

色表現制御による Android 端末のディスプレイによる消費電力の低減 Saving Display Power Consumption in Android Terminals by Controlling RGB Values

坂本 寛和[†] 中村 優太[†] 野村 駿[†] 濱中 真太郎[‡] 小林 亜樹[‡] 山口 実靖[‡]
Hirokazu Sakamoto Yuta Nakamura Nomura Shun Shintaro Hamanaka
Aki Kobayashi Saneyasu Yamaguchi

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统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、统一的でない制御が必要になると予想される[3].

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する.

2. RGB 値と電流・照度の関係

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 0.00lx 室内で行った.

2.2 測定結果、モデル

測定結果を図 1, 図 2 の「測定値」に示す. 横軸が測定時の RGB 値であり、縦軸が計測された電流と照度である. 通常、ディスプレイ出力には γ 補正が施され、出力の強さ (照度や消費電力)は RGB^γ に比例する. 多くの場合 $\gamma=2.2$

[†] 工学院大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻
Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University
Graduate School

[‡] 工学院大学 工学部 情報通信工学科
Department of information and Communications Engineering,
Kogakuin University

であり、本測定結果を 照度= $a \cdot RGB^\gamma$ で近似すると $\gamma=2.17$ であった.

次に「RGB 値=(r,g,b)における電流」と「RGB 値=(r,0,0)における電流, (0,g,0)における電流, (0,0,b)における電流の合計」の比較を行った. 後者(電流の合計)を図 1 の「R+G+B」に示す. 同様に(r,0,0)における照度と(0,g,0)における照度と(0,0,b)における照度の合計を図 2 の「R+G+B」に示す. 両図より、RGB 値=(r,g,b)における電流や照度は、単一原色発光時の電流や照度の合計とほぼ等しいことが分かる. 測定は R,G,B を 0, 64, 192, 256 と変化させて行い、

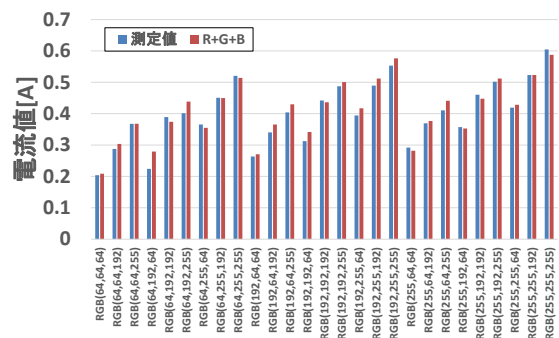


図 1, 2 には紙面の都合上一部を抜粋して掲載してある. 他の測定においても同様の結果が得られている.

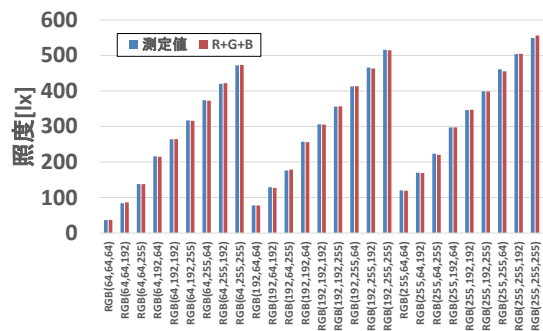


図 1 電流値による測定値と合計値の比較

図 2 照度による測定値と合計値の比較

3. 提案手法

3.1 RGB 減算法

本節にて、式(1)に従い各ピクセルの RGB 値を減少させ、消費電力を低減させる手法を紹介する.

$$\left. \begin{aligned} x' &\leftarrow \frac{x}{2} && \text{if } x \leq THSH \\ x' &\leftarrow x - \frac{1}{2}THSH && \text{if } x > THSH \end{aligned} \right) (1)$$

式(1)の x は提案手法適用前の RGB 値(入力)であり, x' は提案手法適用後の RGB 値(出力)である. THSH は暗くする(省電力を行う)強さを表すパラメータである. 本手法は RGB 値が大きくなるとピクセルの RGB 値を大きく減らしているため, γ 補正が適用されている表示装置には電力削減の効果が大きいと期待できる. また, RGB 値の大きなピクセル間にてコントラスト(明暗の差)の劣化を生じさせていない. 図 3 は RGB 減算手法適用前(THSH0)と適用後の電流値の変化を表している. 図内の横軸は適用前の RGB 値であり, 横軸の値が x なら RGB 値は (x, x, x) となる. 図より THSH の値が大きくなるにつれ, 電流値の削減が大きくなるのが分かる.

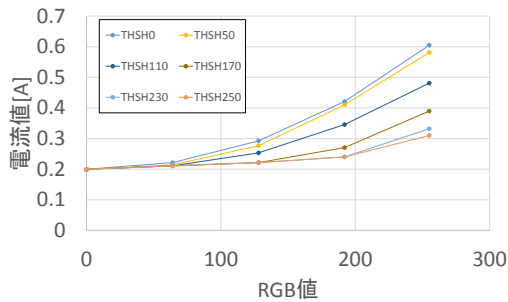


図 3 RGB 減算手法による電流値の変化

3.2 γ 減少法

本節にて, γ 補正の γ を減少させることにより省電力を行う手法を提案する. 本端末では $\gamma=2.17$ 程度であったが, これを $\gamma=1.8$ と同様になる様に RGB 値を減少させる. これは $x' = x^{1.8/2.2}$ と同等となる.

4. 評価

本章にて提案手法の評価結果を述べる.

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(端末搭載の明るさ調整機能)と RGB 減算手法と γ 減少法($\gamma=1.8$)で行い, その電流の評価を行った. ただし, RGB 減算手法と γ 減少法は明るさ調整を常に 100%としている. 評価に用いた端末は 2 章と同様のものである. ディスプレイの表示内容としては, ブラウザ画面, ゲーム画面を用いた. ブラウザ画面は白色に近いピクセルが多く, ゲーム画面は黒に近いピクセルが多い.

評価結果を図 4, 5 に示す. “明るさ調整”と記されているものが通常手法, “THSH”と記されているものが RGB 減算手法, “ $\gamma=1.8$ ”と記されているものが γ 減少法である.

図より, RGB 減算手法や γ 減少法においても通常手法と同程度の消費電力の削減が可能であることが分かる.

4.2 見やすさの主観評価

RGB 減算手法と γ 減少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. 用いた画面は, ブラウザ画面(RGB 減算手法:THSH130 0.268[A]), γ 減少法:0.264[A]), ゲーム画面(RGB 減算手法:THSH250 0.196[A], γ 減少法:0.194[A])となっており, わずかに γ 減少法の電流値が低く不利となっている. 主観評価は, 5 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.

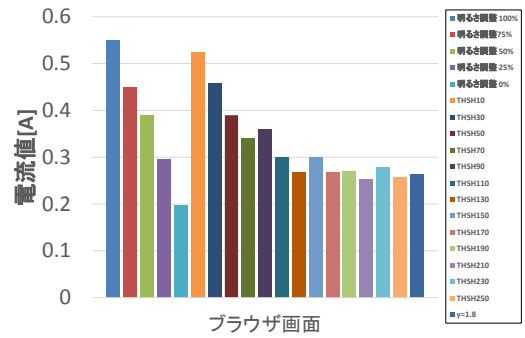


図 4 電流評価(ブラウザ画面)

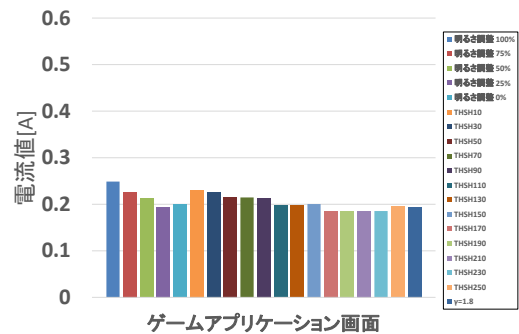


図 5 電流評価(ゲーム画面)

「見やすさ」の定義は被験者の主観に委ねられている. 評価の結果, ブラウザ画面においては, RGB 減算手法が見やすいと答えた人が 2 人, γ 減少法が見やすいと答えた人が 3 人, ゲーム画面においては RGB 減算手法が見やすいと答えた人が 1 人, γ 減少法が見やすいと答えた人が 4 人という結果となり, 黒に近い表示が多い画面においては γ 減少法の方が有効であることが確認された.

5. まとめ

本稿ではディスプレイによる消費電力に着目し, RGB 値を改変することにより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, γ を減少させる手法が黒に近い環境にて同一消費電力でより高い見やすさを実現できることが確認された.

今後は, 液晶ディスプレイへの適用を行っていく予定である.

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_W3A320C1000000/, 2013 年 4 月 1 日
- [2] Rahul Murmuia, Jeffery Medsger, Angelos Stavrou, Jeffery M. Voas, “Mobile Application and Device Power Usage Measurements”, Energy aware self-adaptation in mobile systems, USA 2013
- [3] 坂本 寛和, 中村 優太, 野村 駿, 濱中 真太郎, 山口 実靖, “RGB 値制御による Android 端末のディスプレイにおける消費電力の低減”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2014)