

動画質評価に動体視力は影響するか Does Viewers' DVA Affect Evaluation of Motion Picture Quality?

江本 正喜†
Masaki Emoto

1. まえがき

将来の広視野映像システムとして、高い臨場感を提供することが可能なスーパーハイビジョン [1][2] が提案されている。このような新たな広視野映像システムの性能評価のためには、画質評価が不可欠である。しかし、従来の映像システムで行われてきた画質評価の方法論が広視野映像システムにも適用可能かどうかは不明である。十分な空間解像度をもつ広視野映像システムの番組制作では、球技の球などの速い被写体を、ズームして追従するようなカメラワークは減少すると考えられる。また、激しいカメラワークは、観視者の映像酔い防止の観点からも望ましくない。この過剰なカメラワークの減少によって、広視野映像システムでは従来の映像システムに比べて、画面内の被写体速度が上昇することが予想される。このような特徴を持つ広視野映像システムの性能評価では、静止画質評価に加えて、動画質評価が重要性を増すと考えられる。すなわち、速い(角)速度の被写体に対応した動画質主観評価が必要であり、その方法論の確立が必要である。

従来の画質評価では実験参加者の両眼静止視力 (Static visual acuity: SVA) スクリーニングが必要とされてきた [3]。これは、例えば静止画の鮮鋭度評価の際に、鮮鋭度低下に鈍感な実験参加者を除外するための規定と考えられる。SVA スクリーニングからの類推により、動画質主観評価の際に、速い被写体の鮮鋭度低下に鈍感な実験参加者を除外するためには、例えば横方向動体視力 (Dynamic visual acuity: DVA) スクリーニングを行うことが考えられる。もし、DVA の良い実験参加者が厳しい動画質主観評価を行う傾向があるならば、両者の間には相関が見られるはずであるが、そのような検討は見あたらない。

そこで本稿では、実験参加者の DVA と動画質主観評価の相関を検証するため、実験参加者の SVA, DVA と動画質鮮鋭度劣化に対する実験参加者の主観評価値の関係を検討する。すなわち、DVA と鮮鋭度主観評価スコアの間上記の相関が見られる場合には、実験参加者の視機能スクリーニング項目に DVA を加える必要性があることを示唆する。

2. 方法

SVA, DVA の測定を行った実験参加者による、動画質の鮮鋭度主観評価実験を行った。

(1) SVA 測定方法

SVA は最も一般的な 5m ランドルト環視力表と照明装置を用いて両眼で測定した。

(2) DVA 測定方法

DVA は興和 HI-10 を用いて測定した。この測定器はスライ

ドプロジェクター、ガルバノミラー、約 95 度の視角を持つ円筒状スクリーンから構成され、スライドプロジェクターによって映し出される視標がガルバノミラーの回転に従って、円筒状スクリーンの内側を左から右へ水平移動するものである。視標は静止視力 0.025, 0.1, 0.2 に相当する 3 つの空間周波数のランドルト環を用いた。ランドルト環のピーク輝度は 1150 cd/m^2 であった。視距離は約 80cm であった。測定開始直後は観視者が視標の切れ目の方向を識別不可能な十分に速い角速度の視標が提示され、その後、視標の角速度は 1.0 度/秒で減少した。ある角速度で観視者が視標の切れ目を識別可能となり、その時点で観視者はボタンを押して反応するとともに、切れ目の方向を報告した。切れ目の方向は上下左右の 4 通りであった。観視者は頭部を固定し、眼球運動のみで視標を追従視した。

(3) 鮮鋭度主観評価方法

動画鮮鋭度の主観評価は 2 重刺激法 double-stimulus impairment scale (DSIS) method によって行った [3]。提示画像は ITU-R 標準画像 [4] から静止画 No. 1 "Woman" と No. 2 "Yacht harbour" を選んだ。解像度は 960×540 画素であり、背景は黒であった。これらの静止画には撮像時の蓄積ばけを模擬するために 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32 画素の 7 通りの移動平均を行ってばけを付加した。また、画像提示では、60Hz 順次走査の HDTV CRT モニター (SONY BVM-F24) の左端から右へスクロールして画像が現れ、中央で 3 秒間停止した後、再度右へスクロールして消えた。モニターのピーク輝度は 80 cd/m^2 であった。スクロール速度は 8, 16, 32 (画素/フレーム) の 3 通りであった。画像と移動平均、およびスクロール速度の組み合わせにより、全部で 42 通りの画像を評価した。これらは時間開口率が 0% から 400% に相当する。1 回の評価では、スクロール、停止、スクロールを 2 回繰り返して画像提示した。実験参加者は中央で静止した画像の鮮鋭度を基準とし、スクロールする画像の鮮鋭度劣化を 5 段階劣化尺度で評価した。観視条件は標準観視条件 [3][4] に準じて設定し、視距離は約 90cm であった。5 段階劣化尺度は、鮮鋭度劣化が、わからない (5)、わかるが気にならない (4)、気になるが邪魔にならない (3)、邪魔になる (2)、非常に邪魔になる (1)、であった。得られたデータは順序尺度であるので、間隔尺度に変換し [5]、各実験参加者毎に 42 通り全ての主観評価結果を単純に平均し、各実験参加者の平均主観評価値とした。これと SVA や DVA とのスピアマンの順位相関を算出し、統計検定を行った。

(4) 実験参加者

実験参加者はインフォームドコンセントの得られた、正常視機能を持つ 29 名であった (男性 20 名、女性 9 名、平均年齢 23.9 才、年齢範囲 18-39 才、平均静止視力 1.37、静止視力範囲 0.8-2.0)。

†NHK 放送技術研究所

3. 結果

表 1 に各実験参加者の平均主観評価値と SVA や空間周波数の異なる 3 つの DVA とのスピアマンの順位相関係数を示す。平均主観評価値は空間周波数の高い静止視力 0.2 に相当する DVA0.2, 静止視力 0.1 に相当する DVA0.1 との有意な相関が検出された。一方, 平均主観評価値は SVA とは相関しないことが明らかとなった。

図 1 に, 最も相関の高い平均主観評価値と DVA0.2 との散布図を示す。各点が各実験参加者のデータを示し, 図にはスピアマンの順位相関係数 $Rho=-0.430$ と 95%確率楕円を加えた。この図からも, DVA の良い実験参加者は, 動画画質鮮鋭度評価で低い点数を付ける傾向にあることがわかる。以上の結果より, 以下が結論される。

動画画質評価に動体視力は影響する。特に DVA0.2 が動画画質主観評価の厳しさに相関する。すなわち, DVA の良い実験参加者は, 動画画質主観評価で低い点数を付ける傾向にある。従って, 広視野映像システムの動画画質主観評価では, 実験参加者の SVA スクリーニングに加えて, DVA スクリーニングを行う必要があることを示唆する。

このような方法論は, 新たな広視野映像システムの性能評価のために有用なだけでなく, 現在, MPRT 等の指標を用いて行われているプラズマや液晶ディスプレイの動画表示性能評価にも用いることができる可能性がある。

表 1. 平均主観評価値と DVA, SVA 間の相関

	Spearman's rho	p
DVA 0.2	-0.430(*)	0.020
DVA 0.1	-0.412(*)	0.026
DVA 0.025	-0.342	0.069
SVA	0.008	0.967

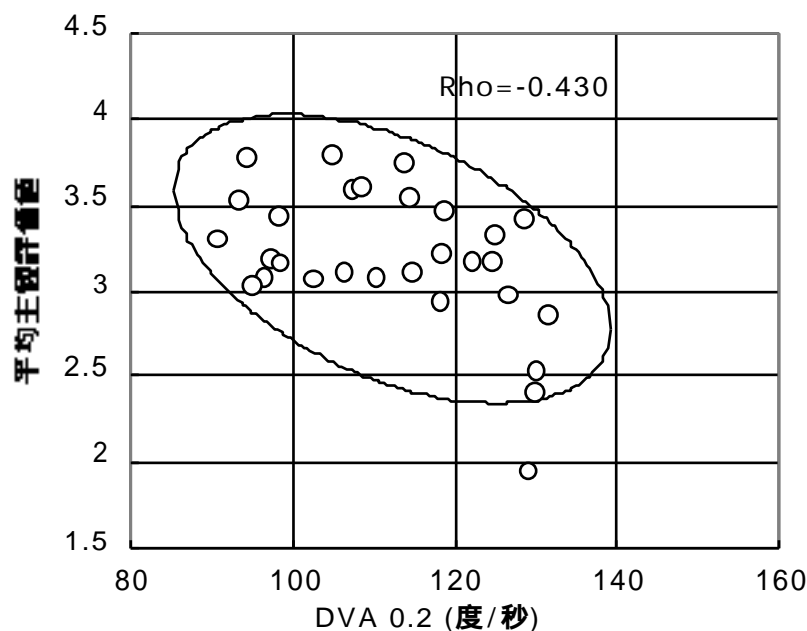


図 1. 平均主観評価値と DVA0.2 の散布図

参考文献

- [1] M. Kanazawa et al., "An ultrahigh-definition display using the pixel-offset method," J. SID, 12, pp. 93-103 (2004).
- [2] M. Emoto et al., "The viewing angle dependency in the presence of wide field image viewing and its relationship to the evaluation indices," Displays, 27, pp. 80-89 (2006).
- [3] ITU-R, "Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures," Recommendation ITU-R BT.500-12 (2009).
- [4] ITU-R, "Subjective assessment methods for image quality in high-definition television," Recommendation ITU-R BT.710-4 (1998).
- [5] M. Saffir, "A Comparative Study of Scales Constructed by Three Psychophysical Methods," Psychometrika 2, pp. 179-198 (1937).