

I DW '06 速報

高木康博 (東京農工大学)

会議名 : The 13th International Display Workshops

開催期間 : 2006 年 12 月 6 日 - 8 日

開催場所 : 大津プリンスホテル (大津)

*****要 約*****

滋賀県大津市において IDW'06 が開催された。IDW を構成する 13 のワークショップのひとつである Workshop on 3D/Hyper-Realistic Displays and Systems に参加した。本ワークショップでの発表件数は 24 件で、昨年度に比べて 1.5 倍に増加した。本ワークショップは、立体ディスプレイ、ホログラフィックディスプレイ、および、高臨場感ディスプレイの 3 つのセッションで構成されていた。立体ディスプレイのセッションでの発表が 12 件で最も多かったが、表示方式に関しては 2 眼式立体表示、多眼式立体表示、インテグラルフォトグラフィーの順で発表件数が多かった。2 眼式については現在でも様々な工夫が続けられているのに対して、多眼式においては眼精疲労の解決法に関する発表が、インテグラルフォトグラフィーでは 2 次元光源アレイを利用する実現方法に関する発表が多かった。ホログラフィックディスプレイに関しては、ホログラムデータ圧縮と複数の表示デバイスの利用に関する研究発表があった。高臨場感ディスプレイについては、映像周辺部が臨場感に与える影響の評価、周辺部の映像を歪ませて臨場感を強調する表示システムに関する発表があった。

1. はじめに

2006 年 12 月 6 日～8 日に、滋賀県大津市において第 13 回 International Display Workshop (IDW) が開催された。IDW は、毎年、日本で開催されているディスプレイに関連した研究発表を取り扱う国際会議である。今年は、琵琶湖畔に建つ大津プリンスホテルで開催された。全体は、液晶技術、アクティブマトリックスディスプレイ、FPD 部材、CRT、プラズマディスプレイ、EL ディスプレイ、FED、OLED、3 D / 高臨場感、ヒューマンファクタ、プロジェクションディスプレイ、電子ペーパー、MEMS の 13 のワークショップで構成されていた。3 日間で 522 件 (オーラル 163 件、ポスター 211 件、late news 69 件) の研究発表が行われた。オーラル発表用の 6 会場に加えて、Keynote 用の大ホールとポスター用会場を用いた平行セッションで発表が行われた。なお、会場は絶好のロケーションであったにもかかわらず、当日は天候にはあまり恵まれなかったことが残念であった。

本報告では、2 日目と 3 日目に開催された Workshop on 3D/Hyper-Realistic Displays and Systems での研究発表について報告する。このワークショップは、3D Display、Holographic and Advanced Displays、3D/Hyper-Realistic Displays and Systems の 3 つのセッションで構成されていた。全体の発表件数は 24 件であった。内訳は、オーラル 14 件、ポスター 4 件、late news 6 件である。以下に、それぞれのセッショ

ンの発表について報告する。

2. 立体ディスプレイ

7日午後の「3D Display(1)」のセッションでは、1件の招待講演と1件の late news を含む4件の講演が行われた。招待講演として、韓国 KIST の Kim 氏より、multi-focus 3D display に関する講演があった。Multi-focus という単語が、異なるフォーカス位置に複数の画像を表示する方法のような印象を与えるが、実は超多眼立体ディスプレイに関する研究で、人間の眼が幾つかの奥行き位置に焦点を合わせることができるという意味で multi-focus という言葉を用いている。多数の視点に画像を表示する方法として、DMD を高フレームレート駆動してガルバノミラーで機械的に高速走査する方法と、同じく DMD を高フレームレート駆動して照明に LED アレイを用いる方法の紹介があった。現状では、表示画像数は片眼に4枚程度であるため、観察者の目の位置を固定する必要がある。つぎに、台湾の Yunlin 大学より、パララックスバリアに関する講演があった。パララックスバリアを構成するスリットの遮光部をミラーにすることで、光を再利用してバックライトの光の利用効率を向上できるといった内容であった。3件目の発表は、韓国の Seoul National 大学より、インテグラルフォトグラフィーにおいて、2次元レンズアレイを用いる代わりに液晶パネルを2次元ピンホールアレイで照明し、この2次元ピンホールアレイをもう一枚の液晶ディスプレイで表示する方法の提案があった。ピンホールアレイの表示と非表示を切り替えることで立体表示と2次元表示を切り替えることができる。ただし、立体表示の際の光の利用効率が低くなる点が問題である。4件目の発表は、韓国の L.G.Philips より、RGBW の4色カラーフィルタ構造で正方形の色ピクセル形状を有する液晶パネルを用いた斜めレンチキュラ型の多眼式立体ディスプレイに関する発表があった。RGB のストライプ配置のカラーフィルタを用いた場合に比べて、視点間のクロストークが大きくなるが、視点間の画像の変化が滑らかであるとの報告があった。

8日午前の「3D Display (2)」のセッションでは、1件の late news を含む4件の講演があった。最初に、韓国の Hanyang 大学より、光学素子を必要としないインテグラルフォトグラフィーの実現方法として、液晶パネル背面に2次元点光源アレイを用いる方法の提案があった。点光源アレイとして表面実装型 LED を用いたディスプレイの試作結果について報告があった。つぎに、東京農工大学より、調節輻輳矛盾を解決する高密度指向性表示に対する調節応答範囲について報告があった。網膜像の計算機シミュレーションを用いた網膜像評価と調節応答の測定結果から、高密度指向性表示による調節応答の誘起は眼の被写界深度の拡大によって説明できることが報告された。また、SVGA 解像度を有する 128 指向性ディスプレイの試作結果についても報告があった。3件目の講演として、台湾の National Chiao Tung 大学より、レンチキュラシートを縦横に2枚用いることで、2眼式立体画像を垂直方向に2画面同時に表示し、一方をミラーで反射することで、縦に2つの立体画像を表示する方法の提案があり、試作結果について報告があった。4件目の講演として、日立より、インテグラルフォトグラフィーのモアレ除去方法として、液晶パネルの色画素配列の変更による色モアレの低減法と、デフォーカスによる強度モアレの低減法について提案があった。2次元レンズアレイを構成する個々のレンズに対応する複数の色ピクセルを同一色の色ピクセルとすることで、ひとつのレンズで RGB のうち一色のみを表示する方法である。

7日午前のポスターセッションでは、5件の講演があった。徳島大学より、大きさ 4 m×2 m で解像度 512×288 の大型 LED ディスプレイに、パララックスバリアを取り付けた2眼式立体ディスプレイに関する発

表があった。パララックスバリアとしては、スリット部が中空のアパチャーグリルを用いるのがコントラストの点で適しているとのことであった。NTT より、大型の DFD 立体ディスプレイの構成方法として、2台のプロジェクターでリアプロジェクションスクリーンとフロントプロジェクションスクリーンに画像を表示する方法の発表があり、ポスター会場で実際にデモが行われていて好評であった。島根大学より、360 度全周から観察できる 2 眼式立体ディスプレイの提案があった。これは、偏光を用いた 2 眼式立体ディスプレイとスリットを機械的に高速に回転させるものである。ディスプレイとスリットの位置関係は同一のまま回転させる。ディスプレイの表示速度はビデオレートが良いが、観察者は偏光眼鏡を装着する必要がある。どの位置から見ても観察できる立体映像は同一であり、いわゆる物体の全周表示を行うタイプのディスプレイとは異なるものである。なお、島根大学よりもう 1 件の発表が予定されていたが、実際にはキャンセルされていたようであった。金沢高専より、垂直方向に並ぶ複数の二次元 LED アレイを高速回転させる奥行き標準化方式の立体ディスプレイに関する発表があった。今回は、LED アレイとしてプリンタ用 LED アレイを用いたシステムの試作結果について報告があった。デスクリートな LED を多数並べる必要がなくなり構成が容易になったが、現状では LED の発光波長が可視光領域の端にあるため、暗い点が問題であるとのことであった。

以上、発表の詳細について述べたが、実際に行われた 12 件の講演の内訳は、2 眼式立体表示 4 件、多眼式立体表示 3 件、インテグラルフォトグラフィー 3 件、DFD 表示 1 件、奥行き標準化表示 1 件であった。2 眼式立体表示は構成が容易であるため既に実用化されているが、高効率化や大型 LED ディスプレイの利用などの新しい提案が現在も続いている。今後は観察位置に関する制限が少ない多眼式立体表示に研究開発の主流が移行することが予想されるが、今回の発表件数はこれを反映したものであると思う。多眼式では、3 件のうち 2 件は超多眼に関するもので、立体映像観察時の調節輻輳矛盾の解決を目指したものであり、眼精疲労のない自然な立体表示の実現に向けた努力が続けられている。インテグラルフォトグラフィーは実用化がさらに先になると予想されるが、日本から 1 件、韓国から 2 件の発表があった。特に、韓国の大学では、昔からインテグラルフォトグラフィーに関する研究が盛んである。

3. ホログラフィックディスプレイ等

7 日午後の「Holographic and Advanced Displays」のセッションでは、1 件の招待講演と 1 件の late news を含む 4 件の講演があった。最初に、招待講演として、都立航空高専の Takano 氏より、電子ホログラフィーの圧縮伝送に関する講演があった。ホログラムの干渉縞の強度分布を 2 次元動画画像圧縮用に開発された MPEG4 により圧縮した結果について報告があった。解像度 320×240 の干渉縞画像を 350 kbps で圧縮した場合の PSNR は 14.5 dB で、良好な立体動画画像再生が可能であるとのことであった。つぎに、千葉大学より、高精細液晶パネルを水平方向に 3 枚並べることで再生像を大きくする方法について提案があった。FPGA を用いたホログラム計算専用ハードウェアを用いたホログラム表示装置および実験結果について報告があった。3 件目の講演として、オーストラリアの FAMED より、導波路を用いた立体ディスプレイに関する提案があった。まだ、提案段階で、具体的な内容はこれからのようである。4 件目の講演として、NTT ドコモより、30 指向性ディスプレイに視点追跡カメラを取り付けて視野角拡大と擬似フルパララックス化を実現したモバイル用立体ディスプレイについて報告があった。PC を用いて 15 fps でのリアルタイムレンダリングが可能であるとのことであった。

7日午前のポスターセッションでは、1件の講演があった。島根大学より、レンチキュラ方式の立体表示で表示される左右の画像の一方をミラーで反射させることで、2画面表示を実現する方法の提案があった。

以上、このセッションでは5件の発表があったが、内訳はホログラフィックディスプレイ2件、導波路型ディスプレイ1件、擬似フルパララックス化ディスプレイ1件、2画面ディスプレイ1件であった。ホログラム表示では扱うデータ量が非常に多くなるが、今回の発表は、データ圧縮に関するものと表示デバイスのピクセル数の増加法に関する発表であった。ホログラム表示を実現するためには、まだまだ、多くのブレークスルーが必要であると思うが、着実な努力がなされている。モバイル用立体ディスプレイでは、観察者を1名に限定できるため、擬似フルパララックス表示のような機能追加が容易に行えることが示された。また、最近、2画面表示がカーナビ等で実用化されて話題になっているが、これにヒントを得た方法として、ミラーを用いて画面サイズを2倍にする方法の提案があったが、3次元ディスプレイのセッションでも同様にミラーを用いて2眼式立体表示を2画面表示する方法の提案があった。2画面表示は最近の流行のようである。

4. 高臨場感ディスプレイとヒューマンファクタ

8日午前の「3D/Hyper-Realistic Displays and Systems」では、2件の招待講演を含む4件の講演があった。招待講演として、日本福祉大学の Nakamura 氏より、映像によって誘発される人体の動き（ベクション）に関する講演があった。ベクションは、映像の前景と背景では背景の映像の動きに大きく影響されること、また、画像中心部と周辺部では周辺部の動きに大きく影響されることの説明があり、背景の周辺部の映像の動きを小さくすれば映像酔いが小さくなるとの指摘があった。つぎに、韓国の Seoul National 大学より、インテグラルフォトグラフィー観察時の網膜像の計算について報告があり、眼のピントがスクリーンに合っている場合には網膜像はピークが2つに分離し、眼のピントが立体像に合っている場合にはピークがひとつになるとの報告があった。また、網膜像のシミュレーションの段階であり、人間の調節応答の測定は行っていない。2件目の招待講演として、名古屋大学の Fujii 氏らから、100台のカメラと100台のマイクロフォンを同期させた multi-dimensional multipoint measurement system に関する講演があった。実現したシステムと、それを用いて取得したデータを用いたデモが示され、システムの有用性が示された。4件目の講演として、日立より、プロジェクタとスクリーンをヘルメットに組み込んだ高臨場感表示システムであるヘッドドームプロジェクタに用いる画像表示技術として、画像の周辺部を歪ませて臨場感を高める表示方法について報告があった。歪みの知覚と臨場感に関する評価実験の結果が示された。

また、7日午前のポスターセッションでは、2件の講演があった。徳島大学より、大型 LED 立体ディスプレイを昼間と夜間で観察した場合について比較した結果、夜間の方が立体視できる範囲が広いとの報告があった。また、同大学より、大型 LED 立体ディスプレイの融像可能範囲に合わせて立体映像を撮影するステレオカメラの被写界深度を設定することで、立体視が容易になるとの報告があった。

以上、このセッションでは、高臨場感表示2件、立体視関係3件、任意視点カメラ1件の講演があった。高臨場感関係の2件の講演では、両方とも視界周辺部の映像が臨場感に与える影響について注目しており、一方の講演では映像酔いの原因になるとしており、他方は積極的に利用して臨場感の向上に使用しようとしている点が興味深い。立体視の関係では、インテグラルフォトグラフィーの網膜像シミュレーションの報告があり、3次元ディスプレイのセッションでも網膜像のシミュレーションに関する報告があったが、立体視時の人間の応答を網膜像をもとに理解しようとする試みは重要であると思う。また、立体視関係のうち2件の発

表は大画面2眼式立体表示に関するものであり、2眼式立体表示においても大画面に関してはまだまだ評価すべき点が多いようである。

5. 分析

セッションごとの発表件数は、3D Display 関係 13 件、Holographic and Advanced Displays 関係 5 件、3D/Hyper-Realistic Displays and Systems 関係 6 件であった。やはり、立体ディスプレイ関係の発表が過半数を占めており、最も活発であった。高臨場感ディスプレイに関しては、既に実用化が進んでいるため、発表件数は減少傾向にあるのかもしれない。ホログラム表示に関しては、やはり超高解像度な表示デバイスの実現の可能性が見えていない点が最大の問題点であると思うが、今回の発表では3枚の液晶パネルを用いる方法の発表があった。このようなディスプレイのハードウェアの性能向上を実現しようとする研究が重要であると思う。

前述した通り Workshop on 3D/Hyper-Realistic Displays and Systems での本年度の発表件数は 24 件であったが、昨年度の発表件数は 16 件であった。発表件数自体は着実に増加しているが、最近の立体ディスプレイに対する注目度や期待度の高さから考えると、意外なほど少ない感じがする。多分、最近の立体ブームはコンテンツ業界を中心とした商業的利用を中心としたものであり、ディスプレイの研究開発といった最も基盤になる技術の研究開発に関してはまだまだ不十分な状況にあるのだと思う。

国別の発表件数を見ると、日本 16 件、韓国 5 件、台湾 2 件、オーストラリア 1 件である。IDW 全体についても言えることであるが、韓国の台頭が目立っている。ちなみに、韓国からの 5 件の発表はすべて 3D Display 関係のセッションで行われており、このセッション全体の発表件数が 13 件（実際には 12 件）であることを考えると、立体ディスプレイのハードウェアに対する韓国の研究開発の関心の高さがわかる。また、昨年度に比べて、韓国からの研究発表のレベルが上がってきているように感じられた。これは、3次元ディスプレイに対して IT21 などの国家プロジェクトにより集中的な予算投入が行われていることも大きく影響していると思う。蛇足であるが、韓国人の英語は日本人のそれに比べて、一段上であったように感じた。台湾からの 2 件の発表は、いずれも 2 眼式立体表示に関するもので、液晶パネル等の部材の改良に関するものであった。最近の台湾での液晶ディスプレイ産業の盛り上がりを反映したものであると思う。

発表者の所属の内訳は、大学 16 件、企業 6 件、国研関係 2 件であった。このように、現状の研究発表は大学が中心であり、企業の研究発表の割合が少ない。2 眼式立体表示では将来の幅広い実用化は難しいことを考えると、多眼式などの将来の立体ディスプレイ技術に関する研究開発を今から進めておく必要があると思う。立体ディスプレイの研究開発に関する産官学の研究プロジェクトを、日本においても国策として推し進める必要があると感じた。

会場の参加者数は、著者が数えたところでは、2 日間を通じて増減はあるものの平均して約 50 名であった。昨年度は約 100 名であった。発表件数を増やす努力に加えて、参加者数を増やす努力も必要であると思う。他に立体ディスプレイを扱う国際会議として Electronic Imaging がある。これは、毎年 1 月に米国で開催されている国際会議で、IDW でのワークショップと同じように、Electronic Imaging 全体を構成する複数のコンファレンスのひとつとして立体ディスプレイに関するコンファレンス(3D Imaging, Interaction, and Measurement)が開催されている。本年度は 1 月末に開催されるが、こちらは 3 日間の日程で行われ、発表件数は 63 件（オーラル 44 件、ポスター 19 件）が予定されていて IDW に比べて多い。会場の参加者数は IDW

と大差ないように思うが、デモセッションや立体映像を鑑賞するナイトセッションなどが充実しており、見習う点も多いと思う。また、韓国での類似の国際会議として IMID(International Meeting on Information Display)があるが、こちらでも立体表示関係のセッションがある。IMID は、ここ数年で発表件数が急増しており、日本としてもうかうかしてはいられない状況にあると思う。

6. おわりに

IDW の 3D/Hyper-Realistic Displays and Systems のワークショップは、発表件数は昨年度に比べると 1.5 倍に増えたものの、IDW 全体から見るとまだ 5 %程度であり、やっと市民権を得たような状況である。来年度以降はさらに発表件数が増加することが予想されるが、IDW が国内で開催される立体ディスプレイ関係の最大の国際会議であることを考えると、より一層の盛り上がりを期待したいところである。繰り返しになるが、最近の立体関係の話題の盛り上がりに対して、研究開発レベルでの盛り上がり乖離があり、このままでは一時的なブームに終わってしまう可能性があると思う。やはり、学会レベルでのきちんとした議論が必要であろう。一方で、韓国における研究開発の勢いには目を見張るものがある。また、台湾での研究開発は短期的な実用化に関するものが主であるが、研究開発自体は徐々に盛んになってきている感じを受ける。我が国としても、立体ディスプレイの研究開発を促進する何らかのアクションが必要な時期にきていると感じた。