

情報通信工学部 情報工学科
情報工学実験 2 レポート

実験課題名 カラー画像の獲得と処理

担当教員名 西 省吾

実験日 2023 年 6 月 13 日

2023 年 6 月 20 日

2023 年 6 月 27 日

レポート提出日（初回） 2023 年 7 月 2 日

（2 回目） 2023 年 7 月 3 日

（3 回目） 2023 年 7 月 4 日

（4 回目） 年 月 日

（5 回目） 年 月 日

レポート執筆者 GP21A122 西田 匠吾

大 阪 電 気 通 信 大 学

1. 目的

カラー画像獲得の仕組みとデジタルカラー画像のプログラミングによる処理方法を学ぶ。

2. 理論

色とは人間の視覚において脳が認識している情報の一つである。視覚は外界からの光が眼球を通過し網膜に入射することにより生じている。眼球はレンズのように外界の光強度分布を網膜上に像として結ぶ働きを行い、網膜組織は、視細胞が分布しており、各視細胞が光を受けるとその強度に比例した頻度で電気パルスを発生し、視神経を経て脳に到達することにより視覚が生じる。目で見ているのではなく脳で認識しているのである。視細胞のように光を検出し別の信号に変換する機器は光センサとよばれる。光センサにおいて、入射光の強度に対する出力信号の比を感度といい、それが光の波長に依存する場合は分光感度という。錐体は 3 種類の異なる分光感度を持つものに分類される。各分光感度は長波長、中波長、短波長の三つのピーク波長を有する可視波長がある。また、人間の視覚は、赤、緑、青の 3 つの成分に分解されていた色情報に基づいている。

色知覚のモデルには錐体の分光感度の代わりに等色関数が用いられる。等色関数として最初に提案されたのは RGB 等色関数である。RGB 等色関数の存在は、任意の色が赤、緑、青 3 色から合成できること、あるいはそれらに分解できることを意味し、ヤング(T. Young)とヘルムホルツ(H.von Helmholtz)の提唱した三原色説とも整合する。逆に、人間の色知覚は光の波長そのものを識別することができないことも示している。また RGB 等色関数の実験のように、3 色の光の加算により別の色を生成する仕組みを加法混色、そこで用いられる 3 色を三原色とよぶ。加法混色は主にカメラやディスプレイにおいて用いられている。

2.1. イメージセンサによるカラー画像の獲得

色情報は、入射光の分光分布を 3 成分に分解するためにイメージセンサが使用される。イメージセンサは光センサを 2 次元状に配置した半導体素子であり、各光センサは入射光の強度に比例した電気信号を出力する。この出力信号を使用してディスプレイの各点を制御することで、画像が表示される。カメラとして使用する場合は、イメージセンサの前にレンズを配置し、出力は光センサによって標準化され、各標本点または光センサは画素と呼ばれる。CCD や CMOS のイメージセンサでは、単体では光の強度しか検出できないが色の 3 成分に分解するためには、カラーフィルターが必要である。カラーフィルターは特定の波長域のみを通過させる素子である。可視光を 3 つの成分に分けるために RGB 等色関数に基づいたカラーフィルターを組み合わせる。これにより、色の分解が可能になる。R, G, B のいずれかをモザイク状に割り当てたフィルタ配列を密着させたイメージセンサが用いられ、画素数がイメージセンサの全画素数に一致するように補間処理される(デモザイキング)等の処理が行われる。イメージセンサを使用してカラー画像を獲得し、その画像を画像処理にすることによって人間の知覚する色に近づけている。

2.2. カラーマッチングとホワイトバランス

カラーマッチングの目的は、カラー画像の色を人間の知覚する色に一致させたり、異なるカメラから得られたカラー画像の色を互いに一致させたりすることであり、同じ撮影対象であってもカメラが異なれば画像の色を一致させるために必要である。カラーマッチングは、RGB 値を増減させながらカラー画像の色をその比較対象に一致するように調整を行う。

ホワイトバランスは、日常的な撮影においては、カラーマッチングを毎回実施するのは大変であるために代わりの処理として行われている。ホワイトバランスは、白い撮影対象の RGB 値が等しくなるように RGB 成分の感度を調整することである。白い撮影対象の領域のみをカラーマッチングを行っているということである。

3. 実験方法

3.1. 第1週

PC (Let's note: CF-QV) を使用して顔写真の撮影を行う。この時画像のサイズは 1920*1080 で行う。背景にはフィギア等の小物を映す。撮影した顔写真を Google Collaboratory 上で RGB の値を変更させる処理を行う。

3.2. 第2週

第1週目で撮影した顔写真を BMP 形式に変換し、Google Collaboratory 上で C 言語を使用し、モノクロ化、明暗変化、分割と結合、切り抜きを行う。

4. 実験結果

4.1. カラー撮像および RGB 荷重変更の結果と評価



図1 PC のカメラを用いて撮影した顔写真画像



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

図 2 RGB 値に対する加重を変更した結果。(a)[R] 150%, [G] 75%, [B] 75%。(b)[R] 75%, [G] 150%, [B] 75%。(c)[R] 75%, [G] 75%, [B] 150%。(d)[R] 125%, [G] 125%, [B] 50%。(e)[R] 125%, [G] 50%, [B] 125%。(f)[R] 50%, [G] 125%, [B] 125%。

変更前の画像である図 1 に対し、変更後の画像である図 2(a)は全体に赤色に偏っているように見える。荷重は赤、R 成分が大きく、緑、G 成分と青、B 成分、が小さいため、加法混色により赤色に偏るはずである。よって、荷重の大小関係と画像の色の偏りが整合するので、この実験結果は妥当であるといえる。変更前の画像である図 1 に対し、変更後の画像である図 2(b)は全体に緑色に偏っているように見える。荷重は緑、G 成分が大きく、赤、R 成分と青、B 成分、が小さいため、加法混色により緑色に偏るはずである。よって、荷重の大小関係と画像の色の偏りと整合するので、この実験結果は妥当であるといえる。変更前の画像である図 1 に対し、変更後の画像である図 2(c)は全体に青色に偏っているように見える。荷重は青、B 成分が大きく、赤、R 成分と緑、G 成分、が小さいため、加法混色により青に偏るはずである。よって、荷重の大小関係と画像の色の偏りと整合するので、この実験結果は妥当であるといえる。変更前の画像である図 1 に対し、変更後の画像である図 2(d)は全体に赤色に偏っているように見える。荷重は赤、R 成分と緑、G 成分が大きく、青、B 成分、が小さいため、加法混色により黄色になるはずである。よって、荷重の大小関係と画像の色の偏りと整合するので、この実験結果は妥当であるといえる。変更前の画像である図 1 に対し、変更後の画像である図 2(e)は全体にピンク色に偏っているように見える。荷重は赤、R 成分と青、B 成分が大きく、緑、G 成分、が小さいため、加法混色によりピンク色になるはずである。よって、荷重の大小関係と画像の色の偏りと整合するので、この実験結果は妥当であるといえる。変更前の画像である図 1 に対し、変更後の画像である図 2(f)は全体に水色に偏っているように見える。荷重は緑、G 成分と青、B 成分が大きく、赤、R 成分、が小さいため、加法混色により水色になるはずである。よって、荷重の大小関係と画像の色の偏りと整合するので、この実験結果は妥当であるといえる。

4.2. 画像処理ソフトウェアの結果と評価

図 1 の画像を入力として鮮鋭化処理を行った結果を図 3(a)に示す。図 1 の画像を入力としてエッジ処理を行った結果を図 3(b)に示す。図 1 の画像を入力として表 1 指定色領域抽出条件下指定色領域処理を行った結果を図 3(c)に示す。図 3(f)の画像を入力として表 1 のランダム雑音付加のメディアンフィルタリングを行った結果を図 3(d)に示す。図 1 の画像を入力として表 1 のヒストグラム平坦化条件下でヒストグラム処理を行った結果を図 3(e)に示す。図 1 の画像を入力としてランダムノイズ処理を行った結果を図 3(f)に示す。

表 1 画像処理ソフトウェアの処理条件。

処理名	条件名	条件値
指定色領域抽出	R 値の範囲	25～196
	G 値の範囲	5～251
	B 値の範囲	56～210
ランダム雑音付加	雑音画素数	20000
ヒストグラム平坦化	表示階調数	4

図 1 に対して鮮鋭化処理を行うとエッジや細部の鮮明さが向上されるはずである。これに対し図 3(a)ではエッジや細部の鮮明さが向上しており、鮮鋭化処理が正しく行われているといえる。図 1 に対してエッジ抽出処理を行うと、白線でエッジや輪郭が描画されるはずである。これに対し図 3(b)ではエッジや輪郭が白線でエッジや輪郭が描画されており、エッジ抽出処理が正しく行われているといえる。図 1 に対して指定領域抽出処理を行うと、特定の色領域が抽出されるはずである。これに対し図 3(c)では特定の色領域が抽出されており、指定領域抽出処理が正しく行われているといえる。図 3(f)に対してメディアンフィルタリング処理を行うと、ノイズを除去した画像が生成されるはずである。これに対し図 3(d)では、ノイズが除去された画像になっており、メディアンフィルタリング処理が正しく行われているといえる。図 1 に対してヒストグラム平坦化処理を行うと、画像のコントラストや明暗のバランスが向上されるはずである。これに対し図 3(e)では画像のコントラストや明暗のバランスが向上になっており、ヒストグラム平坦化処理が正しく行われているといえる。図 1 に対してランダムノイズ処理を行うと、ランダムなノイズが追加されるはずである。これに対し図 3(f)ではランダムなノイズが追加されており、ランダムノイズ処理が正しく行われているといえる。

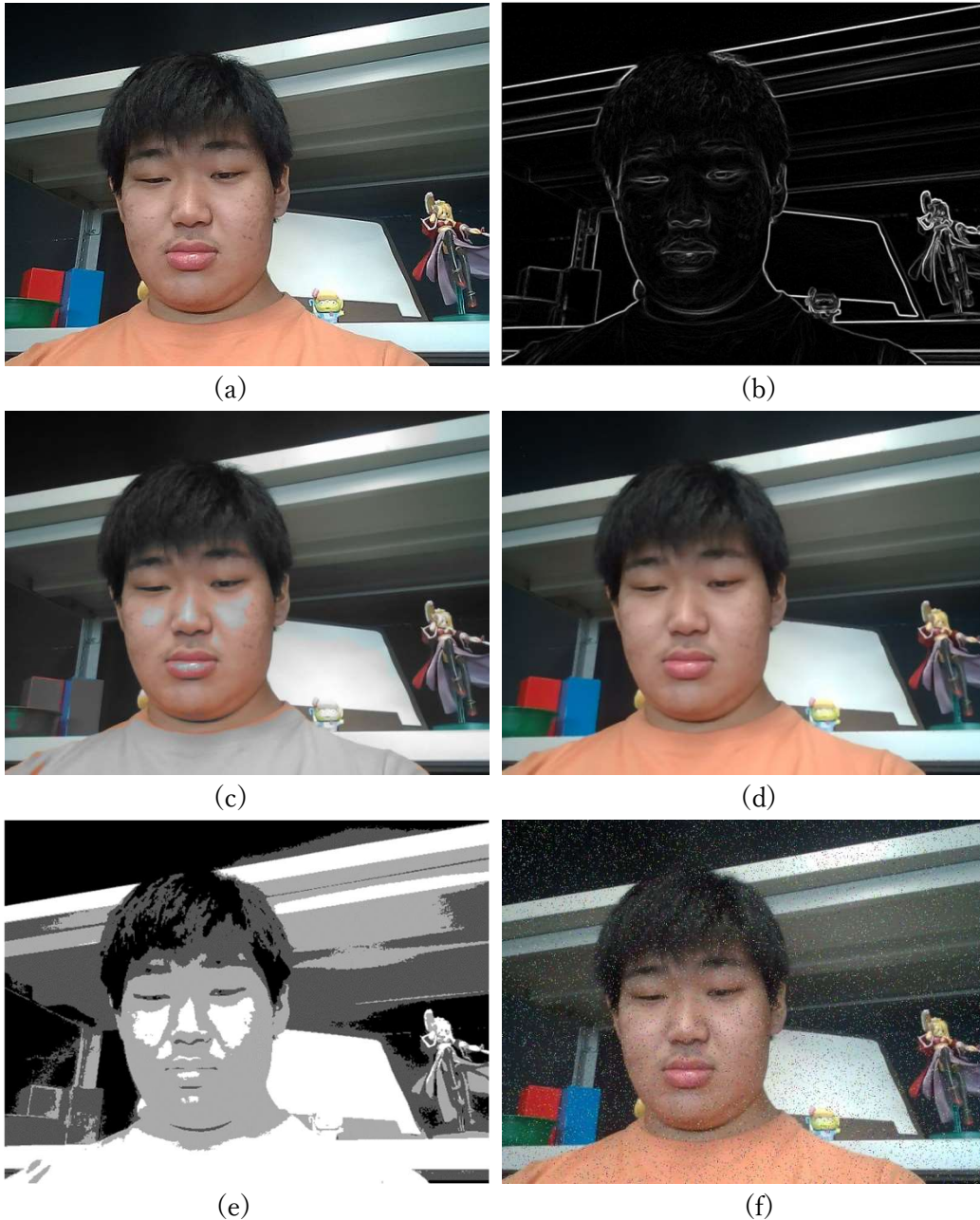


図3:図1に対する画像処理の結果。(a)鮮鋭化(enhancement)処理の結果。(b)エッジ抽出(edge detection)処理の結果。(c)指定色領域抽出(color extraction)処理の結果。(d)メディアンフィルタリング(median filtering)処理の結果。(e)ヒストグラム平坦化(histogram equalization)処理の結果。(f)ランダムノイズ(random noise)処理の結果。

表2のRGB上限値/下限値の8通りの組み合わせに対応する色をWindowsペイントで調べると、表2の色が生じることが分かった。一方、出力画像の図3(c)には黒色、肌色、白色が現れている。これらの色は表2に指定された範囲に含まれているとは言えない。よって指定領域中質処理が正しく行われているといえない。

表2 指定した RGB 上限値／下限値の組み合わせによって生じる色。

R	G	B	色	R	G	B	色
25	5	56	濃紫色	196	251	210	薄緑色
5	25	56	濃青色	251	196	210	ピンク色
56	5	25	濃茶色	210	251	196	薄緑色
25	56	5	抹茶色	196	210	251	薄青色

4.3. 画像処理プログラム課題

プログラミング課題のうちモノクロ化、明暗変化、分割と結合、切り抜きを達成した。モノクロ化では、右上から各 RGB に Y の計算を行い、各値に代入する処理を行った図 4(a)の結果からモノクロ化ができたことが分かる。

$$Y = 0.299 * in.R[j][i] + 0.587 * in.G[j][i] + in.B[j][i] * 0.114$$

明暗変化では、入力を受け取り RGB の各画素に同じ係数を乗じて輝度値を増減する。色相と彩度は変化しない。また RGB の値は 0-255 のため、乗じた値が 0 未満の場合 0 を 256 以上だった場合は、255 の値を、それ以外の場合は、係数を乗じた値を入れる処理を行った。図 4(b)と図 4(c)より、輝度値を 0.5 倍にすると暗くなり、輝度値を 2 倍にすると明るくなることが分かる。入力画像は図 1 と図 3(b)である。出力結果は、図 4(d)である。入力画像は、図 1 と図 2 (b)である。図 4(d)より、入力画像 1 枚の左側、2 枚目の入力画像右側の画像が切り抜かれ 1 枚に結合されたことが分かる。1 枚目の画像の値を右側に代入し 2 枚目の画像の値を左側に代入した。切り抜きでは、切り抜き範囲と始点座標を入力する。切り抜き範囲の値は縦 400 横 500 始点は 横 100 縦 50 を入力値とする。始点座標から切り抜き範囲までを切り抜く出力画像図 4(e)より指定範囲が切り抜かれたことが分かる。

5. 考察

人間の眼球やカメラへの入射光の分光分布（スペクトル）は、それに対する色情報のみからは完全に復元できない。なぜか

文献[1][2]より色情報からスペクトルは復元できない。なぜなら色情報とスペクトルの次元数が異なっている。また、再現するための情報が不足しているためである。スペクトルは連続的な波長範囲で光の強度を表し、無限の次元を持っている。一方、色情報は、3つの基本的な次元（赤、緑、青）の 3次元で表される。色情報にはスペクトルに含まれている波長範囲や強度分布、形状に関する情報を表すことができない。よって色情報のみからはスペクトルは、再現することはできない。

参考文献

[1] Wikipedia、“可視光線”、Wikipedia、2022年12月24日更新、
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%AF%E8%A6%96%E5%85%89%E7%B7%9A>（閲
覧日：2023年7月2日）

[2]CCS 株式会社,” https://www.ccs-inc.co.jp/guide/column/light_color/vol14.html”,CCS
株式会社,2023年更新、(閲覧日:2023年7月2日に利)



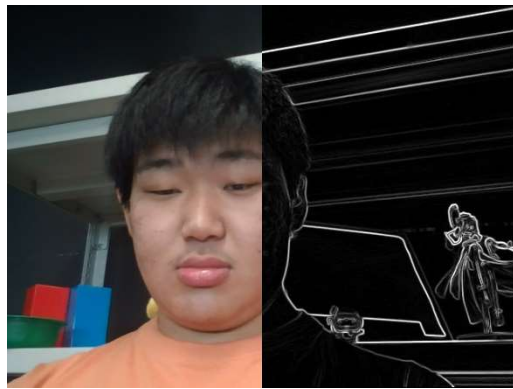
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

図4 プログラム課題の結果。(a)モノクロ化の結果。(b) 明暗変化の結果。(c)分割と結合の結果(d)。(e)切り抜きの結果。