

# 動画シミュレーションによる液晶TVの動画性能検討

山岸 庸恭\*, 田辺 泰士\*, 礮 秀康\*\*

## Moving Picture Simulations with for Image-Blurring-Free LC TVs

Nobuyasu YAMAGISHI\*, Yasushi TANABE\*, and Hideyasu ISHIBASHI\*\*

### Abstract

We have developed a moving picture simulation tool based on the occurrence principle of motion blur on LCDs. It was shown that the effects of high frame rate driving and pseudo-impulse driving as moving picture improving techniques can be predicted quantitatively by using this tool.

Further it was shown that the moving picture performance is considerably improved by applying the above-cited improvement techniques. It should be noted that, even when the improvement techniques were adopted, the response speed of the liquid crystal is critical. Accordingly, the OCB mode with fast responsive capability is most promising in the near future.

### 1. はじめに

近年、FPD-TVの大画面化に伴い、LCDの原理的な課題とされていた動画性能の改善が盛んに検討され<sup>1)-3)</sup>、商品に適用され始めている。その検討内容は、液晶の応答速度の改善、およびLCDがホールド駆動であることに起因する視認上のぼけを軽減する取り組みに大別される。しかしながら、両者を組み合わせたさまざまな場合を想定し、動画性能を最も良化できるLCDと動画改善技術の組み合わせ、およびその場合の到達レベルが不明確であった。

本報告では、応答性能の異なる各種LCDに対して、動画性能改善技術として提案されているハイフレームレート駆動<sup>4), 5)</sup>と、擬似インパルス表示のためのバックライトプリンキング<sup>6)</sup>、および黒信号挿入<sup>7)</sup>などのホールド駆動改善技術を組み合わせた場合を想定し、動画ぼけシミュレーション検討により、さまざまな場合の動画性能を定量的に示するとともに、最適な組み合わせ、お

よびLCDが到達可能な動画性能の予測を行なった。

### 2. シミュレーション

本報告では、60Hz以上の表示にて、1フィールド内の光量が積算され、直線的な視線追従が行なわれることを前提に、エッジぼけ曲線を算出するシミュレーションツールを作製し、検討を実施した。

また、指標としては、エッジぼけ曲線の光強度が10%から90%に達するのに要する時間であるBET (Blurred Edge Time) 値、および中間調を含めた指標として7階調間の組み合わせである、42個のBET値を平均して得られるMPRT (Moving Picture Response Time)<sup>8), 9)</sup> 値を用いた。

なお、このBET値およびMPRT値は、LCD業界において動画性能指標として一般化されつつあり、その値が小さいほど動画性能が良いことを意味する指標である。

本シミュレーションツールの概要をFig. 1に示す。図

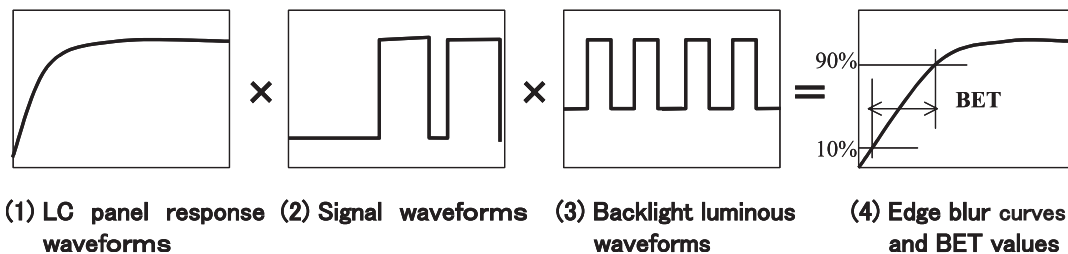


Fig. 1 Outline of the present simulation method.

本誌投稿論文 (受理2006年12月27日)

\* 富士フイルム (株) R&D 統括本部  
フラットパネルディスプレイ材料研究所  
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

\* Flat Panel Display Materials Research Laboratories  
Research & Development Management Headquarters  
FUJIFILM Corporation  
Nakanuma, Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

\*\* 富士フイルム (株) R&D 統括本部  
ソフトウェア開発センター  
〒258-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798

\*\* Software Development Division  
Research & Development Management Headquarters  
FUJIFILM Corporation  
Miyanodai, Kaisei-machi, Ashigarakami-gun, Kanagawa  
258-8538, Japan

中、(1)は液晶パネル実測して得られた液晶応答波形であり、(2)は液晶駆動の信号波形、(3)はバックライトの発光波形をそれぞれ表わす。これらの入力を組み合わせることにより、(4)のエッジぼけカーブから算出したBET値、および異なる階調間における42個のBET値を平均したMPRT値を算出した。

本検討では、一般に市販TVに用いられている液晶の応答速度の2モデル(以下、それぞれTV-1、TV-2と称す)、および応答速度に優れたOCB<sup>10)-13)</sup>モードのTV(TV-3)を用い、それぞれの液晶応答波形を測定した。さらに、液晶応答速度を0msとする仮想的なパネル(以下、Idealと称す)も検討に加えた。

なお、この測定で得られた応答波形には、オーバードライブ<sup>14)</sup>などによる液晶応答改善策が含まれているが、液晶パネルの応答波形DATAとしてそのまま採用した。なお、測定に際し、黒信号による液晶応答波形の乱れやバックライトブリンキングの影響が及ばないように配慮した。

一例として、上記のようにして測定した各TVの白/黒切り替え時の応答波形をFig. 2に、また、その応答速

度 $\tau_{B-W}$ および $\tau_{W-B}$ とその合計 $\tau_{total}$ 、さらには実測したMPRT値(大塚電子製MPRT-1000動画性能測定装置使用)をTable 1に示す。

今回の動画ぼけシミュレーションの実施にあたり、検討したホールド駆動改善技術の前提条件を以下に示す。

- ① 駆動周波数：60, 90, 120Hz
- ② バックライトブリンク率：50%，バックライト応答速度：1 ms以下、バックライトブリンク時の明るさ：最大値の30%
- ③ 黒信号挿入率：50%

### 3. 検討結果

前記した、液晶応答性能の異なるLCDにおける各種ホールド駆動改善技術を組み合わせた場合のエッジぼけ曲線について、前記シミュレーションツールを用いて算出した。この一例として、白から黒への切り替え時の曲線をFig. 3に示す。さらに、これらを含む1条件42個のエッジぼけ曲線からMPRT値を算出し、グラフ化

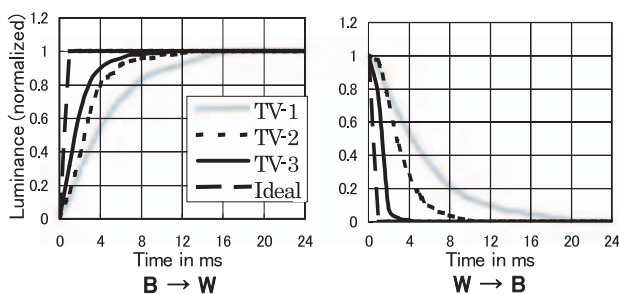


Fig. 2 Response waveforms of some current LC-TVs.

Table 1 Performance of Current LC-TVs (measured).

Mode	$\tau_{B-W}$	$\tau_{W-B}$	$\tau_{total}$	MPRT
TV-1	9.3	10.4	19.6	16.6
TV-2	7.0	5.1	12.1	13.4
TV-3	3.9	0.9	4.8	7.6
Ideal	0	0	0	13.3

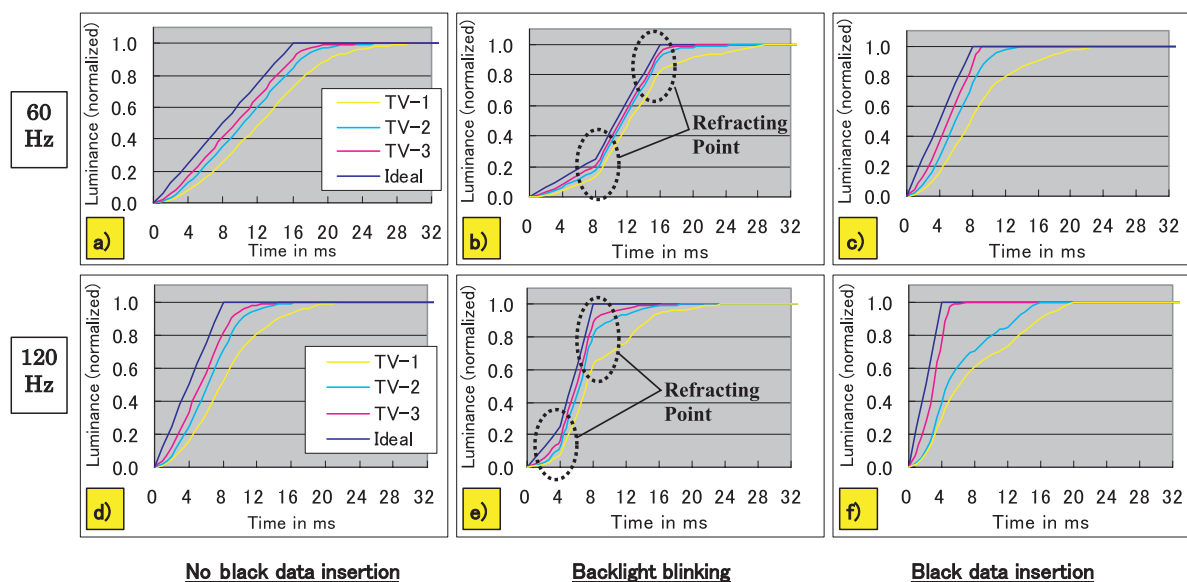


Fig. 3 Edge blur curves for black-to-white switching (calculated).

したものを Fig. 4 に示す。これらの結果より、以下のことがわかった。

- 1) 駆動周波数が高い場合に、エッジぼけ曲線が急峻になり、MPRT 値が低下し、動画性能が良化する。
- 2) バックライトブリンキングを適用した場合のエッジぼけ曲線 (Fig. 3b) および e)) に屈曲点 (Refracting Point) が見られることから、擬似輪郭が発生すると考えられ、好ましくない。
- 3) 黒信号挿入 (Black data insertion) を適用した場合、MPRT 値は LCD によって大きな差が生じているが、TV-3 と Ideal の MPRT 値は非常に低く良好である。このことから、黒信号挿入を適用した場合には、液晶の応答性能の影響が大きいことがわかる (Fig. 4 (c))。これは、液晶の応答速度が遅い場合には、1 フィールドの間に立ち上がり立ち下がりが完了せず、次のフィールドに影響を及ぼすことが原因である。
- 4) 最も良好な結果は、高速応答の TV-3 に黒信号挿入、特に、120Hz 駆動を適用した場合に得られている (Fig. 4 (c))。この場合の MPRT 値は 3.4ms

であり、他の LCD を用いた最小値 (TV-2 にバックライトブリンキングおよび 120Hz 駆動を適用した場合) 7.0ms に比べて半減しており、さらに、Ideal での最小値 3.2ms と同等の MPRT 値を示すなど、卓越した動画性能を実現している。

なお、本検討結果では、黒信号挿入よりもバックライトブリンキングの効果が劣っている。これは、バックライトブリンキングの場合、消灯時の光強度が FL 管寿命の制約により、実質的に十分下げられないことを前提条件としたことに起因しており、今後、バックライトの改善が望まれる。

これらの違いを可視化した動画シミュレーション画像を Fig. 5 に示す。この動画シミュレーション画像は、前記の動画ぼけシミュレーションにより算出した、各階調での動画ぼけ曲線から得られるぼけ成分を元画像に畳み込み処理により作製した。なお、Fig. 5 は、水平 1920 画素の画面上にて 1 フィールド間に 15 画素左方向に定速スクロールさせた場合の画像である。

ここで、Fig. 5 の上段 (a), (b), (c) は市販 TV の状態をシミュレートしたものであり、下段 (d), (e), (f) は

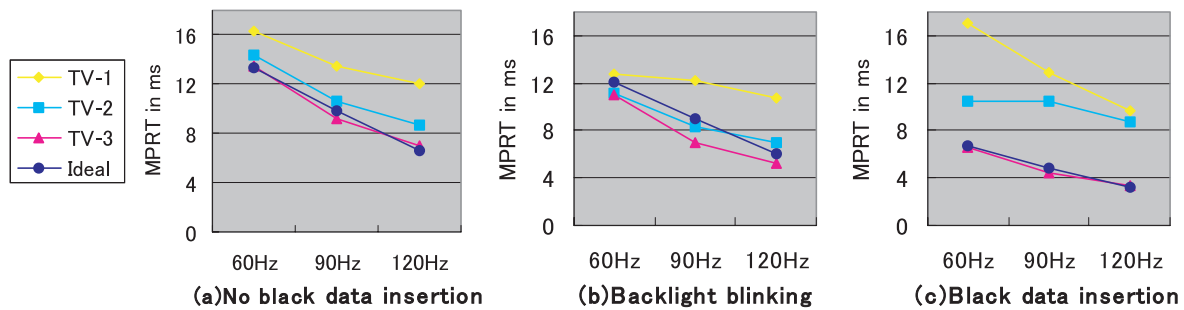


Fig. 4 Simulation results for BET values under various conditions.

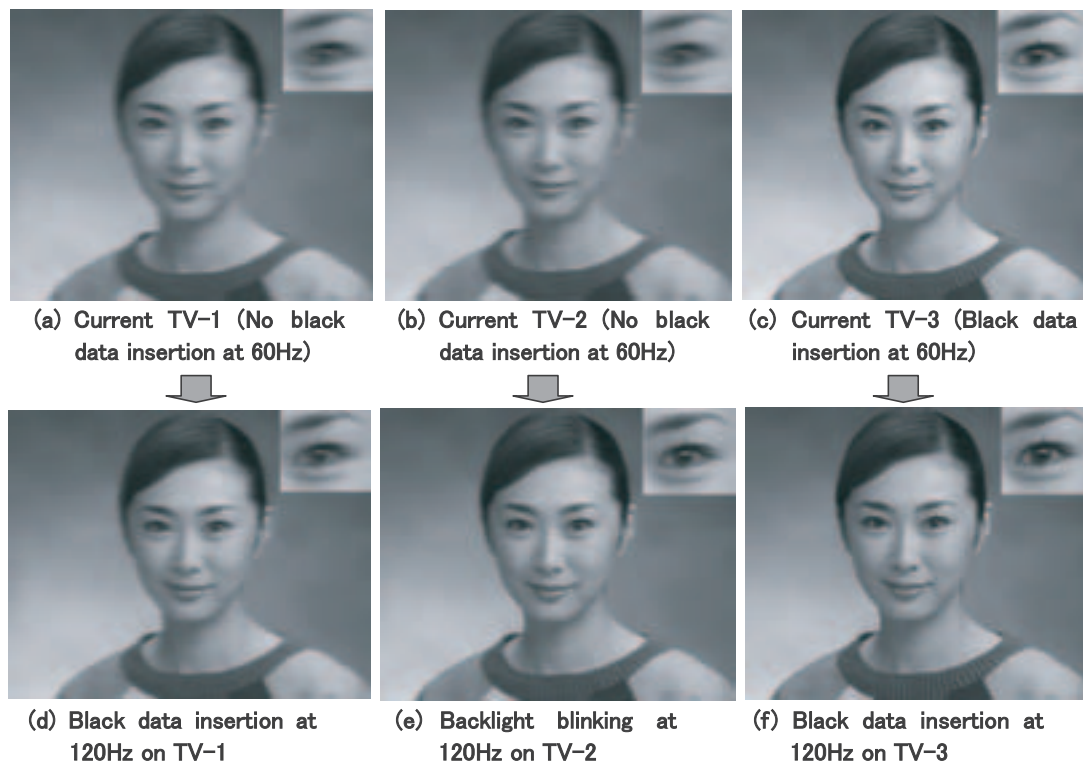


Fig. 5 Simulation results for moving picture perception.



Fig. 6 Simulation result for moving picture perception on the ideal system (Black data insertion at 120Hz).



Fig. 7 Simulation result for moving picture perception on a CRT.

各液晶パネルについて本検討にて最適のホールド駆動改善技術を組み合わせた場合のシミュレーション画像である。

これらの画像より、各LCDのいずれも、それぞれに応じたホールド駆動改善技術を組み合わせることによって、市販状態よりも動画ぼけが大幅に改善することがわかり、特に、TV-3に120Hz駆動と黒信号挿入を適用した場合 (Fig. 5 (f)) に最も動画ぼけの少ない動画画像が得られることを確認できる。前述したように、TV-3は高速応答を特徴とするOCBモードLCDであり、ホールド駆動改善技術だけでなく、液晶応答性能も重要であることがわかる。

参考として、応答速度を0msとした仮想パネルIdealでのMPRT最小値となる場合 (黒信号挿入および120Hz駆動) および動画性能に優れているCRTの動画シミュレーション画像をそれぞれFig. 6とFig. 7に示す。前記TV-3のFig. 5 (f) の動画ぼけはこれらの動画画像とほぼ同等であり、実際のLCDでも優れた動画性能を得られることがわかる。

#### 4. 結論

今回作製した動画ぼけシミュレーションツールにより、測定、もしくは想定したLCDの応答波形、駆動波形およびバックライト波形を組み合わせた場合の動画性能、およびその動画ぼけ画像を予測することが可能となった。本手法は、さまざまなLCDに対する最適な駆動波形やバックライト波形の検討に有用であるとともに、将来のLCDの動画性能可能性を予測する意味でも有意義であるものと考えられる。

本ツールを用いた今回の検討の結果、動画性能を大幅に改善するには、OCBモードのような高速応答の液晶パネルが有効であり、120Hz駆動と黒信号挿入とを組み合わせることにより、CRTに匹敵する動画性能を示すLCDを実現することができることを明確にできた。

#### 参考文献

- 1) Sasaki, D.; Imai, M.; Hayama, H.. Motion Picture Simulation for Designing High-Picture-Quality Hold-Type Displays. SID02Digest. 926-929 (2002).
- 2) Pan, H.; Feng, X.; Daly, S.. Quantitative Analysis of

- LCD Motion Blur and Performance of Existing Approaches. SID05 Digest. 1590-1593 (2005).
- 3) Klompenhouwer, M.A.. Temporal Impulse Response and Bandwidth of Displays in Relation to Motion Blur. SID05 Digest. 1578-1581 (2005).
- 4) Kurita, T.. Moving Picture Quality Improvement for Hold-Type AM-LCDs. SID01 Digest. 986-989 (2001).
- 5) Shimodaira, Y.. Fundamental Phenomena Underlying Artifacts Induced by Image Motion and the Solutions for Decreasing the Artifacts on FPDs. SID03 Digest. 1034-1037 (2003).
- 6) Hirakata, J.; Shingai, A.; Tanaka, Y.; Ono, K.; Furuhashi, T.. Super-TFT-LCD for Moving Picture Images with the Blink Backlight System. SID01 Digest. 990-993 (2001).
- 7) Nakamura, H.; Miwa, K.; Noguchi, M.; Watanabe, Y.; Mamiya, J.; Watanabe, J.; Nishiura, Y.; Shinagawa, Y.. A Novel Wide-Viewing-Angle Motion-Picture LCD. SID98 Digest. 143-146 (1998).
- 8) Nakamura, Y.; Someya, J.; Yamakawa, M.; Igarashi, Y.; Tanaka, Y.; Yamamoto, T.; Nishida, Y.; Kurita, T.. Motion Picture Response Time (MPRT). IDW03 Digest. 1479-1482 (2003).
- 9) Oka, K.; Enami, Y.. Development of acc rate and reliable system for motion picture quality analysis. IDW03 Digest. 1483-1486 (2003).
- 10) Yamaguchi, Y.; Miyashita, T.; Uchida, T.. Wide-Viewing-Angle Display Mode for the Active-Matrix LCD Using Bend-Alignment Liquid-Crystal Cell. SID93 Digest. 277-280 (1993).
- 11) Bos, P. J.; Koehler, K. R./Beran.. Mol.Cryst.Liq.Cryst.. 113, 329 (1984).
- 12) Ito, Y.; Matsubara, R.; Nakamura, R.; Nagai, M.; Nakamura, S.; Mori, H.; Mihayashi, K.. OCB-WV Film for Fast-Response-Time and Wide-Viewing-Angle LCD-TVs. SID05 Digest. 986-989 (2005).
- 13) Nishiyama, K.; Okita, M.; Kawaguchi, S.; Teranishi, K.; Takamatsu, R.. WXGA LCD TV using OCB mode, Low Temperature p-Si TFT and Blinking Backlight Technology. SID05 Digest. 132-135 (2005).
- 14) Okamura, H.; Fujiwara, H.. A New Low-Image-Lag Drive Method for Large-Size LCTVs. SID92 Digest. 601-604 (1992).