

北海道大学工学部

○佐藤晋也 渋川勝久 岸浪建史

要 旨

本研究は、画像の濃度1次統計量、2次統計量、形状、大きさに着目し、木材欠点の自動検出・識別を行ってきた[1]が、1次統計量の使い方に改善の余地があると考え。本報では、濃度ヒストグラムから得られる欠点の特徴を有効に活用するために欠点を表す分布のみを取り出す前処理を行う。さらに、1次統計量ではヒストグラムの詳細な形を表せないと考え、ヒストグラムそのものをマッチングする方法を提案し、識別実験により検証する。

1. はじめに

「節」「虫穴」「割れ」など様々な木材欠点は、強度や美観に影響し、木材の等級決定に関係する。また、木材の用途により除去されるべき欠点が異なり欠点の識別の必要性もあり検出・識別の自動化が望まれている。

木材欠点は濃度値、形状、大きさなどに特徴があると考えられる。計算機でこれらの特徴量として抽出する際比較的容易とされているのが濃度1次統計量すなわち濃度の平均値、分散(値)、歪度、尖度であり、この特徴量を最大限に活用することが他の特徴量を抽出する際の負担を軽くすることになる。

[1]では、濃度1次統計量、2次統計量、形状、大きさの特徴量を統合し木材欠点の識別を行っているが、濃度の1次統計量の使用法には改善の余地がある。すなわち、「欠点なし」と「欠点」が混在する領域のヒストグラムから直接特徴量抽出を行っている。そこで本研究では、欠点の特徴を顕著にするため、濃度ヒストグラムの欠点の分布を残すような前処理を行い特徴抽出を行う。さらに、こうして得られたヒストグラムはかなり癖のある形をしているため、1次統計量のみでは十分にヒストグラムの特徴を表すことはできないと考え、①ヒストグラムを適当な濃度値で区切って分布の部分的な1次統計量を求め特徴量に加える方法、②ヒストグラムモデルを作り検証画像のヒストグラムとのマッチングによる方法、のそれぞれの場合について木材欠点検出・識別実験を行い、それぞれの方法を検証、考察する。

2. 前処理

原画像は512×480pixel(約12cm平方)の濃淡画像であり、この画像を縦横8×8の64の領域に分割し、各領域の濃度ヒストグラムを作成する。このとき、原画像のもつ濃度階調数256を64階調に低減する。そして本報ではさらに次の前処理を行う。

大部分の欠点画像は分割領域に欠点とそうでない部分とを含んでおり、ヒストグラムから欠点の特徴を的確に捉えるためには欠点なしに関するヒストグラムは除きたい。予備実験により濃度値120以下の画素が「欠点」の分布を構成することがわかった。そこで本報では、欠点

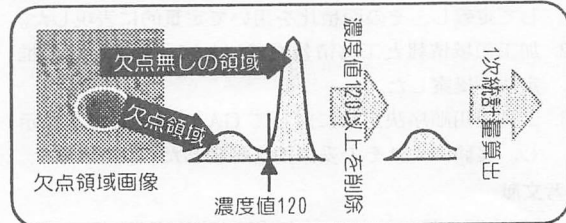


fig.1 欠点領域の濃度ヒストグラム

の特徴を顕著にするために濃度値120以上すなわち「欠点なし」の分布を削除する。残された分布の大きさが領域内の欠点の大きさとなり、これも特徴量に加える。(fig.1参照)

3. 濃度1次統計量を特徴量とした識別

1次統計量とは、ヒストグラムの様子を表す測度であり、全体が1.0になるように正規化された濃度ヒストグラム $P(i), (i=0,1,\dots,n-1)$ を作成した場合次の式によって与えられる。

(1) 中央位置の尺度：平均値 (mean)

$$\mu = \sum_{i=0}^{n-1} iP(i) \quad (1)$$

(2) 広がりの尺度：分散値 (variance)

$$\sigma^2 = \sum_{i=0}^{n-1} (i-\mu)^2 P(i) \quad (2)$$

(3) 歪みの尺度：歪度 (skewness)

$$S = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (i-\mu)^3 P(i)}{\sigma^3} \quad (3)$$

(4) 尖りの尺度：尖度 (kurtosis)

$$K = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (i-\mu)^4 P(i)}{\sigma^4} \quad (4)$$

さらに特徴量として2.で述べた分布の大きさを取り入れる。

識別法は、まずデータ作成用の画像(画像データ100枚のうちNo1~50)を用いて前処理を施した後、各欠点がどんな特徴領域にあるかを調べ各クラスタを作成する。その結果を基に決定木を作成し、識別用の画像を用いて識別実験を行う。fig.2にその流れを示す。

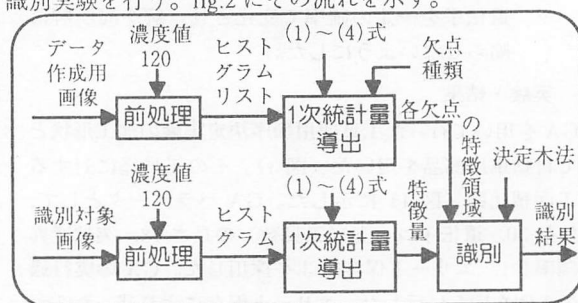


fig.2 1次統計量を用いた識別の流れ

4. ヒストグラムのマッチングによる識別

識別対象となる画像の濃度ヒストグラムと、それぞれの欠点の標準的な濃度ヒストグラム(ヒストグラムモデル)の形との類似度を求め、最も類似性の高い欠点を識別結果とする。

4.1 ヒストグラムモデルの作成法

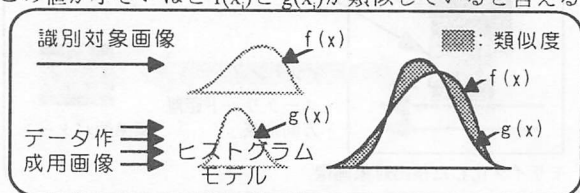
例えば「節」のヒストグラムモデルを作成する場合、データ作成用の画像から「節」のみのヒストグラムを集め、各濃度値における頻度の平均を求め、これを各濃度値の頻度としたヒストグラムを作成し、これを「節」のヒストグラムモデルとする。これを他の欠点についても行い、各欠点のヒストグラムモデルを作成する。

4.2 類似度の導出法

入力（検出・識別対象画像）のヒストグラムとヒストグラムモデルを重ね合わせ、重ならない部分の面積を類似度とした（fig.3）。濃度値を x_i 、入力ヒストグラムの頻度を $f(x_i)$ 、ヒストグラムモデルの頻度を $g(x_i)$ 、とすると次の式で表すことができる。

$$\sum_{i=1}^n |f(x_i) - g(x_i)| \quad (5)$$

この値が小さいほど $f(x_i)$ と $g(x_i)$ が類似していると言える。



(1) fig.3 ヒストグラム同士の類似度

4.3 ヒストグラムの正規化

(5)式の値は、分布の形が等しくても大きさが違うと類似性の低い値を導出するため、分布の大きさを統一する必要がある。しかしながら極端に小さい分布とある程度の大きさを持つ分布同士をマッチングさせる場合、1画素の重みが大幅に異なり小さい分布に現れるノイズにもかなり影響される。そこで本研究で識別の対象となる小欠点の領域にしめる面積はある程度限られていることなどから、小欠点の場合は正規化を行わないことにした。前処理後の分布の大きさの小さいものと、ある程度の大きさをもつものとは分類しその後ヒストグラムのマッチングを行う。本手法における識別の流れを fig.4 に示す。

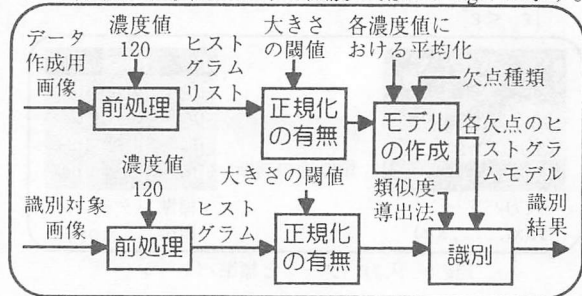


fig.4 ヒストグラムのマッチングによる識別の流れ

5. 識別実験結果

2つの手法により識別実験用の画像を用いて識別実験を行った。その結果を table.1 に示す。正解率、識別率はそれぞれ次のように与えられる。

$$\text{正解率} = \frac{\text{欠点}a\text{が欠点}a\text{と識別された数}}{\text{欠点}a\text{の入力総数}} \quad (6)$$

$$\text{識別率} = \frac{\text{欠点}a\text{が欠点}a\text{と識別された数}}{\text{欠点}a\text{と識別された総数}} \quad (7)$$

新たな前処理の導入により、[1]よりも、ヒストグラムのマッチングによる「汚れ」「ぬれ」以外は良好な結果が得られた。しかしながら、ヒストグラムのマッチングによる手法では1次統計量を用いた場合に比べてやや劣る結果となった。「ぬれ」「汚れ」の正解率が極端に悪いが、「欠点なし」の判定基準を厳しくすることで、「欠点なし」の識別率と同時に改善できると思われる。

また、本報で提案したヒストグラムのマッチング手法はまだ不十分と考えており次のような改善を考えている。

- (1) ヒストグラムの大きさの違いは正規化で対処したが、画像の明るさの違いによる左右のずれに対する検討。
- (2) 最小距離となるヒストグラムモデルの欠点を識別結果としたが、ヒストグラムモデルとの距離の間に閾値を設ける方法の検討。
- (3) さらに、各欠点の各濃度値における頻度のばらつき具合を考慮した場合、ヒストグラムの類似度を求める際、各欠点の各濃度値における頻度の差に何らかの重み付け ($\kappa(i)|f(x_i) - g(x_i)|$) をすることが考えられる。
- (4) 最適な濃度階調数の設定方法の検討。

さらに本報では、識別実験の対象欠点を限定して行ったが、実際はこれらの欠点のどれにも属さない欠点があり、これらを含んだ場合の検討も必要である。

5. おわりに

木材欠点の自動検出・識別問題で、新たな前処理の導入により濃度から得られる特徴をより有効に活用できるように改善した。

さらに、濃度ヒストグラムから1次統計量では得ることのできない特徴を捉える方法を提案し、木材欠点の検出・識別問題に適応し方法について考察した。

table.1.a 1次統計量の特徴量とした場合

出力\入力	なし	節	あて	汚れ	ぬれ	割れ	識別率
欠点なし	1271	0	1	32	10	1	97%
節	1	52	11	0	7	0	76
あて	16	20	92	3	13	0	64
汚れ	89	2	5	77	24	0	35
ぬれ, 割れ	17	6	14	23	57	8	52
正解率	91%	65	75	57	51	89	

table.1.b ヒストグラムのマッチングによる場合

出力\入力	なし	節	あて	汚れ	ぬれ	割れ	識別率
欠点なし	1322	1	1	85	39	1	91%
節	0	49	17	0	5	0	69
あて	0	23	86	3	15	0	68
汚れ	5	1	17	33	10	0	50
ぬれ, 割れ	3	6	2	15	42	8	66
正解率	99%	61	70	24	38	89	

* 参考文献 *

- [1] 西田弘二、渋谷勝久、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.(1992.3)