

UHDTV 技術を応用した高解像度が要求される グラスレス 3D ディスプレイ

Application of UHDTV Technology to Glasses-Free 3D Display Systems
Requiring High Resolution

瀧本 崇博

■ TAKIMOTO Takahiro

東芝は、世界で初めて専用眼鏡を使わない（グラスレス）で 3D（立体視）映像を視聴できる液晶テレビ“グラスレス 3D レグザ” GL1 シリーズを 2010 年 12 月に、リビング視聴向けに大型化と高解像度化を図った〈レグザ〉55X3 を 2011 年 12 月に商品化した。当社独自のグラスレス 3D は、UHDTV（超高精細度テレビ）ディスプレイを活用し、II（インテグラルイメージング）方式をベースに、多くのコンテンツを 3D 映像で視聴できる多視差変換や、フェイストラッキングによって自動制御できる視域制御などの信号処理技術を駆使して実現している。更に当社は、この技術を医療と融合させた、医療用裸眼 3D ディスプレイの開発など、新たな応用分野を開拓している。

Toshiba commercialized the world's first glasses-free three-dimensional (3D) TVs that do not require dedicated glasses, the REGZA GL1 series, in December 2010, and subsequently introduced the REGZA 55X3 glasses-free 3D TV equipped with a large high-definition display appropriate for living rooms in December 2011. We developed these REGZA series glasses-free 3D TVs by making use of ultra-high definition television (UHDTV) technology as well as our proprietary technologies including an integral imaging (II) system, a multiparallax conversion algorithm, and a viewing position optimization method applying face tracking technology. Furthermore, we are developing business-to-business (B2B) applications such as a glasses-free 3D medical display system based on technologies acquired through the development of REGZA series glasses-free 3D TVs.

1 まえがき

UHDTV を応用した技術の一つとして、専用眼鏡なしで立体映像を表示できるグラスレス 3D ディスプレイがある。例えば、ドルビーラボラトリーズ社とフィリップス社が開発した“Dolby 3D”を、シャープ（株）が 85 型 8K（7,680×4,320 画素）に適用し、グラスレス 3D ディスプレイとして 2014 International CES（Consumer Electronics Show）に展示した⁽¹⁾。しかし、このような展示会などで発表されているグラスレス 3D ディスプレイは開発段階のものが多く、コンシューマー向けへの展開はまだ実施されていないのが現状である。これに対し東芝は、20V 型（20GL1）と 12V 型（12GL1）のパーソナルサイズのグラスレス 3D レグザを 2010 年 12 月に世界で初めて商品化し、更にこれをリビング視聴に展開した 55V 型の〈レグザ〉55X3 を 2011 年 12 月に商品化した。

ここでは、グラスレス 3D レグザに採用されている II 方式や、多視差変換、フェイストラッキングによる視域制御などの信号処理技術、及び TV 技術と医療とを融合した医療用裸眼 3D ディスプレイについて述べる。

2 UHDTV とグラスレス 3D の関係

グラスレス 3D の 3D 解像度は、ベースとなるディスプレイパネルの解像度に依存する。55X3 の場合、9 個の視差画像を生

成して表示するため、3D での解像度はディスプレイ自体が持つ解像度の約 1/9 になる。したがって、グラスレス 3D の解像度を上げるには、UHDTV のように高解像度なディスプレイが求められる。

また、後述するように、グラスレス 3D は、通常の TV 放送やホームビデオなど 1 台のカメラで撮影した 2D（単眼）映像、及び 3D 映画や 3D 放送など 2 台のカメラで撮影したステレオ映像を入力することで、裸眼立体視を楽しむことができる。これらの入力インターフェースとして HDMI[®]（注 1）には 3D フォーマットが存在するので、UHDTV 映像と同じケーブル規格の中で使用できる。

このように UHDTV とグラスレス 3D には、その解像度や入力インターフェースなどで高い親和性がある。

3 II 方式の原理

グラスレス 3D レグザのディスプレイは、UHDTV の解像度（3,840×2,160 画素）を持つ高精細 LCD（液晶ディスプレイ）上にレンチキュラシートを配置した II 方式を採用している⁽²⁾。II 方式では、視差情報として見る角度によって変わる画素情報をレンチキュラシートの背面にレイアウトされた画素に表示する。画素から出た光は、図 1 に示すようにレンズを経由することで

（注 1） HDMI は、HDMI Licensing, LLC の商標。

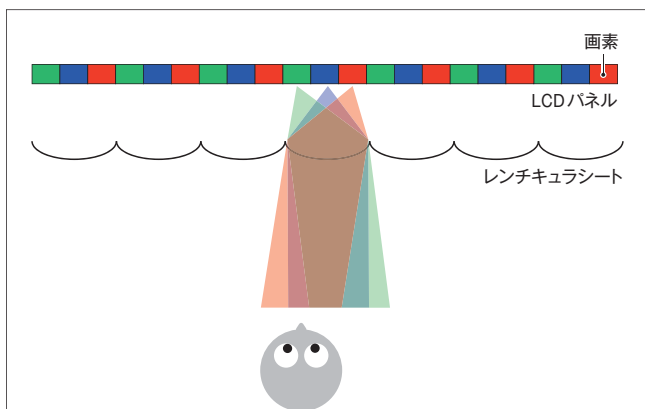


図1. II方式の原理 — レンズによって画素から出た光線の進行方向が限定され、視聴者の左目と右目に視差のある光線として入射する。

Principle of II method

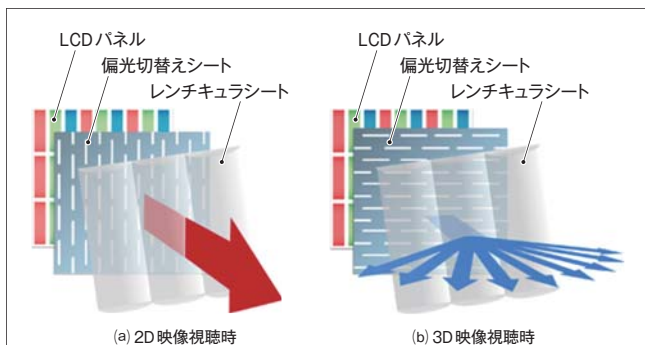


図2. 55X3のLCDパネル構造と2D/3Dの切替え動作 — 3D視聴をオフにした場合、画素からの光は偏光切替えシートによってUHDTV用の偏光になり、表示画素数そのままの高精細2D映像を表示する。3D視聴をオンにすると、偏光切替えシートによってガラスレス3D用の偏光となり、レンチキュラシートは光を多方向に拡散し、ガラスレス3D映像を実現する。

Panel structure and switching operation in 2D and 3D modes

進行方向が限定される。これを視聴者側から見ると、視聴位置に応じた光線が見えるため自然な立体視ができる。また、視域最適化技術を採用することで、任意の視聴距離で視域を最大化することができる⁽³⁾。

更に、55X3では、図2に示すように、LCDパネルとレンチキュラシートの間に偏光切替えシートを挟んでいる。これにより、2DコンテンツはUHDTVの解像度で視聴でき、3Dコンテンツは立体映像で視聴できる。

4 多視差変換

前述したように、世の中に流通している多くの映像コンテンツは2D映像やステレオ映像である。そこで、当社は、2D映像やステレオ映像を、多方向の異なる視点から見た視差画像(多視差画像)に変換する独自の多視差変換アルゴリズムを開発し、多くのコンテンツを裸眼立体視できるようにした⁽⁴⁾。グラ

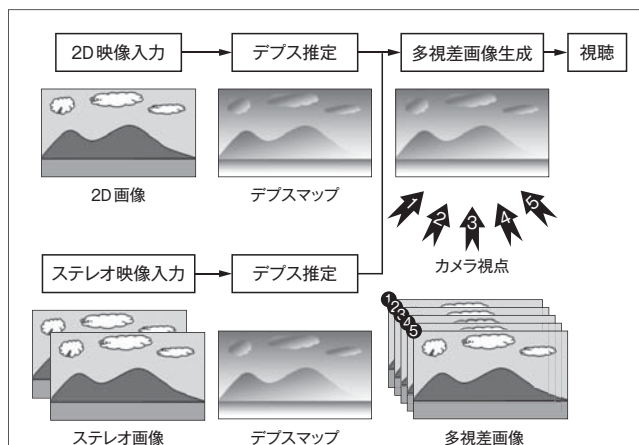


図3. 多視差変換の処理フロー — 2D映像やステレオ映像からデプスを生成した後、デプスに基づき多視差画像を生成してパネルに表示する。

Processing flow of multiparallax conversion algorithm

スレス3Dレザは、この多視差画像を表示することで、専用の眼鏡を使用せずに自然で見やすい立体映像を視聴できる。

多視差変換アルゴリズムを図3に示す。入力された2D映像又はステレオ映像からシーンの奥行き情報(デプス)を推定したデプスマップを作成し、これに基づいて、仮想的に設置した複数台のカメラから見える映像シーンを再現することで、多視差画像を生成して表示する。

2D映像からデプスを推定する方法は、図4に示すように、シーンに応じて手法を変えている。

“モーション3D”は、2D画面上で動いた距離が大きい物体ほど手前に存在するという基本原理に基づき、動き検出をすることで物体の前後関係を推定する。“フェイス3D”は、2D画面上の人物から顔の位置を検出し、これを、顔や肩など身体の相対的な位置を統計的にデータ化したテンプレートに割り当てることで、人物形状の奥行きを推定する。“シェイプ3D”は、輪郭抽出技術を用いて人物の形状を推定する。“ベースライン3D”は、自然の風景における空や海、陸地など、表示映像の色分布の対比を利用し、背景構図を割り当てることで奥行きを推定する。

これら四つのデプス推定モジュールを組み合わせることで、シーンに応じたデプスマップを生成することができる。

ステレオ映像では、左右2枚の画像のそれぞれから輝度情報などを基にして特徴領域を探索し、それらの水平方向のずれ量からデプスを求めることで、デプスマップを生成できる。

多視差画像は、こうした処理により得られたデプスマップに基づいて、各画素を水平方向にシフトさせることで生成できる。このシフト量が視差であり、事前に定められた仮想的な視点の位置、及び視聴者が設定する好みの飛出し量や奥行き量に応じて算出される(図5)。

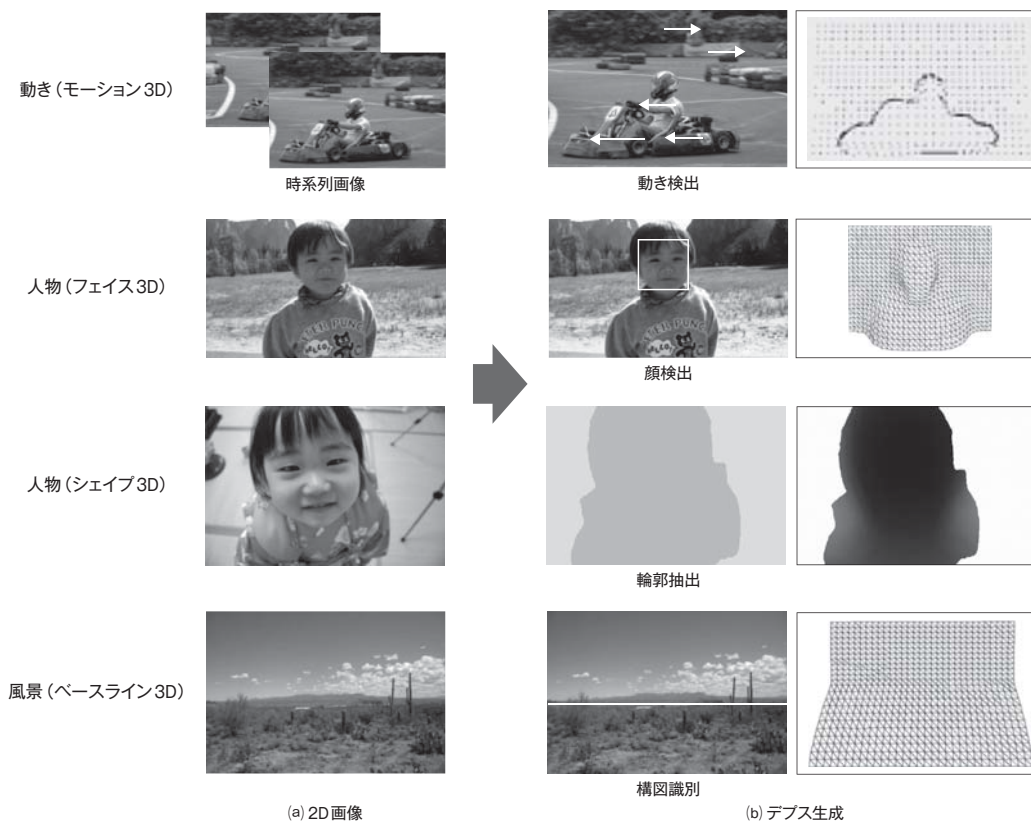


図4. 四つのデプス生成方式 — モーション3D、フェイス3D、シェイプ3D、及びベースライン3Dのモジュールを組み合わせて、2D画像からデプスを生成する。
Four depth generation modules to obtain depth structure of scene

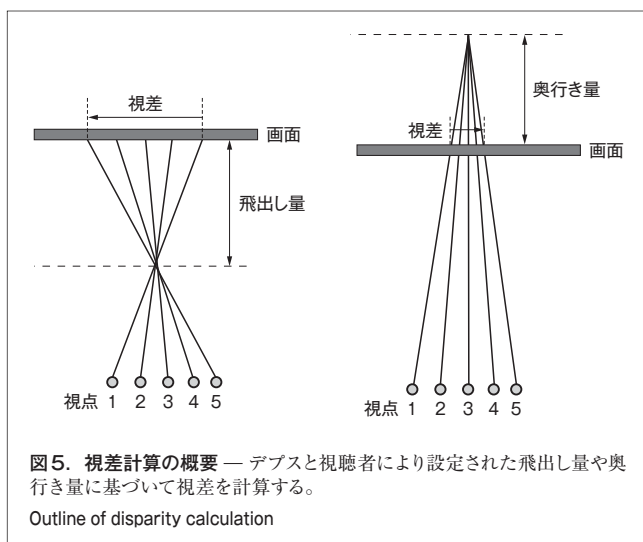


図5. 視差計算の概要 — デプスと視聴者により設定された飛出し量や奥行き量に基づいて視差を計算する。
Outline of disparity calculation

5 フェイストラッキングによる視域制御

II方式によるグラスレス3Dは、画面の前ならどこでも視聴できるというわけではなく、図6に示すように、視域が存在する。このため、視聴者みずからが視域位置に移動しなければならない。この課題を解決するため、当社は、フェイストラッ

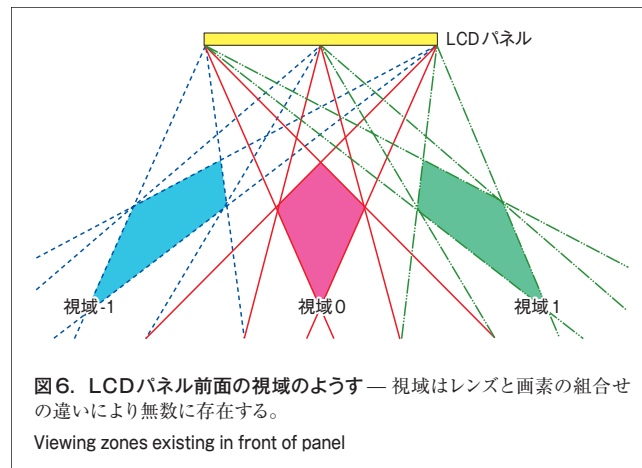


図6. LCDパネル前面の視域のようす — 視域はレンズと画素の組合せの違いにより無数に存在する。
Viewing zones existing in front of panel

キングによる視域制御技術を開発した⁽⁵⁾。これは、カメラで検出した複数の視聴者を同時に視域内に入れるように視域位置を自動制御する技術である。

視域位置を前後左右に移動させる方法を図7に示す。

視域の左右位置の制御は、画像を左右にシフトして表示させることで実現できる。例えば図7(a)に示すように、画像を右シフトさせるとレンズからの光線が左に向き、視域が左へ移動する。つまり、画像シフトの反対方向に視域は移動する。

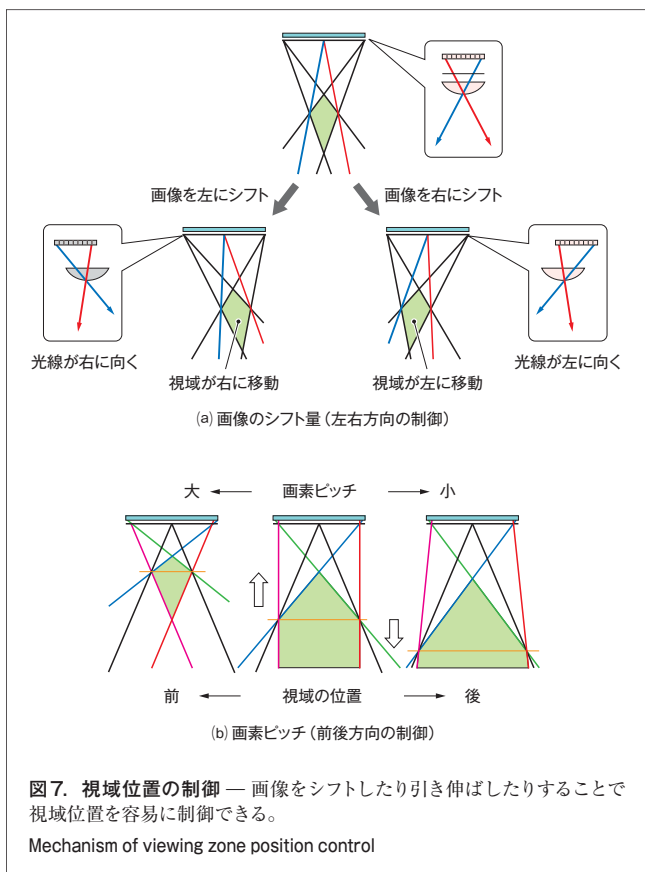
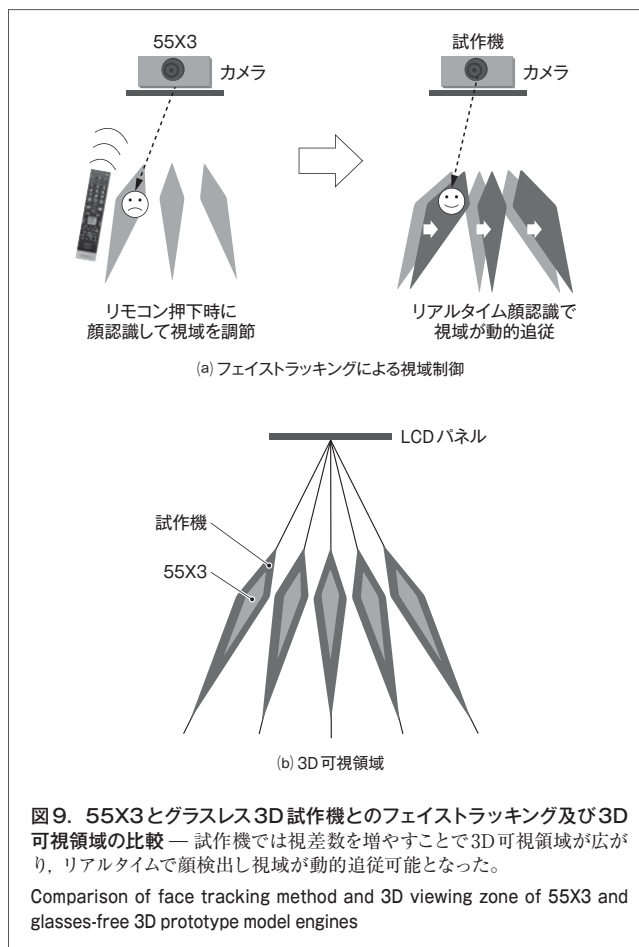
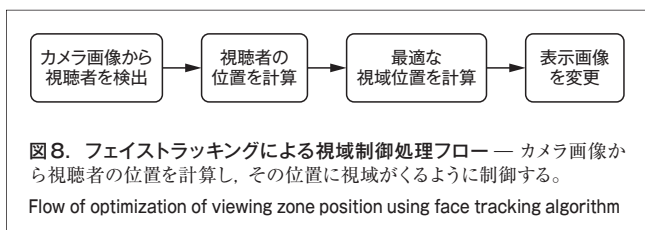


図7(b)は画素のピッチを変化させることで視域位置が前後に移動するようすを示している。レンズ幅に対して画素ピッチを大きくしていく、つまり画像を引き伸ばす方向に制御すると、パネル両端で画素の位置がレンズに対して外側になる。その結果、レンズからの光線が内向きになり、視域は前方向に移動する。反対に、画素ピッチを小さくする、つまり画像を縮める方向に制御すると、視域は後ろ方向に移動する。

このように表示画像を制御して視域の位置を視聴者の位置に合わせることで、視聴者が動くことなく立体視することができる。

図8は、フェイストラッキングによる視域制御の処理フローを示している。

まず、TVなどの表示デバイスに搭載されたカメラで視聴者を検出し、実空間上での位置を推定する。次に、推定した視聴者の位置を基に、視域を前後左右に動かし、最適な視域位置を決定する。この際、視域位置の評価は、顔検出された視



聴者での立体視の良好度を数値化して行っている。最後に、最適と判定された位置に実際の視域が移動するように表示画像を変更する。

このフェイストラッキングによる視域制御が動作するタイミングは、55X3ではリモコンの“トラッキング”ボタンを押すことで視域が移動するようになっている。

更に、2013 International CESに展示したグラスレス3D試作機では、ダイナミックトラッキングを採用した。図9に示すように、55X3よりも視差数を増やすことで、3Dが高品位で視聴できる領域が拡大しており、視聴者が移動しても、常時顔検出を行うことで立体視の良好度がしきい値より悪くなると、リモコンレスで視域が移動するようになっている。

6 BtoBへの展開

これまで、グラスレス3Dレガザディスプレイを、主にコンシューマー向け(BtoC: Business to Consumer)に開発してきたが、BtoCで培ってきた技術をBtoB(Business to Business)などのより広い分野で活用していくことを検討している。その一例として、東芝メディカルシステムズ(株)は、グラスレス3Dレガザディスプレイ(II方式)を医療用モニタに活用し

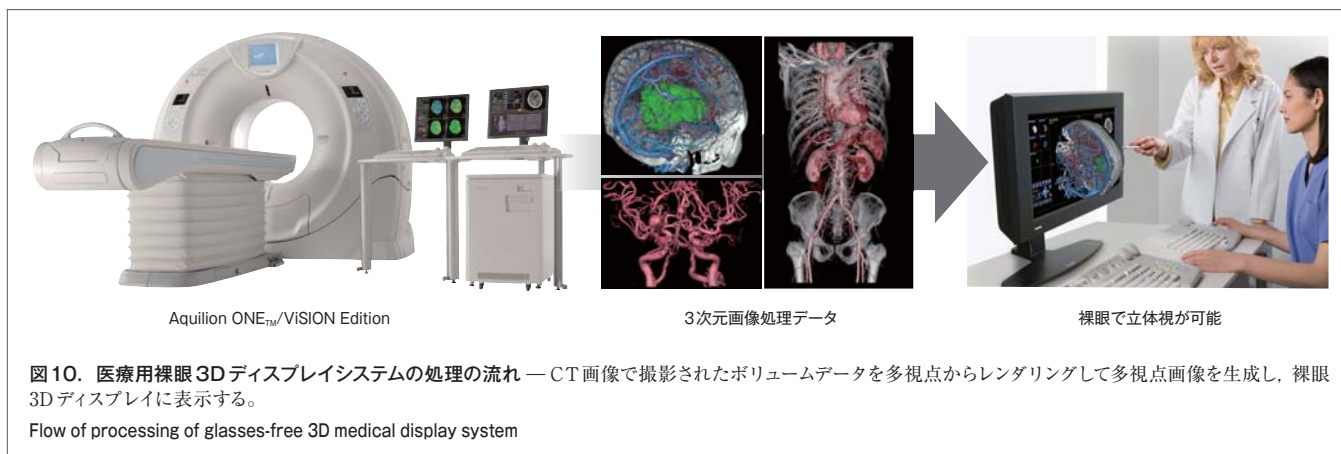


図10. 医療用裸眼3Dディスプレイシステムの処理の流れ — CT画像で撮影されたボリュームデータを多視点からレンダリングして多視点画像を生成し、裸眼3Dディスプレイに表示する。

Flow of processing of glasses-free 3D medical display system

た医療用裸眼3Dディスプレイを2013年9月に商品化した⁶⁾。このディスプレイを用いれば、同社のエリアディテクターCT（コンピュータ断層撮影）システム“Aquilion ONE™/VISION Edition”で撮影した医療データを、専用眼鏡を用いることなく、裸眼で3D画像として見ることができる。

Aquilion ONE™では、1回の撮影で320枚のCT画像から成る高精細な3次元の格子状データ（ボリュームデータ）を取得できる。また、連続して複数回撮影することで、血液の流れや臓器の動きが記録された時系列ボリュームデータも取得できる。

このように取得したボリュームデータから、ボリュームレンダリング（VR）と呼ばれるコンピュータグラフィックス技術を用いて複数の視点からレンダリング（多視点VR）することで、多視点画像を生成できる。この多視点VRには、高性能GPU（グラフィックスプロセッサ）などを利用した高速なレンダリング処理技術が用いられており、ボリュームデータの回転などの表示操作を行った際にも、常に高画質で滑らかな3D画像を表示することができる。

このときに生成した多視点画像の各画素をグラスレス3Dディスプレイのレンズ背面の画素に配置すれば、3D画像が表示され、立体視ができる⁷⁾（図10）。また、時系列ボリュームデータを配置すれば、3D動画を再生することもできる。

このように、医療用裸眼3Dディスプレイは、医用の画像や動画を裸眼で高精細に立体視できるため、脳外科手術や内視鏡手術などの術前シミュレーションや術中の参照に役だつと期待されている。

7 あとがき

UHD-TV技術の応用として、当社が開発したグラスレス3Dレグザのコア技術について述べた。また、東芝グループの技術を横断的に融合する“ニューコンセプトイノベーション”の具体例の一つとして、コンシューマー向け製品開発で培ってき

た技術をBtoBへ展開した、医療用裸眼3Dディスプレイについて述べた。

医用などのヘルスケア分野では、画面上で部分的に3D映像や2D映像、文字情報などを同時に表示できることが望まれている。今後は、これらの要素技術の開発を進めていくとともに、多視点画像やデプスなどの様々な入力フォーマットへの対応や、BtoB応用としての新たな分野の開拓などを検討していく。

文献

- (1) Dolby Laboratories, Inc. "Sharp to demonstrate world's largest glasses-free 3D TV, developed with Philips and Dolby". Dolby/Lab Notes. <<http://blog.dolby.com/2014/01/sharp-demonstrate-worlds-largest-glasses-free-3d-tv-developed-philips-dolby/>>, (accessed 2014-05-19).
- (2) 平山雄三 他. グラスレス3Dレグザ（REGZA）のインテグラルイメージング方式とLCDパネル技術. 東芝レビュー. 66, 5, 2011, p.10-13.
- (3) 福島理恵子 他. グラスレス3Dレグザ（REGZA）の視域最適化技術. 東芝レビュー. 66, 5, 2011, p.14-16.
- (4) 三田雄志 他. グラスレス3Dレグザ（REGZA）の多視差変換アルゴリズム. 東芝レビュー. 66, 5, 2011, p.17-20.
- (5) 下山賢一 他. グラスレス3Dのための複数人対応フェイストラッキング技術. 東芝レビュー. 68, 2, 2013, p.23-27.
- (6) 東芝メディカルシステムズ. “HyperViewer”. 東芝メディカルシステムズホームページ. <<http://www.toshiba-medical.co.jp/tmd/products/ct/3d-display/index.html>>, (参照 2014-05-19).
- (7) 爰島快行 他. 医療用裸眼3Dディスプレイシステム. 東芝レビュー. 68, 12, 2013, p.34-37.



瀧本 崇博 TAKIMOTO Takahiro

パーソナル&クライアントソリューション社 ライフスタイルソリューション開発センター エンベデッドソフトウェア技術開発部。グラスレス3Dテレビの開発に従事。Lifestyle Solutions Development Center