

深層学習を用いた全天球画像解析による森林資源量計測システムに関する研究

担当者：農口 勝己

指導教員：長田 茂美 教授

1. まえがき

我が国の人工林の多くは今まさに収穫期を迎えているが、昨今の木材価格の低迷により木材生産が進んでいないのが実状である。木材生産の収益性向上、コスト削減を目指して、森林資源量の計測作業を効率化するための製品もいくつか開発されているが、まだ利便性や価格の面から、十分に普及するには至っていない。

そこで、本研究では、手軽に利用でき、安価で高精度な森林資源量の計測システムの実現を目的として、森林の全天球画像に基づいて変換、生成した全天空画像から、深層学習を用いて、高精度に材積量を推定できるシステムの開発を目指す。

2. システム概要

図1に、提案する森林資源量計測システムの概要を示す。本システムでは、深層学習の一種である畳み込みニューラルネットワーク(CNN, Convolutional Neural Network)^[1]を2段に配置し、64×64画素に正規化した全天空画像をその材積量に応じて、まず、1段目のCNNで大分類を行い、次に、その分類結果に基づいて、2段目のCNNで詳細な材積量を決定するという構成を採っている。図2に、本システムで使用するCNNの構造を示す。

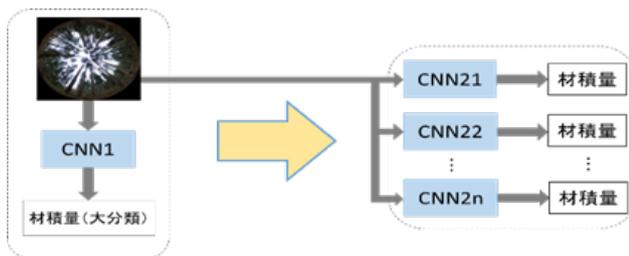


図1. システムの概要

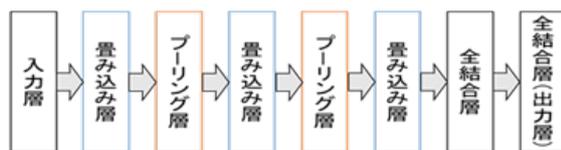


図2. CNNの構造

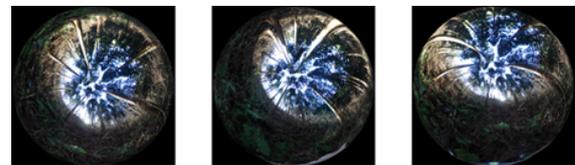
3. システム評価

実用的なシステム性能として、100~1,500 m³の範囲の材積量を10 m³の分解能で推定できることが要求される。この要求仕様を充たすためには大量の学習データセットが必要となるが、材積量が既知の十分な量の全天球画像を入手できず、本研究では、図1に示す2段のCNNではなく、図2に示す構造の単一のCNNを用いて、フィージビリティスタディを実施した。図3に示す材積量が既知の464 m³、553 m³、917 m³の3種類のカテゴリの全天球画像から、図4に示す全天空画像群を生成し、それらを学習データセットとして使用した。



図3. 全天球画像

評価実験では、学習データセットの多様性の増加による材積量の推定精度(分類精度)を評価するために、4種類(A, B, C, D)の学習データセットを作成した。各々の学習データセットは、Aを基準として、BはAから「地面の映り込み」の偏りを、CはAから「画像の明るさ」の偏りを、DはAから「地面の映り込み」の偏りと「画像の明るさ」の偏りを少なくしたもので、Aは120枚、B, Cはそれぞれ240枚、Dは480枚の全天空画像群である。テストデータセットとしては、3種類のカテゴリごとに、学習データセットとの類似度合に基づいて、N (Near), M (Middle), F (Far)の3種類の全天空画像群を作成した。Nは学習データセットと類似しているもの、Fは全天空画像内の樹木が向かう上空の中心を画像中心から大きくずらしたもので、MはNとFの中間の構図のものであり、それぞれ、120枚、60枚、60枚の全天空画像群である。図4に、材積量464 m³のカテゴリのN, M, Fの一例を示す。



(a) N (b) M (c) F
図4. テストデータセットN, M, Fの一例

表1に、4種類の学習データセットの各々を用いて学習させたCNNに、3種類のテストデータセットN, M, Fを与えたときの材積量の分類精度を示す。4種類の学習データセットを用いた場合の分類精度は、Aが140/240(58.3%)、Bが149/240(62.1%)、Cが159/240(66.3%)、Dが209/240(87.0%)であった。この結果から、学習データセットの多様性を増加することによって、CNNが材積量と密接な関連をもつ本質的な画像特徴を抽出できるようになり、分類精度が向上したものと考えられる。B, Cについては、分類精度が低下したカテゴリもいくつか見受けられたが、「地面の映り込み」、「画像の明るさ」の両方の多様性を増加した学習データセットDを用いた場合には、3種類のすべてのカテゴリにおいて分類精度が向上しており、学習データセットの多様性の増加が有効に機能していることを確認できた。

表1. 評価実験結果

データセット	464m ³	553m ³	917m ³	データセット	464m ³	553m ³	917m ³
A-N	21/40	34/40	17/40	C-N	29/40	36/40	17/40
A-M	14/20	15/20	11/20	C-M	16/20	20/20	9/20
A-F	8/20	10/20	10/20	C-F	7/20	20/20	5/20
B-N	15/40	39/40	20/40	D-N	31/40	40/40	35/40
B-M	10/20	20/20	13/20	D-M	20/20	20/20	14/20
B-F	4/20	18/20	10/20	D-F	19/20	20/20	10/20

4. むすび

本研究では、森林の全天球画像に基づいて変換、生成した全天空画像から、深層学習を用いて、材積量を推定する森林資源量計測システムを提案し、評価実験によりその有用性を確認した。今後は、学習データを十分に収集し、多段CNNを用いた分類の有用性を評価・改良していく予定である。最後に、全天球画像データをご提供いただいた株式会社エイブルコンピュータ殿に感謝いたします。

参考文献

[1] 岡谷 貴之, “ディープラーニングによる画像認識”, 情報処理学会誌, 56(7)号, pp.634-639, July 2015.