

影を用いた多変量データの可視化のための色の読み取りに関する評価

劉月晴 (指導教員：齋藤 豪)

1 はじめに

データの可視化を行う際には、その概要を一目で読み取れるように表示することが望まれる。特に多変量データの可視化を行う際に、それぞれの変量を明確に区別し、値を読み取れるように表示することはデータを解析する上で重要である。多変量データの可視化手法は多く研究されており [1][2]、特に鄭ら [3] は、色とは分離して独立に認識できる特徴がある影を積極的にデータの可視化に用いた。さらに、鄭らは影を重ねた際の色の読み取り評価実験について報告している [4]。本研究ではその評価実験と同じ枠組みを利用し、表示色域と背景色を変更した時の影を重ねた色の同一色選択について実験を行う。また光源方向を強く認識させるよう、カラーパッチの表示法を立体感のある形に変更した場合の効果についても実験する。

2 同一色選択実験

実験での刺激提示順序はまずブランクスクリーンを 1 秒間表示した後、図 1 のように正解色を中心に 1 秒間表示し、ブランクスクリーンを再度 1 秒間表示したあと、両側に正解色が表示されたカラーパッチ選択回答画面を表示する。出題は表 1 に示す 9 種類の刺激条件からランダムな順に各 6 問出題される。図 2 は使用した刺激の例である。回答者は中央のカラーパッチの中から 3 つ正解色のパッチを選択する。影の表現にはアルファ合成を用い、パッチの RGB 色を C_{base} 、1 で完全に影、0 で影の外部を意味する影の変数を s として次の式を用いる。

$$C = (1 - s)C_{base} \quad (1)$$

値は CIELAB の L^* での低下がおよそ 10 になるよう 0.18 とする。背景色は $L^*=55$ の灰色と $L^*=100$ の白のどちらかを用い、カラーパッチの色は $L^* = 55$ であり、 a^*b^* 平面上で互いに最低 50 の色差があるように選んだ色群から選択して用いる。

実験は一般的な照明環境下で行った。24 インチの液晶ディスプレイ (EIZO CX240) を使用し、平均輝度設定は $160\text{cd}/\text{m}^2$ 、平均照度は 160lx とした。実験時に刺激はモニター全画面に表示され、モニターと被験者の距離は約 50cm とした。被験者数は 17 名 (20 と 30 代、男性 4 人、女性 13 人) である。

3 考察

図 3 の (a) と (b) はそれぞれの被験者の各刺激ごとの正答率と平均回答時間のグラフである。刺激ごとの平均正答率と刺激ごとの平均回答時間は (c) と (d) である。これらを背景色と影の有無で整理したグラフが図 3 の (e) と (f) である。t 検定による実験結果は表 2 である。

これらのグラフと表から両色空間の背景色が灰色の影なしに対して影ありの場合、正答率が下がり、回答時間が長くなっているが、刺激が複雑になったためであると考えられる。図 3 の (c) から刺激 5 と 9 の実験

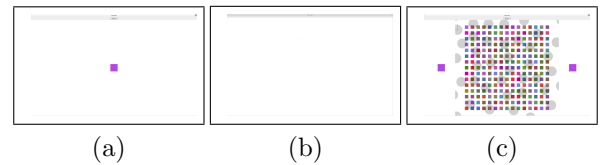
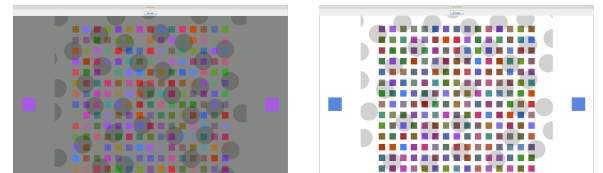
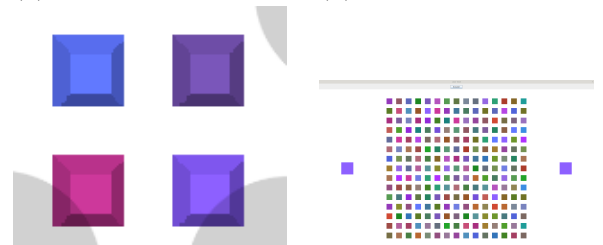


図 1: (a) 正解色を表示する画面 (b) ブランクスクリーンの画面 (c) 回答画面。



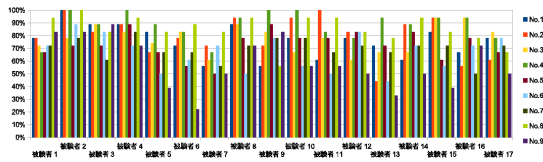
(a) 刺激種類番号 No.3 (b) 刺激種類番号 No.1



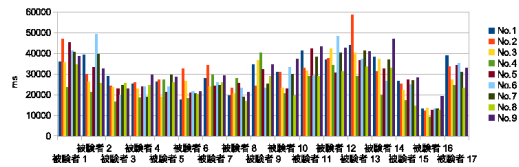
(c) 刺激種類番号 No.9 (d) 刺激種類番号 No.6 の拡大図

図 2: 実験の回答画面例

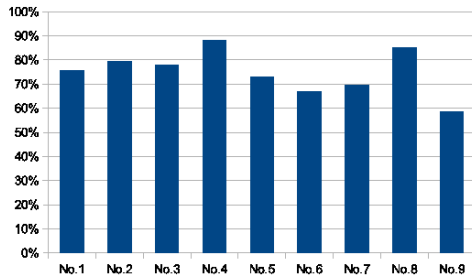
結果を比較すると、立体感のあるカラーパッチのほうが読み取りにくいという結果が出ていた、ここも刺激が複雑になったためであると考えられる。sRGB 色空間と AdobeRGB 色空間の比較結果は sRGB のほうが読み取りやすくなっている。これは実験でそれぞれの色空間の選択色数が統一してなく、AdobeRGB は sRGB より多く色数で出題され、難しさを増したことから考えられる。両色空間で影なしの場合、背景色が灰色は白色より正答率が高く、回答時間が短いことがわかる。この結果はコントラストが低い時、人間の分別閾値は低くなるという特性と矛盾しない。従って、本実験の全体の傾向は妥当であると言える。図 3 の (e) から見られるように、影がある時の背景が白の場合に対して、背景が灰色のほうが分散値が大きいことがわかる。又、背景色に関係なく影ありのほうが影なしより正答率が高い。図 3 の (f) では平均正答率が 70% 以上の被験者 (被験者 5,6,7,13 を除く) のデータだけ抽出して整理されたグラフである。グラフ (e) の結果と異なって、背景色が灰色の時に影のありとなしで有意差が得られなかった。これによって、影に慣れた利用者の場合では、背景色が低コントラストの時に影のありなし関係なく色の読み取りができることが言える。これらの傾向は今後の影を応用したデータの可視化に役立つのではないかと考える。



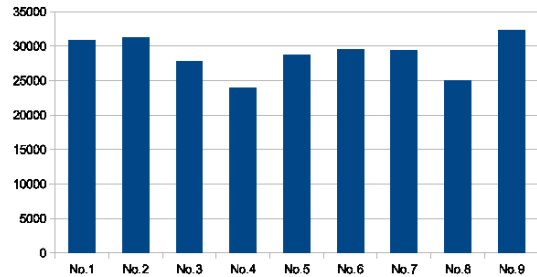
(a) 各被験者の刺激ごとの正答率



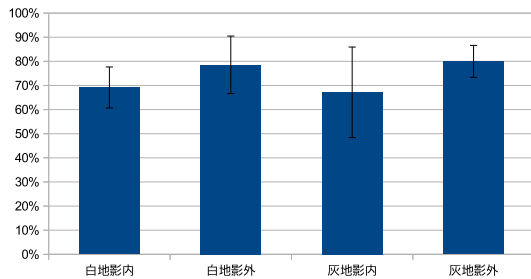
(b) 各被験者の刺激ごとの平均回答時間



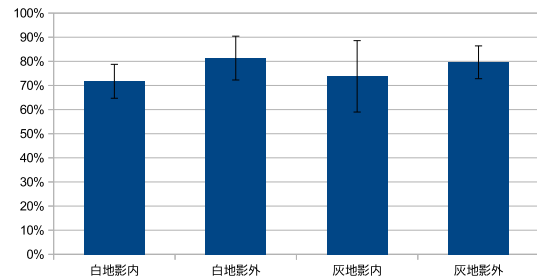
(c) 刺激ごとの平均正答率



(d) 刺激ごとの平均回答時間



(e) 背景色と影に注目した刺激ごとの正答率



(f) 背景色と影に注目した刺激ごとの正答率
(平均正答率が70%以上の被験者データ)

図 3: 実験結果

表 1: 提示刺激の種類

No.	表示可能色空間	背景色	影の有無
1	sRGB	白	影あり
2	sRGB	白	影なし
3	sRGB	灰	影あり
4	sRGB	灰	影なし
5	AdobeRGB	白	影あり
6	AdobeRGB	白	影なし
7	AdobeRGB	灰	影あり
8	AdobeRGB	灰	影なし
9	AdobeRGB	白	影あり

表 2: 実験結果のまとめ

	有意差有	有意傾向有	有意差無
刺激ごとの平均正答率	No.3,4(P=0.0085) No.7,8(P=0.00007) No.6,8(P=0.0002) No.2,6(P=0.019) No.5,9(P=0.016) No.3,7(P=0.018)	No.2,4 (P=0.078)	他の組み合わせ
刺激ごとの平均回答時間	No.2,4(P=0.023)		他の組み合わせ
影ありの分析	白地影有無 (P=0.012) 灰地影有無 (P=0.015)		他の組み合わせ
影ありの分析 (70%以上)	白地影有無 (P=0.0059)		他の組み合わせ

4 まとめと今後の課題

本研究では異なる広さの色域を持つ色空間、異なる背景輝度、影の有無、立体感の有無を組み合わせた刺激条件の下で同一色選択実験を行った。

影無しでは低コントラストのほうが読みやすく、影に慣れた利用者では影有りの場合でも読み取りやすいという傾向が見られたため、アルファ合成による影表現を使った多変量データの可視化手法は低コントラストの背景色に対応できることが考えられる。

今後の課題として、色空間の比較では間隔と色数を調整した実験条件を変更した実験をする。

参考文献

- [1] Colin Ware. Quantitative texton sequences for legible bivariate maps. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 15, pp. 1523–1530, 2009.
- [2] Pak Chung Wong, Harlan Foote, David L. Kao, Ruby Leung, Jim Thomas. Multivariate visualization with data fusion. *SAGE, Information Visualization*, Vol.1, pp. 182-193, 2002.
- [3] Zhongxiang Zheng, Suguru Saito. Multivariate data visualization using shadow. 3rdIEVC workshop 2012.
- [4] 鄭中翔, 齋藤豪. 多変量データの可視化における影の利用法の提案とその評価. 東京工業大学 情報理工学研究所 修士論文, 2013.