

高画質化支援システムの開発

Development of Support System for Image Quality Improvement

塚田 正人†
Masato Tsukada

舟山 知里†
Chisato Funayama

1. まえがき

カラー画像機器にとって、その画質は重要な要素であるため、現在多くの開発者が、日夜、画質調整に取り組み、最大限の高画質化を実現している。この画質調整は人間の調整能力に依存するため、安定に維持、継承することが難しい。また、多くの時間と労力を要するため、その効率化が課題となっている。

このように人間に蓄積される高画質化技術（ノウハウ）を客観データとしてコンピュータに蓄積し管理できれば、長年培ってきた画質調整技術を安定に維持、継承することが可能になる。画質調整の自動化による効率化はもとより、異なる機器であっても画質に統一感を持たせたり、機種毎に異なる画質特徴を持たせるなど実際のカラー画像機器の画質調整への応用が期待される。

本研究の目的は、人間に蓄積される高画質化技術を客観的に評価し、その高画質化技術を実際のカラー画像機器の画質調整に応用する高画質化支援システムを実現することである[1]。本稿では、画質に影響を与える大きな要因の一つであるガンマ補正に着目し、ガンマ補正に関する人間の画質調整能力の測定方法について述べる。そして、ガンマ補正に関する人間の画質調整能力に基づく画質評価方法および画質補正における最適補正パラメータの自動推定方法について述べる。

2. 画質調整能力の測定と画質評価方法の検討

高画質化支援システムを実現するためには、人間の画質調整能力の測定方法、および人間の画質調整能力との相関の高い画質評価値に基づいた画質評価方法を確立する必要がある。

画質調整能力に関しては、実務者、初心者などレベルの異なる複数の被験者に対し、評価画像の画質調整を実施する。そして、調整後の画像（以下、補正画像）について画質主観評価実験を行うことで、被験者の画質調整能力の数値化が可能である。これを人間の画質調整能力の測定方法とする。

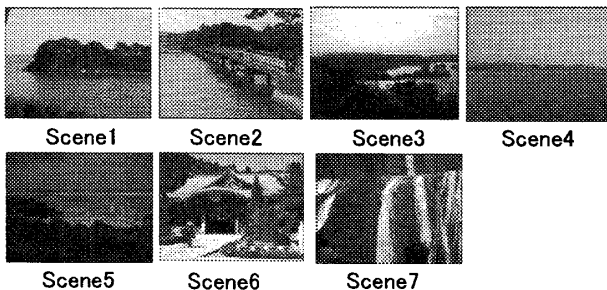


図1 評価画像

人間の画質調整能力の測定を試みる予備実験を実施した。図1に示した7つのシーンからなる評価画像（動画像）に対し、4名の調整者がシーン毎に手動でガンマ補正を行った。そして、10名の被験者がThurstoneの対比較法に基づき、4名の調整者による各シーンの補正画像の画質を評価し、画質に関する間隔尺度を算出した[2]。間隔尺度の大小は、主観画質の良し悪しを表しており、調整者の画質調整能力を示していると言える。図2にその結果を示す。この実験では、4名の調整者のガンマ補正に関する画質調整能力は高いほうから順に、B→A→D→Cとなっていることが分かる。

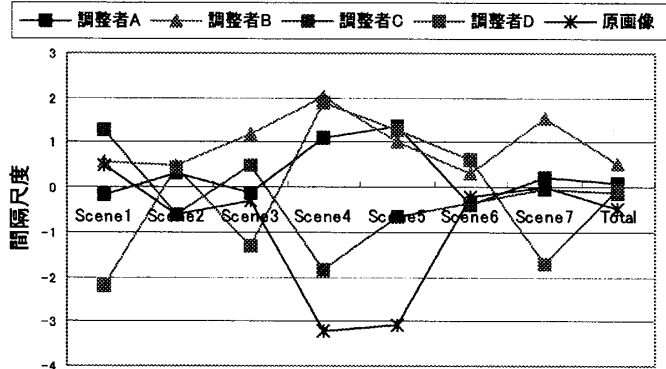


図2 画質調整能力の評価結果

次に、画質調整能力と相関の高い画質評価値に基づく画質評価方法について議論する。

図3は、調整者による補正画像のみを解析して得られる明度やヒストグラムなど絶対量としての画質評価値と、画質調整能力の関係を表した例である。図3では、評価値Xは評価値Aより画質調整能力との相関が高い。このように、画質調整能力との相関が高い絶対量としての画質評価値を見出し、この画質評価値に基づいた画質評価方法を確立することが理想である。

本研究では、予備実験にて得られた補正画像を解析し、様々な絶対量としての画質評価値を算出し、画質調整能力との相関を調べたが、図3右に示されるように人間の画質調整能力と相関の高い画質評価値は見出すに至っていない。

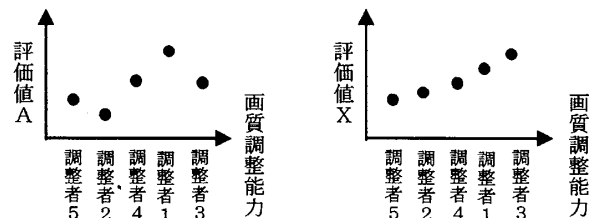


図3 画質調整能力と絶対画質評価値の関係

† 日本電気(株), NEC Corporation

実際、人間の画質に関する判断メカニズムは、まだ解明されておらず、人間の画質調整能力と相関の高い絶対量としての画質評価値は報告されていない。

3. 教師画像を用いた画質評価方法と最適補正パラメータの自動推定方法

本研究では、上記課題を解決するために、評価画像の教師画像を用いた画質評価方法を提案する。

第2章の予備実験を通じて、補正画像には主観画質の順位付けがなされており、各シーンにおいて最高画質を達成した補正画像が得られている。最高画質を達成した補正画像を教師画像とし、教師画像との画質に関する差分情報、すなわち相対的な画質評価値を算出し、画質調整能力との相関関係を評価する。

第2章の予備実験における実験結果を元に、教師画像と補正画像間の様々な画質評価値を算出し画質調整能力間の相関を計算した。表1に結果を示す。なお、画質調整能力として、一対比較法による勝率の累積確率と間隔尺度の両方を使用した。

表1 画質評価値と画質調整能力との相関係数

画像データ評価値	累積確率	間隔尺度
色差の平均	-0.82	-0.78
色差の平均 (画素数 64% を含むの中心領域)	-0.79	-0.73
明度 (L) 差の平均	-0.78	-0.72
彩度 (C) 差の平均	-0.73	-0.73
コントラスト比	0.62	0.64
輝度ヒストグラム	-0.66	-0.61
彩度ヒストグラム	-0.65	-0.60

表1の結果から、色差の平均と累積確率との相関が一番高いことが分かる (このときの相関は1%の有意水準で有意)。ガンマ補正であることから、一般に、明度との関係が強いと思われるが、実際には明度差の相関は色差の相関よりも低い。すなわち、ガンマ補正における画質は、明度だけでなく彩度および色相をも含んだ色差で評価する方が良いことが確認された。

画質評価値の色差の平均と、累積確率の関係を回帰式で表現する。Xを累積確率、Yを色差の平均とすると、回帰式は、式(1)のように表される。

$$Y = -2.81057X + 10.21806 \quad (1)$$

図4は画質評価値である色差の平均と、画質調整能力

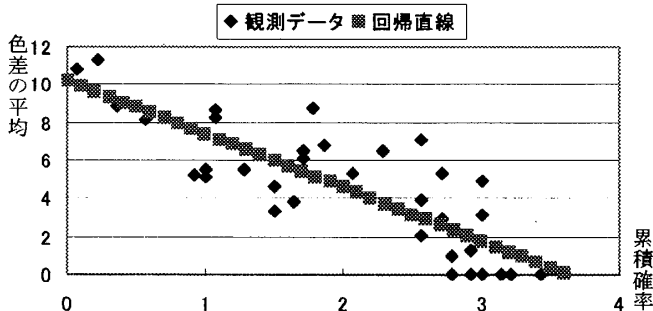


図4 教師画像との色差の平均と画質調整能力の関係

を示す累積確率との関係を表したグラフである。◆点は観測データ、■点は回帰直線上の点を示している。

上記色差の平均と累積確率との関係を利用することで、任意の画質調整者の画質調整能力が推定できる。ある被験者にガンマ補正による画質調整を実施させ、その補正画像と教師画像との色差の平均を計算する。今、色差の平均が3であった場合、式(1)より累積確率は2.57になり、この被験者の画質調整能力は上位に入ると言ってもよい (最高画質を示す色差の平均=0における累積確率は3.64である)。

また、ガンマ補正では教師画像との色差の平均と累積確率との相関が高いという性質を利用することで、ガンマ補正における最適補正パラメータを自動的に決定することも可能である。具体的には、あらかじめ設定された教師画像との色差が最小となる補正パラメータを選択する。

上記最適補正パラメータの自動推定法により、図1の評価画像に対して1種類の最適補正パラメータを決定し、これを適用した際の画質性能を、図4に示された教師画像との色差の平均と画質調整能力を示す累積確率との相関を利用して推定した。図5はその結果である。最適補正パラメータによる補正画像は7シーンに対して1種類の補正パラメータで補正が行われている。一方、人手による調整結果は、シーン毎に異なるパラメータが設定されている。これを考慮すると、本手法による補正パラメータにより良好な補正が実現できると推定される。

4. まとめ

本稿では、画質に大きな影響を与える要因の一つであるガンマ補正に着目し、ガンマ補正に関する人間の画質調整能力の測定方法について述べた。そして、教師画像を用いた画質評価方法およびガンマ補正における最適補正パラメータの自動推定方法を提案し、それらの有効性を示した。

今後は、彩度、コントラストなど重要な画質要因について検討を進める[3]。

参考文献

- [1] 徳田ら:“対話型進化計算を用いたガンマ補正による高画質化支援システム”, SSI2007, IN13-15.
- [2] テレビジョン学会編:“画質と音質の評価技術”, 昭晃堂, 1991.
- [3] 塚田ら:“デジタル画像処理による自動高画質化技術”, 日本画像学会誌, Vol.43, No.2, pp.90-97 (2004).

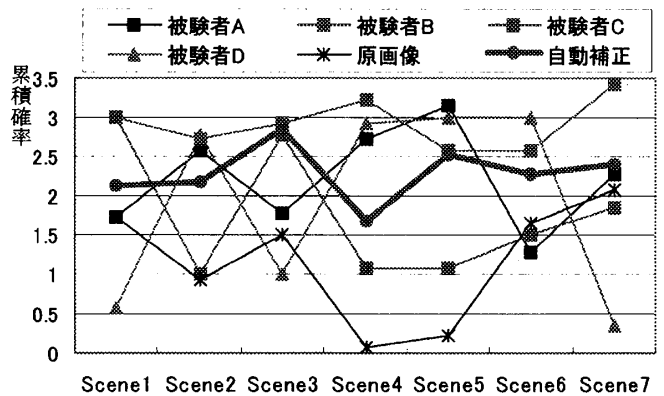


図5 各シーンにおける画質性能の比較