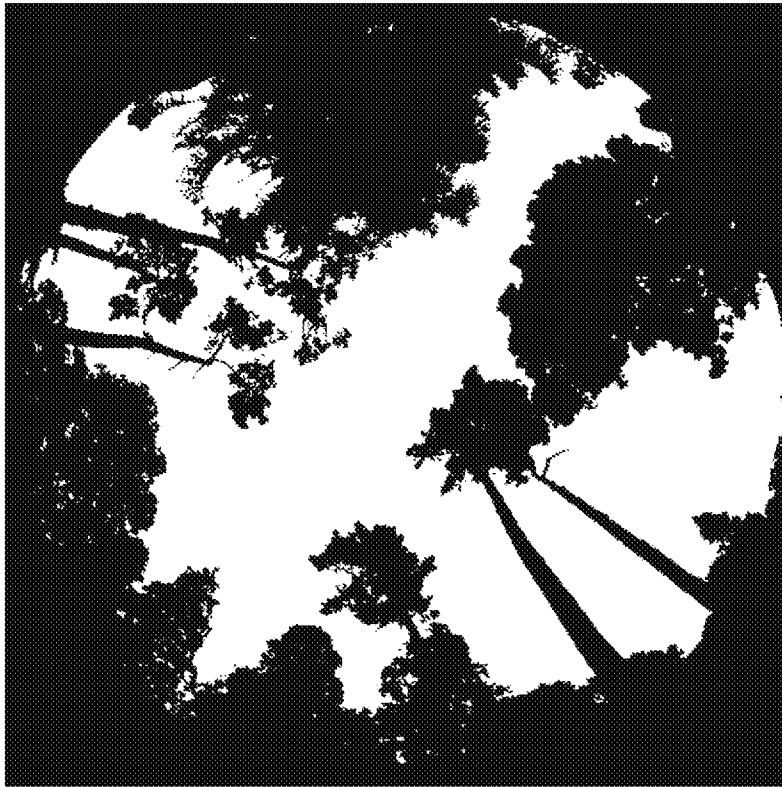
[図7]



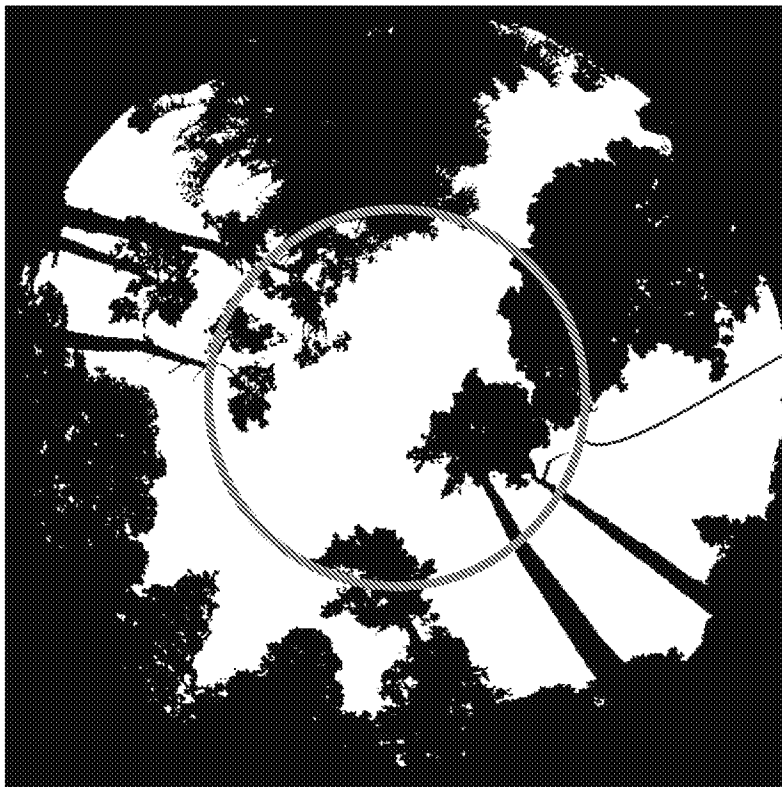
[図8]



[図9]

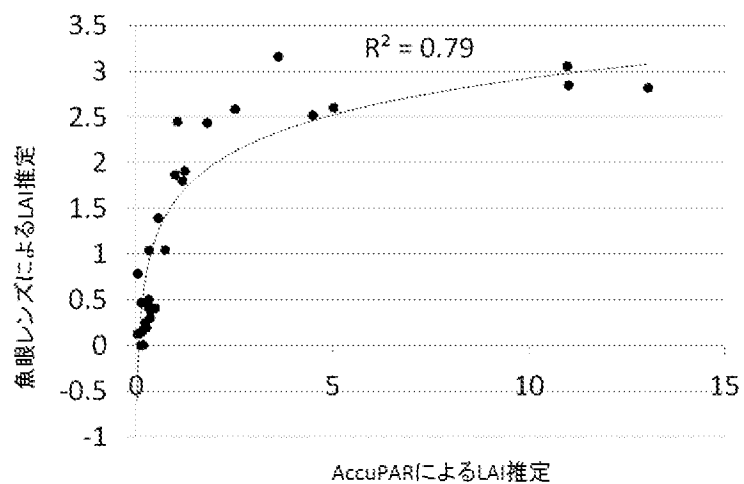


[図10]

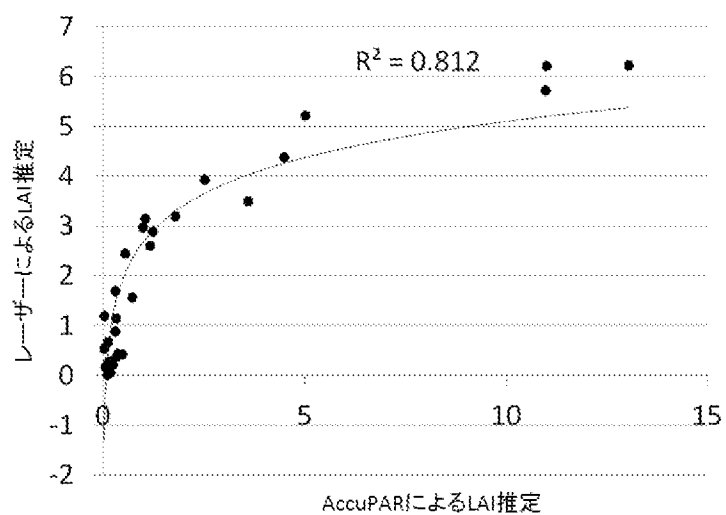


選択範囲

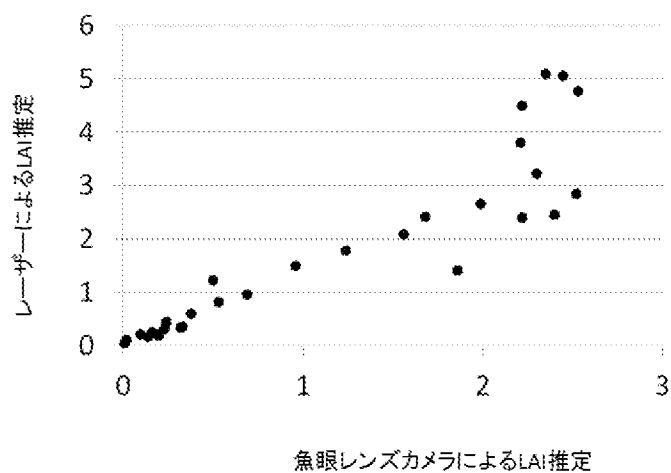
【図11】



【図12】



【図13】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/059456

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/27(2006.01)i, A01G7/00(2006.01)i, G01B11/28(2006.01)i, G01W1/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N21/00-21/61, A01G7/00, G01B11/28, G01W1/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-111725 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 15 May 2008 (15.05.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2
A	JP 2010-226968 A (Nagaoka University of Technology), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text; all drawings & WO 2010/110040 A1 & CN 102088839 A	1, 2
A	JP 2007-171033 A (Nagoya University), 05 July 2007 (05.07.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2

 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 application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 July, 2013 (02.07.13)Date of mailing of the international search report
16 July, 2013 (16.07.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/059456

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-052045 A (Japan Science and Technology Agency), 03 March 2005 (03.03.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2
A	Hiroaki MIKAMI et al., "Automatic detection of forest canopy gaps and estimation of leaf area index (LAI) using the digital fist-eye camera's images", Journal of The Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing, 2006, vol. 45, no.5, pages 13 to 22	1, 2
A	Stenberg P, Simple analytical formula for calculating average photon recollision probability in vegetation canopies, Remote Sensing of Environment, 2007, Vol.109, pp.221-224	1, 2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/27(2006.01)i, A01G7/00(2006.01)i, G01B11/28(2006.01)i, G01W1/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/00-21/61, A01G7/00, G01B11/28, G01W1/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-111725 A (東京電力株式会社) 2008.05.15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2010-226968 A (国立大学法人長岡技術科学大学) 2010.10.14, 全文、全図 & WO 2010/110040 A1 & CN 102088839 A	1, 2
A	JP 2007-171033 A (国立大学法人名古屋大学) 2007.07.05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 2

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.07.2013

国際調査報告の発送日

16.07.2013

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

横尾 雅一

2W

3716

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-052045 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2005.03.03, 全文、全図 (ファミリーなし)	1,2
A	三上寛了、外2名, 魚眼デジタルカメラ画像による林冠の開空域の自動識別と葉面積指数の推定, 写真測量とリモートセンシング, 2006, 第45巻、第5号, 第13頁-第22頁	1,2
A	Stenberg P, Simple analytical formula for calculating average photon recollision probability in vegetation canopies, Remote Sensing of Environment, 2007, Vol.109, pp.221-224	1,2