論 文-

ホールド表示ディスプレイの非等方動画表示性能の評価

 中川
 慎司^{†a)}
 佐野
 真一^{††*}
 津村
 徳道^{†††,††}

 中口
 俊哉^{†††,††}
 三宅
 洋一^{††††,†††}

Evaluation of Anisotropic Moving Picture Display Performance of Hold Type Display

Shinji NAKAGAWA^{†a)}, Shinichi SANO^{††*}, Norimichi TSUMURA^{†††,††}, Toshiya NAKAGUCHI^{†††,††}, and Yoichi MIYAKE^{††††,†††}

あらまし 液晶ディスプレイ (LCD) やプラズマディスプレイ (PDP) 等様々な種類の平面ディスプレイが急速 に普及しており,それらの画質を評価・比較するために定量的評価法が盛んに研究されている.MPRT(Moving Picture Response Time) は平面ディスプレイの動きぼやけを定量化する方法の一つであり,応答時間に替わる LCD の動画表示性能を示す指標として注目されている.通常の MPRT 評価法は水平方向の動きぼやけのみし か計測していないが,動きぼやけは水平方向に限らず様々な方向に独立して存在する.この論文では,ロボット アームを用いた MPRT 計測システムを構築することで,水平方向を含む様々な方向に対して動きぼやけを計測 することを可能にした.計測の際様々なデバイス間で MPRT を比較するために,PDP の表示特性を考慮した計 測法の改良を行っている.また様々な方向に対して知覚される動きぼやけを評価する主観評価実験を行い,計測 によって得られた MPRT と比較することで水平方向以外の動きぼやけ評価の必要性を論じる. キーワード 動画質評価,MPRT,非等方性

1. まえがき

2003年に始まった地上波デジタルテレビジョン放送 は,従来のアナログ放送と比べより高精細な映像を提 供することを可能とした.これにより,大型ディスプ レイの需要が増加し,従来テレビ受像機の代表であっ たプラウン管 (CRT)に代わり,近年は液晶ディスプ レイ (LCD) やプラズマディスプレイ (PDP)が一般家 庭にも普及するようになった.

LCD や PDP は CRT と比べ大型化が容易であり, 高精細な地上波デジタルテレビジョン放送の映像を楽 しむことが可能である.しかしその反面, CRT との表 示方式の違いから, LCD や PDP は動画表示性能の点 で CRT に劣ることが知られている [1] . LCD や PDP の動画表示性能比較のために動画表示性能の定量的評 価法の確立が望まれている.動画表示性能の定量的評 価法として, Igarashi ら [2] によって MPRT(Moving Picture Response Time) が提案され,改良が進ん でいる [3] ~ [5]. さらに,標準化団体 VESA (Video Electronics Standards Association) によって標準化 の動きがある[6]. 一方,次世代 PDP 開発センター (APDC) は動画解像度という評価指標を提案 [7] して いる.どちらも水平に移動する指標を追従カメラで撮 影し,その映像から動きぼやけを評価する方法をとっ ている.

しかし,動きぼやけは水平方向のみに発生するので はなく,実際は表示する物体や文字が移動する方向全 てにおいて独立に発生すると考えられる.追従カメラ の機械的制限から水平方向のみの評価に限定されるこ

電子情報通信学会論文誌 A Vol. Jxx-A No. xx pp. 1-8 xxxx 年 xx 月

[†] 千葉大学大学院 自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Chiba Univer-

sity, Chiba-shi, 263-8522, Japan ^{††} 千葉大学 工学部 情報画像工学科

Depertment of Information & Image Science, Chiba University, Chiba-shi, 263-8522, Japan

^{†††} 千葉大学大学院 融合科学研究科 Graduate School of Integration Science, Chiba University, Chiba-shi, 263-8522, Japan

^{††††} 千葉大学 フロンティアメディカル工学研究開発センター Research Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University, Chiba-shi, 263-8522, Japan
* 現在,凸版印刷株式会社

a) E-mail: nakagawa_milab@graduate.chiba-u.jp



Fig. 1 Motion blur caused by hold type drive: Motion blur spreads by longer emission time.

とが多いが,水平方向に限らず,垂直方向や斜め方向 の動きぼやけを評価することが望ましい.また人間の 視覚特性においても,水平・垂直と斜めでは感度が異 なることが知られている.人間の視覚特性をよく表す ことのできる評価指標の設計のためには,視覚の異方 性を考慮することが不可欠である.

そこで本論文では,水平方向に限らず様々な方向に おいて MPRT を計測し,動きぼやけを評価する.ま たデバイスを超えた評価が可能となるように,LCD の動きぼやけ計測のために定義された MPRT 計測法 を改良し,PDP に対しても MPRT を計測できるよう にする.

2. MPRT 計測法

2.1 ホールド表示に起因する動きぼやけ

以前から LCD のぼやけを評価する指標として液晶 の応答時間が使われてきた.応答時間とは液晶の透過 率を目標値まで変化させるために必要な時間を表し たもので,応答時間の長い液晶で表示した動画は強い 動きぼやけが知覚された.応答時間を短くするために 加速駆動 (Overdrive)等の技術が研究されたが,応答 時間が 0ms である理想的な液晶を用いた場合におい ても動きぼやけは無くならないことが指摘されてい る [8], [9].

動きぼやけが発生する原因として,上で述べたよう な液晶応答に起因するものと,LCD や PDP の表示 方式であるホールド表示に起因するものがある.CRT の表示方式であるインパルス表示との違いを図1に示 す.ここで(b)では応答時間0msの理想的なホールド 表示を仮定している.動いている指標を追従する際,



図 2 MPRT 計測の流れ図 Fig. 2 Flow diagram of MPRT measurement

注視点は連続的に動くのに対し,ディスプレイ上での 表示は離散的に動く.このずれが動きぼやけを発生さ せるが,図に示す通り発光する時間が長い程動きぼや けが大きくなることが分かる.

2.2 追従カメラによる MPRT の計測

ホールド表示に起因する動きぼやけを定量化する指標に MPRT がある.これは,移動するエッジを追従 カメラにより撮影し,その映像から動きぼやけを計測 する方法である.

MPRT 計測の流れを図 2 に示す.まず,測定対象と なるディスプレイにエッジパターン画像を表示し,あ る速度 (pixels/sec) でスクロールさせる(図 2(a)). この時,エッジを構成している 2 つのグレイの内,初 めに表示される方を Initial gray,後に表示される方

2



図 3 MPRT 測定に用いたエッジパターン Fig. 3 42 edge patterns used in MPRT measurement

を Final gray と呼ぶ (図 2(b)). スクロールするエッ ジパターンのエッジ部を,スクロールと同じ速さで追 従するカメラにより撮影する.撮影された画像につい てエッジと直交する方向に輝度の平均を計算すること で,横軸に画素位置 (pixels),縦軸に輝度分布を表し た輝度プロファイルが得られる(図 2(c)). これから 動きぼやけの幅である BEW(Blur Edge Width) を求 めることができる.しかし, BEW はディスプレイの 解像度や画素の大きさに依存するため,異なるディス プレイ間での評価には不適当である.そこで,グラフ の横軸の画素位置 (pixels) をエッジのスクロール速度 (pixels/sec) で除算し,統一性のある時間(sec)を単位 として用いる (図 2(d)). BEW を時間の単位で表し たものを BET(Blur Edge Time) と呼ぶが, さらに計 測の安定性を高めるために相対輝度の変化分が10%に なる時間 t10% と 90%になる時間 t90% を用いて,以下 の式より EBET(Extended Blur Edge Time) を算出 する.

$$\text{EBET} = \frac{t_{90\%} - t_{10\%}}{0.9 - 0.1} = 1.25(t_{90\%} - t_{10\%}) \quad (1)$$

ここで, EBET は Initial gray と Final gray の輝度 によって変化することがわかっている.よって,測定対 象のディスプレイの最高・最低輝度間を明度 L において 6 等分した 7 段階のグレイをそれぞれ Initial gray と Final gray に割り当て,合計 42 のエッジパターンに 対して EBET 測定を行い,その平均値を MPRT 測定 値とする.輝度 Y と明度 L との相互変換は,CIE1931 XYZ と CIE1976 L*a*b* 間の変換により,



図 4 ロボットアームによる追従カメラシステム Fig. 4 Pursuit camera system using robot arm

$$L = \begin{cases} 116 \cdot \sqrt[3]{Y/Y_w} - 16 & \text{for } Y/Y_w > 0.008856\\ 903.3 \cdot Y/Y_w & \text{for } Y/Y_w \le 0.008856\\ \end{cases}$$
$$Y = \begin{cases} Y_w \cdot \left[\frac{L+16}{116}\right]^3 & \text{for } L > 903.3 \times 0.008856\\ L/903.3 & \text{for } L \le 903.3 \times 0.008856 \end{cases}$$

となる.ここで Y_w は白色点の輝度である.最高輝度の値を $Y_6 (= Y_w)$,最低輝度の値を Y_0 とすると, $Y_1 ~ Y_5$ の値は以下の式で求められる.

$$L_{0} = 903.3 \cdot Y_{0}/Y_{6}$$

$$L_{6} = 100$$

$$Y_{n} = Y_{6} \cdot \left[\frac{L_{0} + (L_{6} - L_{0}) \cdot n/6 + 16}{116}\right]^{3} \quad (2)$$

$$n \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

ここで, L_0 は Y_0 に対応する最低明度, L_6 は Y_6 に対応する最高明度である.

今回の測定で使用されたエッジパターン全 42 種を 図 3 に示す.これらのエッジパターンでは,エッジの 右側が Initial gray, 左側が Final gray となる.

2.3 MPRT 計測システムの構築

本研究では,ロボットアームに取り付けた CCD ディ ジタルビデオカメラによって追従カメラシステムを構 築する.構築したシステムの外観を図4に示す.この システムでは,ロボットアームとして MITSUBISHI ELECTRIC 製 MELFA RV-1Aを,CCD ディジタ ルビデオカメラとして SONY 製 DFW-VL500を用い ており,正確な追従と撮影が可能となっている.

カメラによって撮影された画像から EBET を算出 するには,式(1)における画素位置をカメラ座標に,



エッジのスクロール速度をカメラの移動速度に変形す ることで容易に計算を行える.

$$EBET = \frac{1.25 \cdot pitch \cdot (p_{90\%} - p_{10\%})}{Magnification \cdot v_{camera}}$$
(3)

ここで, $p_{90\%}$, $p_{10\%}$ は撮影された画像における $t_{90\%}$, $t_{10\%}$ に対応する画素位置 (pixels), pitch はディスプ レイの画素ピッチ (mm/pixel), Magnification はカメ ラの拡大倍率 (ディスプレイの 1 画素を撮影する際に 必要な,カメラ側での画素数), v_{camera} はカメラ (ロ ボットアーム)の移動速度 (mm/s) である.式(1)を 使う場合と同様,42 種の EBET を平均することで MPRT を算出する.

3. MPRT 計測法の改良

3.1 PDP の表示特性の考慮

3.1.1 時間分割による階調表現

PDP は画素の1 セルが蛍光灯と同様の仕組みで発 光する自発光型ディスプレイである.画素は発光の強 度を自由に調節することが出来ないため,PDP で階 調を表現する場合は時間的な変調を行う.1 フレーム の間に時間的サブフィールドを設け,その中で点滅の 頻度を調整することで階調表現を行っている[10],[11]. 更に,それだけでは表現できる階調に限界があるため, 必要に応じて空間的な誤差拡散による階調表現も行う. 単純な1フレーム内のサブフィールドの構造を図5に 示す.

MPRT 測定法では追従カメラによる撮影を行うが, LCD においてはどのタイミングで撮影をしても,任 意の色を表現するときに表示される輝度は常に一定で あるので,測定結果に影響が出ることはない.しかし PDP の場合は時間的サプフィールドによる階調表現 方法のため,フレーム内のどのタイミングから撮影を 開始するかによって,得られる画像にばらつきが出る.

この問題の解決策として, PDP の画面のリフレッ



図 6 グレイの面積率を一定に保つ.

Fig. 6 $\,$ Keep initial gray area and final gray area constant.

シュレートと追従カメラの同期を取り,画像撮影の際 に常にフレームの先頭から撮影が開始されるようにす る.カメラのシャッタースピードを1フレームの時間 の整数倍に近付けることで,撮影される画像のばらつ きを抑えることが可能である.

3.1.2 表示輝度面積比による最大輝度変化

LCD の最大放射輝度はバックライトの輝度に依存 する.画面に全黒や全白を表示するどちらの場合にお いても,バックライトの放射輝度に変化は無いため, LCD の放射輝度は表示パターンに依存せず,画素値 とほぼ対応している.

これに対し PDP は表示パターンの平均画素値が高 くなるにつれ蛍光体の発光強度を抑え,全体的に輝度 を低下させる特性を持つ.これは,蛍光体の発光に要 する消費電力が大きいことを考え,画素数の増加に対 し全体的に発光を抑えることで,ディスプレイの消費 電力を制御するためである.

この特性を考慮し、測定時に表示するエッジスク ロールは Initial gray と Final gray の面積が常に一定 とする必要がある.本実験では、Initial gray と Final gray の面積がそれぞれ画面全体の半分になるように エッジパターンを表示することで輝度の変化が発生し ないようにした.この様子を図 6 に示す.

3.2 MPRT の多方向計測

VESA が定めた MPRT 計測法には,水平方向の動 きぼやけ測定しか規定されていない.しかし LCD や PDP の画素構造は矩形をしており,非等方性を有し ている.図7に水平方向のエッジと斜め45°方向の輝 度プロファイルを示すが,動きぼやけが全くない状態 でも,斜め方向のエッジには輝度プロファイルにぼや

4



Fig. 7 Difference of intensity profile by edge direction



45 degrees



図 8 5 種類のエッジスクロール方向とカメラの撮影範囲 Fig. 8 Five kinds of edge scroll directions and captured areas by the pursuit camera

けが生じることが分かる.また,PDP は偽輪郭を抑 えるための高画質化技術としてサプフィールド制御に よる時間的階調数を減らしており,その代わりに誤差 拡散による空間的階調再現を行うことで階調数を保っ ている[12].このことから,MPRT 測定は斜めの方向 にも対応し,それらを総合してディスプレイの動きぼ やけ評価をするべきである.これは MPRT による評 価に限らず,空間周波数解析による動きぼやけ定量化 を行っている APDC の動画解像度についても同様の ことが言える.

本研究では,カメラの追従運動をロボットアームに よって行うため,ロボットアームの移動方向及びカメ ラの撮影角度を変えるだけで様々な方向の動きぼやけ 測定が可能である.左から右へ水平方向に動く従来

表 1 MPRT の計測結果 [ms]						
(括弧内は $MPRT_n/MPRT_0$)						
Table 1 MPRT measurement results [ms]						
$(MPRT_n/MPRT_0 \text{ in parentheses})$						
Direction	42"PDP		65"LCD		45" LCD	
$MPRT_0$	7.07	(1.00)	10.06	(1.00)	10.62	(1.00)
MPRT ₃₀	7.34	(1.04)	10.32	(1.03)	10.69	(1.01)
$MPRT_{45}$	8.24	(1.17)	10.44	(1.04)	11.22	(1.06)
$MPRT_{60}$	9.38	(1.33)	11.27	(1.12)	12.69	(1.20)
MPRT ₉₀	9.65	(1.37)	12.69	(1.26)	13.41	(1.26)

のエッジスクロールを 0°方向と定義し,30°度,45° 度,60°の3つの斜め方向と90°すなわち垂直方向 のスクロール動画を用意する.カメラの撮影角度はロ ボットアームが動く方向に水平となるように定めてお り,カメラは常にエッジを垂直に捉えることができる. 図8にその概要を示す.

4. MPRT の計測結果

4.1 計測対象と計測環境

今回の実験では, 42型 PDP の Panasonic 製 TH-42PX300,45型 LCD の SHARP 製 LC-45AE5,65 型 LCD の SHARP 製 LC-65GE1 の 3 つのディスプ レイを対象とし,図8に示す5種類の角度における動 きぼやけを測定した. PDP の解像度は 1,024 × 768, LCD の解像度は 1,920×1,080 である.エッジのスク ロール速度は,水平・斜め方向に動くエッジに対して は,水平方向の速度が8 pixels/frame とした.これに より角度 θ 方向に動く水平・斜めエッジの移動方向の速 度 $v(\theta)$ は 8 cos θ [pixels/frame] で与えられる.一方, 垂直方向に対しては, PDP の場合は 8 pixels/frame, LCD の場合はロボットアームの機械的制限により 4 pixels/frame とした.また, CCD カメラのシャッター スピードは 1/32 s とし, PDP に対してはフィール ドの開始に合わせてシャッターを切るように同期して いる.

4.2 計測結果

表 1 に各ディスプレイの MPRT 計測結果を示す. ここでは, n°のエッジに対する MPRT の計測結果 を MPRT_n として表している.この表において括弧 内の数値は,各ディスプレイにおけるエッジスクロー ル方向 0°の MPRT に対する比 (MPRT_n/MPRT₀) である.図 9 に各ディスプレイの MPRT 計測結果, 図 10 にエッジスクロール方向 0°の MPRT に対する 比を示す.



4.3 考 察

図 10 に示す通り , 全てのディスプレイにおいて測 定角度が上昇すると共に MPRT 測定値も増加してお リ,その傾向は機種毎に異なっている.例えば PDP の増加率が特に高く, LCD の方は 45 型と 65 型に殆 ど差はない.また,90°の測定値が最も高くなってい ることについて, PDP と LCD ではそれぞれ別の理由 が考えられる.今回測定した PDP では,画素は縦長 の長方形であるため,実質的に垂直方向の解像度は水 平方向よりも低くなる.その結果,水平方向に比べ垂 直方向の MPRT が増加したものと考えられる.LCD においては,曲線表現や階調表現などを豊かにするた めにサブピクセルが更に垂直方向に分割されており, 階調の変化によって分割されたサブピクセルがそれぞ れ独立した輝度を持つ仕組みになっていることが原因 である.エッジパターンによっては図11のようにエッ ジ部に Initial gray と Final gray の中間程度の輝度が 挟まれることになり,これがぼやけを増加させている と考えられる.60°方向の動きぼやけが90°に次いで 高いことも、エッジの方向がより水平に近いため同様

電子情報通信学会論文誌 xxxx/xx Vol. Jxx-A No. xx



図 11 分割サブピクセルによるぼやけの増加 Fig. 11 Increase of blur caused by divided sub-pixels



図 12 主観評価実験において表示する動画 Fig. 12 An example of video displayed for subjective assessment

の影響を受けやすいからであると言える.

以上より, MPRT 計測を水平以外の方向に対して 行うと,同じディスプレイを用いた場合でも測定値に 違いが現れることが明らかになった.続いて,多方向 で計測された MPRT と実際に人間が知覚する動きぼ やけとの関係を,主観評価実験を行うことで明らかに する.

5. MPRT 計測結果と主観評価との比較

前節で行った実験により, MPRT 測定の結果が非 等方性を持つことがわかった.この結果が人間の感じ る動きぼやけの増加によるものであるかを検証するた め,主観評価実験を行った.

5.1 主観評価実験

前節の実験と同様のエッジパターンを被験者に提示し,知覚されるぼやけを角度ごとに比較する実験を行う.実験では図 12 に示すように,ディスプレイに長方形のパッチがスクロールする動画を提示した. これにより,エッジの追従をスクロール方向に限定させることができる.図 12 における Patch gray と Background gray の組み合わせは,図3 に示す Initial gray と Final gray にそれぞれ対応し,MPRT 計測と 同様のグレイパターンを用いる.パッチのサイズは縦 横それぞれがディスプレイの縦横の長さの 1/6 に当たる. スクロール角度 θ は,前節の実験と同様 0°, 30°, 45°, 60°, 90°の5パターンである.なお, PDP に 対しては MPRT と動きぼやけ知覚との相関が十分明 らかとなっていないため,ディスプレイは65型 LCD (SHARP LC-65GE1)を用いている.エッジのスク ロール速度は,スクロール角度に関わらず一定で,水 平方向スクロールの速度換算で4 pixels/frame とし た.被験者はあるエッジパターンにおいて5つのスク ロール角度を見比べ,最も動きぼやけが強いと感じる 角度を回答する.エッジパターンは42種類あるため, 1人の被験者から42の回答が得られる.この実験に より,角度ごとに回答された頻度を得ることができる. 頻度が高いほど,その角度がぼやけて知覚されたこと を示している.

実験環境を以下に示す.

- ディスプレイ: SHARP LC-65GE1 (65"LCD, 144cm×80cm)
- 視距離 : 2.4m (3H)
- 環境光 : 暗室下

5.2 主観評価実験の結果と考察

20代前半の8人の被験者に対して実験を行い,角 度ごとの頻度に対して平均と標準偏差を算出した結果 を図13に示す.

45°方向の頻度が高く,最もぼやけて知覚された角 度であることがわかる.次いで 60°, 90°, 30°, 0° と いう結果になった.この結果は図9や図10で示した MPRT の計測結果と対応しない傾向を表している.し かしながら,人間の視覚の MTF は非等方であるとい うことが石原ら [13] によって報告されており,視覚的 には水平や垂直方向に対する感度に比べ,斜め方向に 対する感度が低い.これを考慮すると,45°方向の周 波数情報が失われ,最もぼやけて見えるという結果は 妥当である.また,0°と90°方向の感度はおおよそ等 しいため、仮にディスプレイの動きぼやけが完全な等 方性を持っていた場合,0°と90°方向ではぼやけが同 程度に知覚されるはずである.30°と60°方向の組み 合わせにも同様のことが言える.しかし,本実験での 結果はそれぞれ 90°, 60°方向のぼやけが強く知覚さ れている.前節の物理測定でも特に90°と60°方向の MPRT 測定値が高かったことから,垂直付近のスク ロール角度で知覚された動きぼやけの増加が, MPRT の計測結果に表れていることが確認できた.また,同 時にディスプレイや人間の視覚特性の非等方性を考慮



した動画質評価が必要であることが示唆された.

ただし,石原らの MTF は静止画像に対して計測されており,様々な角度へ動いている指標を追従している状態での MTF は報告されていない.今後の研究では,人間の動画像に対する視覚特性の解明が動きぼやけ定量化など動画像表示性能の評価に求められる.

以上のように,画素の大きさと正方配列,LCDの 分割サブピクセルや PDP の誤差拡散といった画質改 善手法等の影響により,MPRT 測定値は非等方性を 持つことが明らかになったが,様々な方向に対する動 きぼやけを人間が見た場合,人間の視覚特性の非等方 性により MPRT 測定値と動きぼやけ知覚に差が出る ことが示された.MPRT 測定値と動きぼやけ知覚の 関係を明らかにするために,ディスプレイと視覚特性 の非等方性を完全に分離して評価できるよう実験方法 の改善が必要である.

6. む す び

本論文では, FPD の動きぼやけを測定する MPRT 測定による動きぼやけ評価法を改善するため, 画素構 造を考慮し動きぼやけの測定方向を拡張した.従来の 理論に加え PDP の構造上の特性を考慮し, またアー ム型ロボットと CCD カメラを使用して測定装置を実 現した.測定手順や対象とするエッジパターンのグレ イレベルは従来のものを用い, スクロール角度を5種 類に変化させて測定を行った.その結果,物理測定の 結果に方向依存性があることが明らかになった.

物理評価で得られた結果の妥当性を得るために,角 度ごとに動きぼやけを評価する主観評価実験を行った. 人間の視覚特性の非等方性を考慮することで,主観評 価と物理評価との間に強い関係があることが示された. 以上より,FPD の動きぼやけ測定は水平方向のみ ではなく多方向における測定を行い,総合的に評価す る必要があると言える.本実験で測定した角度は任意 に設定したものであるため,多方向の動きぼやけ評価 における適切な測定方向の検討は今後の課題とする.

謝辞 本研究の一部は(独)情報通信研究機構の委 託研究により行われた.

文

献

- T. Kurita, "Moving picture quality improvement for hold-type AM-LCDs," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol.32, no.1, pp.986-990, 5 2001.
- [2] Y. Igarashi, T. Yamamoto, Y. Tanaka, Y. J. Someya, Nakakura, M. Yamakawa, S. Hasegawa, Y. Nishida, and T. Kurita, "Proposal of the perceptive parameter motion picture response time (MPRT)," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol.34, no.1, pp.1039-1041, 5 2003.
- [3] Y. Igarashi, "Summary of moving picture response time (MPRT) and futures," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol.35, no.1, pp.1262-1265, 5 2004.
- [4] J. Someya, "Correlation between perceived motion blur and MPRT measurement," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol.36, no.1, pp.1018-1021, 5 2005.
- K. Oka, "Image quality degradation of moving pictures: Perceived blur edge width," IDW/AD'05, pp.815-818, 2005.
- [6] VESA, Flat Panel Display Measurements (FPDM2) Update, , 5 2005.
- [7] I. Kawahara, "Excellent moving picture resolution of PDP, proved by the new measurement system developed by the APDC," Proceeding of 7th International Meeting on Information Display, pp.1685-1687, 2007.
- [8] T. Kurita, "Desirable performance and progress of PDP and LCD television displays on image quality," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol.35, no.1, pp.776-779, 5 2004.
- [9] 山本恒典, "ホールド表示型ディスプレイの動画ぼやけと その改善方法", 映像情報メディア学会誌, vol.58, no.4, pp.463-465, 2004.
- [10] 志賀智一, "PDP の偽輪郭低減対策", 映像メディア情報
 学会誌, vol.58, no.4, pp.466-468, 2004.
- [11] T. Kurita, "Temporal image artifacts on PDPs and their improvement methods," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol.32, no.1, pp.857-860, 6 2001.
- [12] I. Kawahara, and K. Sekimoto, "Dynamic gray-scale control to reduce motion picture disturbance for highresolution PDP," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol.30, no.1, pp.166-169, 5 1999.
- [13] 石原徹弥,大石慶太郎,津村徳道,三宅洋一,"視覚空間 周波数応答の方向依存性(2) MTFの数式モデル化"日本写真学会誌,vol.65,no.2,pp.128-133,2002.

(平成 xx 年 xx 月 xx 日受付)

電子情報通信学会論文誌 xxxx/xx Vol. Jxx-A No. xx



中川 慎司 (学生員)

平 16 年千葉大学工学部卒,平 18 年千 葉大院自然科学研究科博士前期課程了.現 在同大学院自然科学研究科博士後期課程在 学中.電子情報通信学会学生員,映像情報 メディア学会学生員.



平 19 年千葉大学工学部卒.現在凸版印 刷株式会社に勤務.



津村 徳道 (正員)

1995年,大阪大学大学院博士後期課程 修了.博士(工学).現在,千葉大学大学 院融合科学研究科 准教授.医用画像工学, 計測画像工学,色再現工学,質感再現工学 の研究に従事.IS&T,日本光学会,日本 写真学会,日本医用画像光学会,電子情報

通信学会,各会員



中口 俊哉 (正員)

2003 年,上智大学大学院博士後期課程 修了.博士(工学).現在,千葉大学大学院 融合科学研究科 助教.2001-2003 年,日 本学術振興会特別研究員.画像解析,画質 評価,医用画像処理,組合せ最適化に関す る研究に従事.IEEE,電子情報通信学会,

IS&T, 日本写真学会, 各会員



三宅 洋一 (正員)

昭43年千葉大院修士了,昭53年工学 博士(東工大)京都工繊大助手,講師,助 教授,スイス連邦工科大研究員をへて昭57 年千葉大助教授,平成元年教授,平15年 より千葉大フロンティアメディカル工学研 究開発センター長.ロチェスター大光学研

究所客員教授,東工大教授(併任),日本写真学会会長,日本 鑑識科学技術学会(現日本法科学技術学会)理事長などを歴 任,アメリカ画像科学会フェロー,名誉会員,Charles E Ives Award, Electronic Imaging Honoree of the Year (SPIE, IST, 2000) など多数受賞,著書:ディジタルカラー画像の解 析評価(東大出版会),編著:分光画像処理入門(東大出版会) など多数. **Abstract** With the popularization of flat panel displays, opportunities for image quality comparison among them have increased and objective evaluation methods for their image quality have been studied. The MPRT measurement is a method to quantify the motion blur of flat panel displays. Conventional MPRT measurement is evaluating only the motion blur of the horizontal direction. Evaluation methods should measure the motion blur on various directions considering the anisotropy of displays. In this paper, we measure the motion blur on several diagonal and the vertical directions, and make sure the necessity of this measurement method.

Key words Video quality evaluation, MPRT, Anisotropy