

近赤外線顔画像による男女識別の基礎検討

西野 聰 田島 圭佑
小山工業高等専門学校

あらまし 自動的な男女識別は大型商業施設やアミューズメント施設の男女別来客統計を採るのに必要とされている。従来の男女識別手法は服装や歩き方や足圧などを用いていた。しかし、これらの特徴はデザインや人間の意思で変化する。これに対して、本論文では男女の生体的特徴が反映する頬の脂肪の相違を近赤外線画像で検出する手法を提案する。実際に近赤外線顔画像から顔と髪を抽出し試行した結果、約 92%の識別率を得た。このことから生体的特徴による男女識別手法の基礎が確立できたと考える。今後は他の特徴量を付加することでさらに識別率の向上を目指す予定である。

キーワード：近赤外線画像, 性差, 男女識別, 体脂肪率

A Basic Study on Gender Recognition using Near Infrared Face Image

Satoshi NISHINI Keisuke TAJIMA
Oyama National College of Technology

Abstract Male and female recognition is necessary when various statistics on the visitor are taken in commercial facilities and so on. The conventional method of male and female distinction is currently determined by using the person's appearance, the person's dress and in such cases, the way of walking, the foot pressure, the hair type. But, these characteristics can be intentionally changed by human intervention or design. The proposed method used the human face as influenced by gender characteristics of male and female. The new concept idea of the near infrared image was used resulting in a recognition rate of 92.9% for the gender. Moreover, the method established a biometrics method using the value of two body parts, that is, the face and the hair. In the future, the method used will make improvements in the recognition rate by using additional different combinations.

Key words : near infrared ray image, gender, male and female recognition, fat rate

1. まえがき

男女識別は大型商業施設やアミューズメント施設の男女別来客統計を自動的に採るなどの需要がある。また、商品棚に設置して商品に対する男女の興味などを採り、商品開発データとする必要性も増してきている。

我々は、近赤外線顔画像が男女の生体的特徴を反映することを利用して男女識別の検討を行ってきた[1][2]。文献[2]では、対象人物の背景に黒のボードを設置し、かつ顔の切り取りは手動で行い識別率を求めた。この研究をもとに本研究では背景の制限は除外し、同時に顔抽出は自動で行い識別を試行した。また、検討を進める中で、髪にも男女の生体的相違があることを見出した[3]。

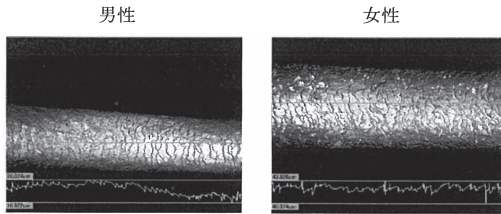
本論文では最初に、男女識別の基本原則となる髪の生体的相違をレーザー顕微鏡で観察し、さらに分光器を使用して髪を測定した結果を示す。次に男女識別のための特徴量と、これらの特徴量を自動検出する手法について述べる。最後に実際に本論文で提案する特徴量を用いて識別した結果を示す。

2. 基本原理

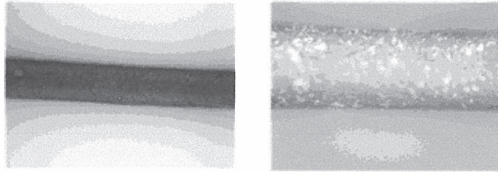
表1にレーザー顕微鏡(約1000倍)で観測した髪の男女の相違を示す。髪の成長には女性ホルモンのエストロゲンが関わっている[4]ので、女性の髪は男性に比較して太く、また図1(a)に示すように表面のキューティクルの凹凸が大きい。このために、光が男性の髪に比べると乱反射して、茶系統の色に近く(肉眼では判別困難)なると考えられる。このことを確認するために、黒い紙を使用して模擬的に男女の髪をつくり、細くきつたストレートな状態(≒男性の髪)と、太く切った黒い紙をギザギザにした状態(≒女性の髪)で近赤外線を照射し撮影した。その結果、女性の方が広い階調値に分布するために茶系統の色に近くなることを確認した。またレーザー顕微鏡でカラー画像として撮影した男女の髪を図1(b)に示す。この画像(原画像はカラーである)からも女性の髪が男性よりも太く、色も薄いことがわかる。

表1 男女髪の生体的特徴

性	太さ	色	キューティクル
男	細い	黒	滑らか
女	太い	茶系	荒い



(a) キューティクルの荒さ



(b) カラーモード

図1 男女の髪の拡大

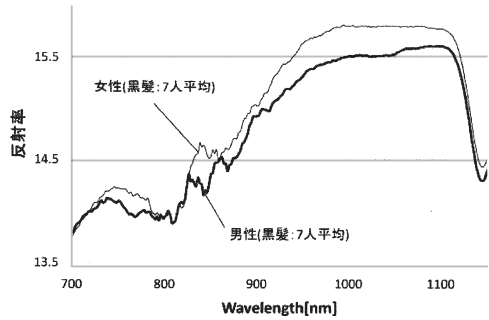


図2 男女の髪の分光特性(男女の相対値)

分光器：島津製作所 UV-3100PC

表2 男女各々52名の黒髪の平均階調値

項目	男性	女性
髪部分平均階調値	69.7	87.1

3. 分光器による髪の基本原理の確認

髪は現在女性の約7~8割がカラーリングを行っている。したがって、髪の階調値が高い場合(カラーリングで髪の階調値は高くなる)は女性と判断する事ができる。しかし、残りの約2~3割はカラーリングしていないので、この場合の識別に関して検討する必要がある。そこで、カラーリングしていない男女の黒髪の反射率(=階調値)を分光器で測定した結果を図2に示す。この図2は男女各々7人の分光特性の平均を取った結果である。図2から女性の髪は男性の反射率(=階調値)よりも高いことがわかる。またこの図から、本論文で男女識別のために使用するカメラのCCDで撮影可能な波長範囲400~1100nm(可視光波長領域:400~700nm)から近赤外線領域:700~1100nm)の全範囲にわたって女性の方が高階調値であることがわかる。特に、近赤外線領域中の950~1100nmは女性が高階調値となっている。したがって、カラーリングしていない男女の黒髪を近赤外線撮影し画像化すると、男女差が階調値差として現われる。

表2に近赤外線により黒髪の男女各々52人の顔を撮影して髪部分の平均階調値を求めた結果を示す。この結果からも、黒髪同士で女性の方が高階調値となっていることがわかる。したがって、近赤外線画像で男女の髪の階調値差を利用した男女識別が可能であることが推定できる。

次に図2の分光特性測定に使用した男性7人、女性5人の切った黒髪に対してマハラノビス距離を用いて男女識別を試行した結果を表3に示す。その結果、識別率は80.0%となり、男女の髪で識別可能であることが確認できた。

表3 切った髪の分光特性による識別結果

性別	識別率	総合識別率
男性	85.7%(6/7)	80.0% (12/15)
女性	75.0%(6/8)	

対象人数：男性7、女性5

識別手法：マハラノビス距離

4. 顔の階調値

女性の頬の皮下脂肪は男性の3倍あるので、これを近赤外線画像として捉えて男女識別を行う。近赤外線は水分に吸収される性質があり、脂肪には水分が筋肉に比較して少ない。このために、脂肪に近赤外線を照射すると筋肉部に比較して反射が多く(高階調値)なる。近赤外線分光器(東洋テクニカ：HN1100)を使用して図3の頬部を測定した分光特性を図4に示す[1]。これから女性の頬部は吸光度が小さく脂肪が多いことが分かる。

また、男女各々40人の近赤外線顔画像の髪を除いた顔部分のみの平均階調値を表4に示す。この表から、分光器の測定結果と同じく、顔の階調値は男性より女性の方が高い傾向にあり、したがって男女識別可能であることがわかる。

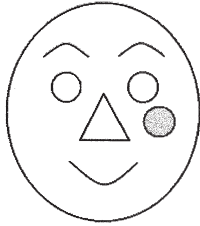


図3 頬の測定位置

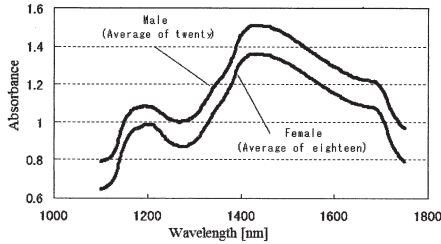


図4 男女の頬の分光特性

しかし、顔部分で男女の生体的特徴が現われているのは頬部分であり、髪を除いた顔部分に占める頬部の面積は小さい。したがって、他の顔部分により生体的特徴は弱められると考えられる。

5. 画素数による特徴量

髪と顔の階調値以外の特徴量として以下の量を設定する、

$$\frac{\text{髪画素数}}{\text{顔画素数 (髪は除く)}}$$

これを特徴量として利用する前提条件として、カメラと認識対象者の距離は一定(80cm)に設定することにする。この条件のもとでは、特徴量の分子の髪画素数は一般的に女性の髪が長いので大きくなる。一方、分母の顔画素数は女性の顔は小さい傾向があるので男性よりも小さくなる。この両者から、この特徴量は女性の方が大きくなると考えられる。

6. 男女識別のための特徴量抽出処理の流れ

[髪画素数/顔画素数]の特徴量以外に前述した髪平均階調値、顔平均階調値を用いて識別を行う。これらの特徴量を自動抽出するプログラムのフローチャートを図5に示す。このフローチャートのプログラムは一部手作業部分が残っている(目の検出部分)が、約80%は自動化されている。以下に図5のフローチャートに沿って処理の流れを説明する。

カメラレンズの前面にある近赤外線フィルタ IR76 を着脱

表4 顔全体の平均階調値

性別	顔平均階調値	測定人数
男性	172.2	40人
女性	180.2	40人

し、可視光画像と近赤外線画像の両方を撮影する。最初に可視光画像の赤波長階調値画像から青波長階調値画像を引く(図5の③のR成分-B成分)ことで髪を除いた顔抽出を行う(⑥)。その後、この顔抽出画像を基に目抽出を行い(⑧)、目位置から髪部を決定する(⑨)。次に近赤外線画像のこの髪位置にテンプレートをかけて、髪の特徴階調値を求める。この結果を基に近赤外線画像に対し、髪部分を抽出するための階調値として[髪平均階調値-20~髪平均階調値+30]を適用し、髪部分を抽出する(⑩)。

図5の①~⑩で顔と髪位置を求めて、男女識別のための3つの特徴量である髪階調値、顔階調値、[髪画素数/顔画素数]を決定する。

現時点では自動化されていない目抽出部分の詳細を抜き出して図6に示す。

7. 識別実験

比較のために男女各々40人の近赤外線顔画像から手作業で求めた3つの特徴量の男女別平均値を表5に示す。

男女各々7人を対象に図5のフローチャートのプログラムにより自動的に3つの特徴量を検出して、leave One Out法で識別率を求めた結果を表6の各列の左欄に示す。比較のために右の欄には本来求めなければならない値を手動で求めた結果を示す。また、男女欄の最下行に識別率を、この上の行に各特徴量の平均値を示す。この表から、一番識別率が高いのは手動で求めた[髪画素数/顔画素数]の総合識別率92.9%であることがわかる。一方自動の場合は同じ特徴量での64.3%である。

顔平均階調値を使用した場合の識別率は良好な結果が得られていないが、頬部にテンプレートをかけて他の部分を排除することで識別率が向上することを確認している。しかし、この場合はテンプレート位置決め自動化などの困難があるために、本論文では顔全体を利用した。

最初には予測しなかったことであるが、[髪画素数/顔画素数]を利用した場合が一番識別率良好であった。しかし、問題となるのは男性がカラーリングしている場合である。しかし、この問題は他の特徴量を組み合わせることで回避できると考えている。

表6を見ると、自動値が手動値と大きく離れている場合がある。この理由として正しく髪と顔部分が抽出されていないことが考えられ、具体例を図7に示す。図7(a)の男性の髪抽出画像では髪以外に背景の戸棚の一部が抽出され、一方髪はほとんど抽出されていない。また、顔はかなりの部分が欠けている。(b)の女性の場合は髪と首元の着衣が連結されて抽出されている。顔の場合は、顔と一緒に背景にある戸棚の一部が抽出されてしまっている。

これらの理由として、顔抽出では照明条件が同一でも着衣

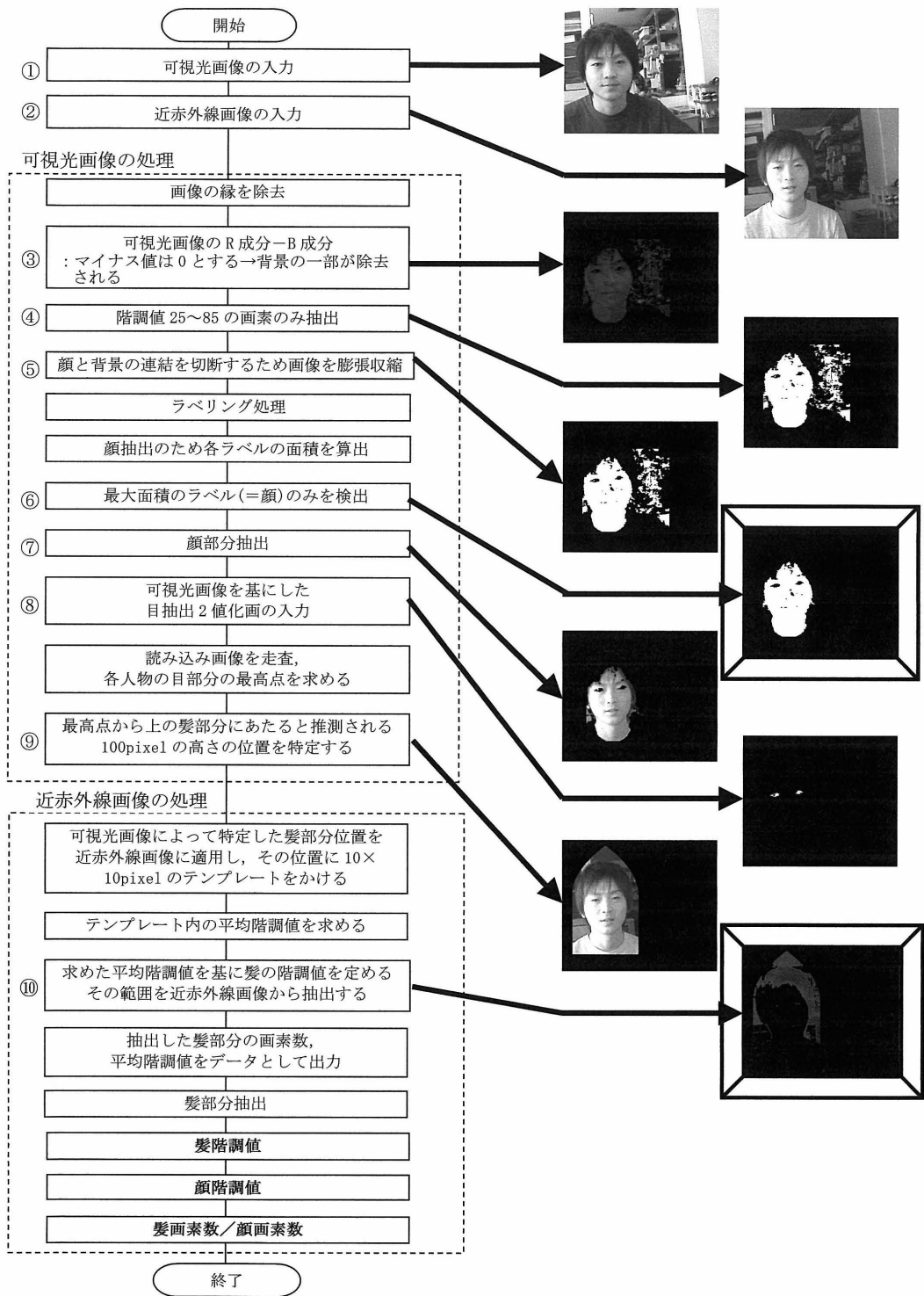


図 5 処理の流れ

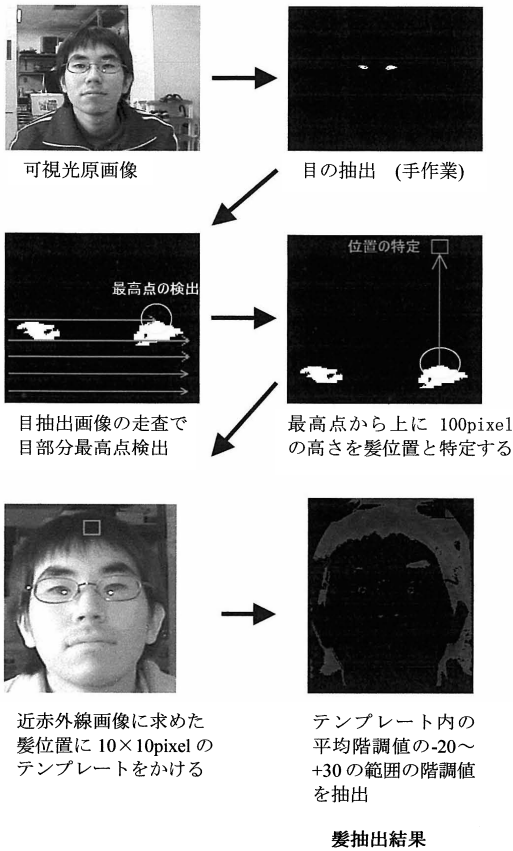


図6 目の位置を基に髪抽出を行うアルゴリズム

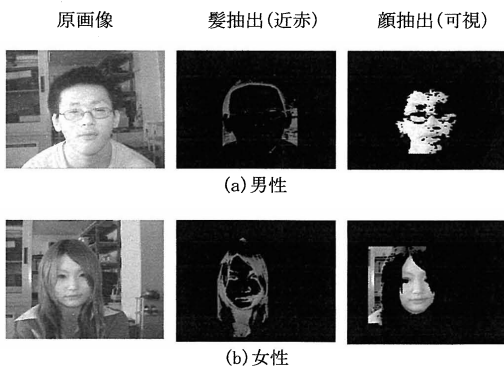


図7 抽出失敗例

表5 40人×2の特徴量の平均値 : 手作業

性別	髪平均階調値	顔平均階調値	髪画素数/顔画素数
男性	85.5	172.2	0.591
女性	107.1	180.2	0.988

女性の髪: 茶髪10名含む
男性の髪: 全員黒髪

表6 各特徴量による識別率と総合識別率 (7人×2)

特徴量						
	髪平均階調値		顔平均階調値		髪画素数/顔画素数	
性別	自動	手動	自動	手動	自動	手動
男性1	50.2	63.2	159.3	155.5	0.513	0.425
男性2	56.6	65.9	178	155.6	0.835	0.768
男性3	62.3	69.3	141.9	148.5	0.725	0.733
男性4	53.2	60.3	179.1	144.9	0.252	0.892
男性5	63.3	71.2	181.3	163.9	0.747	0.817
男性6	59.8	76.1	160.7	167.7	1.422	0.845
男性7	99.8	73.2	197.7	185.2	0.444	0.437
平均	63.6	68.5	171.1	160.2	0.706	0.703
識別率	71.4%	100.0%	57.1%	28.6%	85.7%	100.0%
女性1	62.0	77.9	114.6	156.7	1.747	1.832
女性2	70.9	89.1	178.9	180.3	0.937	1.792
女性3	81.3	112.9	185.3	178.3	0.828	1.901
女性4	79.2	97.8	173.2	154.2	0.762	2.706
女性5	71.8	81.7	145.1	157.1	1.307	1.383
女性6	98.3	111.5	171	164.2	2.105	1.918
女性7	60.6	65.3	161.3	157.3	0.895	0.571
平均	74.9	90.9	161.3	164.0	1.226	1.729
識別率	42.9%	71.4%	28.6%	28.6%	42.9%	85.7%
					総合	92.9%

女性の髪: 茶髪3名含む
男性の髪: 全員黒髪

による照明の反射や肌色の個人差により抽出されるべき階調値が変化することが考えられる。髪抽出では、カラーリングの個人差の問題があり、広く設定されたカラーリングの髪抽出階調値範囲に背景の物体が含まれる確率が高くなり、髪と連結して抽出されてしまうことがある。

これらを解消するためにはさらに他の手法を組み合わせる必要があると考えている。

8. むすび

今まで近赤外線分光器と近赤外線画像を利用して男女識別の基礎検討を行ってきた結果をもとに、自動化手法の検討を行った。その結果、自動化率約 80%を実現したが、一番良好な特徴量[髪画素数/顔画素数]を用いた場合の識別率達成度は 69.2%(=自動識別率/手動識別率=64.3/92.9)であった。このように低いのは前述したように現在、髪と顔抽出の抽出度が完全ではないためである。女性の場合男性に比較して、髪型、カラーリングの条件が付帯し、さらにその状態も個人差が大きい。したがって、これに対処する手法をさらに検討し、自動化での識別率向上を目指す予定である。

また、[髪画素数/顔画素数]のみの使用では、カツラや帽子着用の場合に誤識別が発生する。これに対応するために、顔検出後の目位置を基に男女の生体的特徴が一番反映する頬部のみの階調値を検出する手法を検討して、この頬階調値との組合せでの識別率向上を目指す予定である。

謝辞

本研究のために髪収集に協力いただいた、理髪店ブラージュ、美容室 Lab、美容室 PINEAPPLE(以上 4 店：栃木県小山市)と、理容店 QB ハウス東武動物公園駅店(埼玉県)に感謝致します。

文献

- [1] 西野聰, 大嶋建次, “近赤外線分光器を用いた男女識別の可能性検討”, 電気学会論誌文誌 C, Vol. 128, No. 7, pp1204-1211, 2008. 7.
- [2] 西野, 田島, 松村, “近赤外線分光的画像を用いた男女識別の基礎検討”, 電子情報通信学会, パターン認識・メディア理解研究会技術報告書(PRMU), PRMU2007, 2007. 12, (神戸大).
- [3] 西野, 長, “頭上からの撮影画像による男女識別の可能性検討”, 電気学会 2007 年全国大会講演論文集, 2008. 3, (福岡工大).
- [4] 大門一男, 「毛髪大全」, JBC アカデミー本部 2003.3(第 15 版).