

プロジェクターから模様のある箇所へ投影した文字情報の視認性に関する考察

田原 智史^{†1} 阿部 亨^{†2,†1} 菅沼 拓夫^{†2,†1}

^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

近年、プロジェクターから文字等の情報を物体の表面へ直接投影し、各種作業の支援を図る手法が注目されている [1]. この手法では、物体表面に模様があるなど、投影箇所の条件によっては、投影された情報の視認性が低下するという問題があった. これに対し、模様が無いなど条件が良い領域に投影箇所を変更することで、投影情報の視認性の低下を防ぐ手法が提案されている [2]. しかし、物体表面の広い範囲に模様がある等、当初の目標箇所の近くに条件の良い領域が存在しない場合、それら手法では、視認性低下への適切な対処が困難であった.

本稿では、投影する文字情報の特徴と投影箇所の模様の特徴の関係が文字の視認性に与える影響について検討し、プロジェクターから模様のある箇所へ文字情報を投影する際に、投影箇所の模様の特徴に応じ文字情報の特徴を変更することで、投影箇所を変更することなく、投影された情報の視認性の向上（文字情報の読み取りに要する時間の短縮）を図る手法の実現可能性について考察を行う.

2 関連研究

プロジェクターから投影された文字等の情報の視認性を向上させるために、プロジェクターとカメラを組み合わせたプロジェクターカメラシステムを利用したアプローチに基づく手法が提案されている. それらの手法では、まず、プロジェクターで対象箇所へ投影した情報の状態の映像をカメラで撮影し、得られた映像を用いて、投影情報の視認性の評価と視認性が向上する投影条件の決定を行い、その結果に基づき、プロジェクターへの入力を変更することで投影情報の視認性の向上を図っている.

文献 [2] では、前景（投影した情報）と背景との区別のしやすさ等で投影情報の視認性を評価し、視認性の評価が高くなる領域へ情報が投影されるよう、プロジェクターへの入力を変更している. しか

し、この手法では、目標箇所の近くに条件の良い領域（模様が少ない領域等）が無い場合、当初の目標箇所から離れた領域に情報を投影することになる.

また、文献 [3] では、プロジェクターから文字を投影する際、目標投影箇所での前景と背景との区別が容易となるように、プロジェクターの特性を考慮しつつ、プロジェクターへの入力（前景と背景の配色）を変更する手法が提案されている. しかし、この手法では、投影状態を撮影した映像における前景と背景それぞれの平均輝度から求めたコントラスト比で投影情報の視認性を評価しているため、投影箇所に模様のある場合は視認性を適切に評価できず、そのような場合への適用が困難である.

これに対し、模様の投影箇所へも適用できるよう、前景と背景の空間周波数成分の関係から視認性を評価する手法 [4] も提案されているが、その評価結果を用いてプロジェクターへの入力を変更する具体的な手法については検討がなされていない.

3 本研究での検討

プロジェクターから模様のある箇所へ文字情報を投影する際、投影箇所の模様の特徴に応じ文字情報の特徴を変更することで、投影情報の視認性を向上させる手法の実現可能性について検討するために、模様のある箇所へフォントサイズの異なる文字情報を投影した映像を提示し、その読み取りに要する時間を計測する実験を行った.

大きいフォントサイズで文字情報を投影すれば、それだけ視認性が高くなり、読み取り時間も短縮されると考えられるが、それとは逆に、小さいフォントサイズで投影した方が、読み取り時間が短縮される場合があるならば、投影箇所の模様の特徴に応じた文字情報の特徴（フォントサイズ）の変更により視認性の向上が可能になると期待できる.

4 実験

プロジェクターから模様のある箇所に文字情報を投影した状態を模した画像をディスプレイ上に表示し、その読み取り時間を計測することで、文字情報の特徴（フォントサイズ）と投影箇所の模様の特徴の関係が視認性に与える影響を検証した.

A study on the legibility of characters projected onto a patterned surface

Satoshi Tahara^{†1}, Toru Abe^{†2,†1}, and Takuo Suganuma^{†2,†1}

^{†1} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†2} Cyberscience Center, Tohoku University



図1: 実験で使った画像の例 (フォントサイズ 9)

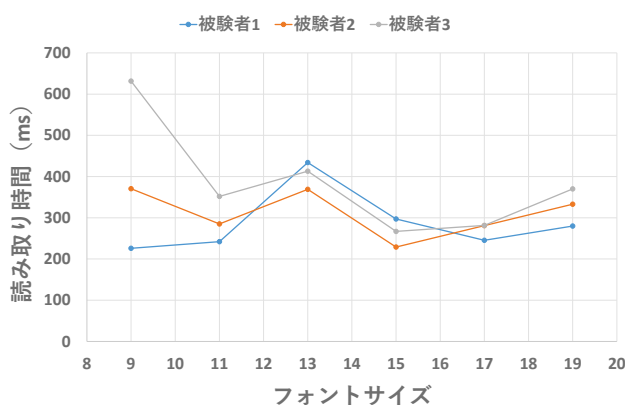


図2: フォントサイズと読み取り時間の関係

画像（白黒）の画素数は、 1920×1080 画素であり、背景は画素値を 30 画素ごとに変化させた市松模様（黒色部は 0, 白色部は 200）とした。この背景に、MS ゴシックのフォントでアルファベットのランダムな三文字を重ね書きし、プロジェクタで文字を投影した状況に合わせるため、文字が黒色部に重なる場合は画素値を 128, 白色部に重なる場合は画素値を 228 とした。なお、他の文字との判別が特に困難な場合がある文字として、J, O, U, Q, V の 5 文字を除外した。画像中でのフォントの大きさ（画素数）はフォントサイズに比例し、フォントサイズ 9 の場合で 180×360 画素である。実験に使用した画像の例を図 1 に示す。

作成した画像をディスプレイ（機種：TH-75JX950, 解像度： 3840×2160 画素, 画面サイズ： $1680\text{mm} \times 928\text{mm}$ ）に表示し、5m 離れてこれを見た被験者が文字情報を読み取る時間を計測した。

5 考察

被験者 3 名に対する実験結果を図 2 に示す。各被験者には、フォントサイズをランダムに変えた画像を表示した（各フォントサイズについて文字列の異なる 20 枚の画像）。図 2 の読み取り時間は、各フォントサイズでの中央値を示している。

図 2 から、フォントサイズが大きくなると、読み

取り時間が減少する傾向が見てとれるが、部分的には、フォントサイズを大きくすると、読み取り時間が増加する場合のあることが確認できる。例えば、フォントサイズが 11 から 13 に大きくなった場合、いずれの被験者でも読み取り時間が増加している。

この結果は、プロジェクタから模様のある箇所へ文字を投影する際、模様の特徴によっては、単に大きな文字を投影するだけでなく、逆に小さな文字を投影することで読み取り時間が短縮できることを示しており、投影箇所の模様の特徴に応じて、投影情報の特徴（文字の大きさ）を変化させることにより、視認性の向上が可能であること示唆している。

6 おわりに

本稿では、プロジェクタから模様のある箇所へ文字情報を投影する際に、投影箇所の模様の特徴に応じ文字情報の特徴を変更することで、投影箇所を変更することなく、投影された情報の視認性の向上を図る手法の実現可能性について検討を行った。

プロジェクタから文字を投影した状態を模した画像を用いた実験により、背景に模様がある状況では、投影するフォントのサイズを大きくしても、文字を読み取るために必要な時間が必ずしも短縮されない場合のあることが確認された。この結果は、投影箇所の模様の特徴に応じ、文字の特徴（大きさ）を変更することで、文字の視認性の向上が可能であることを示唆するものである。

今後は、実際のプロジェクタを用いた実験を種々の状況で行い、その結果に基づき、投影箇所の模様の特徴に応じ文字情報の特徴を変更し視認性を向上させる具体的な手法について検討を進める予定である。

参考文献

- [1] Uva, A. E. et al.: Evaluating the effectiveness of spatial augmented reality in smart manufacturing: A solution for manual working stations, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, Vol. 94, No. 1-4, pp. 509-521 (2018).
- [2] Iwai, D. et al.: View management of projected labels on nonplanar and textured surfaces, *IEEE Trans. Vis. Comput. Graphics*, Vol. 19, No. 8, pp. 1415-1424 (2013).
- [3] 越後佑暉: 投影型 AR 技術を用いた作業支援における情報の視認性向上のための投影光制御手法, 修士論文, 東北大学 (2018).
- [4] 数田直之, 阿部 亨, 菅沼拓夫: プロジェクタから模様のある箇所へ投影された AR コンテンツの視認性推定手法, *信学技報*, Vol. 120, No. 306, HIP2020-54, pp. 4-9 (2020).