



医療分野（形成外科領域）における AR/MR 技術の可能性と課題

光野乃祐, 上田晃一, 廣田友香, 岡本豊子, 木野紘美, 柏井彩

大阪医科大学医学部附属病院 形成外科教室 (〒569-8686 大阪府高槻市大学町 2 番 7 号)

概要: 近年, 拡張現実 (AR) / 複合現実 (MR) デバイスの医療分野における利用報告が盛んである。中でも外観/形態の改善が主目的となる形成外科領域においては, 客観的な視覚情報付与による作業支援としてのメリットが期待される。我々は 2016 年以降, 一般入手可能なデバイス (MOVERIO BT-200 / HoloLens) を用い, 術中の体表形状評価, 簡易ナビゲーション, 遠隔指導への応用など様々な局面での利用を積極的に試みてきた。今後の医療現場における拡張現実技術の有効活用に関するフィードバックを得たため報告する。

キーワード: HoloLens 医療

1. はじめに

近年の技術革新・低価格化で様々な拡張現実/複合現実デバイスが一般入手可能となっている。代表的なものとして Google 社の GoogleGlass, Microsoft 社の HoloLens 等があり, 一般向け (非医療向け) デバイスでありながら医療分野での使用報告が盛んである [1]。外観/形態の改善が主目的となる形成外科においては, 客観的な視覚情報付与による作業支援としてのメリットが他科より一層期待される。そのため我々は 2016 年以降, 医療現場, 特に形成外科領域における AR/MR デバイスの有効活用法を模索してきた [2]。既存のデバイス・ソフトウェア・ライブラリの組み合わせによりシステムの変更が容易な体制をとり, 臨床での試用を重ねつつ改善を行っていった。

2. 我々の施設における AR/MR デバイスの用途

以下に我々の施設における AR/MR デバイスの用途と現時点での進捗状況を報告する。

2.1 用途 1: 術野の形状評価

[目的] 以前の医療分野における AR 技術の研究は多くが医療用ナビゲーションシステムと関連したものであり, 直視できない深部臓器・器具の位置確認 (=視覚化) を目的とするものが多かった。しかし AR 技術を用いれば, 直視可能なものと, それに対応するシミュレーションイメージを比較することも可能である。我々は, 手術時にあらかじめ用意した理想像を術野と比較することで, より客観的な判断が可能になると考えた。

[方法] 患者の CT・3D 画像撮影装置 (VECTRA) から取得・加工した顔面骨・顔面皮膚の 3 次元イメージを EPSON 社の透過型スマートグラス MOVERIO BT-200 によ

り術野に重ね立体視するシステムを構築した (図1)。イメージと実際の骨・体表との差異を目視することで術中判断の補助とし計 10 症例で術中使用した。

[結果] 頬骨骨折の症例において健側皮膚・骨の反転により作成した治療イメージを術野に投影し, 左右対称性確認に有用であった。顔面多発骨折において骨片毎に位置を再構築した整復イメージを投影し, 骨片固定の指標として有用であった。眉毛上部の外骨腫において皮膚眉毛位置・眼窩上孔・腫瘍辺縁の位置関係を立体的に示したイメージを投影し, 切開・アプローチ法の検討に有用であった。

2.2 簡易ナビゲーション

[目的] Microsoft 社の AR デバイス HoloLens は, CT 等の検査画像を立体化した映像を現実空間に固定されたホログラムとして表示可能である。SLAM による表示安定性は非常に良好であり, 現実の術野に対応させて配置できれば簡易ナビゲーション的な用法が期待できる。

[方法] 我々は HoloLens における体表へのホログラムデータの正確な位置合わせ手段として, 実際の体表の任



図 1: デバイスの術中使用風景

意の3点と、体表データ上の対応する3点を手動で合わせるためのアプリケーションを作成した(図2)。

3D画像撮影装置(VECTRA)で、体表の任意の3点をマーキング(黒子等の特徴点がある場合は代用可能)した状態で撮影を行い、それにより得た体表データとCTによる体表・骨データをPC上で正確に位置合わせをした後、アプリケーションにインポートする。術中にHoloLensを装着し、アプリケーションを起動して現実の体表と体表データの位置合わせ操作を行う。

[結果]位置合わせ終了までの操作時間は約30-40秒であり、大きな視点移動後に生じる表示誤差の修正は数秒で可能であった。現実の体表と、対応する体表データの位置合わせが正確にされている状態であれば、体表データに付随する骨・軟部データの表示位置も理論上正確であり、深部ナビゲーションにも応用可能と思われる。

2.3 用途3: 遠隔指導

[目的]インターネット等の通信技術を用いて診療を行う遠隔医療は、以前より診察・診断のみならず手術支援でも試みられており[3]、地方における医師不足等を背景に近年法整備も進みつつある。形成外科における遠隔医療の可能性検討の一環として、HoloLensを用いた遠隔地の医師への手術手技の指導(テレメンタリング)を試みた。

[方法]情報の通信手段としてHoloLens対応型のSkype(Skype for HoloLens)を用いる。Skypeは映像・音声の双方向通信が可能であり、施設A(近森病院, 高知県高知市)における術者の視野映像・音声をHoloLensで撮影し、リアルタイムで施設B(大阪医科大学, 大阪府高槻市)に送る。まずは実証実験として我々の施設で現在開発中である皮膚骨一体型三層モデル[4]を用いた模擬手術が行われた。

施設Bにいる指導医が施設Aの映像・音声を確認し、適切な指導を主に音声で行うが、術者の視野映像に指導医側からリアルタイムで検査画像の貼り付け、マーキングすることによる指示(テレストレータ)も行う。

[結果]約300km離れた施設AB間において、Skypeを用いた映像・音声通信は可能であった。映像の解像度は手術手技の指示を行うのに十分な細かさであり、音声の遅延はほぼ認めず、映像の遅延も0.5秒未満であり事実上



図2: 模型上に顔面骨のホログラムを投影しアプリケーションで位置合わせした様子

のリアルタイム通信が可能であった。リアルタイムでの画像の貼り付け、テレストレータも可能であった。

3. フィードバックと考察

3.1 術野の形状評価について

・症例ごとにデータの加工法・表示法の工夫が要求されたが、その大半が技術的には些細な工夫であり、それを臨床医でも柔軟に変更可能な仕組みにしておくことでトライ&エラーを容易にして知見を得ることができた。

・術野に投影するイメージは、症例ごとに最も有用性が高くなるように表示法を工夫する(例:単色かカラーか、全体表示かトリミング表示か、輪郭を強調すべきか、術野に重ねるか/あえてずらして表示するか、等)必要があり、それに対応できるシステムも必要である。定型的な手術が少ない形成外科においては特に必要性が高い。

3.2 簡易ナビゲーションについて

・ホログラムと現実の物体(=術野)の位置関係において、視野に対し水平方向の位置関係は明解であるが、奥行き(遠近)方向の正確な位置関係は両眼視においても把握困難であり、それを補助する仕組みが求められる。

・将来的に高度な自動位置合わせ機能が備わった場合でも、デバイス着用者毎の、または装用の仕方による最終的な表示誤差は不可避であると思われる。そのため、厳格な位置合わせが求められる医療目的では、手動で極力簡便に誤差修正できる仕組みが必要と思われた。

3.3 遠隔指導について

・ネットワークを經由して立体的なデータを転送し参照することが可能であったが、様々な角度から確認できることは煩わしさの原因にもなり得るため、意図にそったデータ作成が必要である(最初からベストアングルで表示されるように準備する、注目すべき点を強調する、敢えて2D化する、等)。

参考文献

- [1] Yoon JW, Chen RE, Kim EJ, et al. Augmented reality for the surgeon: Systematic review. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 2018.
- [2] Mitsuno D, Ueda K, Itamiya T, et al. Intraoperative evaluation of body surface improvement by an augmented reality system that a clinician can modify. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, 2017;5. e1432.
- [3] Douglas A, Ace A. Telemedicine technology and clinical applications. *The Journal of the American Medical Association*, 1995;273.6:483-488
- [4] Ueda K, Hirota Y, Mitsuno D, et al. Three-Dimensional, Computer-Assisted, Three-Layer Models of the Face. *Plastic and reconstructive surgery*, 2018;141.1:199e