

視線軌跡を用いた顔写真の自動選別システムの試作

中村亮太[†] 井上亮文^{††} 岡田謙一^{†††} 市村哲^{††}

今日、就職の面接やお見合いなどで用いられる個人写真はスピード写真機や写真屋で撮影されることが多い。しかしながら、撮り直しができないことや気に入らない写真が出力されてしまうことが多いという問題がある。従来、画像認識による客観的な評価によって写真を選別する技術は存在するが、ユーザの好みなどの主観的評価を反映することはできていない。ユーザの好みに合った写真を的確に選ぶためには、ユーザの好みを推定する新たな仕組みが必要である。そこで本稿では視線を用いた顔写真の自動選別システムを提案する。本システムでは写真閲覧時の視線の軌跡を用いて好みの写真を自動的に選択することが可能である。

An Automatic Photo Selection Method Using Eye Movement

Ryota Nakamura[†] Akifumi Inoue^{††} Ken-ichi Okada^{†††} Satoshi Ichimura^{††}

Recently, the photograph of user's face used to job-interview and marriage meeting is often taken in the instant photograph machine or the photograph shop. However, the user cannot retake and users might not like the photograph. Although there are technologies that evaluate the photograph by using the image recognition, they cannot consider the user's subjective evaluation. To choose a corresponding photograph to user's preference accurately, a new mechanism to presume user's preference is necessary. So, we propose the automatic selection system of the photograph by using eye movement. Our system can automatically select the photograph of user's preference by using direction of eyes when the user is looking at the photograph.

1. はじめに

個人写真は就職、面接など様々な場面で使われるため、スピード写真撮影機のニーズは高い。しかしながらスピード写真機では取り直しが制限されていることや撮影中どのような写真が撮れているのかを確認できないため、目を瞑っている写真や撮影された表情が気に入らないなど、意図した写真と異なったものに仕上がってしまうことが多い。従来技術として目や口などの形状を画像認識することによって笑顔を検出し、シャッターチャンス撮影者に伝えるシステムや、瞬きを検出し、目つぶりを防止するシステムが存在している。しかしながら、撮影された写真の善し悪しを目や口の形状などの客観的指標だけで判断することは誤差が大きく、また就職面接に使う写真と、プライベートで友人等に見せる写真では求められる表情が異なるように使用目的に応じて写真の評価基準が異なるため、コンピュータがこれをおこなうことは難しいと考えられる。

そこで、本研究ではユーザの視線情報を用いて写真の選別を自動的におこなうことが可能なシステムを

提案する。視線情報は見る人の興味・関心を表すものであり、興味があるものほど長い時間注視する[1]。写真閲覧時の視線を観察したところ、視線は初めに目の部分に移動し、そのあと鼻、口、眉毛、毛髪、顎部分などへ転々と注視する領域を移動させた。また、2枚の写真と同時に提示したとき、被験者は目や口、髪型など2枚の写真間で形状が大きく異なる部分を特に注視する傾向がみられた。また、どちらの写真も多く注視するか観察したところ、好みの写真の方をより多く注視していることが分かった。著者らはこの視線情報を用いて使用者ごとの気に入った写真を自動的に選別することが可能な手法を考案し、プロトタイプシステムの構築をおこなった。

本システムでは、最初にデジタルビデオカメラを用いて顔部分の動画を撮影し、動画の中から一定間隔ごとに複数枚の写真の切り出しをおこなう。次にユーザに眼球運動測定装置を装着させ、切り出された複数枚の写真モニター上に表示し、表示された写真を閲覧させる。得られた視線データを基に表示された写真の中で一番良いと想定できるものを判別する。判別の基準は「見比べる視線の移動が確認できた場合、基点となった写真の優先度を1つあげる」、「優先度の一番高い写真を最終的な候補とする」、「同じ優先度のものがあつた場合、それらの中で一番長い時間みている写真を最終的な候補とする」の3点である。

本システムを評価した結果、ユーザが選んだ好みの写真を75%の確率で検出することができ、システム

[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Keio University

^{††} 東京工科大学コンピュータサイエンス学部

School of Computer Science, Tokyo University of Technology

^{†††} 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

の有用性を確認した。

2. 背景

2.1 従来の撮影方法

現在、就職の面接等やお見合い、入学試験や資格などあらゆる場面で顔写真が使用されており、その都度、スピード写真撮影機や写真屋で撮影をおこなっている。

スピード写真は安い料金ですぐに撮影ができる点と、自分で表情をある程度作れるといった利点があり、また、写真屋は自分が気に入るか、そうでないかはわからないが、客観的に見て良いといえる写真ができるはずである。一方、次のような短所もある。

スピード写真は光の当たり方や、顔の角度等自分では調整しにくく、暗い顔や変に白い顔になってしまう場合が多い。また、写真屋では、カメラマンの指示に従うだけで自分がどのように撮られているかがまったくわからないため、最終的に納得できないものが出てしまう可能性がある。

2.2 関連研究

目や口などの形状を画像認識することによって笑顔を検出し、シャッターチャンス撮影者に伝えるシステム[2]や、瞬きを検出し、目つぶりを防止するシステム[3]が存在している。しかしながら、これらのシステムは登録されたパターンに基づいて判断し、処理を行っているだけであり、ユーザが気に入るか気に入らないかは重要視していない。また、目や口の形などの客観的な指標だけを基準に判断するコンピュータが行うことは非常に難しく、さらには使用目的に応じて写真の評価基準は異なる。例えば、就職面接に使う写真と、プライベートで友人等に見せる写真では求められる表情が異なったものになる。

2.3 視線

視線はまなざしともいわれ、生体と外界の環境の接点として重要な役割を果たしている。外界の情報を視野中心部で捉え、その詳細を中枢に伝える機能とともに、眼差しには人と人との会話における言葉では伝えられない微妙な感情的側面を伝える機能もある。注視点に到達する直前の視線挙動について考えると目的の対象（注視点）へ向かっている時の視線挙動は、目的なく探索している時や浮遊している時の挙動と比べ、明らかにその特徴、性質が異なる。

また、熟練度や慣れによる視線運動の違いも大きい。中でも運転時の視線運動は運転者の熟練度によって大きく異なってくる。熟練者ではルームミラーやサイドミラー、周囲を満遍なく見る動きをするが、初心者では前方を注視することが大きくなる[4][5]。

2.4 眼球測定器

眼球測定にはナックイメーজテクノロジーのアイマークレコーダ EMR-8B[6]を使用した。帽子に視線カ

メラとユーザの眼球運動を撮影するカメラがあり、付属ソフトにより PC 等からリアルタイムにデータを解析できる(アイマーク、停留点、瞳孔反応、輻輳等のデータの一覧表示、アイマークの軌跡表示、時間変化グラフ表示、回数分析や頻度分析など)。眼球運動測定器である EMR-8B は様々な用途で用いられている。

人間工学の分野では視線データを解析することにより製品などを評価する研究や、眼球運動から人間の特性などを解析する研究などに利用されている。例えば前者では、装置のユーザーインターフェースの評価をしたり、自動車運転者の視線を計測して注意力の評価をしたり、販売店での製品の配列評価に視線情報を利用したりされている。

また、読書時の眼球運動特性の研究、立体映像を観察しているときの視線の分析、熟練者と初心者の視線の動きの比較分析等を例として挙げられる。心理学、医学の分野では眼球運動そのものの研究や意識、認知、情動に関連する研究などに利用されている。また、特定の疾病を判定する研究なども行われている。スポーツ科学や教育の分野では、選手や審判の視線を分析して技能の向上に役立てたり、熟練者の着目点を分析して研修者の技能修得に役立てたりといったことに利用されている[7]。

3. 写真視聴時の視線の動き

視線の軌跡からユーザの好みの写真を推定するために、被験者に本人の顔写真を閲覧させ、そのときの視線の軌跡を観察した。図1のようにディスプレイに被験者自身の顔写真を提示し、眼球測定器を装着しながら閲覧させ、視線の軌跡を測定した。

3.1 実験方法

被験者 10 名に対して以下の実験を行った。事前にデジタルカメラで撮影した被験者本人の写真 2 枚(被験者が事前に選択した好みの写真と好みでない写真)を用意し、眼球運動計測装置(Nac 製 EMR-8B)を頭部に装着した状態で閲覧させた。

写真の提示方法を 2 パターン用意し、初めに好みの写真と好みでない写真を 1 枚ずつ順に提示した。次に 2 枚の写真を図 1 のように並べて同時に提示した。なお、被験者には特に閲覧方法を指定せず、自然に閲覧させた。

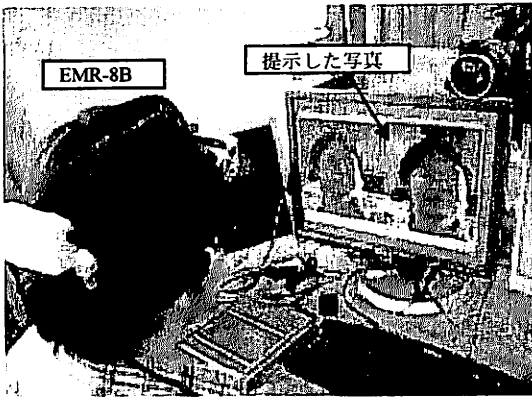


図1. 実験風景 (2枚を同時に提示しているとき)

3.2 実験結果・考察

1枚ずつの写真を提示したとき、被験者の視線は初めに目の部分に移動し、そのあと鼻、口、眉毛、毛髪、顎部分などへ転々と注視する領域を移動させた。ヒアリング調査にて被験者にどのように写真を見ていたか確認したところ、目の部分を見た後に写真内で気になる箇所を多く注視していたという意見が多かった。それは普段、鏡などで見慣れている顔や髪型と比較して、大きく異なっていた部分があった場合、その部分が気になり、頻繁に注視していたということが多かったようである。被験者ごとに普段から気にしている箇所が異なっていたため、その人がどの箇所を普段から気にかけているのか知ることができるかと思われたが、気に入っている部分を頻繁に注視したという意見も少なくなく、一概に注視の頻度から気になる箇所を推定することは難しいと思われた。また、好みの写真と好みでない写真で視線の軌跡に違いが表れるか観察したが、両者の軌跡にほとんど差はなく、どちらの写真が好みであるか判定することはできなかった。

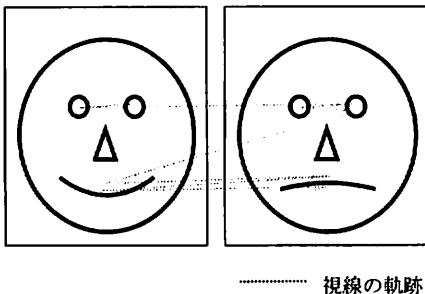


図2. 視線の軌跡 (2枚提示のとき)

一方、2枚の写真と同時に提示したとき、被験者は目や口、髪型など2枚の写真間で形状が大きく異なる部分を特に注視する傾向がみられた。図2に示したように2枚の写真の間で視線を往復させ、顔のパーツご

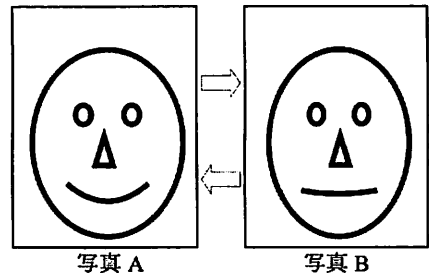
とに比較するように注視領域を移動させた。特に形状が大きく異なる箇所を比較する傾向があり、図2の場合のように口の形状が異なればその部分を多く注視していた。また、どちらの写真を多く注視するか観察したところ、好みの写真の方をより多く注視していることが分かった。これは心理的な側面から判断して、好きなもの、つまり興味のあるものをより多く注視する傾向と一致する[1]。ヒアリング調査においても好みの写真の方を頻繁に見たと全被験者が回答した。

3.3 好みの写真の判別方法

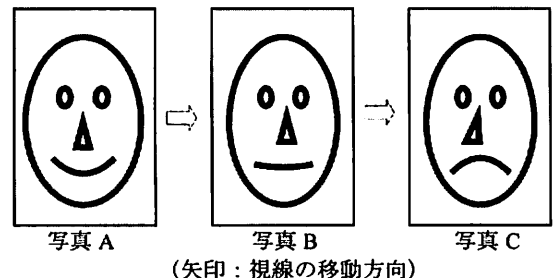
以上のように2枚の写真と同時に提示したとき、好みの写真をより多く注視することが分かった。このことが3枚以上の写真を同時に提示し場合でも当てはまるかどうか確認するため、ディスプレイに同時に表示したときに十分顔の判別が可能なサイズになる8枚を提示し、同様の実験をおこなった。

提示する写真がすべて同じような顔の写真であった場合は被験者が好みの写真を選ぶことが困難であると思われたため、提示するために用意した8枚の顔写真は撮影時に顔の向きを上下左右に傾けたり、表情にも変化を加えたりするなど、なるべく似たような写真にならないように心がけた。

実験の結果、2枚を比較したときと同様、好みの写真を最も多く注視するケースが非常に多かった。また、注視の頻度数に加え、視線の往復運動中の軌跡に着目したところ、好みの写真に選ばれた写真を見ている視線の軌跡には次のような傾向があった。



写真A 写真B
(矢印：視線の移動方向、上の矢印が先)
図3. 視線の軌跡による好みの写真選び1



写真A 写真B 写真C
(矢印：視線の移動方向)
図4. 視線の軌跡による好みの写真選び2

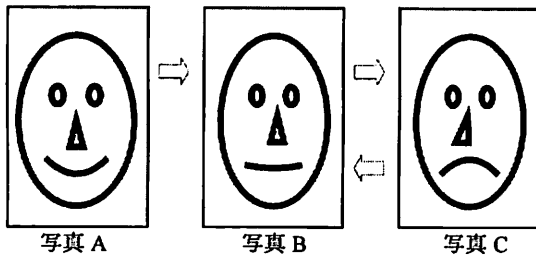


図 5. 視線の軌跡による好みの写真選び 3

- ① 図 3 のように 2 枚の写真 A, B の間で A→B→A のように始点と終点が等しい場合, 写真 A は好みの写真候補になる
- ② 図 4 のように 3 枚の写真 A, B, C の間で A→B→C のように始点と終点が等しくない場合, どの写真も好みの写真候補にならない
- ③ 図 5 のように 3 枚の写真 A, B, C の間で A→B→C→B と始点と終点が等しくないが, 終点 B は一度通過した点であるため, 写真 B は好みの写真候補になる
- ④ 繰り返し①の視線移動が起きた場合, 候補の度合いを高める
- ⑤ 候補の度合いが一番高いものを最終的な候補とする
- ⑥ 同じ度合いの候補が存在した場合, 注視時間を比較し, 長いものを最終的な候補とする

上記のように, 写真 A と写真 B を見比べた場合, 基点となった方を候補として考える。見比べるという行為は興味の表れであるため, この作業が多いほどその写真への興味は高いことになる。興味を持っている写真というのはユーザーにとって気に入ったものである可能性が高く, 見ている時間が長い写真というのも興味を持った写真であるといえる。このことから①～⑥の方法を用いればユーザーの気に入った写真を判別できるものと考えられる。

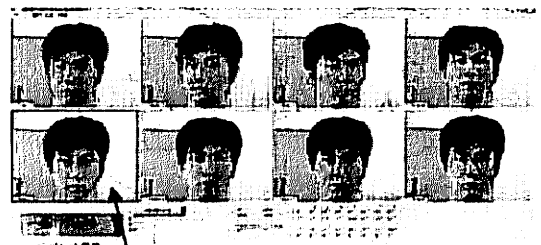
4. プロトタイプシステムの実装

定義した好みの写真を選択する方法が有効であるか確認するために, 視線の軌跡を基に好みの写真を自動選択するプロトタイプシステムを実装した。以下にシステム全体の流れを示す。

- (1) デジタルビデオカメラで顔を動画撮影する
- (2) 動画の中からシステムが 8 枚(8 フレーム)の静止面を選択し, モニタに表示する
- (3) 眼球運動計測装置を装着し, キャリブレーションを終えた後で, (2)にて選ばれた 8 枚の静止面を閲覧しながら, 視線を測定する
- (4) 取得した視線データからユーザの好みの静止面一枚を自動的に選別する

撮影時間は約 20 秒と設定し, 一定時間間隔で自動音声による顔の向きを変化させるための指示を出し, 撮影をおこなう。なお, カメラから視線をはずしてしまうと良い写真は撮れないため, カメラ視線のまま少しだけ顔を傾けるように指示を出した。また, 急激に顔を動かしてしまうとブレた静止面になってしまうため, ゆっくり顔の向きを変えさせるように心がけた。静止面は撮影した動画の中から音声指示を出した直後のフレームを抜き出し, 保存される。これを 8 回繰り返し, 保存した 8 枚の静止面はディスプレイに 4 列×2 行(図 6 参照)で表示される。ユーザは眼球測定をおこなう前に, 簡易的なキャリブレーション作業をおこなう。作成したキャリブレーションツールを用いてディスプレイの四隅を順に注視し, 視線の x,y 座標とディスプレイ上の座標を対応付ける。測定は片眼でおこなわれ, 測定されるデータは x,y 座標と瞳孔の径 p(mm)である。p 値によって瞬きが発生した時刻を確認できるため瞬きによるノイズは除去される。(4)では 8 枚の静止面ごとの注視時間の合計と見比べる動作で好みの写真候補になる度合いから判別作業を行うようになっている。

図 6 に実行画面を示す。上記のとおり 8 枚の写真が 4 列×2 行で表示される。この例では左下の 5 番目の写真をシステムが好みの写真として選択している。



システムが選択した写真

図 6. プロトタイプシステム実行画面

5. 評価実験

被験者 8 名 (大学生 男 8 名) にシステムを使用させ、正しく好みの写真が選ばれるか、また、システムに対する意見を調査した。被験者にはシステム使用后、8 枚の写真の順位をつけさせ、システムが選んだ写真と比較した。

5.1 評価実験結果・考察

評価実験の結果を表 1 に示す。表 1 はユーザが決定した順位ごとの正答率が被験者全員の平均で表したものである。ユーザが 1 位に選んだ写真をシステムが正しく選択できた確率は被験者全体で 25.0% となった。また、2, 3 位ともに 25.0% の確率となった。4, 6, 8 位を当てた確率は 0% であるが、今回構築したシステムは 1 位を検出するために設計されているため、そもそも順位まで正確に求めることができない。

1 位に対する正答率が低いように思われたが、被験者のアンケート結果から 1 位から 3 位までの写真にはそれほど差がないため、順位をつけることが困難であったという意見を多く得た。つまり、1 位から 3 位辺りまではどれも好みの写真であり、そのうちのどれか一つでもシステムが選択できたと考えれば 75% の確率で被験者の好みの写真を選択できたことになるため、システムの有用性を確認することができたと考えられる。

表 1. 評価結果

順位	確率(%)
1	25.0
2	25.0
3	25.0
4	0
5	12.5
6	0
7	12.5
8	0

} 75%

また、被験者に 1 位から 3 位までの写真を「なぜその写真を選んだか」調査したところ、「顔全体のバランスが良い」、「表情が自然である」といった全体的に見て良いと判断した者がいたのに対し、「髪型が気に入っている」「目の形が良い」「顎の形が良い」など全体ではなく一部分に固執して評価する被験者もいた。

その他、本人と他人との順位付けには違いがあることが分かった。ある被験者 A の順位付けを被験者 B におこなわせたところ、被験者 A 本人が付けた順位とは異なる結果になった。したがって評価する人物が異なれば写真の評価も当然変わってくるため、一概にユーザの本意で好みの写真を決定するよりも客観的な指標で評価を加える必要があるのかもしれない。例えば、女性と男性では見方や価値観に差が出るのが予測されるため、お見合いなどに用いる写真は本人が選

ぶのではなく、異性に評価させた方が相手に好印象を与える可能性がある。

以上のように用途によって写真を評価する人を適宜変えた方が良い場合があるかもしれないが、いずれにせよ視線を用いることで、評価する人の意図を直接捨うことができるため、視線による写真の選別方法は有効であると思われる。

6. まとめ

本稿では視線を利用して自動的に好みの写真を選択するシステムの提案、プロトタイプシステムの構築を行い、システムの有用性について評価実験をおこなった。評価実験の結果、本システムを用いることで、ユーザの好みの写真を選び出せることが確認できた。今回は個人の顔写真に特化したのが、顔写真だけでなく、風景写真や絵画などに対しても視線から自動的に評価をおこなえる可能性がある。今後はさらに視線データの分析を進め、より選別精度の高いシステムの設計をおこなう予定である。

参考文献

- 1) 芋坂良二, 中溝幸夫, 古賀一男, "眼球運動の実験心理学," 名古屋大学出版会, pp33-54, 1993.
- 2) 笑顔認識や目つぶり防止技術
<http://dc.watch.impress.co.jp/cda/other/2005/10/26/2569.html> 2007/1/9 アクセス.
- 3) 助川, 佐藤, 岡崎: "目つぶり排除機能をもつ顔撮影システム", 画像認識システム, Vol.J84-D2 No.6, pp.1053-1060, 2001.
- 4) 石若卓夫, 齊藤 浩, 坂田雅男, 岡林 繁, "視線計測技術の動向と車両への応用," 自動車技術誌, vol49, no.7, pp.7-13, 1995
- 5) 坂口靖雄, 中野倫明, 山本 新, "自動車運転中のドライバの視線検出," 信学技報, PRU95-28, 1995.
- 6) アイマークレコーダの基礎知識, 原理, 仕様
<http://www.eyemark.jp/> 2007 4/19 アクセス.
- 7) 伴野 明, 岸野文明, 小林幸雄, "瞳孔の抽出処理と頭部の動きを許容する視線検出装束の試作," 信学論 (D - II), volJ-76-D-II, no.3, pp636-646, March 1993.