

3D ディスプレイに付加価値を与える多重化隠蔽映像技術

Value engineering in 3d display through multiplex image hiding technology

白井 暁彦
Akihiko Shirai

神奈川工科大学 情報学部 情報メディア学科
Kanagawa Institute of Technology

243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030 K1-501
K1-501, 1030 Shimo Ogino, Atsugi, Japan 243-0292
E-mail: shirai@ic.kanagawa-it.ac.jp

あらまし 本論文は、3D ディスプレイに新しい付加価値を与える多重化隠蔽映像技術の新しい付加価値創出として「多重化隠蔽映像技術」に関する研究ロードマップについてまとめたものである。多重化隠蔽映像は同一のディスプレイにおいて異なる映像を表示する技術であり、エンタテインメントシステム、社会的な関係および利便性について、情報メディア工学的視点における第1世代から第5世代における技術課題と応用レビューする。

Abstract In this paper, we establish a roadmap of Scritter, a promising multiplex hidden imaging technology enabling multiple users to watch different contents on the same display at the same time. We eventually review the potential applications we explored so far, and suggest new fields of investigation where the Scritter series (1st to 5th generation) could add a significant value regarding entertainment system, social experiences, and utility.

1. 研究のモチベーション

本論文は、3D ディスプレイに新しい付加価値を与える多重化隠蔽映像技術の新しい付加価値創出として「多重化隠蔽映像技術」に関する研究について 2014 年初頭の状況をまとめたものである。

研究のモチベーションとして、多重化隠蔽映像技術は既存のディスプレイの常識に対して根本的な付加価値を見直すことに基本を置いている。近年のディスプレイ市場における、「大画面、高画質、低価格」という時流の先にあるものは、市場の本質的な縮小である。ここに「3D 化」という要素が入ってくることにより、ハードウェアとしてはより高速なビデオ信号処理回路が開発され、さらなる高画質化に寄与している。

しかしながら、ユーザの視聴形態の根本として、大画面は「独りで見るもの」ではない。複数のユーザが同時にテレビや映画、PC モニタを視聴することを想定していくことで、情報メディアとしての価値の再創出ができる可能性がある。

例えばリビングルームは家族の集まる場所であり、長年、テレビがその中心であった。テレビが小型化し「ひとり1台」となり、携帯電

話等モバイルになることで、「家族みんなで観る」という視聴形態を分解していったにすぎない。現在の大画面化という流れも同様で、大画面化することで複数台のディスプレイを設置することは難しい、一方で、デジタル・コンテンツは多チャンネル化、さらにネットメディアとの融合、テレビゲームの台頭により、従来の「チャンネル争い」はさらに熾烈となる一方、デバイスレベルでこの争いを解決する技術は未だ存在していないともいえる。

2. 他の関連研究

ディスプレイを多重化する、という視点の研究は他の研究者によってもアプローチがある。Mistry らの「ThirdEye」[1]は複数のユーザに対して、異なる映像を液晶シャッターの同期によって提供する技術デモである。同様の技術は米国 Sony Computer Entertainment 社より「SimulView」として 2010 年に特許取得 (USPAP2010/0177172, 0177174) され製品化されている[2]。このような 3D 用液晶シャッターメガネを使用した時分割方式は日本国内ではセガ・エンタープライゼスが 1994 年に特許出願 (特開平 06-175631) し、拒絶査定となっていることから、本技術が既存の技術の延長で考案可能であり、進歩性・新規性が理解されて

いなかったと推測する。時分割方式は、メガネ非着用者にとっては両方の画像が多重像として見えてしまい、多人数化も難しい。

デバイスレベルでは、シャープ「スイッチ液晶」による視差バリアを使用した液晶ディスプレイが実用化され、任天堂 3DS にも利用されているが、画面分割や解像度を犠牲にする方法や特殊なデバイスを必要とする方法はユーザにとってメリットが少なく、利用されない傾向にある。

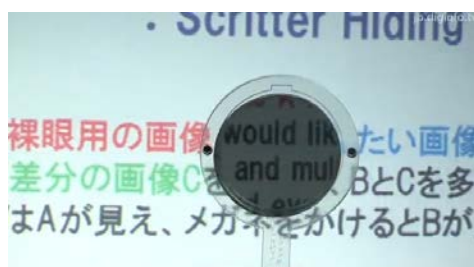
3. 多重化隠蔽映像技術「Scritter」

3.1 第 1 世代“Scritter”多重化映像技術

第 1 世代の多重化映像技術『Scritter』は 2010 年に長野らによって提案された[3]。既存の 3D ディスプレイと互換の方式で、DLP プロジェクタ 2 台を使って構成する。ステレオ立体視における左右眼映像の代わりに各偏光チャネル(L,R)に異なるコンテンツ、例えば日本語／英語字幕などの映像を投影する。ユーザは LR 眼鏡ではなく、LL もしくは RR 眼鏡を着用することによって、言語を切り替えることができる(図 1)。多重化映像技術の「Scritter」という愛称は「Screen+Twitter」をコンセプトとしている。映画を見ながら Twitter でつぶやく、など、時間と場所を共有しながら、コンテンツは異なるという視聴形態を発想の源にしている。



【図 1: 第 1 世代 Scritter による多言語化】



【図 2: 第 2 世代 ScritterH による隠蔽画像】

3.2 第 2 世代“ScritterH”多重化隠蔽映像

初代の Scritter のデモ展示を通して、「眼鏡をかけていない人には両方見える」というフィードバックを多く得た。そのため、第 2 世代の Scritter は裸眼でみる視聴者に向けて多重像を「隠蔽する(hiding)」技術つまり、多重化隠蔽映像技術『ScritterH』と名付け、ブレイクスルーを得た[4]。

3.2.1 隠蔽アルゴリズム

ScritterH の基本理論は以下の通りである。任意の 2 枚の画像 A,B に対し、裸眼視聴用画像を画像 A、フィルタ越しに視聴する画像を画像 B とし、各ピクセルの輝度値を ab とする。

$C=A-B$ となるような隠蔽画像 C を生成し、画像 B と同一のスクリーンに投影することで、C を除去する偏光フィルタを使用時に画像 B のみが視聴できるようになる。

実装上のピクセル輝度値は、負の値をとることができないため、すべてのピクセル値で a が b よりも高くなくてはならない。現状、一般に入手できるディスプレイにおいて a , b の輝度値は 0~255 の 256 階調であるため、コントラストを圧縮することでベース輝度 a_{min} を調整する。輝度値を $a>b$ とするため、A には式(1)を、B には式(2)を用いて輝度値の調整を行う。輝度値の処理を行った画像を A' , B' (ピクセルの輝度値は a' , b') とする。

$$a' = a \times \frac{255 - a_{min}}{255} + a_{min} \quad (1)$$

$$b' = b \times \frac{a_{min}}{255} \quad (2)$$

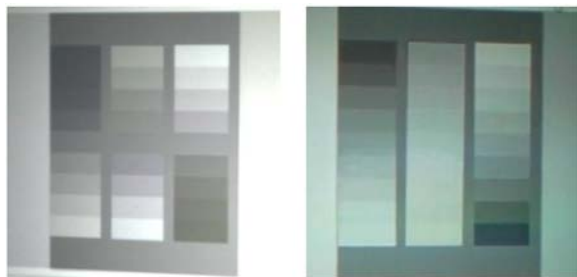
a_{min} は a' の最小値で、例として 256 階調の中間値である 128 に設定することで a' , b' の輝度を同一にできる。しかし、一般のプロジェクタやディスプレイにおけるラチチュードはリニアではなく、ガンマを考慮する必要がある。一般的なディスプレイで用いられているガンマ 2.2 の場合、 a_{min} を 186 にすると出力輝度の中間値を得られる。画像の輝度値を調整したら、 A' と B' から差分画像 C を生成する。C の生成には式(3)を用いる。ここでの γ はプロジェクタのガンマである。

$$c = (a'^{\gamma} - b'^{\gamma})^{\frac{1}{\gamma}} \quad (3)$$

図 3 は、ガンマを考慮していない場合のグレーチャート(左)と考慮した場合のグレーチャート(右)を示している。

ート (右) を 2 つのプロジェクタを用いて投影した様子である。

双対する 2 つのグレーチャートを中央に投影すると全体が白色になるはずであるが, ガンマを考慮していない場合のグレーチャートでは, グレーチャートの中央の輝度値が低下してしまう. ガンマ (プロジェクタで用いられるガンマ 2.2) を考慮した場合のグレーチャートでは, 均一にニュートラルグレーとなり, 隠蔽画像に好適であることが確認された。



【図 3：グレーチャートを用いた隠蔽画像】
(左：ガンマ補正無, 右：ガンマ補正済)

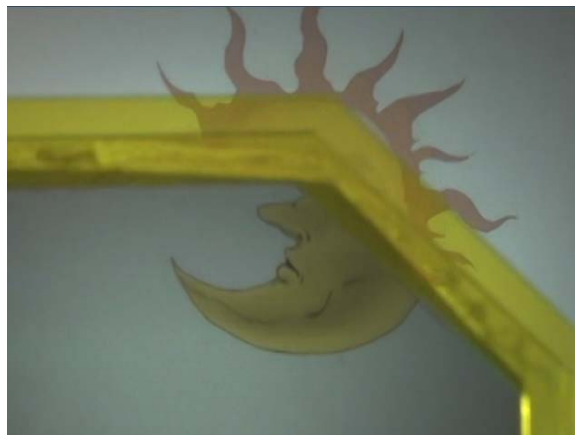
図 4, 図 5 に, 隠蔽アルゴリズムを用いて生成した画像を示す. 2 つの画像をプロジェクタによってスクリーンに投影した様子が図 6 である。



【図 4：コントラスト圧縮】
(左：画像 A', 右：画像 B')



【図 5：差分画像 C】



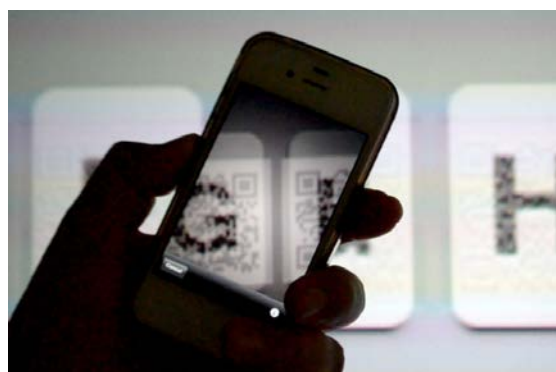
【図 6：多重化隠蔽映像の様子】

人間の裸眼では偏光を見分けられないため, 隠蔽された画像 B' を視認することは難しいが, 偏光フィルタ越しに見ることで差分画像 C が除去され, 画像 B' が確認できる (図 6)。

この隠蔽技術は複数のプロジェクタによる HDR (High Dynamic Range) 実装など様々なアルゴリズムが実験, 提案されている [4]。

3.2.2 ScritterH の価値

従来の他の特殊デバイスや, 時分割方式において実現していた多重化は「多重像」という弱点を併せ持っていた. ScritterH 方式では, この問題を光強度のキャンセルと偏光による物理によってのみ実現している. 偏光は直線偏光でも円偏光でもよく, 実現コストも安い, 電氣的部品を使わないため, 故障や電池切れといった心配もなく, 幅広い応用が期待できる. 裸眼の視聴者に向けて情報を表示できるため多人数化や大画面化も容易である. またアルゴリズムはプロジェクションマッピング技術への応用も可能である。



【図 7：サインageへの応用 Ubicod】

4. ScritterHの応用

4.1 サイネージ向け応用「Ubicode」

図 7 はデジタルサイネージへの応用例「Ubicode」である。多重化隠蔽映像を電子看板側の一般向け情報表示に使用し、会員など特別な利用者に向けて偏光フィルタを携帯電話のカメラ部分にアタッチすることで、QRコードなどにアクセスさせることができる。通常のデジタルサイネージでは QR コードは表示できても、デザインを阻害するだけでなく、特定のユーザに向けた限定した表示は難しい。Ubicode を使うことで、ソフトウェアキーボードの実現や広告効果の調査など、本来、一方通行であった広告メディアに対して、インタラクティブ性を付加することができる[6,7]。

4.2 カラオケへの応用「PARAOKE」

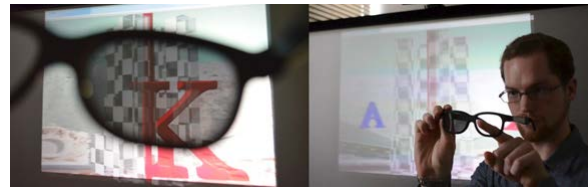
図 7 はカラオケへの応用「PARAOKE」である。本来のカラオケは多人数向けのエンタテインメントシステムであるにもかかわらず、歌唱中のユーザにのみディスプレイが使われており、他のユーザにとっての注視方向がデザインされていない。多重化隠蔽映像技術を適用することにより、歌詞とその他の情報を同時に表示することができる。図 7 は歌詞をフィルタ側、ダンスゲームを裸眼側に設定した例で、同じ楽曲を使って同時に別の楽しみ方を提供することができる[8]。



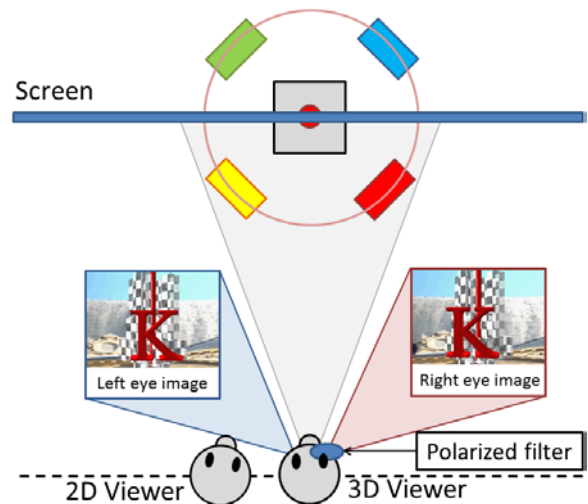
【図 7：カラオケへの応用「PARAOKE」】

4.3 2D+3D ハイブリッド「2x3D」

2D+3D ハイブリッド式立体ディスプレイ方式「2x3D」(ツー・バイ・スリー・ディ)は、同一のスクリーンで 2D 上映と 3D 上映を同時に実現する技術である(図 8)。



【図 8：2D+3D ハイブリッド方式「2x3D」】



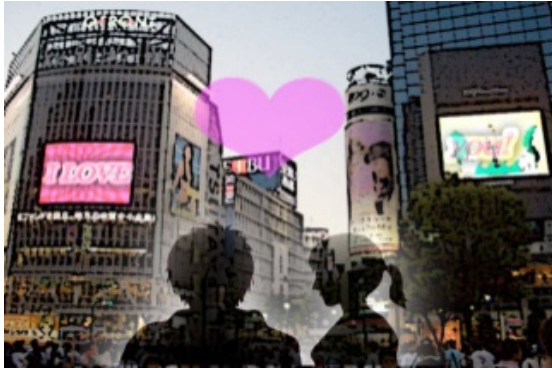
【図 9：「2x3D」の構成】

図 8 右のように右目のみにフィルタを付与した眼鏡を用意し、図 9 のように裸眼の視聴者にむけてステレオ立体視の左目画像、フィルタ側に右目画像を表示することで、2D 視聴者と 3D 視聴者が同時にひとつのシアターで同一のコンテンツを 2D もしくは立体映像で選択的に観ることができる。3D 眼鏡着が難しい子供や、すでに眼鏡を使用している利用者にとって、立体映像のために眼鏡を着用しなければならない状況は強いられるべきではない。また立体映像に関係ないシーンや疲労時などは、眼鏡を自由に外すことができる。従来は、3D 上映時において眼鏡を外すことは、LR 多重像を観ることになり、視聴は困難であった。

以上の通り、多重化隠蔽映像技術は 3D ディスプレイそのものの価値についても変革させることができたといえる。多重化隠蔽映像技術の第 2 世代 ScritterH の応用技術はその他にも「ニコニコ動画」を運営する株式会社ドワンゴとのコラボレーションである「ニコニコメガネ」[9]や、店舗や公共施設用サイネージといったフィールドテストを展開している。

5. 多重化隠蔽映像技術のロードマップ

図 10 に多重化隠蔽映像技術のロードマップと課題を示す。第 3 世代の多重化隠蔽映像技術として、従来不可能であった液晶プロジェクタ



【図 12：パブリックビジョンでの実現(概念図)】
(特定の人物にのみ視聴できる公共看板)

6. まとめ

本稿では 2014 年初頭における，多重化隠蔽映像技術について，既存の 3D ディスプレイの延長にある技術で，情報メディア工学の視点で，どのような研究開発を行い，価値創出を行ってきたか，また今後の可能性と課題について，ロードマップを示した。

今後，第 4 世代多重化隠蔽映像技術の実現により，急速に注目され，多くの産業に影響がある技術であると考ええる．アクティブ・リターダーや面発光レーザーなど，今後登場しうる新たな偏光デバイスや発光デバイス，微小光学系の開発者にとってのヒントとなれば幸いである．

REFERENCES

- [1] Mistry, P. 2009. *ThirdEye: a Technique that Enables Multiple Viewers to See Different Content on a Single Display Screen*. ACM SIGGRAPH ASIA 2009 Posters.
- [2] Gary M. Zalewski. Sep. 18, 2012. *Display Viewing System and Methods for Optimizing Display View Based on Active Tracking*, US Patent No.: 8269822 B2
- [3] Hamada, T., Nagano, K., Utsugi, T., Hirano, M. and Shirai, A. 2010. *Scritter: A multiplexed image system for a public screen*, Proceedings of Virtual Reality International Conference (VRIC 2010).
- [4] Nagano, K., Utsugi, T., Yanaka, K., Shirai, A. and Nakajima, M. 2011. *ScritterHDR: Multiplex-Hidden Imaging on High Dynamic Range Projection*, SIGGRAPH ASIA 2011 Technical Sketches & Posters.
- [5] Fujimura, W., Koide, Y., Songer, R., Hayakawa, T., Shirai, A. and Yanaka, K. 2012. *2x3D: Real-Time Shader for Simultaneous 2D/3D Hybrid Theater*, ACM SIGGRAPH ASIA 2012 Emerging Technologies, Singapore. 2012
- [6] 小出雄空明，奈良優斗，藤村航，白井暁彦，“UbiCode：パブリックディスプレイへのバーチャルインタラクティブ性の追加”，第 17 回日本バーチャ

ルリアリティ学会大会，2012

[7] 岩楯翔仁，小出雄空明，大塚真吾，白井暁彦，“多重化隠蔽タグ技術 UbiCode を使ったデジタルサイネージのインタラクティブ化によるコミュニケーション支援”，HCG シンポジウム，電子情報通信学会，2012

[8] Fujimura, W., Koide, Y., Sakai, T., Songer, R., Kosaka, T. and Shirai, A. 2012. *PARAOKE alpha: a new application development of multiplex-hidden display technique for music entertainment system*, NICOGRAPH International 2012, Bali.

[9] “メガネをかけるだけでコメントが流れる！？「ニコニコメガネ」が実用化”，ニコニコニュース，<http://news.nicovideo.jp/watch/nw567207>

[10] 小出雄空明，白井暁彦，“LCD プロジェクターを用いた偏光によるステレオ立体視のための画質向上アルゴリズム”，情報処理学会 第 75 回全国大会 2013