

Android 端末における明度と消費電力の関係を考慮した RGB の制御によるディスプレイ消費電力の低減

坂本 寛和[†] 中村 優太[†] 野村 駿[†] 濱中 真太郎[‡] 山口 実靖[‡] 小林 亜樹[‡]

[†]工学院大学大学院工学研究科電気・電子工学専攻 [‡]工学院大学工学部情報通信工学科

1. はじめに

スマートフォンユーザーへの不満点の意識調査においては、バッテリーの持ち時間が最大の不満点となっている[1]。スマートフォンにおける消費電力の中で、特にディスプレイによる消費電力が大きい[2]。ディスプレイによる消費電力を削減させるための手法として、一定時間無操作である場合に自動的にディスプレイ全体の表示をオフにする機能や、ディスプレイ全体の明るさを暗くする機能が多くの端末に用意されている。しかし、これらのディスプレイ全体を統一的にオフとするあるいは暗くする手法を過度に用いるとユーザの利便性を損なう恐れがあり、効果に限界があると考えられる。さらなる改善には、統一的でない制御が必要になると予想される。

本研究では、ディスプレイのピクセル単位での制御を行い省電力化を行う手法について考察する。具体的には、ディスプレイ表示の RGB 値の変更により消費電力が変化をするディスプレイを想定し、ディスプレイの RGB 値を変更させることにより消費電力を抑える手法を提案し、その性能の評価を行う。

2. 基本性能調査

本章で、Android 端末におけるディスプレイ表示内容 (RGB 値) と、消費電力、照度の関係について述べる。

2.1. 測定環境

ディスプレイ表示を全ピクセル特定の色 (RGB 値) とし、そのときの電流と照度を調査した。

測定は、Nexus S (Android 4.0.3, CPU Samsung Hummingbird S5PC110 1GHz, Memory 512MB, 有機 EL ディスプレイ) で行った。本稿の計測は、電圧は一定であると仮定し、「電流」と「単位時間当たりの消費電力」が比例すると考え、電流の測定をもって単位時間当たりの消費電力の測定とした。電流の計測は端末とバッテリーを導線で接続し、途中に電流計 (MAS-345) を配置することにより行った。照度は、照度計 (sanwa mobiken ILLUMINANCE METER LX2) を用いて計測した。照度測定は受光部をディスプレイの中心部に接触させて固定して行い、明るさが 0.00 [lx] 室内で行った。

2.2. RGB 値と電力/照度の関係

赤色のみ発光した状態における色 (RGB 値) と電流、照度の関係を図 1, 2 の“Red”に示す。図 1, 2 の横軸の値は

Saving Display Power Consumption in Android Terminals by Controlling RGB Values Based on Relation between Illuminance and Power Consumption, †Hirokazu Sakamoto, Yuta Nakamura, Shun Nomura

†Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University Graduate School

‡Shintaro Hamanaka, Saneyasu Yamaguchi, Aki Kobayashi

‡Department of information and Communications Engineering, Kogakuin University

RGB の R の値であり、例えば横軸の値が 192 であればディスプレイの全ピクセルが RGB=(192, 0, 0) の状態にある。同様に緑色のみ発光した状態における色 (RGB 値) と電流、照度の関係を図 1, 2 の“Green”に、青色のみ発光における関係を“Blue”に示す。

図 1, 2 より、いずれの色においても RGB 値を上昇させると電流、照度ともに上昇するが、上昇の程度は原色の種類により異なることが分かる。例えば、RGB 値の B (青) の値を上昇させると電流が大きく上昇するが、照度の上昇は小さいことが分かり、RGB 値の G (緑) の値を上昇させると電流の上昇が大きいことが分かる。G (緑) の値の上昇に伴い照度が大きく上昇する理由は、照度計が標準比視感度にて測定を行っており、標準比視感度において波長 555nm (緑) が最高の感度であるため、緑の出力増加が照度の増加に繋がりやすいからであると考えられる。また、RGB 値が低い (64 以下) 範囲では RGB 値の上昇による電流の上昇が小さいが、RGB 値が高い (192 以上) 範囲では RGB 値の上昇に伴う電流の上昇が大きいことが分かる。

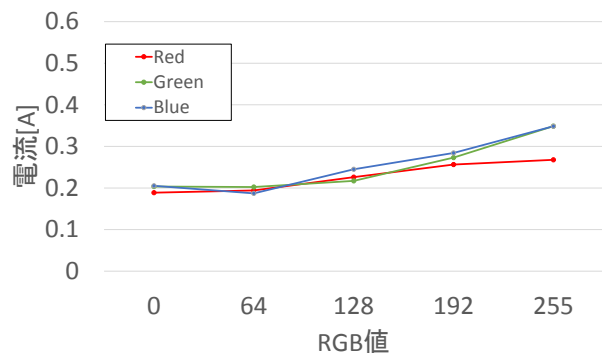


図 1 RGB 値と電流の関係

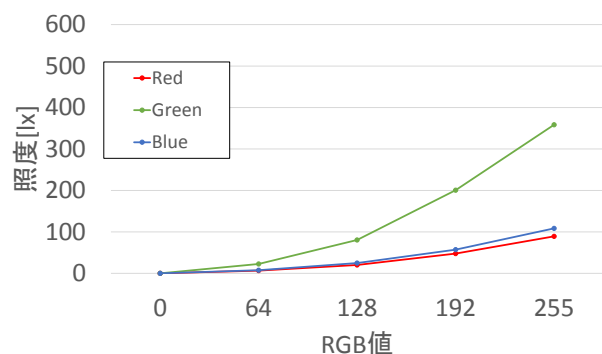


図 2 RGB 値と照度の関係

3. 緑化手法

本章にて、Android 端末における少ない見やすさの低減で省電力化を実現する以下の手法を提案する。

2.2 節の結果から、青(Blue)LED の発光は電流増加が大きく照度増加が小さい、赤(Red)は電流増加が小さく照度増加が小さい、緑(Green)は電流増加が小さく照度増加も大きい結果となった。このことから、照度増加と電流増加の比において優れる緑(Green)のみを発光させる手法が省電力効果と見やすさの比において優れていると考えられる。本章にて、出力画像をモノクロ化し、緑(Green)LED のみを発光する手法を提案する。具体的には、式(1)による変換[3]を用いて、RGB データを 1 次元化(グレースケール化)し、得られた e の値の強さで緑(Green)LED のみを発光する。

$$e = 0.298912 * r + 0.586611 * g + 0.114478 * b \quad (1)$$

e は、変換後の RGB 値であり、r は Red, g は Green, b は Blue を表している。

4. 評価

本章にて提案手法の評価結果を述べ、その有効性を示す。

4.1. 電流評価

Android 端末におけるディスプレイ省電力を通常手法(AndroidOS における明るさ調整機能)と提案手法で行い、その電流と見やすさを評価した。評価に用いた端末は 2 章で用いた端末と同様のものである。

提案手法の評価は、以下で述べる評価用実装を用いて行った。評価用実装では、OS のカーネル(Linux カーネル)のフレームバッファを用いてディスプレイ表示の RGB データを取得する。そして、RGB 値の変換をユーザ空間で行い、得られた RGB データを画像表示アプリケーションを用いてディスプレイに表示する。通常手法(明るさ調整)およびそれぞれの緑化手法を画面に適用した提案手法にて省電力を行ったときの電流を図 3 に示す。ただし、提案手法においては明るさ調整を常に 100%として測定を行った。用いた画面は、メール、ゲーム、標準画像(マンドリル、ガール)である。

図より、通常手法、提案手法ともに省電力に効果があることが分かる。特に、メール画面において、消費電力の低減効果が大きくなっており、緑化手法は消費電力を大きく抑えることができることが分かる。

4.2. 見やすさの主観評価

通常手法と提案手法の見やすさを主観により評価した。電流がほぼ同等となる 2 種類のディスプレイ表示を用いて、アンケートによる見やすさの主観評価を行った。評価に用いた画面は、表 1 の通りである。いずれの評価においても緑化手法の電流値がわずかに小さく、緑化手法がやや不利な状況となっている。主観評価は、10代 14人、60代 1人、合計 15人の被験者に両方のディスプレイ表示を見せて「どちらが見やすいか」との質問をし、回答を得て行った。「見やすさ」の定義は被験者の主観に委ねられている。評価実験は、313[x]の室内で行った。

評価の結果は、表 2 の通りである。表より、緑化手法はテキストを表示する画面(メールアプリ)においては高い評価を得られるものの、カラー画像である標準画像をモノクロ化して緑化した場合は高い評価が得られていないことが分かる。

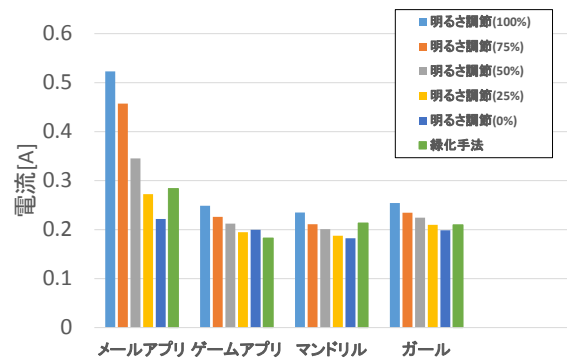


図 3 緑化手法の電力評価

表 1 主観評価

| 画面 | 提案手法 | 通常手法 |
|-------------|-----------|-----------------------|
| メールアプリ | 0.287[A] | 明るさ調整 50% 0.340[A] |
| ゲームアプリ | 0.184[A] | 明るさ調整 25% 0.199[A] |
| 標準画像(マンドリル) | 0.215[A] | 明るさ調整 75% 0.216[A] |
| 標準画像(ガール) | 0.206 [A] | 明るさ調整 25% 0.209[A] |

表 2 主観評価結果

| 画面 | 提案手法を選んだ人数 | 通常手法を選んだ人数 |
|-------------|------------|------------|
| メールアプリ | 11人 | 4人 |
| ゲームアプリ | 7人 | 8人 |
| 標準画像(マンドリル) | 2人 | 13人 |
| 標準画像(ガール) | 6人 | 9人 |

5. おわりに

本稿ではディスプレイによる消費電力に着目し、画像を取得し改変することによって消費電力の低減を行う手法を提案した。そして電流の計測と見やすさの主観評価を行い、緑化手法はテキスト画面の評価において端末に用意されている通常手法より同じ電流でより高い見やすさを実現できている結果を得ることができ、テキストエディタなどにおいて提案手法の有効性が確認された。

今後は、入力画面の色相の多様性や彩度の強さを考慮した提案手法の調整などについて考察していく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費(24300034, 25280022, 26730040)の助成を受けたものである

参考文献

- [1] 日本経済新聞, http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2600W_W3A320C10000/, 2013年4月1日
- [2] Rahul Murmura, Jeffrey Medsger, Angelos Stavrou, Jeffery M. Voas, "Mobile Application and Device Power Usage Measurements," Energy aware self-adaptation in mobile systems, 2013
- [3] Kumiko Yasuda, Daigo Muramatsu, Takashi Matsumoto, "Visual-based Online Signature Verification by Pen Tip Tracking," IEEE, Vienna, pp175-180, 2008