

Hybrid Images を用いた掲示板の輝度補正手法

馬渡翔太[†] 斎藤隆文^{††}

Hybrid Images を用いた掲示板においては、遠くから見た際に、詳細情報が完全に消えて見えることが望ましい。そのためには、ディスプレイごとの輝度特性を厳密に求め、それに合わせた補正を行うことが必要である。この作業を簡易に行えるような輝度補正手法を提案する。二つの濃度のストライプとグラデーションからなるテストパターンをディスプレイに表示し、カメラのピントをずらして撮影することで、二つの濃度の中間濃度で表示される画素値が求められる。これを繰り返すことにより、ディスプレイの輝度特性曲線が求められる。これを用いて、いくつかのディスプレイの補正を行い、良好な結果を得た。

Intensity correction method for hybrid image bulletin board

SHOTA MAWATARI[†] and TAKAFUMI SAITO^{††}

In the Hybrid Images bulletin board, it is desirable that detailed information is completely disappears from distant view. Therefore it is necessary to obtain the intensity characteristic for every display strictly and correct it. We propose a simple intensity correction method. A test pattern with stripe of two gray levels and graduation is displayed and blurred photo is taken. By repeating this process, characteristic curve of the display can be obtained. With this curve, we corrected intensity of some displays and obtained reasonable hybrid images.

1. はじめに

Aude Oliva らが提案した Hybrid Images [1] は、遠くから見た時と近くから見た時とで異なる画像が見えるような、一種の合成画像である。これは、人間の眼の感度が空間周波数によって異なることを利用したものである。Hybrid Images の一つの応用として、樋渡らは掲示板への適用を提案している[2]。通常の掲示板では、自分に必要な情報かどうかを遠くから判断することは難しく、近づいて見なければならぬ。Hybrid Images を掲示板に適用することで、遠くからは概要情報が、近くからは詳細情報が読み取れる。これにより、遠くから見て自分に関係する掲示かどうかを判断し、必要な時だけ近くに寄って詳細を読むことで、無駄な閲覧を削減できる。

Hybrid Images を用いた掲示板においては、近くから見た時には概要情報が目立たずに詳細情報が明瞭に見え、遠くから見た時には詳細情報が完全に消えて概要情報だけが見えることが望ましい。しかし、実際にいくつかのディスプレイで表示したところ、遠くから見た時に詳細情報の文字部分が白く（あるいは黒く）表示され、概要情報が見づらくなる問題が発生した。さらに、見え方はディスプレイごとに異なるため、適切な見え方となるような提示画像を得るのが困難であった。この主たる原因は、ディスプレイの輝度特性の違いによる。一般に、ディスプレイは入力画素値と実際に出力される輝度との関係が非線形であり、しかもこの特性はディスプレイごとに異なる。この特性の違いにより、ディスプレイに表示する画像が同一でも、実際に出力される画像の輝度は異なる。画像の見え方を同じにするには、ディスプレイの輝度特性を求め、それに合わせて画像の補正を行う必要がある。そこで、本研究では、この作業を簡易に行えるような輝度補正手法を提案するとともに、いくつかのディスプレイにおいて、画像の見え方の検証を行う。

2. Hybrid Images を用いた掲示板

本研究では、樋渡らが提案した Hybrid Images を用いた掲示板を使用する。そこで Hybrid Images を用いた掲示板の作成法や詳細情報の見え方について説明する。

2.1 Hybrid Images を用いた掲示板について

人間の眼は、空間周波数の違いにより、感度が異なるため、状況に応じて画像の見え方が異なる。人間がある画像を遠くから見た場合、画像の低周波成分を強く認識し、近くで見た場合は、高周波成分を強く認識する。この特性を利用して、Oliva らは見る距離により画像の見え方が異なる画像提示手法 (Hybrid Images) を提案した[1]。

[†] 東京農工大学 工学部情報工学科

Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology.

^{††} 東京農工大学大学院 生物システム応用科学府

Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology.

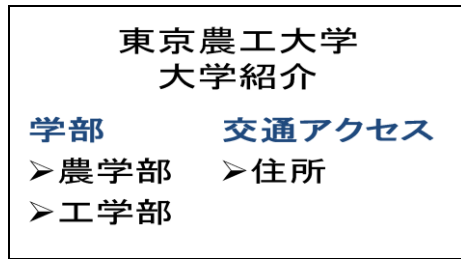


図 1 詳細情報

Figure 1 Detailed information

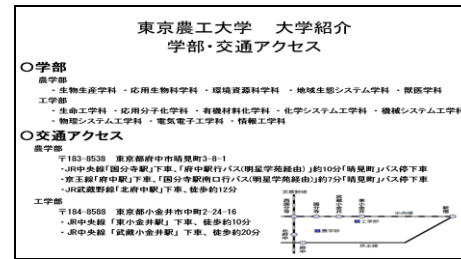


図 2 概要情報

Figure 2 Outline information

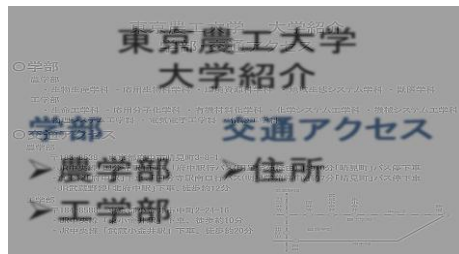


図 3 Hybrid Images を用いた掲示板
Figure 3 Hybrid image bulletin board

樋渡らは、この Hybrid Images の原理を掲示板に適用した[2]。まず概要情報として表示したい画像にローパスフィルタをかけ、空間周波数が低い画像を作成する。また、詳細情報として表示したい画像には、ハイパスフィルタをかけ、空間周波数が高い画像を作成する。そして、作成した二枚の画像を合成することにより Hybrid Images を用いた掲示板を作成する。本研究で使用した詳細情報を図 1, 概要情報を図 2, Hybrid Images を用いた掲示板を図 3 に示す。

2.2 詳細情報の見え方

Hybrid Images を用いた掲示板をディスプレイに表示した際、遠くから見たときに詳細情報が完全に消えて見えることが望ましい。それには、詳細情報の低周波成分を排除して合成すればよい。しかし、画素値とディスプレイの輝度とが非線形の関係にあると、詳細情報の文字部分が消えずにノイズとして見えることがある。実際にディスプレイに表示させ、それをカメラで撮影した例を図 4 に示す。これを見ると、詳細情報が白くはっきりと浮き出ており、概要情報が見づらくなっているのが分かる。

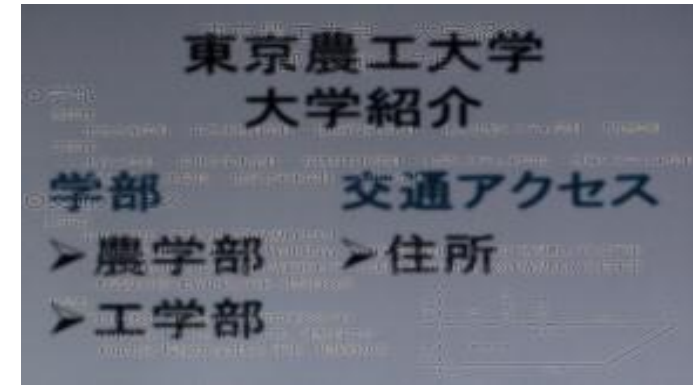


図 4 詳細情報が消えない例

Figure 4 An example where detailed information does not disappear

3. 提案手法

遠くから画像を見た時に詳細情報が消えて見えるようにするには、ディスプレイの輝度特性を求め、それに合わせて画像の輝度補正を行う必要がある。本研究では、テストパターンを用いて、ディスプレイの輝度特性を求め画像の輝度補正を行う。そこで、本手法で用いるテストパターンの使用方法や、ディスプレイの輝度特性曲線の求め方、及び画像の輝度補正法について説明する。

3.1 ディスプレイの輝度特性

ディスプレイは、入力信号である画素値と画面に出力される輝度の関係は非線形である。また、この特性はディスプレイごとに異なる。そのため、入力信号が同じでもディスプレイが異なれば、画面に出力される輝度は異なる。

この特性を調査する方法として、ガンマ補正[3][4]がある。これは、あるテストパターンをディスプレイに表示させることで、ガンマ値の推定を行い、そのガンマ値を基にディスプレイの輝度特性を求めるものである。出力される輝度は、入力信号である画素値を底とし、ガンマ値を指数とした指数関数で求めることができる。また、丹山らは、露出の異なる画像を撮影し、カメラの感度特性曲線を求め、それを指標に用いることで、ディスプレイの輝度特性の推定を行った[5]。本研究では、図 5 のようなテストパターンを用いて、入力信号である画素値と出力される輝度の関係を調べ、ディスプレイの輝度特性を求める。

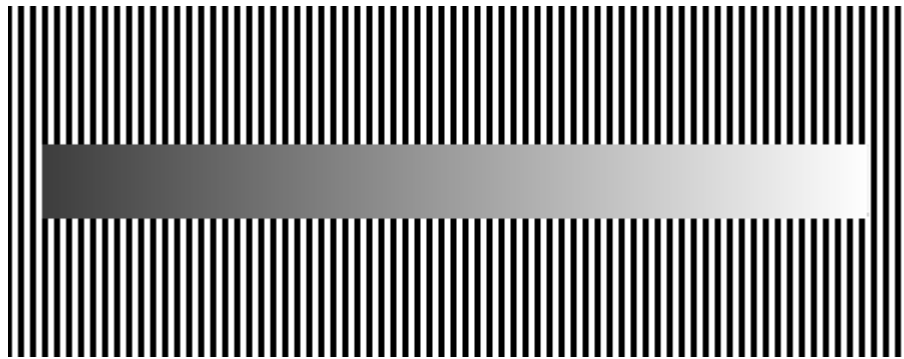


図5 テストパターン
Figure 5 Test pattern

3.2 テストパターン

図5のテストパターンは、異なる2つの輝度を画素ごとに交互に配置し、その中央部にグラデーションを配置したものである。図5では模式的に示しているが、実際には、白と黒の線をそれぞれ1画素の太さとする。

基準となる輝度は、入力信号の最小値である画素値0の時の輝度(0%)と入力信号の最大値である画素値255の時の輝度(100%)である。この輝度を基に、異なる2つの輝度の半分の輝度を表示させる画素値を調べていく。例として、この2つの輝度を使用し、50%の輝度を表示させる画素値の求め方を示す。初めに画素値0と画素値255を画素ごとに交互に配置する。これはディスプレイの0%の輝度と100%の輝度を画素ごとに交互に配置する事を意味する。テストパターンを遠方から見た場合、ディスプレイの0%の輝度と100%の輝度を交互に配置してあるため、見た目は50%の輝度に見える。そして、中央のグラデーション内部から、見た目50%の輝度と見え方が同じになる場所を特定する。その特定した場所の画素値が、ディスプレイの50%の輝度を表示させる画素値である。

3.3 カメラを用いたテストパターンの利用法

本手法では、中央のグラデーション内部から周辺部と見え方が同じになる場所を特定しなければならない。その場所を特定する方法として、主観評価によって行う方法が考えられる。テストパターンをディスプレイに映し、ユーザーがグラデーション内部から周辺部と同様の見え方になる場所を特定する。しかし、この方法の場合、ユーザーとディスプレイの位置や角度などの諸条件をすべて同一にしなければならない。また、ユーザーによる主観評価になってしまうため、個人差が大きくなり、それに伴い誤差も大きい結果になってしまう。そのため、正確なディスプレイの輝度特性を調

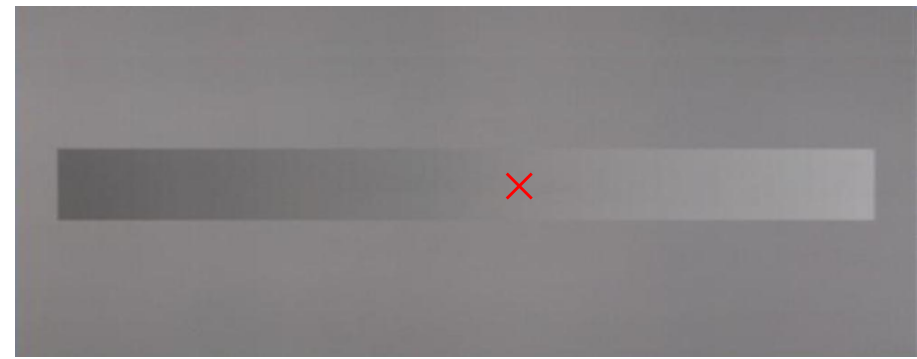


図6 カメラで撮影したテストパターン
Figure 6 Blurred photo of the test pattern

べるのには不十分であると考えられる。そこで、本研究ではカメラでテストパターンを撮影し、中央のグラデーション内部から周辺部と見え方が同じになる場所を特定する。

まず初めに、カメラをディスプレイと垂直になるよう設置する。そして、テストパターンをディスプレイに表示させる。そのディスプレイに表示されているテストパターンをカメラでピントをずらして撮影する。この撮影を行う際は、ディスプレイに反射光が映ると正確な値を得ることができないので、暗室で撮影を行う。実際に撮影したものを図6に示す。ピントをずらすことにより、縦の縞模様が消え、一様な輝度として表示される。

次に中央のグラデーション部の周辺部の画素を抽出する。本研究では、グラデーション部の上下100画素を抽出した。抽出した画素の画素値の平均値を算出し、中央のグラデーション内部でその平均値と一致する場所を特定する。図6のバツ印が特定した場所である。

最後にその特定した場所の本来の画素値を調べる必要がある。撮影したテストパターンにおいて、先ほど特定した場所と同位置にある画素の画素値が、本来の画素値である。そしてその画素値は、テストパターンで使用した2つの輝度の中間の輝度を表示させる画素値である。本研究では、このようにカメラを用いて、中央のグラデーション内部から周辺部と見え方が同じになる場所を特定する。

3.4 ディスプレイの輝度特性曲線の求め方

ディスプレイの輝度特性曲線の求め方について説明する。ディスプレイの輝度特性曲線は、画素値0の時の輝度(0%)と画素値255の時の輝度(100%)の2つの輝度を基に作成していく。まず初めに、3.3節の手法を用いて、この2つの輝度から50%

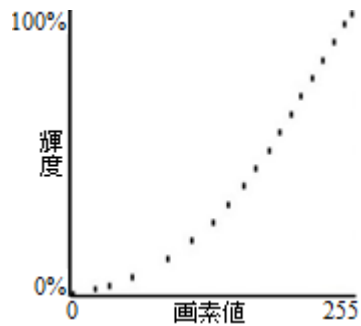


図7 計測値
Figure 7 Measurement values

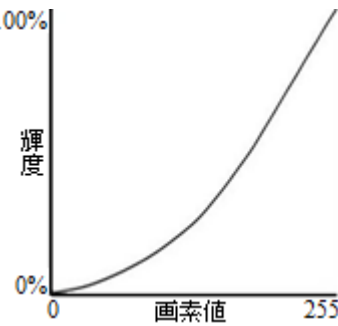


図8 輝度特性曲線
Figure 8 Intensity characteristic curve

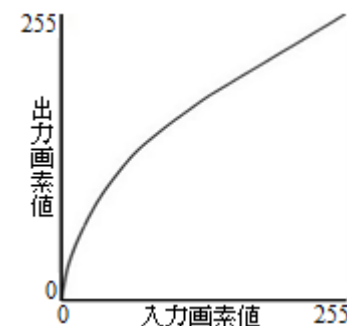


図9 輝度特性曲線の逆関数
Figure 9 Inverse function of intensity characteristic curve

の輝度を出力させる画素値を特定する。この画素値を特定することが出来ると、ディスプレイに50%の輝度を出力させることが出来るため、この値も基準として使用することができる。今度は、0%の輝度と50%の輝度をテストパターンで使用し、25%の輝度を出力させる画素値を特定する。同様に、ディスプレイの50%の輝度と100%の輝度をテストパターンで使用し、75%の輝度を出力させる画素値を特定する。このような作業を繰り返し行うことで、画素値と出力される輝度の関係を調べていく。この作業を繰り返し行い、すべての画素値と輝度の関係を調べるのが理想的であるが、計測回数が膨大になってしまうため、あまり現実的ではない。

そこで本研究では、この作業を17回行い、17個の画素値と出力される輝度の関係を調べる。この測定した値を横軸に画素値、縦軸に輝度のグラフに表すと図7のようになる。これに対して、b-spline補間を行い、図8のディスプレイの輝度特性曲線を得る。

3.5 画像の輝度補正法

ディスプレイの輝度特性曲線をもとに画像の輝度補正を行う。まず、ディスプレイの輝度の最大値(100%)を画素値255、輝度の最小値(0%)を画素値0に単位換算を行う。そして、ディスプレイの輝度特性曲線の逆関数を求め、横軸を画像の入力画像の画素値、縦軸を画像の変換後の画素値とする。図9は、図8の輝度特性曲線の逆関数を求めたものである。この関数を用いて、画像の輝度を予め上げておき、画素値と輝度の関係を線形にする。この処理をRGBすべてに対して行い、画像の輝度補正を行う。

4. 結果

提案手法を基に、ディスプレイの輝度特性を求め、Hybrid Imagesを用いた掲示板の輝度補正を行った。使用したディスプレイは、EIZO FlexScan L550, DELL VOSTRO1400, SHARP AQUOS LC-46GX35の3種類を用いた。ディスプレイを撮影するカメラは、オリンパス E-510を使用した。

4.1 ディスプレイの輝度特性曲線

図10にディスプレイの輝度特性曲線を示す。赤色はEIZO FlexScan L550、緑色はDELL VOSTRO1400、青色はSHARP AQUOS LC-46GX3の輝度曲線を表す。図10より、同じ画素値でも出力される輝度値が異なることが分かる。また、画素値と出力される輝度の関係は線形ではなく、輝度は画素値に比べ小さくなっているのが分かる。

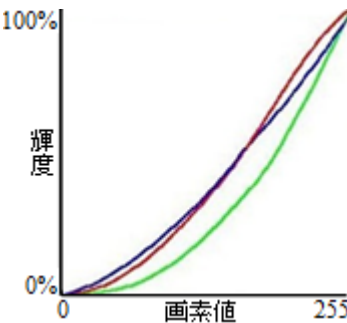


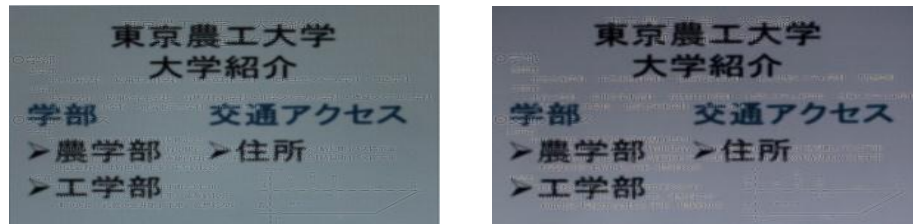
図10 3種の輝度特性曲線
Figure 10 Intensity characteristic curves of three displays

4.2 Hybrid Images を用いた掲示板の輝度補正結果

Hybrid Images を用いた掲示板をいくつかのディスプレイに映し、見え方の検証を行った。画像をディスプレイに映し、それをカメラで撮影し比較検証した。カメラとディスプレイの距離は 150cm とし、掲示板を遠くから見た時に焦点を合わせ撮影した。また、撮影は暗室で行い、カメラの露出は、適正露出とする。

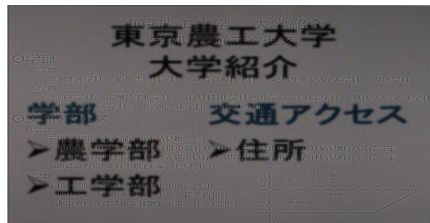
図 11 は、輝度補正前の同じ画像をディスプレイに映し、撮影したものである。同じ画像を映しているにも関わらず、詳細情報の見え方に違いがみられた。特に、DELL VOSTRO1400 のディスプレイに画像を映した場合は、他の 2 つのディスプレイと比べ、詳細情報が白く表示されているのが分かる。この原因は、輝度特性曲線が他の 2 つの輝度特性曲線と比べ大きく異なっているためだと考えられる。

図 12 は、それぞれのディスプレイの輝度特性曲線を基に画像の輝度補正し、それをディスプレイに映し撮影したものである。図 12 より、輝度補正をすることにより、詳細情報が消え、画像の見え方がほぼ同じになった。特に、DELL VOSTRO1400 のディスプレイの場合、補正前は詳細情報が白く表示されていたが、補正後は詳細情報がほぼ消えて見えるのが分かる。以上のことから、Hybrid Images を用いた掲示板において、ディスプレイの輝度特性曲線を求め、それに応じた画像の補正は有効であると言える。



(a) EIZO FlexScan L550

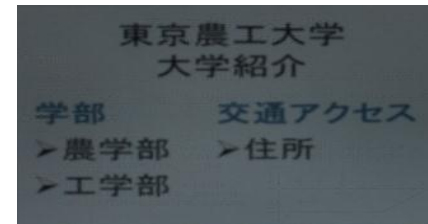
(b) DELL VOSTRO1400



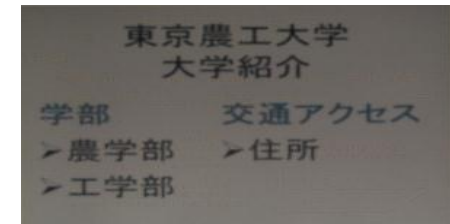
(c) SHARP AQUOS LC-46GX35

図 11 輝度補正前の画像

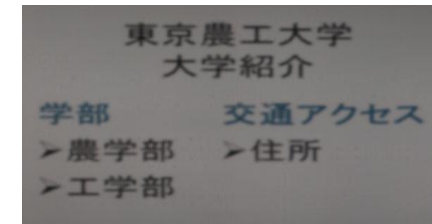
Figure 11 Images before intensity correction



(a) EIZO FlexScan L550



(b) DELL VOSTRO1400



(c) SHARP AQUOS LC-46GX35

図 12 輝度補正後の画像

Figure 12 Images after intensity correction

5. おわりに

本研究では、Hybrid Images を用いた掲示板の輝度補正手法を提案した。画像の輝度補正を行うことにより、遠くから掲示板を見た時、詳細情報がほぼ消え、概要情報を認識しやすくなった。今後の課題として、輝度特性曲線をより効率的に求めることと、Hybrid Image 掲示板をより見やすくすることが挙げられる。

参考文献

- 1) Aude Oliva, Antonio Torralba, and Philippe G. Schyns, Hybrid Images, Proceeding of SIGGRAPH 2006, pp.527 - 532 2006.
- 2) 樋渡昇一郎, 瀬川大勝, 宮村浩子, 古谷雅理, 斎藤隆文: Hybrid Images を用いた情報提示手法, 第 70 回情報処理学会全国大会論文誌, 2EZ-3 2008.
- 3) 「ガンマ補正」 <http://w3.kcua.ac.jp/~fujiiwara/infosci/gamma.html> (2010/12/27 アクセス)
- 4) 「おれディスクロージャー - ガンマ補正の話」 <http://www.geocities.jp/oredisc/memo/gamma/gamma.html>(2010/12/27 アクセス)
- 5) 丹山瑞樹, 斎藤隆文: Hybrid Images を用いた掲示板, 第 72 回情報処理学会全国大会論文誌, 6ZH-6 2010.