

IV 動画対応DRシステムの将来展望

5. 仮想現実 (VR)・拡張現実 (AR)・複合現実 (MR) による
4D digital radiology と手術ガイディングシステム

杉本 真樹*¹/石井 賢*²/成田 渉*³/梅澤 昭子*⁴
北川美智子*⁴/笠間 和典*⁴/関 洋介*⁴/網木 学*⁴

*1 国際医療福祉大学大学院医療福祉学研究科 *2 国際医療福祉大学三田病院整形外科
*3 みどりヶ丘病院脊椎脊髄センター *4 四谷メディカルキューブ外科・内視鏡外科

医用画像診断に不可欠なX線撮影は、フィルムレス化やモニタ診断などのメリットが評価され、デジタル化・オンライン化も一般化し、作業効率が大きく改善した。デジタルX線画像を撮影し液晶画面で閲覧できるdigital radiology (以下、DR) システムは、DSA装置の高機能・高画質化に伴い、精細な画像描出から動画出力まで進歩と精度向上が著しい。近年は、Cアームによる回転DSAやコーンビームCTなど、三次元 (以下、3D) 構築も可能となった。これら3D構築 (3D空間座標) と動画 (時間軸) が得られることにより、いわゆる3D空間に時間を加えた四次元 (以下、4D) 的な画像解析が可能になったと言える。この4D digital radiologyを実現できる技術として、仮想現実 (virtual reality: VR)、拡張現実 (augmented reality: AR)、複合現実 (mixed reality: MR) などの技術が注目されている。本稿では、医用画像を用いたVR/AR/MRによる4D digital radiologyにつき解説する。

医用画像VRの変遷

VRとは、現実世界と本質的機能が同じ環境を、ユーザーの感覚を刺激して理工学的に作り出す技術で、1960年代よりデジタルコンピュータ機器やヘッドマウントディスプレイ (以下、HMD) などのウェアラブルVR装置、没入型投影ディスプレイなど、多種多様な研究開発が行われた。2016年にはVR関連機器の市販化により爆発的に普及し、日本でもVR元年と言われるまで発展した。

医療現場では、MDCTやMRIなどの医用画像データから、複数スライス画像を高画質な3D再構成画像 (3D画像) として臨床活用し、デジタルデータを主流としたDICOMビューワやPACSワークステーションが一般化した。OsiriX¹⁾などの低価格な汎用画像解析アプリケーションも多数登場し、大学や大規模病院でなくとも、開業医から個人単位でも利用が進んでいる。この3D再構成の際によく用いられたvolume renderingという解析手法が「VR」と略称で呼ばれてきたため、仮想現実を表す「VR」と混同されることもある。例えば、仮想血管構築 (virtual angiography) や仮想気管支鏡 (virtual bronchoscopy)、仮想大腸造影 (virtual colonography) などの3D再構成画像を、あたかもVRと称する場合があるが、これは仮想現実における重要な3要素である、3Dの空間性、実時間の相互作用性、自己投射性が欠如している場合が多い。

最近では、MDCTやMRIの3Dボリュームデータから、臓器や病変の解剖学的形状を関心領域 (ROI) として抽出し、ポリゴンモデル化することが容易に行われるようになったため、実際のVR立体視空間表示やAR重畳表示、MRプロジェクションマッピングやホログラフィック表示なども実用例が散見され、このポリゴンモデル化によって、3D医用画像の再利用を急速に進展させている^{2)~6)}。

DRシステムとVR, AR, MRによる空間認識

DRシステムの特長であるデジタルデータの取り扱いやすさと計算解析の迅速化は、医用画像をVR, AR, MRとして活用するのに有用なシステムであるが、平面的なモニタの閲覧のみでは実際の臓器や病巣の空間認識が十分に得られない。画面上の陰影や濃淡で表現された3D画像では表現に限界があり、マウスやタッチパネルでの操作も、自由な方向から閲覧しているような感覚は得られるが、奥行き方向や体積ボリュームとしての質感は得られない。そこで、位置センサや動作センサ、加速度センサなどを用いて、ポリゴン化された臓器形状の座標データを、ユーザーの位置座標とユーザーの置かれた空間座標に統合して提示すれば、より医用画像で得られた空間座標を実感できる。VR, AR, MRの技術は、このように空間認識力を向上するのである。

MRによるホログラフィック手術支援

MRとは、現実と仮想がリアルタイムに影響しながら新たな空間を構築し、現実空間と仮想空間を複合する技術である。半透過型HMD方式のMRウェアラブルコンピュータ「HoloLens」(マイクロソフト社) は、MR技術を単体デバイ