

# 誘目性評価地図によるプライバシー侵害顔画像の置き換え

相川和也<sup>†1</sup> 酒澤茂之<sup>†1</sup> 田坂和之<sup>†2</sup> 柳原広昌<sup>†2</sup>

**概要:** 現在、写真や動画共有サイト等の SNS の普及に伴い、一般ユーザの投稿画像に被写体とは関係のない不特定多数の人物が写ってしまうプライバシー問題が存在している。例えば、観光地での写真、イベントの様子の写真、自身を被写体にした写真の背景に他人が写ってしまう事例があげられる。できるだけ写真の雰囲気や趣向を壊さずにプライバシーを守るためには、顔を置き換える事が考えられるが、誰の顔を使って置き換えればいいのかという問題が生じる。そこで本研究では、顔を覚えてもらいたい人物、例えばタレント、アイドル、芸人など顔を知ってもらいたい職業の人の顔で置き換える「顔広告」のコンセプトを提案する。この時、背景の顔の中から広告効果の高い順番に置き換える対象を選ぶため、各顔領域の誘目性評価地図のスコアによる順位付けを行う。誘目性評価地図による順位と人間の目視による順位を比較した結果を報告する。

**キーワード:** プライバシー保護, 顔画像, 誘目性評価地図

## Face Replacement of Privacy Infringing Pictures according to Saliency Map

KAZUYA AIKAWA<sup>†1</sup> SHIGEYUKI SAKAZAWA<sup>†1</sup> KAZUYUKI TASAKA<sup>†2</sup>  
HIROMASA YANAGIHARA<sup>†2</sup>

**Abstract:** This paper focuses on a privacy issue on facial images which are uploaded and published in SNS and/or image sharing sites without any consent of a party. The best way to protect privacy without destroying a photograph's atmosphere is to replace faces of unintended subjects. The question is whose faces are to be used for the replacement. Here, we propose a concept "face ad", where the faces are replaced using entertainers faces those are provided to increase their awareness. It raises a new technical requirement: to find out the most conspicuous face, that is, the face with highest advertisement value. We have conducted an evaluation experiment to discover such a face using several saliency maps, and report the comparison result with human subjective evaluation.

**Keywords:** Privacy protection, facial images, saliency map

### 1. はじめに

現在、広く使われている SNS、写真共有サイト、動画共有サイトにおいて、一般ユーザが撮影した写真の一部に不特定多数の人物が写った状態のまま投稿してしまうプライバシー問題が存在している。その問題に対して現状存在する解決策として、写ってしまった第三者の顔にぼかしを加えたり、モザイク、ステッカーと呼ばれる顔のイラストを上から貼ったりすることで顔を見えなくする対策がある。しかし、これらの手法は画像そのものの雰囲気が壊れてしまい、写真の閲覧者に綺麗な形で写真を公開できなくなる問題点がある。さらに、このような対策をするのは撮影者のマナーによって成り立っているものであり、実際にはマナーを守れない投稿写真がたくさん存在する。これらの現状を踏まえて、写ってしまった第三者(モブキャラ)の顔を、顔を売りたい人物の顔へ広告として置き換

えて顔を隠す「顔広告」を提案する。顔を売りたい側から広告料を貰い、そして、顔を置き換えてくれた側へ分配する。こうすれば、撮影者は積極的に第三者のプライバシーを守るようになり、こうしたプライバシー問題が円滑に解決できる。

### 2. 従来のプライバシー侵害対策

現状、顔を隠す対策として容易に利用できる手法には以下のものがある。一つは平均化フィルタを用いて顔をぼかして隠す「ぼかし」。顔の部分だけの解像度を落としモザイク状にして顔を隠す「モザイク」。顔に絵文字イラストを上乗せして隠す「ステッカー」が挙げられる。しかし、加工された画像を閲覧する際に、画像の雰囲気が壊れて画像が汚く見え、閲覧する側にその場の雰囲気を伝えられないことが難点である。この問題を解決する手段の一つに、違う人物の顔で置き換える「顔置き換え」が考えられる。しかし、この手段だと、どの人物の顔で顔を置き換えるか新たに問題が生じてくる。

<sup>†1</sup> 大阪工業大学  
Osaka Institute of Technology

<sup>†2</sup> 株式会社 KDDI 総合研究所  
KDDI Research, Inc.

### 3. 提案するプライバシー保護システム

#### 3.1 顔広告のコンセプト

顔置き換えシステムの問題点であった「どの人物の顔を使って置き換えるか？」を解決する手段として、顔を売りたい側の人間から顔素材と顔の広告としての広告費を提供し、写ってしまった第三者の顔を前記顔素材で加工してアップロードした撮影者に報酬を分配するシステム「顔広告」を提案する。顔を売りたい側というのは例えば、知名度がまだ低い、アイドル、芸人、俳優などの若手芸能人に当てはまる。さらに近年では主にネット上で手軽に芸能活動が可能な youtube で活動をしている人たちにも焦点を当てることができる。このシステムの普及により、顔素材を提供する側、画像を加工しアップロードする撮影者にメリットが生まれるので、プライバシー問題の解決が円滑に進むことが期待される。簡略図を図1に示す

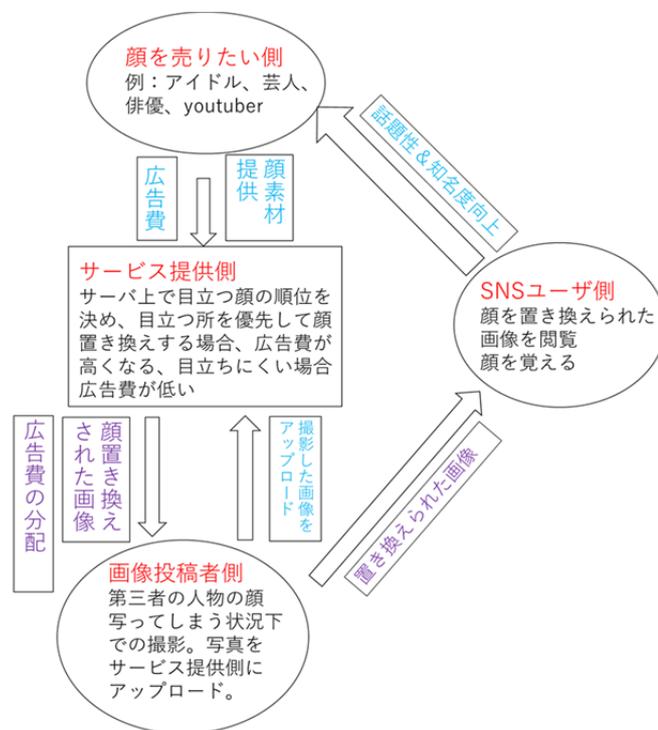


図1 顔広告簡略図

#### 3.2 広告価値を高める手法

広告価値を最大限に高めるには次の二つの工夫が必要になる。1)目立つ顔を置き換えるための選別、2)目立つような画像加工。一つ目は、写ってしまった第三者の顔が複数存在する場合、その中で最も目立つ場所の顔が最も広告効果の高い場所となるので、広告費を高く支払っている者の顔を優先的に割り当てる。二つ目はさらなる広告効果を挙げるため、さらに目立つような顔置き換えの画像処理を行う。この場合、輝度の変更や、周囲の背景をぼかすなどの手法が考えられる。尚、本研究では2)目立つように画像加工するについては触れず、将来の課題としている

### 4. 実験

#### 4.1 実験目的

広告価値を高める手法での一つ目で目立つ顔を置き換えるための選別で、目立つ顔を自動的に判別する必要がある。画像を見る際の目立つ目安を「誘目性」として計測するために、本論文では誘目性評価地図 (saliency map) を利用する。第三者が複数写った写真の中で、人間の目で見た時に最も目立つと感じる顔の判断と誘目性評価地図に基づく誘目性の順位が一致するか実験し、誘目性評価地図は目立つ顔を選別する上で有効であるか否かを調査することを目的としている。

#### 4.2 誘目性評価地図を用いた顔領域のスコア付け

誘目性評価地図には様々な計算方式があるが、本論文では二つの方式、「ITTI Model」[4]と「DeepGaze」[5]を使用する。「ITTI Model」は誘目性評価地図での人間の視覚モデルに基づいた代表的な計算モデルである。今回の目的のために予備実験を行った結果、処理は軽いが精度が不十分であった。「DeepGaze」はKümmererら[5]によれば汎用の画像認識深層学習モデルで得られた特徴マップを第二の深層学習モデルと接続して精度を上げた計算モデルであるが、計算処理は非常に重い。「DeepGaze」は精度が高く顔を選ぶ際の信頼性も高い。しかし、処理が重いのでサービスとして実装する際に、膨大な数の顔置き換えをすると処理に要するコストが大きくなってしまふ。そこで、低処理で計算できる「ITTI Model」を用いる方が好ましい。しかし、複数の顔領域の比較でどの顔が目立つのか判断するには分別能力が不十分であった。そこで、数値計算の改善を以下の(1)のようにした。

$$\begin{aligned} \text{評価値} = & (\text{顔領域面積} / 10) + \text{誘目合計値} \\ & + (\text{誘目平均値} * 1000) + \text{輝度} \quad (1) \end{aligned}$$

(1)式では、誘目平均値をベースとしつつ、顔の大きさに関する要素と顔部分の明るさを加味している。領域面積を10で割ったり、誘目平均値を1000倍するのは、すべての項の値を同じ3桁のオーダーに合わせる為である。また、評価値に輝度を含める理由としては、光が強く当たり明るく見えた顔が目立ちやすいだろうとの推測による。更に、評価値に平均だけではなく誘目値の合計を含める理由は誘目値のサイズ、輝度が評価値の大半を占め誘目値の平均値が評価値に反映されにくくなっているため合計値で誘目値の評価割合を調整する為である。

#### 4.3 実験条件

実験で用いる画像はSNSサービスの「Twitter」で一般ユーザーが投稿した、撮影者と関係のない第三者が写っている

9枚の画像を選別した。この画像に写っている人間の顔を、それぞれ2人から4人までの範囲で顔候補として選出し、それらについての誘目値を以下のように定める。

1) ITTI Model改良型評価値

「ITTI Model」を基にした提案計算式(1)で、値の大きい順で優先順位を求めた。(表1)

2) DeepGazeII 評価値

「DeepGaze」で得られた画素ごとの値を用いて、顔候補領域あたりの平均値の大きい順で優先順位を求めた。(表2)

3) 人間の目視による評価値

20歳代男性16人、40歳代男性1人の被験者を対象に実験対象の9枚の画像をそれぞれ目視し、写っている顔の中で最も目立つ顔を一つ選ぶよう指示した。調査環境では27インチのモニターを用い画面いっぱいまで画像を表示しモニター前の椅子に座るよう指示して調査を行った。そしてどの顔候補に何票入ったか集計した。(表3)

表1 ITTI Model を基にした提案方式での集計結果

画像a	誘目順位	画像b	誘目順位	画像c	誘目順位
顔候補1	1	顔候補1	4	顔候補1	1
顔候補2	2	顔候補2	3	顔候補2	2
顔候補3	3	顔候補3	1		
		顔候補4	2		
画像d	誘目順位	画像e	誘目順位	画像f	誘目順位
顔候補1	3	顔候補1	1	顔候補1	4
顔候補2	2	顔候補2	2	顔候補2	3
顔候補3	1			顔候補3	2
				顔候補4	1
画像g	誘目順位	画像h	誘目順位	画像i	誘目順位
顔候補1	4	顔候補1	3	顔候補1	2
顔候補2	2	顔候補2	2	顔候補2	3
顔候補3	1	顔候補3	1	顔候補3	1
顔候補4	3				

表2 DeepGaze での集計結果

a	誘目順位	b	誘目順位	c	誘目順位
顔候補1	1	顔候補1	2	顔候補1	2
顔候補2	2	顔候補2	4	顔候補2	1
顔候補3	3	顔候補3	3		
		顔候補4	1		
d	誘目順位	e	誘目順位	f	誘目順位
顔候補1	2	顔候補1	2	顔候補1	1
顔候補2	3	顔候補2	1	顔候補2	2
顔候補3	1			顔候補3	3
				顔候補4	4
g	誘目順位	h	誘目順位	i	誘目順位
顔候補1	3	顔候補1	1	顔候補1	1
顔候補2	2	顔候補2	2	顔候補2	2
顔候補3	4	顔候補3	3	顔候補3	3
顔候補4	1				

表3 人間目視での集計結果

(a)	顔候補1	顔候補2	顔候補3	
投票数	10	7	0	
誘目順位	1	2	3	
選択確率	59%	41%	0%	
(b)	顔候補1	顔候補2	顔候補3	顔候補4
投票数	4	2	10	1
誘目順位	2	3	1	4
選択確率	23%	12%	59%	6%
(c)	顔候補1	顔候補2		
投票数	16	1		
誘目順位	1	2		
選択確率	94%	6%		
(d)	顔候補1	顔候補2	顔候補3	
投票数	12	1	4	
誘目順位	1	3	2	
選択確率	71%	6%	23%	
(e)	顔候補1	顔候補2		
投票数	14	3		
誘目順位	1	2		
選択確率	82%	18%		
(f)	顔候補1	顔候補2	顔候補3	顔候補4
投票数	13	2	2	0
誘目順位	1	2	2	3
選択確率	76%	12%	12%	0%
(g)	顔候補1	顔候補2	顔候補3	顔候補4
投票数	0	1	0	16
誘目順位	3	2	3	1
選択確率	0%	6%	0%	94%
(h)	顔候補1	顔候補2	顔候補3	
投票数	2	10	5	
誘目順位	3	1	2	
選択確率	12%	59%	29%	
(i)	顔候補1	顔候補2	顔候補3	
投票数	12	1	4	
誘目順位	1	3	2	
選択確率	71%	6%	23%	

4.4 実験結果

9枚の画像に対して、画像ごとに複数の顔候補のうち、「ITTI Model」の改善計算モデルと「DeepGaze」による誘目性順位1位が、人間の目視による順位1位と一致する確率を求めた結果を図2に示す。

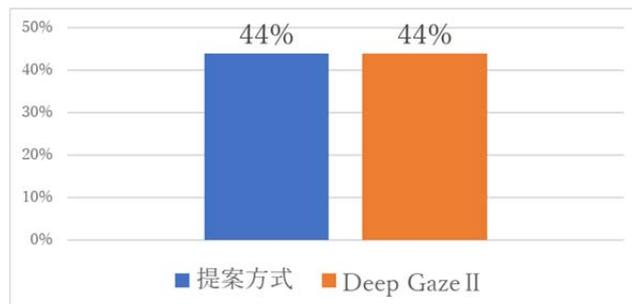


図2 目視順位1位との一致率

さらに人間の目視結果にもバラつきがあることから、目視

による得票率が上位のもの（20パーセント以上得票）であれば、広告価値が高いとみなすこととし、提案する計算方式と「DeepGaze」の順位1位がそこに含まれれば良いとした場合の上位一致率を求めた。（図3）

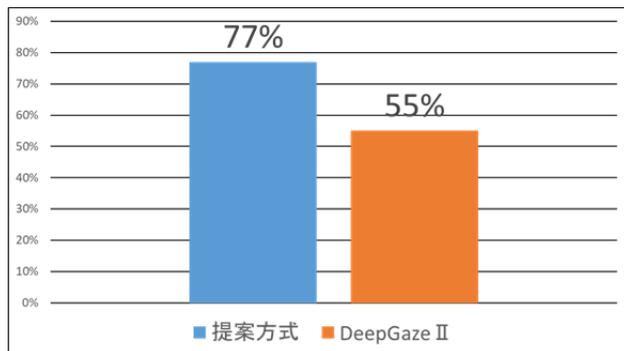


図3 目視との上位一致率

## 5. 考察

### 5.1 実験結果について

実験結果について気づいたことは、「ITTI Model」の改善型計算モデルでも、高精度な「DeepGaze」でも人間の目視との一致率は思った以上に高くなかった。本論文で提案した計算モデルの方はパラメータ調整が不十分で、改善の余地がかなりあると考えられるが、機械学習を用いている「DeepGaze」の結果は予想外に低かった。評価値を観察したところ、「DeepGaze」は画像の中央部の顔の誘目値が上がる傾向が見受けられる。一方で、同じ画像を人間が目視した結果では、中央部よりも画像の端のほうにいる大きく写っている顔を選別していた。また、本論文の「ITTI Model」を改善した計算方式では、顔の大きさを評価に大きく反映させて、逆に顔の場所は評価にあまり影響させていない。これが効果的な場合と、逆効果の場合が見受けられた。

### 5.2 問題点と今後の改善

今回の実験を通して顔の大きさを重視した本論文の計算方式と、画面内の位置を加味している「DeepGaze」での対極的な得意不得意が分かった。しかし、誘目性を見つける上で二つの得意分野を合わせることができれば、一位の一致率を大きく向上させられると期待される。

今回の実験結果でお互い44%であり、得意不得意の画像がお互い3つつ存在し、両方とも共通して目視の結果と一致している画像が1枚あるので、もし、二つの得意分野を合体させて、実験を行うと9枚中7枚が一致することになるので目視一位の一致率が77%まで向上することになり、顔の誘目性において高精度な計算方式になる。従って、DeepGazeIIの特色を「ITTI Model」に加味した計算方式を作っていく必要がある。

さらに、本論文では、顔領域を手動で指定するが必要があったが、実際のサービスとして運用するには自動的に顔認識をして顔座標を取得する必要がある。しかし、対象画像が

主に小さく顔が写る画像が多いため、現時点で、そこまでの精度を持つ既存ソフトウェアを見つけることができなかった。小さく顔が写っても、認識し自動で顔座標を取得できる技術も必要である。

## 6. 結論

目立つ顔へ単価の高い顔広告、目立たない顔へ単価の低い顔広告を掲載するために、誘目性評価地図に基づいた顔の目立ち方を自動的に順位付けする方式を検討した。「ITTI Model」を基とした提案方式での計算方式は、目視による優先順位が1位の顔候補一致率が44%だったが、目視による優先順位上位の一致率が77%となった。また、今実験で、「DeepGaze」と「ITTI Model」を基にした提案方式での得意、不得意分野が分かった。この二つを組み合わせると評価値を算出すれば精度の向上が見込まれる。しかし、両システムの得意分野を使っても人間の目視と一致しない画像もあり、今実験で使った9枚だけでは様々なパターンに対して誘目性の要素を発見できていない可能性が高く、さらに、多くの画像を使用して実験を行い、さらなる、誘目性が高くなる要素を探索する必要がある。

## 参考文献

- [1] NTT アド、「若年層の写真・動画コミュニケーションに関する調査」、『先時新聞』,Vol. 36,2016年2月9日
- [2] 村上孝止,「著作権とその周辺」,久留米大学法学 39, 25-112, 2000-11 久留米大学
- [3] 山中高夫,「顕著性マップの計算モデル」,  
<https://www.slideshare.net/takao-y/20150619-49592895>,上智大学
- [4] L. Itti, C. Koch, E. Niebur, A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 20, No. 11, pp. 1254-1259, Nov 1998.
- [5] Matthias Kümmerer, Thomas S. A. Wallis, Matthias Bethge, “DeepGaze II: Reading fixations from deep features trained on object recognition”, [arXiv:1610.01563v1](https://arxiv.org/abs/1610.01563v1) [cs.CV], 5 Oct 2016.