

(53) 地下街での使用を目的とした 地上建築物が見える AR ナビシステムの開発

松河 剛司¹・中村 栄治²・山本 義幸³

¹ 非会員 愛知工業大学准教授 情報科学部情報科学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)
E-mail: matsukawa@aitech.ac.jp

² 正会員 愛知工業大学教授 情報科学部情報科学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

³ 正会員 愛知工業大学准教授 工学部土木工学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

本論文は、地下街で使用することを目的とした AR ナビシステムの開発を行ったものである。本システムは GPS が使用できない地下空間において AR マーカによって使用者の位置情報と向いている方角を取得し、その位置、方角にある地上建築物を CG でスマートフォンのカメラ画像に合成し、あたかも地上が透けて見えるような AR 表現を行うものである。本システムでは AR 表現の為に、AR マーカによるパースペクティブカメラ配置、カメラ配置が正しく機能しているか確認できる地下街、地下駐車場のモデル表示、地上建築物の名称の取得と表示、地上建築物が実映像から浮いて見えないようにする CG 表現などを行った。現地で実際に開発したシステムを使用し、AR 表示機能が問題なく動作することを確認した。

Key Words: augmented reality, navigation, underground shopping center, 3D model

1. はじめに

AR(Augmented Reality:拡張現実)は現実の風景に CG (Computer Graphics) などの情報を重ね合わせ表示し、仮想的に風景を拡張するものである。モバイル端末の進歩によって現在ではスマートフォンなどでも AR 技術を利用することができるようになった。

地下街や地下駐車場では、自分の現在いる位置や、方角を見失い迷子になることが多い。特に名古屋駅西側地下街のエスカでは横に伸ばした碁盤の目のように地下街路や駐車場が設置されている。地下街の案内標識には地上の建築物への行き先や向きが書かれているように、地上の建築物を目印に移動したり、自身の現在位置を把握したりする為に用いることが多い。

AR 機能を使用し、地下街にいながら地上建築物の位置を確認できれば、地下街で迷うことができなくなると考え、地下街でのナビゲーションを目的とし AR ナビシステムの開発を行った。図-1 にシステム使用の様子を示す。

地下街ナビゲーションアプリとしては、「ドコモ地図ナビ」(ドコモ社)¹⁾、「渋谷歩行者ナビ」(タグキャスト社)²⁾などがある。「ドコモ地図ナビ」は地下に入った瞬間の GPS 情報とそれ以降のモーションセンサー



図-1 システム使用の様子

情報を利用し、自身の位置座標を取得しており³⁾、「渋谷歩行者ナビ」は Bluetooth 通信と位置情報を持った AR マーカを併用している⁴⁾。どちらのアプリも基本的には 2 次元の地図上でナビゲーションを行うシステムになっており、「渋谷歩行者ナビ」では AR 機能として利用者のスマートフォンのカメラ映像に方角と目的地への道順

を矢印で表示する機能を持っている。

本研究では地下での使用者の位置情報の取得に AR マーカを使用する点で「渋谷歩行者ナビ」と共通しているが、地上の建造物を、AR 機能を用いて表示するところが異なっており、地上の建造物を表示することにより、方角などを示すより直感的に使用者が今どこにいるのかを把握させることができると考える。

2. AR ナビシステム概要

本システムは地下で使用するスマートフォンアプリケーションシステムである。

地下ではスマートフォンに搭載されている GPS やコンパスなどのセンサが正常に機能しないため、本システムでは AR マーカによってシステム使用者の位置情報と方角情報を取得する。AR マーカは位置情報と方角情報の取得のみに用いている為、取得後にスマートフォンのカメラからフレームアウトしたとしても問題なくシステムは動作する。

起動後のシステムでは、仮想 3 次元空間上に地下街と地下駐車場、および地上建築物が配置されており、AR マーカから取得した使用者の位置情報および現在向いている方角の情報を元に、バーチャルカメラが仮想 3 次元空間上に配置される。スマートフォンのディスプレイに表示する際には地上建築物の 3 次元形状モデルのみ残し、地下街と地下駐車場の 3 次元形状モデルを非表示にしている。バーチャルカメラから見える地上建築物の 3 次元

形状モデルと、スマートフォンのカメラ画像を重ねて表示することで、あたかも地上建築物が透けて見えるような AR 表現を行う。またスマートフォンを傾けたり、自身が回転したりすることでスマートフォンの加速度やジャイロセンサによってバーチャルカメラも連動して動く為、自身の周りにある地上建築物を様々な角度で確認することができる。

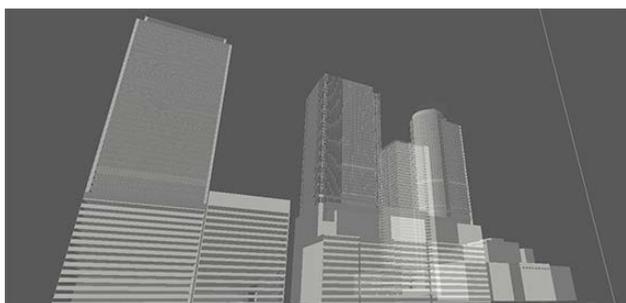
3. AR ナビシステムの開発

本研究では名古屋駅西口側地下街「エスカ」を対象として AR ナビシステムの開発を行った。

「エスカ」は株式会社エスカが運営する地下街で、店舗の並ぶ地下 1 階と駐車場である地下 2 階で構成される。全体としては南北に長い長方形で、道と道が直行するよう規則正しく区切られているため、似たような光景が続き自身の現在位置を見失いやすいといった面がある。

(1) 地下街、地下駐車場および地上建築物の 3 次元形状モデル

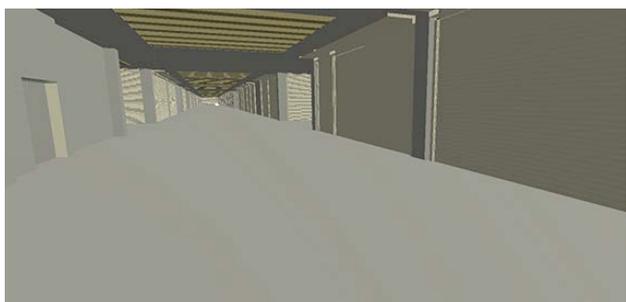
本システムで使用した 3 次元形状モデルを図-2 に示す。株式会社エスカよりエスカの設計図の提供を受け、地下街および地下駐車場を Revit (Autodesk 社) および ARCHICAD 21 (グラフィソフト社) で 3 次元データ化した。地上建築物は現地での写真撮影、航空写真、Google Earth (グーグル社)、などを元に ARCHICAD で 3 次元データ化した。



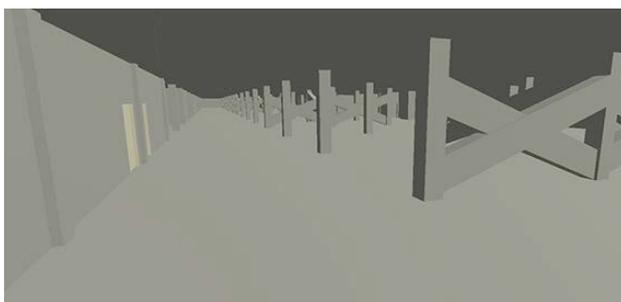
名古屋駅東側地上建築物



名古屋駅西側地上建築物



地下 1 階 地下街



地下 2 階 駐車場

図-2 使用した 3 次元形状モデル

ARCHICAD で制作したデータは、FBX 形式（ポリゴンメッシュデータ）に変換しシステムに使用した。

(2) AR 機能

AR ナビシステムの開発は Unity 2018.1.1f1(Unity Technologies 社)を用いて行った。AR 機能は iOS 11.3 から iPhone や iPad に搭載された ARKit を使用した。主に使用したのは加速度やジャイロセンサによってカメラの回転や移動を検知する Core Motion と呼ばれる機能である。オリジナル AR マーカの登録および読み取りには Unity に搭載されている AR 機能である Vuforia を用いた。

(3) 3次元形状モデル表示機能

3次元形状モデルの AR 表示を行う際に地上建築物の位置把握や、実際に壁や天井が透けて見えているような表現を行うために3次元形状モデルの表示に関して以下の機能を実装した。

- ・地下街・地下駐車場の表示／非表示の切り替え
- ・地上建築物の半透明表示
- ・地面のグリッド表示
- ・画面中央の地上建築物の名称表示

地下街・地下駐車場の3次元形状モデルはARマーカ読み取り時の検証には必要であるが、利用者にとってはスマートフォンを使わずとも目の前に見えている情報であり不必要な為、基本的には非表示としているが表示／非表示の切り替えができる。

地上建築物は3次元形状モデルをそのまま表示すると、カメラの上にCGを貼り付けただけのように見え、地下街の壁や天井の奥に存在している印象を受けない。その為、半透明の表示を行い、あたかも地下街の壁や天井が透けてその奥の地上建築物が見えるような表現を行った。

地上建築物がどれぐらい遠くにあるのかを理解できるように地面のグリッドを表示し、地面までの距離と奥行き感を感じられるようにした。

画面中央に地上建築物がフレーミングした際に、その地上建築物の名称を表示することで、建物の形を知らなくても自身の目指すべき地上建築物が分かるようにした。画面中央に2つ以上の地上建築物が重なる場合は、より使用者に近い距離にある地上建築物名が表示される。

4. 実験

開発したシステムを名古屋駅西口側地下街「エスカ」で実際に使用し、マーカの認識と現在位置の把握、地上建築物の表示内容について検証を行った。

(1) 実験内容

実験は名古屋駅西口側地下街「エスカ」の地下1階店舗フロアと地下2階駐車場フロアの2ヶ所で行った。実験にはiOSスマートフォン(iPhone 7, iOS 11.3)に開発システムをインストールして使用した。実験では地下1階と地下2階で、真下・真上の関係にならない位置、同じ方角でない場所に、それぞれの位置、方角に対応するARマーカを貼りつけて使用した。

(2) 実験結果

ARマーカの読み取り後、正しい位置にバーチャルカメラが配置しているか確認する為に地下街、地下駐車場の3次元形状モデルを表示した結果を図-3に示す。

バーチャルカメラはそれぞれ地下1階の地下街の中、地下2階の駐車場の中に配置されており、カメラの向きも実際にスマートフォンが向いている向きとほぼ同じである。

次に地下街、地下駐車場の3次元形状モデルを非表示にして、地下1階の地下街で地上建築物のAR表示について確認した。実験結果を図-4に示す。

スマートフォンを持ったままその場で回転すると、その回転の応じて地上建築物および地面を示すグリッドがAR表示され、ARマーカがカメラに映らなくても地上



図-3 地下街、地下駐車場の3次元モデルを表示し、バーチャルカメラ位置確認している様子



JRセントラルタワーズ

名鉄百貨店

日産レンタカー

ビックカメラ名駅西店

図4 開発システムを使用し、周辺を見回した際のディスプレイ表示内容

建築物は問題なく表示され、画面中央に地上建築物がフレーミングした際には、その地上建築物名が表示された。

5. おわりに

本研究では、地下でを使用することを目的としたARナビシステムの開発を行った。ARマーカと地上建築物の3次元形状モデルを使用し、地下での使用者の位置情報と向いている方角情報を取得し、その情報に応じた地上建築物のAR表示を行うことができた。

本研究では地面を示すグリッド表示を追加するまで、地上建築物が近くに見える、浮いて見えるなどの問題が起きていた。図-5に試作段階のAR表示結果を示す。地面を示すグリッドを追加することで、地上建築物が地面に接地しているように表現でき、その結果、距離感を感じることができるようになった。AR表現を行う際には使用者とCGの距離感が感じられる表現が重要であることが今回改めて実感できた。

今後は本システムに地上建築物を目的地として設定できるよう機能を追加し、その目的地の方角のナビゲーションや、目的地へ向かうための出口表示などを検討している。

今回は地上建築物を対象としたが、本システムの応用として地下に埋まっている電線や、ガス管、水道管なども同様に3次元データとして本システムに導入すれば、地下のどの位置に埋まっているのかを直感的に理解することができる為、地下設備における点検作業などの効率化が図れると考える。



図-5 試作段階のAR表示

参考文献

- 1) ドコモ社：ドコモ地図ナビ，
<https://www.nttdocomo.co.jp/service/map_navi/> (入手 2018.5.5).
- 2) タグキャスト社：渋谷歩行者ナビ，
<<http://tagcast.jp/app/navi/shibuya/store/>> (入手 2018.5.5).
- 3) インターネットコム：もう地下街でも迷わない—スマートフォン向け屋内ナビ技術がもうすぐ「ドコモ地図ナビ」に，
<<https://internetcom.jp/allnet/20150220/indoor-navigation-technology-is-soon-docomo-map-navi.html>> (入手 2018.5.5).
- 4) 日本経済新聞：「迷宮」渋谷，もう迷わないスマホのARが道案内，
<<https://www.nikkei.com/article/DGXNZO69840530U4A410C1X11000/>>， (入手 2018. 5.5).