

人物画像における重要度判定アルゴリズム

Algorithm for Analyzing Order of Importance of Persons in Images

正会員 景山陽一[†], 戸塚康皓[†], 佐藤瑞穂[†],
正会員 西田真[†], 正会員 白澤洋一^{††}, 大瀧健太^{††}

Yoichi Kageyama[†], Yasuhiro Toduka[†], Mizuho Sato[†], Makoto Nishida[†],
Yoichi Shirasawa^{††} and Kenta Ootaki^{††}

Abstract To pinpoint a specific person from two or more individuals per image stored in a database, the order of importance of all individuals in the image must be analyzed. An algorithm is proposed that can be used to automatically analyze the order of importance on the basis of face size and the placement of a face within an image. The relative values among the major person and the others are also calculated. The proposed algorithm includes four steps: detection of faces, acquisition of composition information, selection of the major person, and judgment of order of importance. Tests on 100 images suggest that the proposed algorithm is suitable for analyzing the order of importance of individuals per image.

キーワード：類似画像検索，構図情報，重要度，人物画像

1. ま え が き

近年、デジタルカメラなどの普及に伴い、手軽にスナップ写真を撮像することが可能となり、個人が所有する画像数は増加傾向にある。このため、膨大な画像データの中から個人の要求に適した画像の検索を目的として、類似画像検索に関する検討¹⁾²⁾が行われている。筆者らはこれまでに、人物が撮像された画像データベースを対象とし、個人が有する頭髪形状や顔器官の位置情報を用いた類似人物画像検索法について検討を加えてきた³⁾。しかしながら、複数人が撮像された画像においては、検出されたすべての人物を対象として検索を行っているため、ユーザの要求に適した検索が困難になる場合もある。したがって、複数人が撮像された画像の中から、重要度を判定して検索人物を絞り込むことは、検索効率の向上およびユーザの意図した検索に寄与すると考える。

一方、従来研究において、一般的なオブジェクトの位置

関係およびオブジェクトの大きさなどの構図情報を用いた検索手法⁴⁾⁵⁾が報告されている。しかしながら、一般的なオブジェクトを対象とし、構図情報から類似画像の検索を行っているため、オブジェクト毎の重要度は考慮されていない。また、人物画像を対象として構図情報から人物の存在感を算出する手法⁶⁾が報告されているものの、顔の大きさや画像を8分割して取得される位置情報(中心・端)を特徴量としており、多種多様な状況下で撮像された画像への適用は困難と考える。さらに、画像処理により自動的に存在感を算出するまでには至っていない。したがって、画像中の重要人物を基準とし、相対的な情報(顔の大きさ、位置情報など)を考慮した重要度判定法の開発が必要と考える。なお、人物を対象として画像処理により重要度判定を行う手法は、筆者らが調べた限りでは見当たらない。

そこで本論文では、画像における各人物の位置情報および大きさを表す構図情報から閲覧者が感じる各々の重要性の度合いを重要度と定義し検討を加えた。具体的には、複数人が撮像された人物画像を対象とし、構図情報および感性情報を用いた重要度判定アルゴリズムを提案する。

2. 使用画像データ

本論文では、通常室内環境下においてデジタルカメラを用い、複数人が撮像された人物画像(1024画素×680画素)を取得した。取得画像数は100枚で、使用画像データ中に含まれる人物の数は2~6人である。使用画像データ例を図1に示す。

2008年12月、冬季大会で発表

2009年5月28日受付、2009年6月29日採録

[†]秋田大学 工学資源学部 情報工学科

(〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町1-1, TEL018-889-2786)

^{††}株式会社アルファシステムズ

(〒211-0053 神奈川県川崎市中原区上小田中6-6-1, TEL044-738-4125)

[†]Department of Computer Science and Engineering, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University

(1-1 Tegata Gakuen, Akita 010-8502)

^{††}Alpha systems Inc.

(6-6-1 Kamikodanaka, Nakahara-Ku, Kawasaki-City, Kanagawa 211-0053)



図 1 使用画像データ例
Examples of image data used in the study.

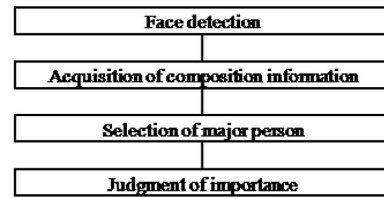


図 2 提案手法の流れ
Flowchart of the proposed method.

3. 構図情報を用いた重要度判定アルゴリズム

本論文で提案する重要度判定アルゴリズム (以下, 提案手法と表記する) の流れを図 2 に示す. 本論文では,

- (1) 画像全体から取得できる構図情報
- (2) 重要人物を基準として取得できる構図情報

の 2 種類の構図情報に着目した. なお, シーン自体が有する意味や意義は考慮していない. また, 実装には Willow Garage 社の画像処理ライブラリ OpenCV⁷⁾ を用いている.

3.1 顔検出処理

人物の重要度を判定するためには, 前処理として顔を検出する必要がある. 本論文では, “Haar 特徴に着目した顔検出法⁸⁾” を用いて顔の検出を行った. しかしながら, 上記手法のみでは顔以外のオブジェクトを誤抽出する場合を認めた. このため, 顔検出精度の向上を目的として, 筆者らがこれまでに提案した “色かぶりにロバストな肌領域抽出法⁹⁾” を併用し, 顔の検出を行った. 以下, 検出した顔領域を対象人物と表記する.

3.2 構図情報取得処理

使用画像データを対象として構図情報に関する調査を行ったところ, 対象人物の空間的位置関係は “横一列に並んで撮像されている状態 (以下, 横一列と表記する)”, ならびに “前後に分かれて撮像されている状態 (以下, 点在と表記する)” に大別される傾向を認めた. 具体的には, 横一列が使用画像データ 100 枚中 70 枚 (画像上部 66 枚, 下部 4 枚), 点在が同 30 枚である. そこで本論文では, 使用画像データを画像の中心を原点とする xy 平面と仮定し, 図 3 に示すように, 四つの領域 (領域 a~d) に等分割した. 次に, 対象人物が有する位置情報に着目し, “横一列” および “点在” の構図情報の判定を行った. 具体的には, 3.1 節で検出した顔領域の中心座標 (x,y) が位置する領域 (図 3 area a~area d 参照) を基に, 構図情報の判定を行った.

(1) 横一列の場合: 全対象人物の顔領域における中心座標が “領域 a,b(図 3 上部参照)” または “領域 c,d(図 3 下部参照)” のいずれか一方に分布している.

(2) 点在の場合: 対象人物の顔領域における中心座標が領域 a,b,c,d に点在している.

3.3 重要人物選定処理

検索対象を選定するとき, 画像中で最も重要度の高い人物 (以下, 重要人物と表記する) を選定し, さらに, 重要人

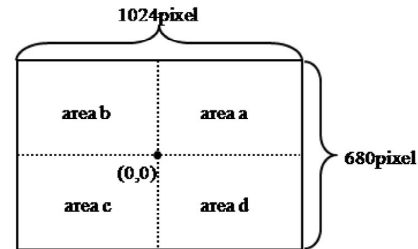


図 3 領域分割
Area segmentation.

物の情報を用いて他の人物の重要度を算出することは, 検索対象の選定を容易にすると考える.

重要人物となり得る条件について調査したところ, “画像の中央付近に位置 (100 枚中 80 例)” し, かつ “対象人物の顔領域の面積が大きい (同 77 例)” と言った傾向が認められた. そこで本論文では, 対象人物の空間的な位置情報に加えて, “原点から対象人物のユークリッド距離” および “対象人物の顔領域の面積” に着目して重要人物の選定を行った. さらに, 対象人物が二人のデータは 100 枚中 32 枚であったものの, その中の 20 枚では左 (写真中では右側) に位置する人物が重要人物と選定される結果を得た. これは, 通常, 私達が画像などを閲覧するとき, 左側から右側へ視線が移動することに起因していると考えられる. そこで本論文では, 上記内容を重要人物選定時の感性情報と捉え, 対象人物が二人または三人以上の場合で異なる処理を施した.

(1) 対象人物が二人: 対象人物の位置情報および面積を指標とし, 重要人物を選定した.

(i) 対象人物の顔領域における中心座標 (x,y) を基に, 各対象人物の左右の位置判定を行う.

(ii) 対象人物における顔領域の面積比較を行い, 面積が大きい人物を分母として面積の比率を算出する.

(iii) 処理 (ii) で算出した比率が 0.55 以上のとき, 左に位置する人物を重要人物と選定する. また, 比率が 0.55 未満のときは, 面積の大きい人物を重要人物と選定する. なお, 閾値を 0.30 から 0.70 まで 0.05 刻みで変化させて検討を行ったところ, 閾値が 0.55 のときに最も良好な結果が得られたため, この値を採用した.

(2) 対象人物が三人以上: 図 4 に示すように, 画像の中心に円を設定して, 対象人物の顔領域の中心座標が円内に含まれているとき, さらに “円内の対象人物の顔領域面

積が最大”かつ“平均面積以上”の条件を満たす人物を重要人物と選定した。なお、構図情報(3.2節参照)を参照して、(i)横一列の場合は楕円(長軸半径340画素;短軸半径150画素)を設定し(図4;楕円参照)、(ii)点在这种情况下は正円(半径150画素)を設定(図4;正円参照)した。

上記条件を満たさない場合、構図情報(3.2節参照)を用いて重要人物の選定を行った。選定条件を以下にまとめる。

(i)横一列の場合:原点から対象人物までの最小ユークリッド距離を有する人物

(ii)点在这种情况下:顔領域が最大の面積となる人物

3.4 重要度判定処理

上記処理により選定された重要人物を基準とし、他の人物(以下、着目人物と表記する)の重要度を判定した。なお、構図情報(3.2節参照)により処理を分岐させている。

(1)横一列の場合:“距離”および“面積”を指標とし、重要度 R_h を(1)式を用いて算出した。

$$R_h = \left(1 - \frac{kyori}{D}\right) \times area_h \times 100 \quad (1)$$

ここで、

- ・ $kyori$:重要人物と着目人物のユークリッド距離
- ・ D :画像から得られる最大ユークリッド距離(画像(1024画素×680画素)の斜線)

- ・ $area_h$:着目人物の面積を重要人物の面積で除した値である。

(2)点在这种情况下:重要人物を基準とした“位置情報”,“面積”および“座標”を指標とし、重要度 R_d を(2)式を用いて算出した。なお、位置情報とは図5に示すように、重要人物の中心座標を原点(図5;白点参照),横幅の長さ半径とした同心円(正円)を作成し,着目人物の中心座標(図5;灰点参照)が位置する円の領域番号を指す。

$$R_d = \frac{circle_n}{max_d} \times area_h \times 100 \quad (2)$$

ここで、

- ・ $circle_n$:同心円の最大数(図5;数字(1~5)参照)から同心円の領域番号(図5;英字(A~D)参照)を引いた値。例えば、Cの場合、5(同心円数)-2(領域番号)で値は3となる。

- ・ max_d :同心円の最大数である。

さらに、着目人物および重要人物が有する顔領域の中心座標(x,y)がともに、“領域a,b(図3上部参照)”または“領域c,d(図3下部参照)”のいずれか一方に分布しているとき、着目人物は重要人物との関連が高いと仮定し、算出した重要度 R_d に対して重みを付加した。例えば、図5に示すAとDは同一領域(c,d)に存在するため、Dに重みが付加される。なお、1.0から1.5まで0.1刻みで値を変化させて検討を行った結果、本論文では重みの値を1.2に設定した。

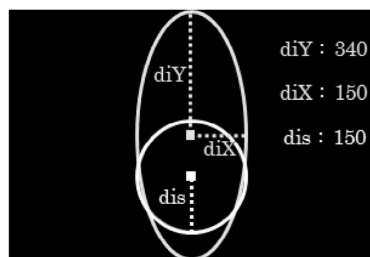


図4 重要人物判定に用いた円
Circle of judgment of major person.

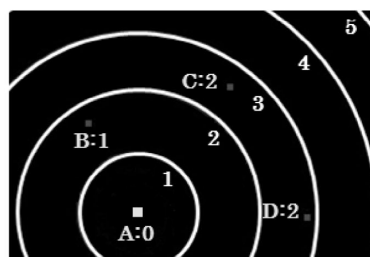


図5 重要人物を基準とした同心円
Concentric circle on the basis of major person.

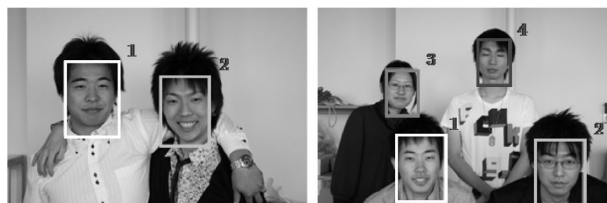


図6 提案手法の処理結果例
Experimental results with the proposed method.

以上の処理を施した結果、値の大きい人物ほど重要度が高いと仮定し順位付け(1~n(nの最大値:6))を行った。

4. 重要度判定に関する実験

4.1 重要度判定の評価方法

提案手法の有用性について検討を行うため、重要度判定に関する評価を行った。実験の手順を以下にまとめる。なお、使用画像データ100枚から検出された顔領域262例(検出率約87.3%)を対象として評価を行った。

(1)被験者は12名(年齢:20~24歳;性別:男性10名,女性2名)とし、使用画像データ中の対象人物について1~n(nの最大値:6)の順位付けを行う(以下、主観評価と表記する)。なお、値が小さいほど順位は高いことを意味している。また、画像中の対象人物と被験者との間に面識はない。

(2)手順(1)および提案手法から得られた結果を比較し、主観評価に対する提案手法の一致率(%)を算出する。

4.2 実験結果および検討

提案手法による処理結果および重要人物選定の評価結果を図6および表1にそれぞれ示す。なお、表1の評価結果は、主観評価で得られた重要度1位の人物に対し提案手法で得られた各重要度の割合を指している。提案手法では、100枚中73枚(73%)の画像において、重要人物(First)の

表 1 重要人物選定に関する評価結果
Evaluation result of selection of major person.

	First	Second	Third or under
success rate	73/100(73%)	22/100(22%)	5/100(5%)

表 2 重要度判定に関する評価結果
Evaluation result of analyzing order of importance.

	All images	Success of major person
success rate	63/100(63%)	63/73(86.3%)

選定が正しく行われていることがわかる。また、重要度 2 位 (Second) としては 22 枚を選定しており、合計 95 枚 (95%) の画像において、重要と判断される人物の選定が良好に行われていることが明らかになった。以上の結果は、画像の構図情報を用いて、複数人が撮像された人物画像から重要人物を選定することが可能であることを示唆している。

次に、主観評価および提案手法による重要度判定結果の完全一致率を表 2 にまとめる。提案手法では、100 枚中 63 枚 (63%) の画像において、主観評価と完全に一致した順位付け (1~n 位, n の最大値: 6) の行われていることがわかる。また、重要人物の選定が成功した場合 (表 1 の First 参照) に絞って評価を行ったところ、73 枚中 63 枚 (86.3%) の画像において、順位付けの正しく行われていることが明らかとなった。

提案手法の失敗事例について調査したところ、“目を瞑る”、“視線がずれている”と言った場合、構図情報に関わらず当該対象人物の重要度は低いと主観評価では判定され、提案手法による評価と一致しない傾向が認められた。また、本論文で対象とした顔領域 262 例の中で、「横向き (片目のみが撮像された状態)」と判断されたのは 5 例存在した。その中で提案手法と主観評価で異なる評価となったのは 2 例である。対象データの増加に伴い、顔の方向に起因して重要度の変化する事例も増加すると予想される。したがって、構図情報に加えて、ユーザの指向を考慮した処理を施す必要がある。

5. む す び

本論文では、構図情報および感性情報を用いた重要度判定アルゴリズムを提案した。その結果、(1) 画像全体から得られる構図情報に着目した重要人物選定処理では、73%の精度を有すること、(2) 重要人物を基準として得られる構図情報に着目し、画像中のすべての対象人物を対象として行った重要度判定処理では、63%の精度を有すること、(3) 特徴量として構図情報および感性情報を用いることで、画像中のすべての対象人物について重要度を判定可能であることを明らかにした。

今後は、判定した重要度を考慮して検索対象となる人物を選定する処理について検討を加える予定である。

最後に、本研究の遂行に協力下された本学情報工学科石沢千佳子助教、高橋毅技術専門職員、ならびに株式会社ア

ルフアシステムズ関係各位に感謝申し上げます。

〔文 献〕

- 1) 片山紀夫, 佐藤真一: “類似検索のための索引技術”, 情報処理, **42**, 10, pp.958-964 (2001)
- 2) 吉川正俊, 植村俊亮: “マルチメディアデータのための索引技術”, 情報処理, **42**, 10, pp.953-957 (2001)
- 3) 戸塚康皓, 景山陽一, 西田眞, 白澤洋一, 大瀧健太: “類似画像検索を目的とした特定人物の判別に関する検討”, 平 20 第 1 回情報学東北支部研究, **12** (2008)
- 4) 高橋友一, 島則之, 岸野文郎: “位置情報を手がかりとする画像検索法”, 情報学論, **31**, 11, pp.1636-1643 (1990)
- 5) 西山晴彦, 松下温: “画像の構図を用いた絵画検索システム”, 情報学論, **37**, 1, pp.101-109 (1996)
- 6) 梅田恭子, 滝藤慎介, 野崎浩成, 江島徹郎: “デジタル写真における児童生徒の存在感を表すメタデータの提案”, 日本教育工学論文誌, **31**, 3, pp.327-335 (2007)
- 7) Willow Garage Web Site, <http://www.willowgarage.com/>
- 8) P.Viola and M.J.Jpmes, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features”, IEEE CVPR (2001)
- 9) 大瀧健太, 白澤洋一, 西田眞: “ホワイトバランスの変化にロバストな肌領域抽出法に関する検討”, 平 19 信学ソ大, A-4-21 (2007)



かげやま よういち
景山 陽一 1997 年, 秋田大学大学院鉱山学研究科博士前期課程修了。同年, 秋田大学助手。2001 年, 講師。2004 年, 助教授。現在, 秋田大学工学資源学部情報工学科准教授。リモートセンシングデータの解析技術とアルゴリズムの開発, 情景画像における物体認識に関する研究に従事。博士 (工学)。正会員。



とづか やすひろ
戸塚 康皓 2007 年, 秋田大学工学資源学部情報工学科卒業。2009 年, 秋田大学大学院工学資源学研究科博士前期課程情報工学専攻修了。同年, 新日鉄ソリューションズ (株) 入社, 現在に至る。在学中は画像データベースを対象とした類似人物検索法の開発に関する研究に従事。



さとう みずほ
佐藤 瑞穂 2008 年, 秋田大学工学資源学部情報工学科卒業。同年, 秋田大学大学院工学資源学研究科博士前期課程情報工学専攻入学, 現在に至る。重要度を考慮した人物抽出法の開発に関する研究に従事。



にしだ まこと
西田 眞 1974 年, 秋田大学鉱山学部電気工学科卒業。同年, トヨタ自動車工業 (株) 入社。1975 年, 秋田大学鉱山学部助手。講師, 助教授を経て, 1996 年同教授。2007 年総合情報処理センター長。2008 年工学資源学部長, 現在に至る。リモートセンシングデータの解析技術とアルゴリズム, 画像情報応用および知識情報システムの研究に従事。工学博士。正会員。



しらすわ よういち
白澤 洋一 2003 年, 秋田大学大学院鉱山学研究科博士前期課程修了。2006 年, 秋田大学大学院工学資源学研究科博士後期課程修了。同年, (株) アルファシステムズ入社, 現在に至る。人物画像処理の研究に従事。博士 (工学)。正会員。



おおなぎ けんた
大瀧 健太 2006 年, 東北大学大学院理学研究科博士前期課程修了。同年, (株) アルファシステムズ入社, 現在に至る。人物画像処理の研究に従事。