

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：15201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23658129

研究課題名(和文) 林内をビデオ撮影しながら歩行することで毎木調査を可能にするシステムの構築

研究課題名(英文) Measurement of DBH and tree location by using point cloud data derived from video images

研究代表者

米 康充 (YONE, Yasumichi)

島根大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：30467716

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円、(間接経費) 540,000円

研究成果の概要(和文)：林学の研究や林業において、森林の樹木の胸高直径や立木位置といった情報は最も基本的な情報の一つであるが、その調査には多くの「人と時間」が必要で現在もなおその計測は困難である。そこで、ビデオカメラで撮影するだけで、これらの情報を計測できるシステムの開発を行った。研究の結果、ビデオ画像から胸高直径・立木位置の計測に成功し、誤差はそれぞれ、 $+0.41 \pm 0.88\text{cm}$ ・ $+0.06 \pm 0.07\text{m}$ となり、高精度で計測できることが明らかとなった。簡単に高精度で計測できることから、今後の森林・林業の発展に大きく貢献することができると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The data of DBH and tree location is one of the most important information for forest research and forestry, but it is time-consuming and difficult work to acquire these information. So, we developed a method of measuring DBHs and tree locations using photogrammetry with digital video camera. Results of this study, DBHs and tree locations were able to be measured and the average errors was $+0.41 \pm 0.88\text{cm}$ and $+0.06 \pm 0.07\text{m}$, respectively. It became obvious that DBH and tree location is able to be measured with high precision and accuracy with the method of this study. So, it is considered that this method can contribute to the development of future forest science and forestry.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：写真測量 点群データ 森林計測 可視化

1. 研究開始当初の背景

林学の研究や林業において、その対象物である森林の樹木の胸高直径（胸の高さの直径であり森林分野では慣例的に使用する）や立木位置といった情報は最も基本的な情報の一つであり、その研究・業務の遂行のためには欠くことのできない要素である。しかし、その情報の取得のためには、多くの「人と時間」が必要で森林の基本的情報の取得でさえ困難なものとしている。一方、近年の技術発展により、「人と時間」の問題を解決しようとした方法としては、地上レーザスキャナを用いた方法がある。これはレーザスキャナによって森林を3次的に計測する方法であるが、計測機器が高価であるため、広く研究や林業の現場に普及するには至っていない。一方、安価に森林を3次的に計測しようとした手法の一つにデジカメによる写真測量を用いた方法（米；2006, 米ら；2010）があり、胸高直径・立木位置の計測に成功している。しかし、原理的にカメラ撮影地点から遠い立木は計測精度が悪くなる問題があった。その解決のために高解像度化で対応する必要があるが、計算時間の増大と光学系の解像度が追いつかない問題があり、技術の一般化には課題が残っている。本研究はこの従来の高解像度化のアプローチに代えて、一般的な低解像度のビデオカメラで多点からの画像を観測するアプローチを採用することで、写真測量法による胸高直径・立木位置計測の問題点を解決しようとするものである。

2. 研究の目的

本研究では、森林計測にかかる時間と労力を低減するために、ビデオ撮影による森林計測手法の開発を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

研究当初は、AR(拡張現実)技術を用いたリアルタイム計測を目指したが、森林内ではトラッキングが困難であることから写真測量を後処理で実施する方法に方針転換し実験を行った。

実験は、島根大学三瓶演習林内のスギ造林地の15m×10mの範囲において行った。対象地は、ほぼ水平な林地であった(図1)。



図1 調査地概観

まず、計測には森林内に座標の基準となる

点が3点以上必要であるが、実験では森林内に測量用ポールを2本設置し、1本では地面座標とポールの先端座標、もう1本では地面座標の計3点の座標をコンパス測量で計測した。次に小型のデジタルカメラを用いてその3点が映るように手持ちで撮影を行った(図2)。



図2 撮影画像の例

40m×10mの森林を撮影するのにかかった時間は約90秒であった。その後、動画をPCに転送し写真測量解析を行った。画像は1秒間に30コマで撮影したが、画像が多くなり解析に時間がかかるため、1秒間に3コマに間引きした画像を使用した。解析作業ではまず計測した3点の画像に手動で座標値を設定した(図3)。



図3 座標値の付与

(T2, T1, P1-1.8 に公共測量座標値を付与)

次に空中三角測量により動画各フレームの撮影時のカメラ位置・方向を算出した(図4)。

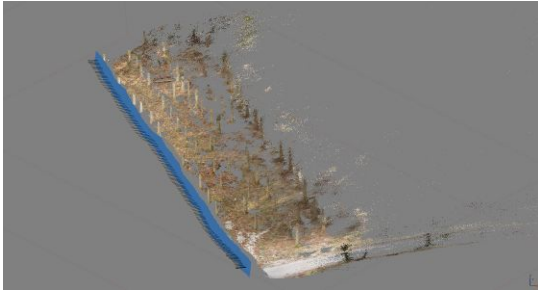


図4 カメラ位置・方向の算出
(青い面と法線の交点がカメラ位置、法線がカメラ方向を表す)

フレーム間で同一物体を画像相関法によって探索、三角測量を行うことでその物体の位置を自動計測した。これを画像の各ピクセルに適用することで、森林内の樹木や地表面の情報を精細な3次元点群データとして取得することができた(図5, 図6)。



図5 高密度3次元点群データの取得(1)

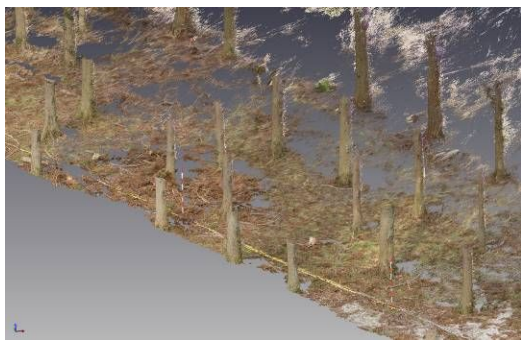


図6 高密度3次元点群データの取得(2)

3次元点群データから、まず調査対象とした15m×10mの範囲を切出し(図7)、次に胸高位置(地上1.2m)の上下50cmのデータを切出し(図8)、1つ1つのデータを分離(図9)、最後に円柱で近似することで(図10)、樹木の幹の直径と位置を自動計測した。

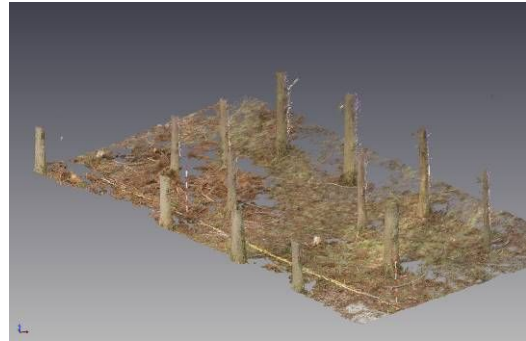


図7 調査範囲の切出し(15m×10m)

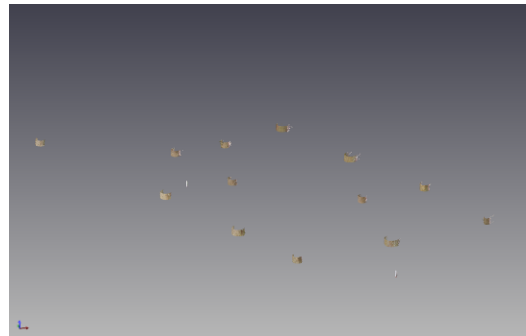


図8 胸高位置データの切出し

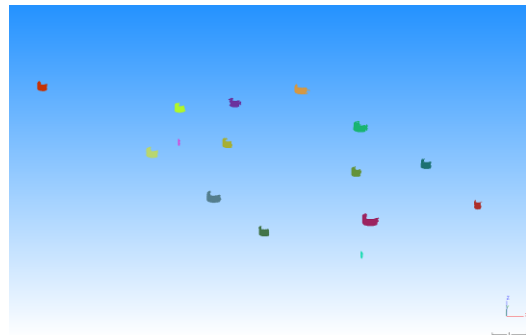


図9 個体の分離(1つ1つのデータ分離)

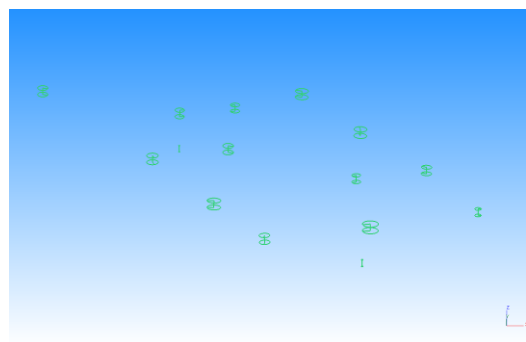


図10 点群データを円柱で近似

4. 研究成果

立木位置の計測結果位置図は、図 11 の様になった。立木位置の計測誤差は、 $0.06 \pm 0.07\text{m}$ となり高い精度で計測できたことがわかる。

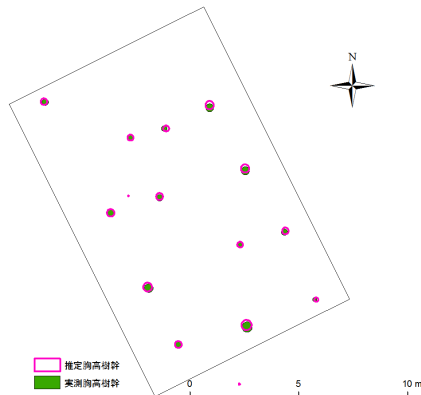


図 11 立木位置図

また、胸高直径の計測結果を図 12 に示す。胸高直径の計測誤差は $+0.41 \pm 0.88\text{cm}$ であった(ここで使用している単位は胸高直径で慣例的に使用する cm であり、胸高位置で使用している m ではない)。

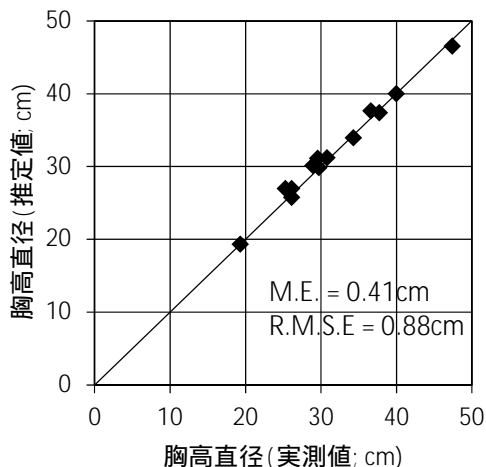


図 12 胸高直径の計測誤差

胸高位置・胸高直径と共に非常に高精度に計測できることが明らかとなった。また以上の後処理は1時間程度で処理することが可能であった。

以上のことから、本研究の手法により短時間かつ高精度な森林計測が可能になることが明らかとなった。

また、この方法では中間成果として高密度な点群データも得られることから、これまで森林レーザスキャナ研究で得られた点群処理の知見も利用することが可能であり森林の計測や可視化等、応用範囲は極めて大きい。このことから、本研究は林学や林業の発展に大いに貢献できるものと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計3件)

米 康充、小熊 宏之、ビデオ撮影による点群データを用いた森林調査法、第125回日本森林学会大会、2014年3月28日、(さいたま市)大宮ソニックシティ

米 康充、小熊 宏之、ビデオ撮影を用いた森林調査法、第124回日本森林学会大会、2014年3月26日、(盛岡市)岩手大学

YONE, Yasumichi and OGUMA, Hiroyuki, Measurement of DBH and tree location by using point cloud data derived from video images, Silvilaser2013, 10-Oct-2013, Beijing, China

6. 研究組織

(1) 研究代表者

米 康充 (YONE, Yasumichi)

島根大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：30467716

(2) 研究分担者

小熊 宏之 (OGUMA, Hiroyuki)

国立環境研究所・環境計測研究センター・

主任研究員

研究者番号：10342734