

人の知覚に基づく画質の新評価指標

植木 俊 田口登喜生 中村 浩三 伊藤 康尚 岡元 謙次

ディスプレイ技術開発本部 表示技術研究所

原論文

“New metrics based on visual perception for evaluating image quality”International Display Workshop ‘06, (2006) 519-522

任意の照明環境下で適用可能なディスプレイの新しい評価指標を提案する。この評価指標は人間の視覚特性（知覚）に基づき、“明るさ感覚”と順応の影響を考慮したものである。また、この指標は部屋の明るさ(200lx)程度から屋外環境(20,000lx)に渡る広い照明環境下で画質評価の主観評価実験と良い相関を得た。本報で提案する“明るさ感覚”と“知覚コントラスト比”を用いることによって、どのような照明環境下でも統合してディスプレイの画質を評価することができる。ディスプレイを実際に使用する明室や屋外などの環境下で画質を評価するための新しい評価手法である。

【実験】

本研究を行うにあたり、まず実使用環境でモバイルディスプレイをAV用途として使う場合に、必要とされる特性値を求めるための主観評価実験を行った。明室～屋外に相当する照明環境下で画質の主観評価実験を行い、各環境下で必要とされる輝度、コントラスト比、色再現範囲の値を求めた。

図1および表1に主観評価実験を行った際の実験条件を示す。被験者は図1に示したような距離、角度で配置されたディスプレイに映された画像を観視し、その画像の評点を行う。この時、ディスプレイはできるだけ広い範囲に渡る特性値を表示できるように、ディスプレイ輝度が1,000cd/m²まで調整可能なバックライトと超低反射（反射率0.1%）の反射防止フィルムを具備させた。画像は二重刺激連続品質尺度法に従って提示され、被験者は異なる特性値を持つ合計32種類の画像に対して「映された画像はTVの画質として、5:とても良い、4:良い、3:普通、2:悪い、1:とても悪い」の5段階で評点を行った。ただし、この5段階評価の間で任意の評点も可とした。

実験では、以下3つの照明環境を想定し、各照明環境下で同様の実験を行った。(1) 直射日光の当たらない屋外環境(20,000lx)、(2) 北向きの窓際(2,000lx)、(3) 明室(200lx)

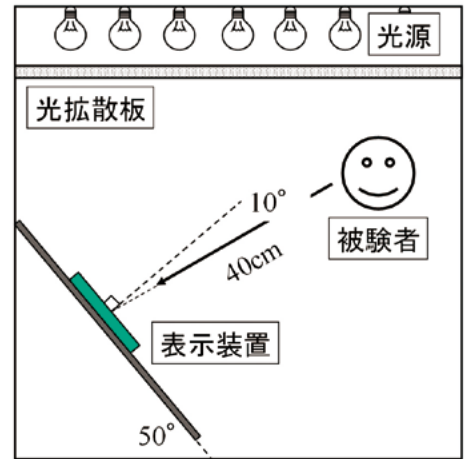


図1 主観評価実験の実験環境

表1 実験条件

表示装置	4' 半透過型 TFT-LCD (QVGA)
照明環境	20,000lx / 2,000lx / 200lx D65 拡散光
試験画像	カラー静止画 (a) 果物, (b) ポートレイト
被験者	20代-40代 10人 (男8, 女2)
視距離	40cm (平均)
試験方法	二重刺激連続品質尺度法

【結果と考察】

主観評価実験における被験者の平均評点が「TV画質として良い」と判断される4以上となるための特性値を各照明環境下で求めたところ、表2(a)のような結果となった。すなわち、画像は表に示す白輝度(Yw)と、コントラスト比(C.R.)を同時に満たす必要

がある。しかし、表の値が輝度もしくはその比で表されている限り、各照明環境下におけるこれらの値の間には何ら相関を見つけないことができる。

しかし、これらの結果は次のことを考慮することによって説明できるようになる。まず1つは、結果を輝度(物理量)ではなく知覚量である“明るさ感覚”で議論するということ。もう一つは人が置かれた環境によって、その照明環境における視覚特性の順応を考慮するということである。

我々は今回、知覚量の概念と順応効果を考慮したBodmannのモデル*により白輝度とコントラスト比を知覚量に置き換えて考え、その指標としての妥当性を確認することができた。

Bodmannのモデル：

$$B = k Y^{0.31} - (1 + m Y_s^{0.31})$$

B: “明るさ感覚”, Y: 輝度

Ys: 周辺輝度, k, l, m: 定数

表2 (a) の白輝度とコントラスト比をそれぞれの知覚量である“明るさ感覚”および“知覚コントラスト比”に変換した結果を表2 (b) に示す。知覚量で考えると、各照明環境下で求められた白輝度の必要値はどの照明環境においてもほぼ同程度の“明るさ感覚(Bw)” ≒ 90、同様にコントラスト比の必要値も“知覚コントラスト比(B.S.C.R.)” ≒ 9であるという結論が得られる。この関係を図示したのが図2である。この結果から推察されることは、どのような照明環境下でも知覚量がBw=90、B.S.C.R.=9を満たしていれば、「TV画質として良い」と判断される画質が得られるということである。本報では“明るさ感覚”と“知覚コントラスト比”は図3に示す様に定義している。

このように、人の視覚特性を考慮した評価指標を用いることによって、どのような照明

環境下でも統合してディスプレイの画質を評価することができる。これらの新評価指標を用いた評価法をディスプレイを実際に使用する明室や屋外などの環境下で画質を評価するための新しい評価手法として提案する。

表2 主観評価実験で求められた特性値の必要量

(a) 心理物理量			
照明環境	20,000lx	2,000lx	200lx
白輝度Yw [cd/m ²]	400	200	150
C.R.	15	40	100



(b) 心理知覚量			
照明環境	20,000lx	2,000lx	200lx
“明るさ感覚”	91.2	90.5	93.9
“知覚コントラスト比”	9.1	9.4	8.3

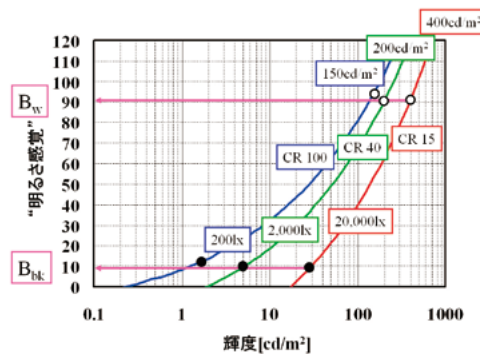


図2 主観評価実験結果の知覚量との相関

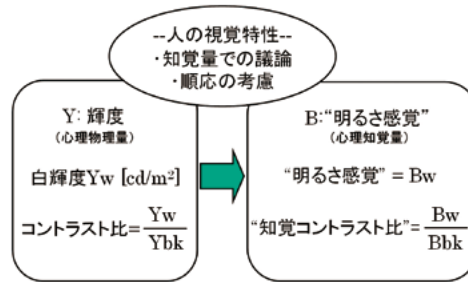


図3 新評価指標の概念

* Bodmannのモデル
順応を考慮したモデルの中で最も良く知られており、Stevens則を見直して提案されたもので人の見た目との相関性にも優れている。