

# 1. XA/DRによる腹部画像診断の最新動向と未来への展望

## 3) 複合現実 (MR) ガイド下穿刺の研究開発の現状と将来展望

森田 賢 / 鈴木 一史 / 坂井 修二 東京女子医科大学病院画像診断・核医学科



### 拡張現実と複合現実

拡張現実 (augmented reality : AR) は、現実世界に computer graphics (以下, CG) などで作られた仮想世界を重ねて表示させる技術である。複合現実 (mixed reality : MR) は、現実世界を認識して CG を配置したり, CG を触って動かすなどして, 仮想世界と現実世界がより相互的, インタラクティブに関与し合うことができる。両者の境界は不明確なことも多く, 近年では, 仮想現実 (virtual reality : VR) なども含め, XR (extended reality : XR) と称される。これらの技術は, 産業界のみならず, 医療の世界でも外科手術の分野を中心に, 近年目まぐるしく発展している。画像情報を利用する IVR での活用も期待されるが, 現状では IVR 医には浸透していない。AR/MR を IVR で利用するには, 現状では種々の問題点や課題もある。本稿では, われわれが開発している AR/MR を用いた穿刺ガイドアプリケーション (以下, アプリ) について紹介する。

### 「HoloLens 2」を用いた穿刺ガイド

MR を利用するためのデバイスとして, われわれはマイクロソフト社製の HoloLens を用いている。HoloLens は, 透過型のヘッドマウントディスプレイを通して, 映像 (ホログラム) を現実世界に重ね合わせて表示できる。HoloLens 2

では前面のガラス部分を持ち上げることができるため, 必要時のみホログラムを参照することも可能である。ハンズフリーのため, IVR などの両手を使う手技にも影響しない。空間上に配置したホログラムは, 空間認識や加速度センサなどの種々のセンサにより位置を保持する仕組みがあり, 配置した場所にとどまる。ホログラムは直接手でつかんで移動させたり, 回転させることができる。最初は戸惑うが, 慣れればホログラムをあたかもそこにあるかのように動かすことができる。ボタン類は人差し指で直接押して操作する。遠くにあるホログラムは, 人差し指から発するハンドレイで同様に操作できる。数値や文字の入力はバーチャルキーボードにより行うが, 空間上のキーボードを打つのは快適な操作とは言い難い。音声入力も可能で, 音声コマンドに種々の命令を割り当てれば操作性が向上する。現状の問題点としては, 高額 (3500 ドル~), 位置ズレが生じうる, 医療で利用するにはアプリを自前で開発するか有料サービスを用いる必要がある, などが挙げられる。われわれは, ゲーム開発エンジンである “Unity” (Unity Technologies 社) を用いてアプリを自前で開発している<sup>1)~3)</sup>。HoloLens 用の MR の開発をサポートするオープンソースのクロスプラットフォーム開発キットである “Mixed Reality Tool Kit (MRTK)” を組み込めば, ボタンなどの入力システムや基本的な動作をある程度ノンプログラミングで行うことができる。しかし, 独自の動作をさせるためには C# という

言語でスクリプトを書く必要がある。慣れればある程度の動作や仕組みを実装することが可能である。

現状, 手術などで利用されている AR/MR は, 臓器や病変の三次元画像を空間上に表示させて, 視覚的なナビゲーションとして用いることが一般的である。そのためには, 事前に撮影された CT などの画像を処理し, 必要な臓器などの三次元画像を作成して, あらかじめデバイスに取り込んでおく必要がある。一例として, 門脈穿刺時に門脈の三次元画像を患者体表に表示しておけば, モニタ上の画像と見比べるよりも, 超音波での解剖把握がよりしやすくなる。しかし, これらの準備を自前で行うにはそれなりの技術と手間, 時間を要する。また, 位置合わせのためにマーカーを貼付した状態で CT を撮影したり, 目印となる体表構造などを事前に画像情報として取り込んでおく必要がある。

われわれは, CT 画像の空間座標系と MR の静止座標系を合致させることで, 特別なマーカーを用いたり, デバイスに事前に画像を取り込むことなく位置合わせする手法を考案した<sup>1),2)</sup>。具体的には, XYZ 軸を模したホログラムを作成し, この座標軸上に CT 画像から算出した標的や穿刺経路の座標をバーチャルキーボードで入力して配置する (図 1)。CT 装置のレーザービームに対して, ホログラムの XYZ 軸を手動で一致させることで, 座標系を一致させる。XYZ 軸は, 手で直接つかんで動かしたり, ハンドメニューのボタンや音声入力で操作できる。本手