

共有画面内のプライベートな情報の視覚的遮蔽方法に関する調査

牧田 莉実 (指導教員：五十嵐 悠紀)

1 はじめに

オンライン会議ツールの画面共有機能は情報共有を迅速かつ直感的に行えるため、様々な場面で活用されている。一方で、プライベートな情報を画面上に意図せず表示してしまう、プライバシーの問題が懸念されている。特に、ユーザは個人情報や、オンライン上の過去の行動履歴や個人の好みが反映された情報を共有したくないと感じることがわかっている [5]。これらの情報は Web ブラウザ上に頻繁に現れ、意図せず共有されると視聴者の集中を妨げ、共有者には共有を避けるための注意が負担となっている。この問題を解決するため、石田らは画面上のプライベートな情報を自動で検出し、視覚的に遮蔽するシステムを提案した。さらに、Web ブラウザ上のプライベートな情報を検出する学習モデルを作成し [4]、システムを実装した [2]。一方、システムにおけるマスクやぼかしなどの、プライベートな情報の視覚的遮蔽方法は十分に検討されていない。遮蔽方法についてこれまでの研究では、人物の画像や動画を対象に、プライバシー保護と視聴体験の観点から評価が行われてきた [3, 1]。

本研究では、画面上のテキストや画像など複合的な情報を対象に、遮蔽方法を評価する。複数の遮蔽方法を比較することで、プライベートな情報を自動で遮蔽するシステムにおいて、最適な手法を調査した。

2 Web サイト上のプライベートな情報の遮蔽方法に関する調査

プライベートな情報が多く出現するとされる Web ブラウザ画面を対象に、情報を隠さないフィルタなしを含む7つのフィルタ条件 (図 1) をプライバシー保護の有効性とユーザ体験の観点から評価するアンケート調査を実施した。

2.1 実験条件

フィルタは、画面の遮蔽対象箇所を難読化するもので、PC 画面上の情報にも適用可能な手法として、ぼかし、モザイク、マスクを選定し、それらの強さや色を変化させた6種類を調査した。ぼかしとモザイクは、プライバシー保護と視認性のバランスを評価するため、Boyle らの先行研究 [1] を参考に「弱」と「強」の2段階に設定した。マスクは、遮蔽対象を長方形の矩形で塗りつぶす方式とし、グレーと背景色の2種類を用意した。

調査で対象とした Web サイトは、プライベートな情報を検出するモデル [4] で扱われたもののうち、テキストや画像など複数の情報形式を含む Amazon, X, YouTube を選定し、表 1 に示すサイト内の遮蔽対象項目も同モデルを参考とした。調査では、上記の Web ページから複数のスクリーンショットを取得し、それぞれにフィルタを適用した画像を使用した。

表 1: Web サイトと遮蔽対象項目

Web サイトのページ	遮蔽対象の項目
Amazon のトップページ	郵便番号、検索予測、名前、閲覧履歴に基づくおすすめ商品、開いているタブ
X のタイムライン	プロフィールアイコン、検索予測、おすすめユーザ、タイムライン、開いているタブ
YouTube の動画視聴ページ	検索履歴、開いているタブ、閲覧履歴に基づくおすすめ動画

2.2 質問項目

プライバシー保護の有効性の評価: 画面上のプライベートな情報を構成するテキスト、アイコン、画像の3つの情報形式について、フィルタがどの程度難読化できるかを調査した。参加者はフィルタが適用された画像から情報を推測し選択肢から回答した後、その回答に対する確信度を5段階のリッカート尺度 (1 = 自信がない, 5 = 自信がある) で評価した。また、選択肢は10個程度とし、ダミーを加えて表示順をランダムに設定した。

ユーザ視聴体験の評価: 画面共有者および視聴者の立場から、フィルタの好ましさや使用意向などを評価する11項目の質問を、先行研究 [1, 3, 5] を参考に設定した。参加者はプライベートな情報を自動で遮蔽するシステムを使用しながら、画面共有を行う具体的な状況を想定して、5段階のリッカート尺度で回答した。

2.3 調査手順

調査は Google フォームを用いてオンラインアンケートで行い、オンライン会議の経験がある55名 (男性27名, 女性28名, 平均年齢25.0歳, SD=8.4) が参加した。参加者は、各フィルタを適用した画像 (図 2) を確認し、質問に回答することを、7つのフィルタ条件の全てについて行った。順序効果を防ぐため、フィルタの提示順序と画像の組み合わせの異なる7種類のアンケートを作成し、参加者はそのうちの1つにランダムに割り当てられた。最後に、フィルタ条件を順位付けし、その理由と改善点を自由記述で回答した。

3 結果と考察

本稿ではフィルタが適用された画像から参加者が情報を正しく識別できた割合を「識別成功率」と定義する。フィルタ条件の比較にあたり、回答が正規分布に従うと仮定できないため、識別成功率とリッカート尺度のスコアについてノンパラメトリックな統計検定を行った。フィルタなし条件は、情報の読み取りが可能であることを確認する目的で実施したため検定対象から除外した (平均識別成功率96.0%)。検定の結果、1項目を除くすべてで有意差が認められ ($p < 0.01$)、下位検定を実施した。

3.1 フィルタのプライバシー保護の有効性

テキスト、タブ、画像いずれの情報形式でも、マスク (背景色およびグレー) の識別成功率が最も低く、

図 1: 情報を隠さないフィルタなしと、6種類のフィルタの計7つのフィルタ条件。



図 2: アンケートで使用した画像の例。



モザイク (弱) が最も高いという傾向が一致していた。テキストとタブの識別で有意差が見られなかった、マスクとぼかし (強)、モザイク (強) の条件間に、画像の識別では有意差が確認されたことから、画像を対象とする場合にはマスクが特に有効であるといえる。これらの傾向は確信度とも概ね一致し、識別成功率が高い条件は確信度も高い傾向にあった。

3.2 フィルタのユーザ視聴体験

画面共有者の評価では、識別成功率が低いフィルタほどプライバシーを保護していると認識され、一貫した傾向が見られた。また、使用意向の評価では、マスク (背景色) のスコアが最も高く、他の条件と有意差がみられた。さらに、マスク (背景色) が最も自然な外観と評価され、マスク (グレー) が最も遮蔽箇所がわかりやすいと評価された。これらの結果から、共有者はフィルタの評価においてプライバシー保護の有効性を重視し、有効性に差がない場合、自然な見た目のフィルタ (マスク (背景色)) が好まれる傾向が示唆された。

画面視聴者の立場ではマスク (背景色) が最も共有内容に集中できるとされ、モザイク (弱)、モザイク (強)、マスク (グレー) との条件間で有意差が確認された。また、見た目の好ましさと視聴意欲についても、マスク (背景色) が最も評価された。これらの結果から、視聴者は共有内容に集中しやすいフィルタを高く評価する傾向にあり、特にマスク (背景色) が最も好ましいとされた。

3.3 フィルタのランキングと改善点

画面共有者と視聴者の双方の立場を考慮したフィルタの順位について、マスク (背景色) の平均順位が最も高く (1.89)、フィルタなしが最も低かった (6.56)。自由記述では、「情報を保護できる順で評価した」「違和感のないフィルタが好ましい」など、プライバシー保護の有効性と見た目の自然さの両方を重視する意見が多く、特にマスク (背景色) とぼかし (強) が高く評価された。

フィルタの改善策として、マスクを画像で置き換え

る、フィルタの適用を明示する、マスクの境界をぼかす、背景色や白黒のぼかして色情報を遮蔽するなどの案があげられた。

4 まとめと今後の課題

本稿では、画面共有時にプライベートな情報を自動で隠すシステムを想定し、ぼかし、モザイク、マスクの強さや色を変えた6種類のフィルタをプライバシー保護の有効性と視聴体験の観点から評価する、アンケート調査を実施した。プライバシー保護の有効性の観点でマスク (背景色およびグレー) の評価が最も高く、ユーザ視聴体験の観点でマスク (背景色) の評価が最も高かった。今後は評価されたマスク (背景色) をシステムに実装し、ユーザ実験を行うことで、フィルタの有用性を検討していく。

参考文献

- [1] Boyle, M., Edwards, C. and Greenberg, S.: The Effects of Filtered Video on Awareness and Privacy, in *Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work* (2000).
- [2] Ishida, M., Ikematsu, K. and Igarashi, Y.: Designing Privacy-Protecting System with Visual Masking Based on Investigation of Privacy Concerns in Virtual Screen Sharing Environments, *ACM Transactions on Privacy and Security*, Vol. 8, (2024).
- [3] Li, Y., Vishwamitra, N., Knijnenburg, B. P., Hu, H. and Caine, K.: Blur vs. Block: Investigating the Effectiveness of Privacy-Enhancing Obfuscation for Images, in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops* (2017).
- [4] 石田瑞季, 池松香, 五十嵐悠紀: Web ブラウザに表示されるプライベートな情報を視覚的に遮蔽する手法のモデル作成と検証, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, Vol. 15, (2024).
- [5] 石田瑞季, 池松香, 五十嵐悠紀: 画面上の他者と共有したくない情報の種類と画面共有時に意識していることの調査, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, Vol. 2023, (2023).

A 付録

表 2: プライバシー保護の有効性を調べる質問項目

設問番号	質問内容	回答形式
Q1-1	枠内の検索ワードはどれですか.	選択肢 (10 個の検索ワード)
Q1-2	Q1-1 について, 回答に自信がありますか.	5 段階のリッカート尺度 1: 自信がない ~ 5: 自信がある
Q2-1	枠内のタブの Web サイトはどれですか.	選択肢 (9 個の Web サイト名)
Q2-2	Q2-1 について, 回答に自信がありますか.	5 段階のリッカート尺度 1: 自信がない ~ 5: 自信がある
Q3-1	枠内の画像は大きく分類して何についてのものですか.	選択肢 (8 個のカテゴリ)
Q3-2	Q3-1 について, 回答に自信がありますか.	5 段階のリッカート尺度 1: 自信がない ~ 5: 自信がある

表 3: フィルタ評価を調べる質問項目

設問番号	質問内容	回答形式 (リッカート尺度)
Q4-1	フィルタによって文字の情報が十分に保護されていると感じますか.	1: 保護されていない ~ 5: 保護されている
Q4-2	フィルタによってアイコンの情報が十分に保護されていると感じますか.	1: 保護されていない ~ 5: 保護されている
Q4-3	フィルタによって画像の情報が十分に保護されていると感じますか.	1: 保護されていない ~ 5: 保護されている
Q4-4	フィルタによって, 総合してプライベートな情報が十分に保護されていると感じますか.	1: 保護されていない ~ 5: 保護されている
Q4-5	フィルタが画面に適用される場合, 安心して画面共有ができますか.	1: できない ~ 5: できる
Q4-6	フィルタを使用したいと感じますか.	1: 使用したくない ~ 5: 使用したい
Q4-7	システムが隠している画面上の場所が分かりやすいですか.	1: わかりにくい ~ 5: わかりやすい
Q5-1	共有者の意図を理解するために必要な情報をフィルタの適用された画面から得られますか.	1: 得られない ~ 5: 得られる
Q5-2	フィルタが共有画面に適用されている時, 共有内容に集中できると感じますか.	1: できない ~ 5: できる
Q5-3	フィルタの見た目は好ましいですか.	1: 好ましくない ~ 5: 好ましい
Q5-4	フィルタが適用されている共有画面を視聴したいと感じますか.	1: 視聴したくない ~ 5: 視聴したい

B 付録

グラフのアスタリスクに示す条件間 (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$) において有意差が確認された。

図 3: Q1 から Q3 の回答結果. (1) は識別成功率を, (2) は確信度の平均値を示す。

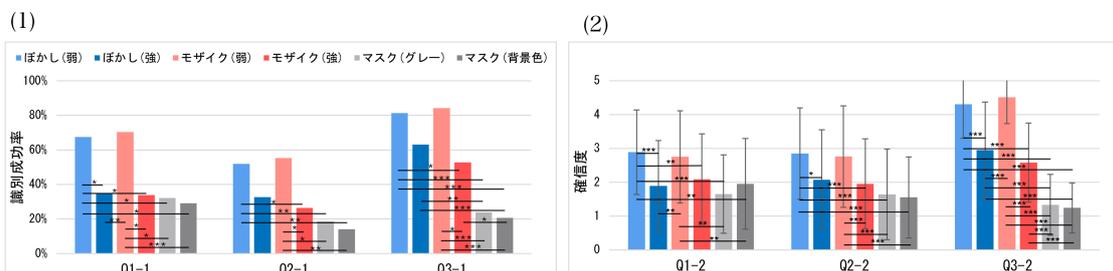


図 4: 画面共有者の立場からのフィルタ評価項目である Q4 の回答結果。

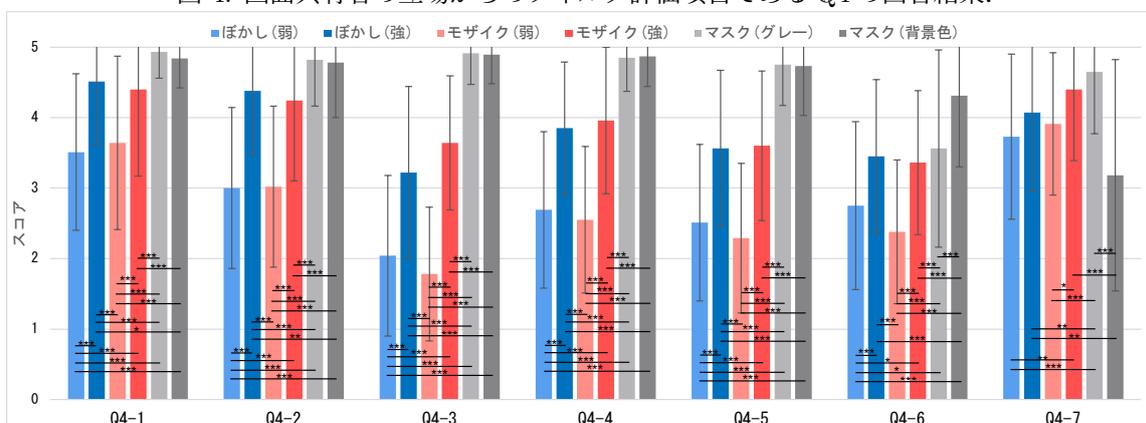


図 5: 画面視聴者の立場からのフィルタ評価項目である Q5 の回答結果。

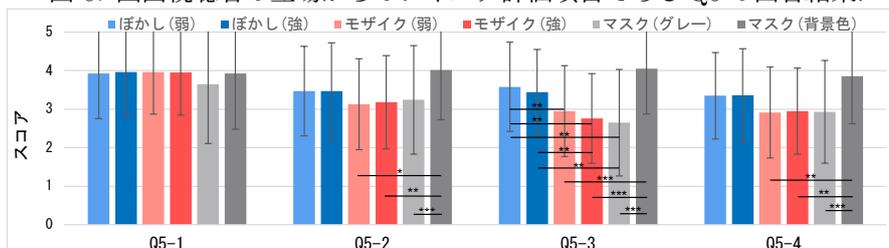


図 6: フィルタの順位付けの結果。

