

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：12201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K14936

研究課題名(和文) スマートフォンによる画期的な森林計測手法の開発

研究課題名(英文) Development of forest measurement method by smartphone.

研究代表者

松英 恵吾 (Matsue, Keigo)

宇都宮大学・農学部・准教授

研究者番号：20323321

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではスマートフォンによる森林計測用アプリを開発した。本アプリでは測高については角度センサの相似比を利用した計測機能、直径および断面積測定については角度センサの相似比による距離測定結果と内蔵カメラによる光学的な幅の計測を利用した計測機能を実装した。また合わせて位置測位、データベースとの連携機能を開発した。機械的な精度検証、フィールドでの精度検証、モニターテストを実施しその実用性を確認した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we developed an application for forest measurement by smartphone. The application uses an angle sensor to measure tree height. The application can point sampling with built-in camera and angle sensor, and can estimate the total basal area. In addition, we have developed location positioning function and coordination function with database. We conducted mechanical accuracy verification, field accuracy verification and monitoring test, and verified the practicality of the application.

研究分野：森林計画学

キーワード：スマートフォン 森林計測 樹高測定 断面積測定 森林管理

1. 研究開始当初の背景

従来、森林モニタリングのための計測には専用の計測機器が使用されており、直径測定には輪尺や直径巻き尺、樹高測定には測高器、林地測量にはコンパスなどが利用されている。これらの機器は当然技術の進歩と共に進化しており、測高では音波やレーザーを活用した電子機器、測量ではコンパスの代替としてレーザー距離計やGPS端末が利用されるなど着実に近代化・高度化が図られている。しかし、これらの最新機器も専用機器であることに変わりはなく、価格も依然高価であり、専門家以外が気軽に利用できるものではなく、また専門家であっても数量を多く揃えて効率よく測定を進めることは困難である。

一方、多様な機能を有するスマートフォンが広く一般的に普及している。スマートフォンには携帯電話としての機能だけでなく、デジタルカメラ、角度・方位センサ、GPS等の機能が内蔵されており、それらの機能を必要に応じて活用することが出来る。またカスタマイズが比較的自由にでき任意のアプリケーション(以下、アプリ)としてプログラムを一般に広く公開することができる。また、通信機器としての機能を利用することでデータベース端末としても利用可能で、計測機器、野帳とデータベースをスマートフォンに統合することができれば、森林モニタリングの低コスト化、カジュアル化を推進することができる。

2. 研究の目的

本研究では一般的なスマートフォンを対象に、スマートフォンが有する機能を森林計測に応用することで、1) 測高機能、2) 胸高断面積測定機能、3) 材積推定機能、4) 簡易測量機能、5) 1~4の計測結果に位置情報を付与して電子地図上などで管理する機能を有する森林計測アプリを開発し、それぞれの機能について現地調査による精度検証、動作試験を実施し、従来専門家のものであった森林計測を汎用的な技術として普及する条件を整備することを研究目的とした。

3. 研究の方法

スマートフォンが有するデジタルカメラ、角度・方位センサ、GPSの機能を複合的に活用し、以下の方法による計測機能を開発した。

(1) 測高については角度センサの相似比を利用した(図1)

(2) 断面積測定についてはデジタルカメラによる光学的なピッターリッヒ法の活用によるポイントサンプリングを利用した(図2)

(3) 林地測量についてはGPSもしくは方位センサ、角度センサの相似比による距離測定結果を利用した。

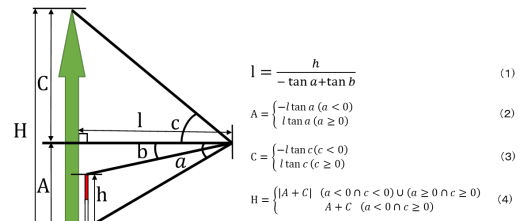


図1 本研究のアプリによる測高原理

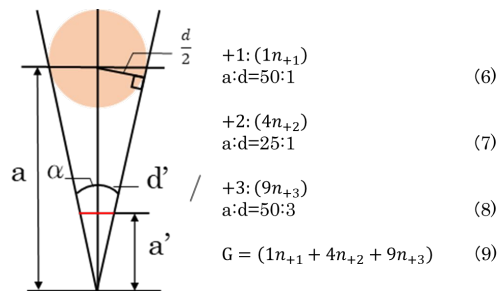


図2 本研究のアプリによる断面積測定原理

従来、スマホアプリについてはOS毎に最適化された独自の開発プラットフォームにより開発が行われてきた。そのため、OS毎にコーディング作業、インターフェイス開発が必要となり、作業が煩雑化する上、技術習得にも数倍の時間・手間がかかっていた。一方、スマートフォンの普及過程においてOSの複雑化が固定化し開発環境の統合整理のニーズが増したことからクロスプラットフォーム開発環境が提案・推進されてきている。本研究ではネイティブアプリ開発においてクロスプラットフォーム環境にて開発を行った。本研究で採用した環境では一般的にスマートフォンで使用されているほとんどのOSに対応したアプリ開発がコードを共通化することが可能である。

アプリの検証については、第1段階として測定器としての基本特性を確認するため測高については人工構造物(建物)断面積測定については専用の計測スケールを作成し予備検証計測を実施した。続いて検証用の調査プロットを林分(宇都宮大学農学部附属船生演習林内)に設定し森林調査経験者による精度検証を実施した。さらに最終的に森林調査の経験を有さない被験者を対象にアプリの現地モニターテストを実施し、アプリの操作感や使用者による精度の差、問題点などの検証を行った。各検証の際には一般的に使用されている計測機器による計測も同時に実施し評価を行った。

4. 研究成果

本研究で開発したアプリの構成を図3に示す。本アプリでは測高、ポイントサンプリングによる断面積測定結果から材積を算出し、その結果にGNSSの測位結果から位置情報を付与しデータベースに登録する機能を

有しており、また計測時にデータベースから以前の測定結果を参照することも可能となっている。データベースはSQLによるコントロールを実装しており、ローカルデータのみならずクラウドベースのデータベースにもアクセスが可能である。

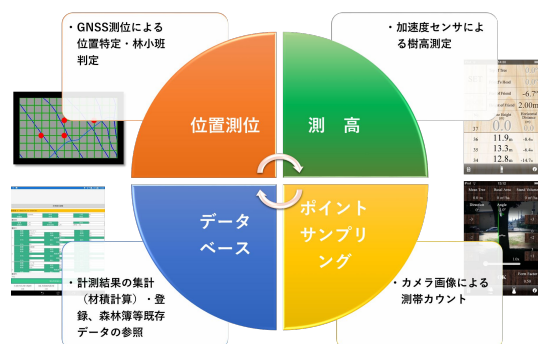


図3 本研究のアプリの構成

(1) 予備検証結果

測高機能について測定器としての基本特性を確認するため人工構造物(建物)を対象に計測を実施した。その結果、アプリでは加速度センサのドリフトの影響が大きいこと、視準補助具の有用性、対象物までの水平距離を長く、基準ポールを高くすることで精度が向上することが確認できた。

ポイントサンプリングについてカメラ画像と測帯表示の精度を確認するため測高と同様にスケールを用い予備試験を実施した。その結果、機種毎にカメラの特性に起因する誤差が生じることが判明し、キャリブレーション調整が必要であることが確認された。これは端末製品が多様なOSでは当然顕著であるが、端末が限定されるOSにおいてもロットの違いによる内蔵デバイスの差が影響することも示唆された。

(2) 林分における検証結果

測高機能について宇都宮大学船生演習林内のヒノキ林分(林齢25年)にて9本の個体について、6名の被験者により複数回の樹高測定を実施したのち伐倒し樹長を計測し精度検証を行った。その結果平均的にはレーザー測高器と同等の精度(RMSE6.8%)が得られたが、測定毎、被験者毎にばらつきが認められ計測の安定性に課題があることが確認された。

ポイントサンプリングについて宇都宮大学船生演習林内のヒノキ林分(林齢75年)にて、樹木位置を測量の上DBHを毎木調査し、各測点におけるカウント数の真値を算出し、測点上で3種の測定機器、4名の被験者による計測を実施し精度検証を行った。結果電子レラスコープには及ばないものの他の既存の機器に対して高い精度(RMSE42.8%)を示した。また、測定者による差も顕著ではなかったが、測定時間に関しては長くなる傾向が認められた(1点全周カウント平均210秒)。

これは本アプリには他にはないズーム機能がありその操作が影響したものである。

(3) 林分におけるモニターテスト結果

測高機能について測樹経験のない37名の被験者を対象にアプリを含む6種の測定器により各人5本の林木(ヒノキ)の樹高測定のモニターテストを実施した。その結果、精度検証の結果以上に大きな誤差が確認された。測定者による差も他の機器に比べ大きくなった。モニターの結果、視準のしにくさ、視準時に本体を動かすと計測値(角度)が必要以上に変動することなどが指摘された。

ポイントサンプリングについて測樹経験のない33名の被験者を対象にアプリを含む3種の測定器により各人2点のカウントを行うモニターテストを実施した。その結果、アプリと他の機器に大きな差は認められずほぼ同様の測定結果が得られた。測定者による差は他の機器に比べやや大きくなった。モニターの結果、ズーム操作に手間がかかること(ただし他の機器ではズームが不可能)、野外での画面の視認性について問題があること(ただし端末のディスプレイやフィルムの性能による)が指摘された。

(4) その他機能の検証

測量機能について3種の端末を使用し位置測位の精度評価を行った結果、RMSE4.4m、小班判定率100%となり、十分な実用性を確認できた。また、端末方位の取得も可能であったがコンパス測量に十分な精度は得られなかった。また、バッテリーについては4種の端末について連続使用によるバッテリーテストを行った結果、バッテリー減少率5~10%/30minとなり、十分な実用性を確認できた。

(5) まとめ

計測精度について

測高について精度は加速度センサの特性に依存し、モニターテストの結果でも操作方法に習熟しないと精度が得られないことが確認された。角度測定についてはドリフト対策のフィルタを組み込む必要がある。ポイントサンプリングについては既往の測定機器と遜色ない精度が得られた。GNSSの位置測位、小班判定についても実用性が確認された。方位測定に関しては地磁気センサの精度が測量には不十分であった。

クロスプラットフォーム開発について

アプリ開発の効率は高くなったが、本研究のアプリのようにハードウェアの機能を活用するものについては、結果的にそれぞれのOSに最適化するための煩雑な調整が不可欠である。また、多様な端末ごとに搭載されているセンサやカメラに差がありキャリブレーションが不可欠である。キャリブレーションについてはアプリの機能として対応可能な部分もあるが限界もあり課題といえる。ま

た、比較的 OS アップデートの頻度が高く対応が難しい点、アプリ公開について審査やディベロッパー登録の煩雑さも開発上の問題である。

データベース機能について

データベースの機能として SQL サーバに対応しておりオンライン/オフラインどちらでもデータの参照、追加、更新が可能である。現場での計測時に過去の計測データを参照し、計測結果を即時にデータベースに反映させることも可能となる。本研究により計測機器、野帳、データベースをスマートフォンに統合する可能性を示すことができた。

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1件)

松英恵吾, スマートフォンアプリによる森林資源量調査の精度検証, 第129回日本森林学会, 2018

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松英 恵吾 (MATSUE, Keigo)

宇都宮大学・農学部・准教授

研究者番号: 20323321