

北条義時法華堂のARアプリの開発

飯田 大樹 杉山 英介 井上 道哉 坂内 悦子 長澤 可也

湘南工科大学

1. はじめに

鎌倉市による 2005 年の発掘調査により、北条義時法華堂の全貌が明らかとなり国史跡に登録され、一般に公開されている。著者らは発掘結果に基づき法華堂の復元 CG を制作してきている。この史跡は、実際に訪問すると、山間に平場があるのみで当時の法華堂をイメージすることは難しいのが実情である。今回、当時の法華堂のイメージが得られるよう AR 技術を導入したスマホアプリを開発する事にした。本アプリは、現地のマーカーを認識させることで、その場で実寸大の法華堂のモデルを表示させるだけでなく、歩いて堂の周囲を様々な方向から観察したり、近づいて屋根の軒下を見上げたり、堂内に入って須弥壇の周りを歩き仏像を間近で見たりする事ができるシステムにする。さらに法華堂で行われたと考えられる北条義時の百箇日法要のイメージを上映できる機能も実装し、法華堂をより具体的にイメージ可能とする体験型アプリを目指すことを目的とした。

2. 体験型アプリとする為のシステム構築

2.1. AR Foundation の導入

スマートフォンアプリの開発環境としてゲームエンジンの Unity2019.4.24f1 を使用した。また、AR フレームワークの AR Foundation を使用した。Android の AR Core、iOS の AR Kit を内包している。図 1 にこのアプリのフローチャートを示す。

2.1.1 AR Foundation で AR 機能の実装手順

- ① Unity の既存の Main Camera を削除したのち、AR Session Origin と AR Session を配置する。
- ② AR マーカーをとして、QR コード画像を用意する。今回は現地に立てる看板が 3 箇所であり、それぞれに別の角度から表示を行わせるため、QR コード画像を 3 枚用意した。
- ③ QR コードを Unity のプロジェクトにインポートする。
- ④ Reference Image Library アセットを作成し、QR コードとアセット名を登録する。
- ⑤ AR Session Origin に AR Tracked Image Manager コンポーネントを追加して、Serialized Library に作成した

Reference Image Library アセットをアタッチする。

- ⑥ AR Tracked Image Manager コンポーネントを `trackedImagesChanged` クラスに関連付けて処理を書くことで、スマートフォンのカメラで AR マーカーを読み込んだ際に、事項で設定した状態で復元 CG を重畳表示させることができる。

2.1.2. 表示位置の設定

AR Foundation では、AR の重畳表示は AR マーカーの位置・大きさ・角度によって相対的に決定される。そのため、看板から相対的な史跡の位置と角度を予めすべてセットしておく必要がある。現地に設置する看板は 3 枚であり、それぞれ違うマーカーを載せている。どの看板を読み込ませても、史跡の位置に法華堂のモデルが表示されることが期待される。図 3 は、史跡内の遺構と、看板の位置関係を示す模式図である。アプリの制作にあたり、看板 A~C までの 3 つの看板から遺構上にちょうどよく復元 CG が表示されるような AR の位置・角度をセットしたことで、どの看板を読み込ませても正常な位置に法華堂モデルを見ることが出来る。

2.2. 地面との段差による違和感の解消

図 4 上は、実際の史跡を示す。また図 4 下に、表示する復元 CG を示す。実際の現地は平らな地面であるのに対して、AR で表示させるモデルには階段がある。AR 表示を行いながら、法華堂内部にすすむと、高低差から建物の床にユーザーの体が埋まってしまい、体験として良いものにならない。そのため、図 2 のようにユーザーが法華堂モデルの階段付近の位置にいると判定された時に、ユーザーの位置を法華堂の階段に沿わせ、法華堂モデルの床の高さと現実世界の地面の高さを一致させる必要がある。しかし、実際にユーザーの高さを現実以上に上昇させることは不可能であるため、逆のアプローチとして、法華堂の 3D モデルの高さを下げる処理を行なっている。具体的には、法華堂の 3D モデルの階段部分に、当たり判定を持った非表示の三角錐を用意し、ユーザーが三角錐のエリアに侵入したときに、三角錐の形状に沿って法華堂モデルの高さを下げている。床の高さを三角錐とは別に設定して、床の高さ以上の変化が起きないように制限することで、階段をのぼる処理を実装した。

3. 仮 AR マーカーによる事前測定

2.1.2 に記述したように、看板から相対的な史跡の位置を正確に知る必要があるが、看板が史跡に設置されるのは 2021 年 12 月の予定であり、2021 年内のアプリリリース目標を設定していたため、開発期間の最終盤であり、看板から法華堂の位置を測定してすぐにアプリに反映させる必要があった。そのため、位置合わせ専用のマーカーを用意して、そのマーカーを現実の史跡の位置に置いて、看板のマーカーとの位置関係をアプリ内で測定した。測定結果をリリース用のプロジェクトに入力することで、すぐに看板と法華堂の位置関係を合わせることができた。

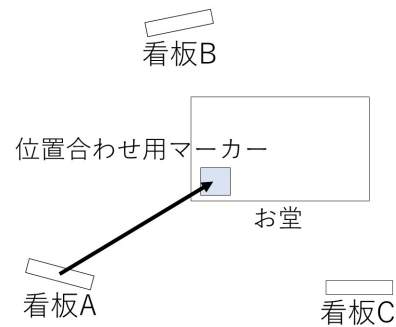


図3 位置合わせ機構

4. モバイル向けレンダリング

モバイル向けとしてアプリをリリースするために、処理速度やアプリ容量を気にする必要がある。処理速度を向上させるために、Unity のレンダリングパイプラインを、標準のものから Universal Render Pipeline に変更した。これは、Unity がモバイル向けに最適化しているもので、シェーダー設定などの互換性が失われるが、描画を軽くしてくれる。また、アプリ内では、動きのないモデルがほとんどなので、建物の影などは事前にライトベイクをかけて処理速度の向上を目指した。建物の形状を変える演出を行う際は、各形状のライトベイクをしておいて、スクリプトから影を切り替えるようにした。



図4 AR マーカー看板と AR スクリーンショット

図4に、現地でARを体験している様子を示す。

5. まとめ

AR Foundation を導入した AR アプリを構築する事で、移動して復元モデルを精度よく観察できるシステムを構築し、体験型アプリの性格を持たせる事に成功した。堂内に入る際のカメラ視点の高さの変更の機能も、没入感を高める為に有効な機能となった。史跡という開発場所から離れた地点での AR 機能の実装の為に位置調整システムが有効である事も明らかとなった。さらにモバイルアプリが持つアプリの容量制限内で品値低下を抑えた CG 画像をリアルタイムに出来るだけ軽く動作できるシステムも開発し、その有効性が確認できた。以上により、北条義時法華堂の AR アプリは、訪問した人が法華堂を体験できたと印象が持てるアプリとすることが出来たと考えている。

本アプリ『AR 北条義時法華堂』は、アプリストアで入手可能です。テスト用 AR マーカーは、https://drive.google.com/file/d/1hkDMk9TT86rcz3WgoL1_xq8UA8nJYtpu/view?usp=sharing よりダウンロード出来ます。

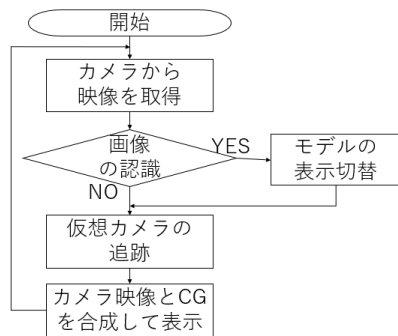


図1 AR 機能の起動までの流れ

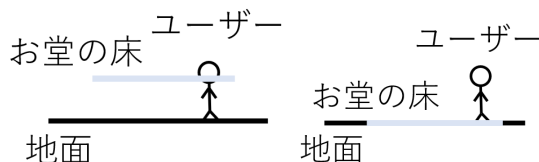


図2 堂内高床でのカメラ高さの処理イメージ

「Development of AR application for Hojo Yoshitoki Hokkedo」

「Hiroki Iida・Shonan Inst. of Tech.」

「Eisuke Sugiyama・Shonan Inst. of Tech.」