

丸太の径級計測に関する基礎研究

円検出とARマーカを用いた画像の歪み補正

北見工業大学 情報システム工学科 内田 陽介

要旨

現在の林業界では、伐採現場で積み上げた丸太の径級を手作業で測っており、手間が多いためソフトウェアを用いて素材を検知しようという動きがある。

そこで Difference of Gaussian フィルタを用いた特徴量抽出などによって円検出を行うことで、高い検出精度・速度で丸太を検出することができないか検証した。

1. はじめに

現在の林業界では、丸太の径級を手作業で測っており、素材販売業者、運送業者、工場それぞれでも確認が行われ素材の検知にかかる手間が多い。そのため、多重の確認や作業の手間を減らすためにソフトウェアを用いて素材を検知しようという動きがある。

ハフ変換を用いて円を検出し、丸太の径級を測るソフトウェアは既に存在しているが、円の検出の精度や撮影の角度による精度の変化、検出時間、また複数枚に分けて撮影された丸太画像から検出する機能など改善すべき問題もいくつかある。

そのため、これらに対してさらに処理速度を上げて精度良く検出する方法を模索することにした。

基本となる円検出は Difference of Gaussian (DoG) フィルタを用いた特徴量抽出によって行い、撮影角度の補正、径級を求めるための基準値の決定、画像のパノラマ化を AR マーカーによって行った。

2. 丸太検出の概要

丸太検出の流れとしては、まず AR マーカーを読み取り画像の歪みを補正し、複数枚に分かれた画像をパノラマ化する。次に、フィルタで特徴量を抽出して円を検出する。最後に読み取った AR マーカーと円のサイズを比較して丸太の径級を求める。

3. 円検出

3.1 検出手法

本研究では二つの正規分布を合わせた DoG フィルタを作り円形のプロブを検出する方法で円を検出した。

フィルタの中心とのユークリッド距離 d を用い、

$$\frac{\exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right)}{2\pi\sigma}$$

で表される正規分布と $\sigma' = \frac{3\sigma}{2}$ として

$$\frac{\exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma'^2}\right)}{2\pi\sigma'}$$

で表される正規分布の差をフィルタとして特徴量を抽出し、閾値を超えるものを検出させた。

3.2 サンプル画像の円検出

円のみが描かれたシンプルな画像でこの検出方法を検証した。

画像サイズが 3000×3000. フィルタサイズは 155×155 から 375×375 まで+20 毎. 閾値は 0.75 で円検出を行った。(図 1)

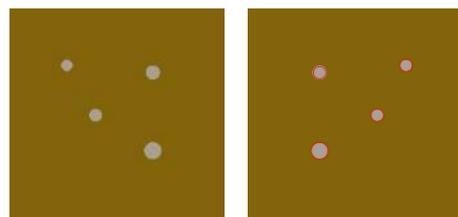


図 1: 左 元画像, 右 検出結果

3.3 丸太画像の円検出

実際の丸太画像に対し 3.2 と同条件で閾値は 0.55 として円検出を行った.(図 2)

丸太の検出率は 73%,誤検出率は 36%となった.



図 2: 丸太の検出結果

4. AR マーカーを用いた補正

4.1 向き補正

丸太を傾いた角度で撮影しても正確に計測するために画像の歪みを補正する.

まずは, AR マーカーを読み取り AR マーカーの向きを推定する.

得られた回転ベクトルからロドリゲスの公式を用いて回転行列を求める.

$$\begin{aligned} \theta &\leftarrow \text{norm}(r) \\ r &\leftarrow r/\theta \\ R &= \cos \theta I + (1 - \cos \theta)rr^T + \sin \theta \begin{bmatrix} 0 & -r_z & r_y \\ r_z & 0 & -r_x \\ -r_y & r_x & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

この回転行列の逆行列によって入力画像を AR マーカーの向きが正面に来るように変換させる. 1 つの画像に複数の AR マーカーが存在することを想定しているため, それぞれの逆行列を平均化したものを用いている.

AR マーカーがプリントされた紙の画像で向き補正を行った(図 3).

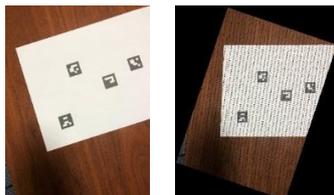


図 3: 左 変換前, 右 変換後

4.2 画像のパノラマ化

道内の林業では特に本州よりも伐採する丸太の量が多く, 1 枚の画像に収まりきらないことが多い. そこで, 同じ丸太が複数枚の画像に写り重複して計測してしまうことを防止するために積み上げられた丸太をグループでパノラマ化してから計測させる.

4.1 の処理を行った後再度 AR マーカーを読み取り, その座標情報を重ねる形で画像をパノラマ化させる(図 4).

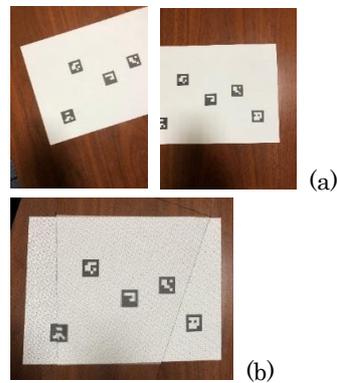


図 4: (a) 1 枚の紙を分割して撮影した画像, (b)パノラマ画像,

4. おわりに

丸太を検出するために, DoG フィルタを用いることで処理時間を短くし, AR マーカーを用いることで撮影時の状況に左右されにくい検出手法を提案した.

しかし現時点では丸太画像での検出精度が実用レベルではないため, 今後さらに調整と検証をしていく必要がある.

参考文献

有馬利洋, 菅谷保之, エッジ点列の分割とモデル選択を用いた統合による楕円検出

原田達也, 画像認識