

三次元空間把握能力を涵養する実習器材と教育評価システムの開発 —ARによる立体教材の試作—

木 暮 ミ カ

明倫短期大学 歯科衛生士学科

Educational Evaluation System Using the Application for Nurturing Three-dimensional Space Grasping Ability - Trial Manufacture of the Three-dimensional Teaching Material by AR -

Mika Kogure

Department of Dental Hygiene and Welfare, Meirin College

近年、世界的に歯科用CAD/CAMシステムの普及が急伸しており、患者の口腔内情報をデータ化し、PC上で歯科技工操作を完了させる製造法がスタンダードになりつつあり、今後補綴装置の製造過程はデジタルデータによるやりとりが主流になるものと考えられる。しかし歯科用CAD/CAMによる歯科補綴操作を遂行するためには、PC上の仮想空間における三次元空間把握能力が必須となる。そこで本取組では歯科治療および歯科補綴装置の製作において必須となる三次元空間把握能力を獲得するためのEdTech (Education Technology) の一つとして、歯科補綴装置の完成時の仮想オブジェクトを実際の製作物上に3次的に重畳表示させ、かつ特徴点の合致度による自動評価が可能な、AR (Augmented Reality: 拡張現実) およびMR (Mixed Reality: 複合現実) を応用した技術習得支援アプリを開発することを目的とする。

キーワード: AR (拡張現実), MR (複合現実), スマートフォン用アプリ, 立体教材, 歯形彫刻

Keywords: AR (Augmented Reality), MR (Mixed Reality), The Three-dimensional Teaching Material, Tooth Carving

I. 緒 言

2017年9月19日にapple社よりiOS11の正式版がリリースされ、同日スマートフォン用アプリ開発者向けのAR (Augmented Reality) アプリの開発をサポートする「ARKit」フレームワークのサンプル集「ARKit-Sampler」がオープンソースで公開された。ARKitは、現実の映像へのオブジェクトの重ね合わせにより水平な面を検出し、映像内の距離計算などの機能を提供するものである。ARとは、デバイスのカメラからのライブビューに2Dまたは3Dの要素を追加し、それらの要素があたかも現実の世界に存在するかのようユーザーエクスペリエンスを提供できるものである。ARKitはデバイスのモーショントラッキング、カメラでのシーンキャプチャ、高度なシーン処理を行う機能を含み、AR体験を容易

にユーザに提供することができるようにするものである。今回発表されたフレームワークの特徴には以下のようなものがある。

- 1) デバイスのモーショントラッキング、向きだけではなく平行移動も追跡できる、いわゆるポジショントラッキングを扱える
- 2) カメラ画像からの特徴点の抽出と、ジャイロほかセンサー値を用いて、デバイスの現実空間上の位置や向きを現実世界のスケールにあった形で把握することが可能
- 3) 対応機種であれば、機種毎のカメラ・レンズ・センサーの事前チューニングは必要ない
- 4) 現実空間上の特徴点の座標群である、ポイントクラウドの情報が取得できる
- 5) 周囲の明るさを推定することができ、バーチャル空間上のライティングに反映させることができる

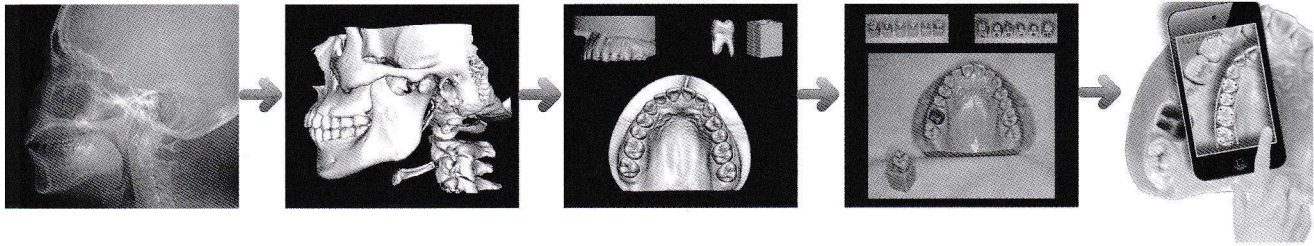


図1. ARアプリケーションの開発手順

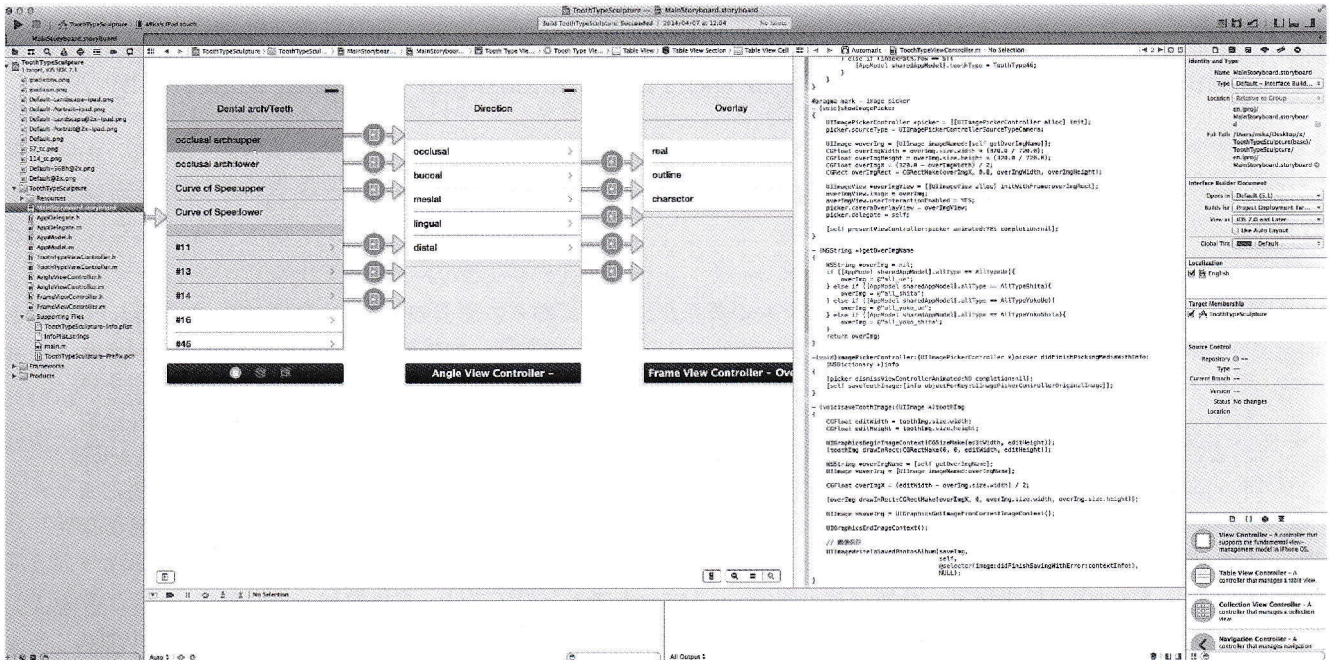


図2. Xcode開発画面

今回はこのARKitを用いて、本研究で製作した歯形彫刻実習の到達目標となる3Dモデルを実際の製作物上に3次的に重畳表示させ、教育用立体教材の提示のあり方について検討した。

II. 対象および方法

対象：開発環境はApple社製iPhoneおよびiPad(iOS11), 使用言語はSwift 4.0, 3DモデルはCTのDicomデータを.daeファイルに変換してXcodeのプロジェクト内に取り込み使用した(図1, 2)。

なお、今回のアプリ要件は以下の通り。

- ・アプリを立ち上げるとカメラが起動する
- ・カメラ越しの床上にオブジェクトを配置する
- ・3Dオブジェクトをタップすると回転する

実装方法：

- 1) Xcodeのプロジェクトの種類は「Augmented Reality App」を選択し作成する。今回は3Dモデルを配置するので「SceneKit」を選択する。なお、ARKitはシミュレーターでは動かせない

ので、実機での起動が必要となる。

- 2) サンプルアプリから不要な処理を取り除き、床を検知する機能を追加し、最後に床の上にオブジェクトを配置する処理を追加する。
- 3) 「.dae」ファイルをXcodeで「.scn」ファイルに変換し、新しく作成したアセットフォルダに格納する。

III. 結果

完成したアプリはアップル社が運営している音楽や動画配信およびアプリケーション提供などを行うコンテンツ配信サービス「iTunes Store」上で無料公開した(図3)。

今回基本となるフレームワークは無料のSDKを使用した。プログラミングやソースコードの編集でバグが見つかり、対応に苦慮した。特にオーバーレイ表示される歯型画像が画面サイズに合わず、原因となるソースコードを特定するのが非常に困難であった。また、撮影した画像プレビュー時、歯型画

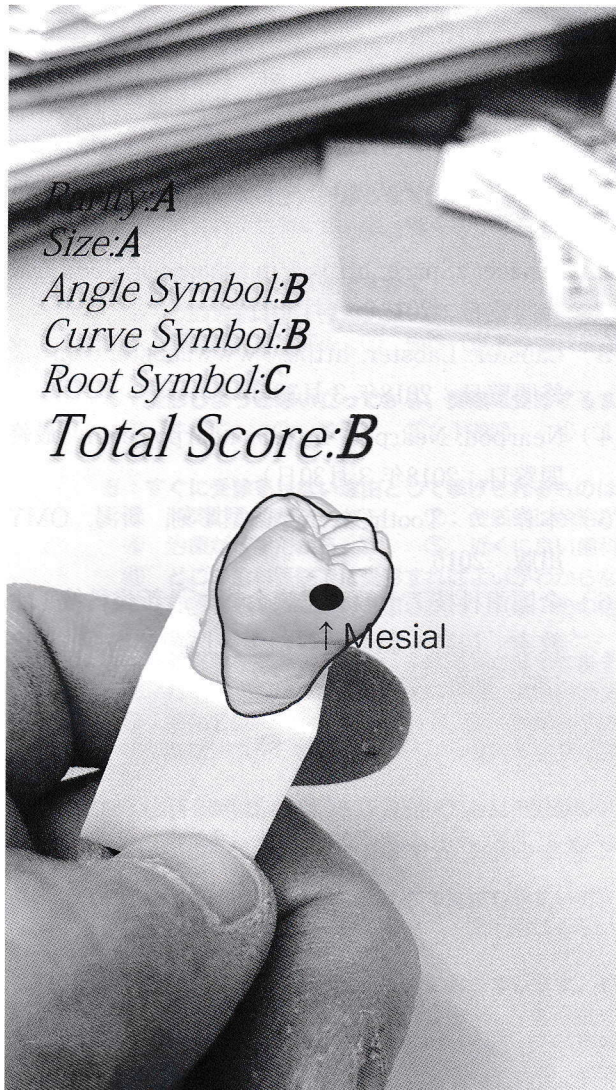


図3. アプリケーションに表示される画像例

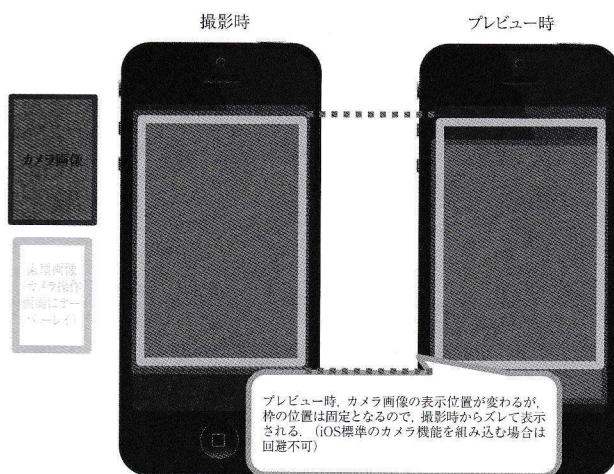


図4. 不具合の現象

像と撮影画像の位置がズレた状態となるという点もなかなか座標合わせがうまくいかず、試行錯誤を繰り返した。主な不具合とその対応策を記す。

不具合の原因と対応策 (図4)：

- 1) オーバーレイ表示される歯型画像が小さく表示されてしまうので、画面サイズに対して適切に歯型画像が表示されるように修正した。
- 2) プレビュー時、撮影画像の表示箇所がずれる為 (iOSの仕様)、相対的にオーバーレイする画像とのずれが発生した。そこで、レビュー画面を表示せずにカメラロールに保存するようにした。

IV. 考 察

近年、スマートフォンやタブレットPCの普及により、AR、MRは一般生活の様々な場面で利用されるようになってきた。ビジネスにおいても、産業や医療など様々な領域に対する活用のアイデアが提示され、特に教育への活用は大きな市場創出が期待されている。Ed Techの有力領域の1つとされている。実際、米国では教育向けのAR教材やサービスとして、教室にしながら外国や歴史の世界へのバーチャルツアーを体験できる「Google Expeditions¹⁾」、生物を間近で360度観察できる、機械の構造を分解したり、組み立てしたりしながら学べる「zSpace²⁾」、失敗を恐れることなく安全に最新鋭の機器を使って科学実験を行える「Labster³⁾」といったVRの特性を活かしたコンテンツや、教員がVR教材を取り入れた授業を設計し、かつ他の教員と共有できるようなプラットフォームの提供「Nearpod⁴⁾」など、様々なVRの教育活用方法が提案されている。

筆者はこれまで口腔解剖学基礎実習 (歯型彫刻) の評価内容の品質の均一化を目的として、三次元的评价システムのコンピュータ化を検討してきた⁵⁻⁶⁾。しかし既存の技術を応用して開発した評価システムは高価な機材が必須となるうえ操作性が煩雑で、人的および金銭的なコスト面で多くの問題があるため歯科医学教育の現場で汎用されるに至っていない。また、ものつくりの実習では、その過程において常に完成時の見本模型とどこが違うのかを直感的に即時確認することが必要条件となる。そこで本研究では完成時の三次元仮想オブジェクトを実際の製作物上に3次元的に重畳表示させ、かつ特徴点の合致度による自動評価が可能、AR (Augmented Reality: 拡張現実) およびMR (Mixed Reality: 複合現実) を応用した技術習得支援アプリを開発することにした次第である。これにより製作過程をバーチャルに再現できるだけでなく、途中経過の成果物と目標となる見本模型のデータをリアルタイムで3次元的に重畳表示させることで、現実では難しいもの作り実

習の反復練習を任意の時と場所で行うことが可能となり、技術の早期習得に資することとなる。完成した作品はARにより実空間に表示できるように加工することで、実空間と仮想空間をシームレスに繋ぐ。

最終的にはただ見本と重畳表示させるだけではなく、輪郭線を自動抽出して特徴量に基づく自動評価ができる機能を加える。具体性を持った目標を与えることで学生は実習自習が行えるようになると同時に、製作物に対して自ら問題設定ができるので、解決した製作物への自己評価も可能となる。

また、高価な機器を有さずとも個人所有のスマートフォンやタブレットを用いて実技実習における自学自習が可能になれば、学生は各自のペースで効率的かつ確実に実技の習得を行えるので、アクティブラーニングにも有効的に活用できる。またこれにより教員は理解力の低い学生への都度対応の頻度が減ることが期待できるので、能力の高い学生に対してより高度な技能の伝承・継承が可能となる。ただしARによる付加情報の場面が増えるとこれに頼ることで逆に三次元把握能力の育成を妨げることも懸念されるため、利用場面や使用頻度については十分な

検討が必要と考える。

文 献

- 1) Google: Expeditions, <https://edu.google.com/expeditions/#about> (最終閲覧日: 2018年3月30日)
- 2) zSpace: zSpace, <https://jp.zspace.com/edu> (最終閲覧日: 2018年3月30日)
- 3) Labster: Labster, <https://www.labster.com> (最終閲覧日: 2018年3月30日)
- 4) Nearpod: Nearpod, <https://nearpod.com> (最終閲覧日: 2018年3月30日)
- 5) 木暮ミカ: ToothCarving-歯型彫刻, 新潟, OMY出版, 2015
- 6) 全国歯科技工士教育協議会編: 最新歯科技工士教本 口腔・顎顔面解剖学, 医歯薬出版: 162-186, 東京, 2016

謝 辞

本研究は、学長裁量経費により遂行された。記して感謝の意を表す。