

要旨

前報¹⁾では特徴量として形状に関する特徴量を使った木材欠点の自動検出・識別を考え、欠点毎の特徴量の統計量から欠点の識別率改善の可能性を調べた。本報告では、前報で形状に関する特徴量で識別される可能性が高いと思われた節を中心に識別実験を行った結果について報告する。

1. はじめに

貴重な天然資源である木材を有効に利用するには、木材に存在する様々な欠点を検出、識別し、有害な欠点を除いて良質な製品を生産しなければならない。この作業を機械化、自動化する場合、欠点のもつ曖昧な特徴量を計算機で処理する必要がある。本研究では、木材の濃淡画像から種々の特徴量を抽出し、ファジィクラスタリングを適用した欠点の検出・識別システムを構築することを最終目標としている。濃淡画像から得られる特徴量としては、濃度、テクスチャー、形状に関する特徴量などが考えられる。これまでの研究では濃度とテクスチャーに関する特徴量を単独に使った場合に、各欠点に対してどの程度の識別能力があるかを調べてきた。本報では、形状に関する特徴量を単独で用いた場合の識別実験結果について報告する。

2. 形状に関する特徴量の抽出法

欠点の形状に関する特徴量を抽出するには、効率や処理の容易さから2値画像が適しているため、濃淡画像(256階調)を2値化して、2値画像から欠点の形状に関する特徴量を抽出する方法を探った。2値化して欠点が残らなかった領域は、欠点無しと判定した。しかし木材欠点はそれぞれ濃度が異なるので、一度のしきい値処理で、全ての欠点を分離して検出することは難しい。そこで効率良く全ての欠点を検出できる2値化の方法として次の方法を用いた(Fig.1)。

汚れのような濃度のうすい欠点を検出するためには、高い濃度階調をしきい値として2値化しなければならない。そこでまず第一段階として、しきい値130で画像を2値化して欠点を検出し、その特徴量を抽出する。

次に、Fig.2.aに示すように、検査対象画像にあてのような、濃度がうすく、面積が広い欠点の中に、節のような濃度が濃く、面積の狭い欠点が存在している場合には、画像をしきい値130で2値化すると、Fig.2.bに示すように節はあての中に埋もれてしまう。そこで、Fig.2.cに示すように、濃度がうすく面積が広い

欠点を除き、節のような濃度が濃い欠点を検出するために、第二段階として、しきい値90で画像を2値化し、混在している欠点を検出し、その特徴量を抽出する。

第一、第二段階では2値化処理の後、特徴量抽出の前処理としてノイズ除去を行うため、虫穴のような面積の小さな欠点は除去されてしまう。このような欠点を検出するには、高い濃度階調をもつノイズが残りにくい、低い濃度階調をしきい値とした2値化画像が必要になる。そこで第三段階として、画像をしきい値

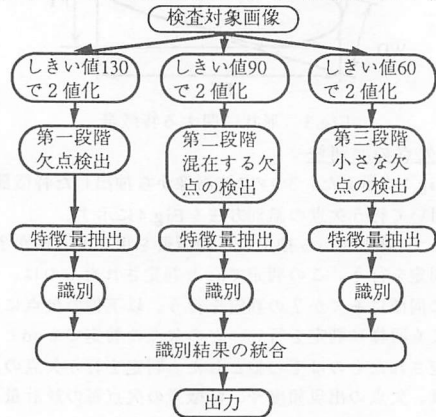


Fig.1 形状に関する特徴量の抽出法

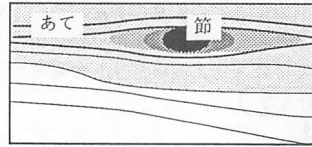


Fig2.a あてと節が混在する場合の濃淡画像



Fig2.b しきい値130で2値化した画像



Fig2.c しきい値90で2値化した画像

60で2値化してノイズ除去を行わず小さな欠点を検出し、特徴量を抽出する。各段階で抽出した特徴量を用いてそれぞれ欠点の識別を行い、それらの結果を統合して、最終的な出力とする。各段階でのしきい値130、90、60は試行錯誤の結果、それぞれの値に決めた。

3. 形状に関する特徴量

今回は形状に関する特徴量として木材の欠点検出、識別に有効と思われる次のものを用いた (Fig.3参照)。

- 1) X、Y方向フェレ径 FX、FY
- 2) 縦横比 $SLW = WD / LG$
- 3) ひろがり $SPR = 2 \times \pi \times SMM / A^2$

A:面積、SMM:重心を通る、X軸及びY軸に平行な軸のまわりの2次モーメントの和。

これとは別に、面積も重要な情報をもっていると思われるので、上記の3つに加えた。

- 4) 面積 A

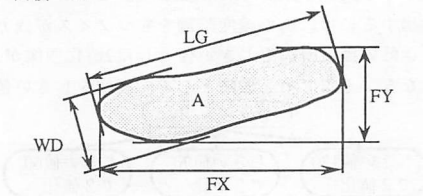


Fig.3 形状に関する特徴量

4. 欠点の識別法

Fig.1で示した、3つの2値画像から抽出した特徴量を用いて行う欠点の識別方法をFig.4に示す。

まず2値画像から抽出した特徴量を用いて、節か?の判定を行う。この判定でnoと判定されたものは、次に同様にあてか?の判定を行う。以下他の欠点についても同様に判定を行い、どの欠点の判定でもnoと判定されたものはその他とした。判定を行う欠点の順番は、欠点の出現頻度や、特徴量の欠点毎の統計量の分離の良さから決定した。

各欠点の判定は、その欠点の判定に適していると思われる特徴量と判定方法を各々用いた。例として節の場合、節の特徴は「円に近い形状」であるので、検査

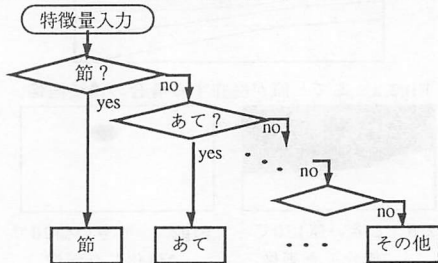


Fig.4欠点の識別法

対象の縦横比とひろがりの値と、予め設定しておいた節のメンバーシップ関数によって、検査対象の節への帰属度を求める。これがしきい値を越えたものを節の候補とする。次にこれらの特徴量だけでは節と混同し易い欠点を面積とフェレ径も用いて、帰属度としきい値の比較によって節の候補から除く。

5. 識別結果

形状に関する特徴量と、濃度特徴量による識別結果の比較をFig.5a、Fig.5bに示した。例えば節では、識別率は入力した節の総数の中の何%を節と判定したかを、正解率は節と判定した中の何%が正解であったかを示している。defect numberは欠点無し(1)、節(2)、割れ(3)、脂壺(4)、入皮(5)、あて(6)、汚れ(7)、虫穴(8)、ぬれ(9)とし、Fig.5aでは入力した欠点を表し、Fig.5bでは判定結果を表す(但し、(3)は割れorぬれ、(7)は汚れorぬれとした)。濃度と形状の結果を比較すると、特徴的な形状を持つ節と面積の広いあての識別率、正解率がともに大きく改善されているのが分る。

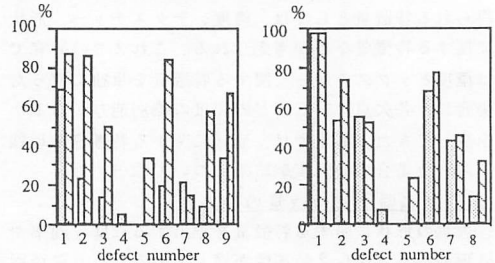


Fig.5a 欠点の識別率 Fig.5b 欠点の正解率 (□が濃度、▨が形状に関する特徴量による結果)

6. おわりに

形状に関する特徴量を用いた識別によって、脂壺などの、典型的な形状をもたない欠点を除くほとんどの欠点の識別結果が向上した。特に節などの特徴的な形状を持つ欠点の識別成績が大幅に改善された。Fig.5に示した濃度特徴量を用いた識別では、各欠点を全ての特徴量を使って識別する方法を採用したが、特徴的な形状をもたない欠点については、各欠点毎に適した濃度特徴量を選択して用いる識別法や、形状と濃度に関する特徴量を組み合わせた識別法を試みる必要があると思われる。

参考文献

- 1) 西田弘二、沢川勝久、五十嵐悟：1992年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集、731-732.
- 2) R.W.Conners, et al. : IEEE Trans., PAMI-5,6 (1983) 573-583.