

地下街の店舗や地下駐車位置が 確認できる AR アプリケーション

松河 剛司¹・中村 栄治²・成澤 守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 株式会社エスカ 施設部 (〒453-0015 愛知県名古屋市中村区椿町 7 番 1 号)

地下では GPS 信号が届かず, スマートフォンの地図アプリなどでは自身の位置を確認することができない. そのため地下街では地上のように地図アプリを用いて目的の店舗に辿り着くことが難しい.

本研究ではスマートフォンの AR 機能と QR コード読み取り機能を用いることによって, 利用者の位置の特定とナビゲートを行うアプリケーションを開発した. 地下街・地下駐車場の様々な場所にその位置情報を持った QR コードを準備しておくことで, 利用者はスマートフォンをかざすことで自身の位置情報をアプリケーションに入力できる. また AR 機能を使って地上建築物や地下店舗, 駐車位置を 3DCG モデルで示すことで, 自身の位置や向いている方向, 地下街店舗の位置や地下駐車場の駐車位置を直観的に把握することができる.

Key Words: augmented reality, underground mall, underground parking facility, smartphone

1. はじめに

地下街や地下駐車場の中には広大なものも存在し, 自身のいる場所や目的地の方向が分からなくなることがある. 地下では GPS や磁気センサが機能しないため, スマートフォンの地図アプリに頼ることができない. 地上であればランドマークになるような建物や, 太陽光などを頼りに現在地や目的地への方向が分かることもあるが, 地下だとそれも難しい. また GPS を使用していることが多い駐車位置記憶アプリなども同様の理由で使うことができない.

本研究では地下駐車場における現在位置ナビゲーションを, スマートフォンを用いる AR アプリケーションで解決できないかと考え, 地下にいながら地上建築物や, 地下街の店舗・地下駐車位置が確認できる AR アプリケーションの開発を目的に研究を行なった.

地下街でナビゲーションを行うアプリケーションとして「Google Map」¹⁾や「Yahoo!地図」²⁾など PC でも使用されている地図サイトをスマートフォンで利用できるアプリケーションがある. これらは地図として地下にどんな店があるかなどは表示されるが, 現在位置取得には GPS を使用しているため, 地下に入ると使用することができない. 「OSAKA UMEDA ARナビ」³⁾⁴⁾や「ドコモ地図ナビ」⁵⁾は GPS を使用せずに地下で現在位置を取

得することが出来るアプリケーションである. 前者は LED 光源より発せられる ID 信号をスマートフォンで受信することで位置情報を取得している. 後者は地下に入ったあと加速度センサや地磁気センサ, ジャイロセンサによって相対位置を推定している.

本研究では位置情報の取得に QR コードを用いている. QR コードを使用することで LED 光源を使用するよりコスト面に優れ, センサ情報を利用した推定手法より正確さに優れている. また前述したアプリケーションにない機能として, 現在位置を取得した後に駐車位置や地下街店舗, 地上建築物の AR 表示を行っている. AR 表示を行うことでスマートフォンをかざした方角が透けて見えるような表示になり, 自身の目的地を直観的に理解することができる.

2. アプリケーションの機能

本研究では名古屋駅西側の「エスカ地下街」を対象に AR アプリケーションを開発した. 本研究で開発したアプリケーションは以下の機能を持つ.

- ・QR コード読み取りによる起動と現在位置入力
- ・駐車位置記憶機能
- ・3DCG による地下街・地下駐車場・地上建築物の AR 表示

(1) QRコード読み取りによる起動と現在位置入力

地下街や地下駐車場の各所に貼り付けられた QR コードをカメラアプリで読み取ることで、アプリケーションの起動を行い、QR コードの内容によって自身の現在位置と向いている方角をアプリケーションに送ることができる。

(2) 駐車位置記録機能

上記で得た現在位置を駐車位置として記録することができる。駐車位置として記録すると次回アプリ起動時に現在位置とは別に駐車位置としてアプリ上に表示されるため、現在地からどちらの方角に自分が駐車した車があるのかを知ることができる。

(3) 3DCG による地下街・地下駐車場・地上建築物の AR 表示

使用者の現在位置・向いている方角に応じて 3DCG による地下街・地下駐車場・地上建築物がカメラから取得された画像に重ねて表示されるため、天井や床が透けてその先が見えるような表示となる。またスマートフォンの動きに合わせて、あたかも現実空間に貼り付けられたように 3DCG モデルが AR 表示される。

3. アプリケーションの使用手法

アプリケーションの使用手法は駐車位置を記録したい場合と、現在位置を確認したい場合の 2通りあるが、どちらも自身が今いる場所の近くにある専用 QR コードを読み取ることで始まる。

QR コードを読み込んだら、それが地下駐車場の QR コードだった場合、「この駐車位置を記録しますか？ AR 表示を行いますか？」と表示される。その後「駐車位置を記録」を選択することでその QR コードが貼り付けられている場所（地下駐車場内の柱）をアプリケーションに記録することが出来る。「AR 表示」を選択すると地下街、地上建築物が AR 表示される。

駐車位置を記録後、アプリケーションで AR 表示を行なった場合、記録した地下駐車場の柱も AR 表示されるので、使用者はその見える柱を目印に駐車位置を把握することが出来る。駐車位置は、アプリケーションを終了しても、再度駐車位置を記録し書きするまでアプリケーション内にデータとして残る。地下街で QR コードを読み込んだ場合、選択肢は表示されずに AR 表示が行われる。

図-1 にアプリケーションで AR 表示を行なっている様子を示す。駐車場位置を記録している場合、図-1 左の橙色の柱のように表示される。これは実際の地下駐車場で橙色の柱の位置にある柱で QR コードを読み込んだことを示す。モデ

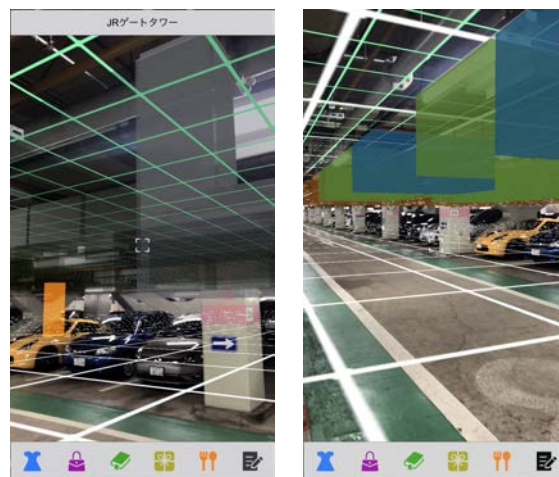


図-1 地下駐車場でアプリケーション使用した様子
左：駐車位置（橙色の柱）と地上建築物の表示
右：地下街店舗の表示

ル表示の ON・OFF は切り替えることができ地上建築物を表示したり、図-1 右のように地下街店舗を表示したりすることが出来る。

4. 機能の実装手法

アプリケーション開発は Unity Technologies 社の Unity2019.3 を用いて行なった。また今回は Apple 社の iPhone, iPad を対象に開発を行なっており、AR 表示用のプラグイン ARKit を用いて AR 機能の実装を行なっている。

(1) QRコードの入力とアプリケーション起動

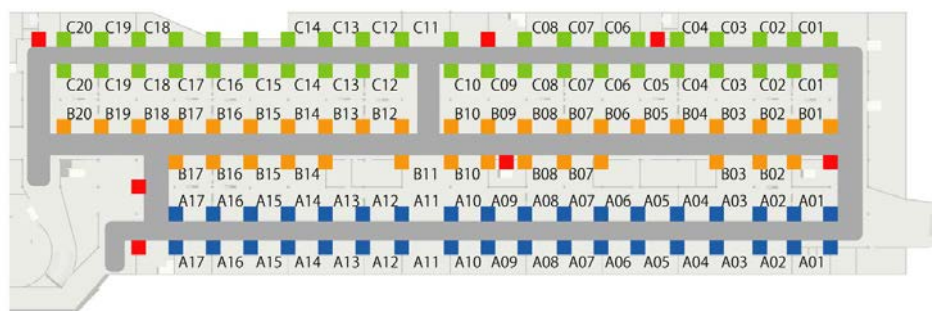
QR コードは情報が埋め込まれたマトリックス型の 2 次元コードである。スマートフォンの標準カメラ機能でも読み取ることが出来るため、アプリケーションのインストールサイトへの誘導や、カードレス決済サービスなどに利用されており広く一般化した技術である。QR コードの作成は無料ウェブサイトを手軽に作成することが出来る。

本研究では図-2 に示すような QR コードを作成し使用



QR コード内容「escar://,10.0,20.0,1,W」
(アプリ名://,x座標,z座標,高さ,方角)

図-2 QRコードの例と内容



赤（事前精算機・EV）・青（駐車エリア A グループ）・橙（駐車エリア B グループ）・緑（駐車エリア C グループ）にそれぞれの位置情報を持った QR コードを貼付，使用者が位置情報の取得・駐車位置記録に使用

図-3 エスカ地下駐車場の上面図

した。図-2 の QR コードをカメラに写すとコードの下に記述した情報が読み取れる。情報の先頭にある「escar:」は、URL スキームという技術を用いており、標準カメラ機能でこのコードを読み取ると、まず escar というアプリ名を認識し、スマートフォンの中にインストールされているアプリの中から escar というアプリケーションを起動することが出来る。「」は区切り文字として使用している。「10.0, 20.0, 1, W」は現在位置情報であり、それぞれ x 座標、z 座標、高さ、方角を示す。

駐車位置を記録する際に使用する QR コードとして地下駐車場にある柱 112 本分の x 座標と z 座標と、高さ情報を 2（地下 2 階であるという情報）、方角を S（南向き）とした QR コードを作成した。また駐車した場所を探す際に使用する QR コードとして、地下駐車場出入口付近の事前精算機やエレベータの 7 箇所、地下街側の出入口 10 箇所分の x 座標と z 座標のデータを用いてそれぞれの高さ（0：地上、1：地下 1F）、貼り付ける方角（N：（使用者が）北向き、S：南向き、E：東向き、W：西向き）に応じた QR コードを作成した。

(2) 駐車位置の記録・表示方法

図-3 にエスカ地下駐車場の上面図を示す。図内の「アルファベット+数字」のエリアが駐車できる場所で、基本的に 1 つのエリア内に 3 台駐車できるようになっている。赤・青・橙・緑の色をつけた場所にその位置情報を持った QR コードを準備した。赤色は事前精算機やエレベータがある場所、青・橙・緑色は駐車エリア A・B・C にある車道に面した柱の位置である。

駐車位置は駐車した場所の近くにある柱に貼り付けられた QR コードを使用者が読み込むことで記録する。駐車した車を探すために AR 表示する際も、実際に車を駐車した位置ではなく、QR コードを読み込んだ柱が駐車エリアグループ A・B・C に応じた色で表示される。

実際に駐車した位置ではなく、柱を位置情報の読み取

り・AR 表示の対象とした理由は、駐車した位置に QR コードを読み取りやすく貼り付けることが困難であることと、鍵穴にキーを挿さずに解錠できるリモコンキーが広く普及しているため、AR 表示されている柱まで行きリモコンキーを使えば、解錠時に点滅する車のライトや、解錠音を聞くことで自身の車を発見することが出来ると考えたからである。

(3) 3DCG による地下街・地下駐車場・地上建築物の作成と表示

今回アプリケーションの対象としたエスカ地下街は地下 1 階に店舗フロア、地下 2 階に駐車場が存在する総面積およそ 3 万 m² の地下街である。地上部分は車道やロータリー、広場となっている。今回 AR アプリケーションを開発するために株式会社エスカより提供いただいた設計図、および 3 次元スキャンを行なって得たデータ、現地で撮影した写真から CAD ソフトウェアによって図-4 に示すような 3 次元形状モデルの作成を行なった。しかしながら CAD で制作したモデルは容量が大きく、リアルタイムで 3D 表示を行う AR 機能で扱うと表示に遅延が生じた。またアプリケーション全体の容量も大きくなりダウンロードしにくくなるという問題もあるため、CAD で制作した 3 次元形状モデルを元に、直方体などで

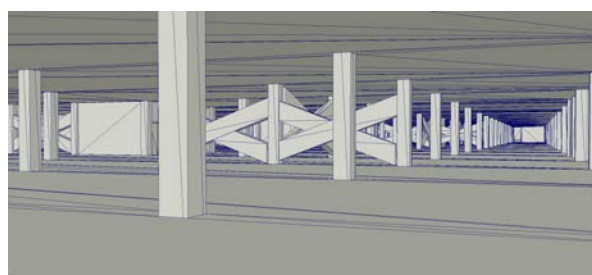


図-4 CAD で制作したエスカ地下街のモデル
上：地下 1 階店舗、下：地下 2 階駐車場

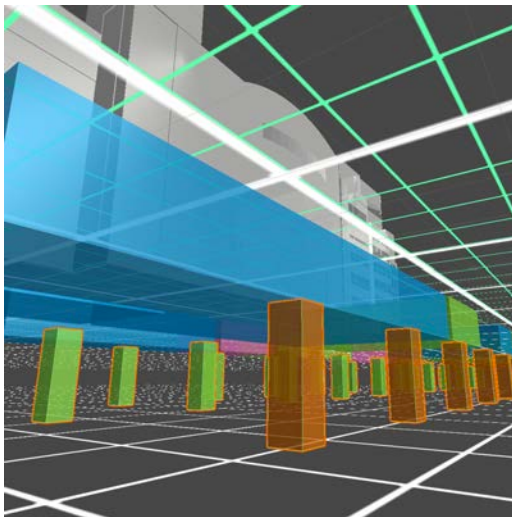


図-5 AR表示用の地下駐車場用柱モデル、
地下街店舗モデル、地上建築物モデル

構成される軽量の柱モデルや店舗モデルを作成し AR 表示に使用した。AR 表示用のモデルを図-5 に示す。地下駐車場はエスカの地下駐車場のエリア A・B・C にそれぞれ使われている青・橙・緑をそれぞれのエリアの柱モデルに使用している。地下街もエスカ地下街のファッション・ファッショングッズ・バラエティ・お土産・お食事喫茶のカテゴリ分けとそれぞれに使用されている色をそのまま使用している。地下街店舗はそのカテゴリでフィルタリングし表示・非表示を切り替えることもできる。

5. おわりに

本研究ではスマートフォンを用いて地下にしながら地上建築物や、地下街の店舗・地下駐車位置が確認できる AR アプリケーションの開発を行なった。

GPS を使わずに使用者の位置を特定するために QR コードを用い、また駐車位置としても記録することで、駐

車位置記録アプリとしても使えるアプリケーションである。また AR 機能を用いることで、上面図などを表示するより直観的に目的地の方角を把握することができる。

今後は地下駐車場を対象としているため、歩きスマホと呼ばれる歩きながら画面を見る行為をできないような対策や、駐車位置に近い出入り口の表示、経路ナビゲーションなどの機能を追加する予定である。

また本研究で開発したアプリケーションは現在、名古屋駅西口のみ対象としているが、ゆくゆくは名古屋駅全体の地下街へと対象を広げ、誰でも手軽に AR 機能を使って名古屋駅地下街を分かりやすく利用できるようにしたいと考えている。

参考文献

- 1) Google LLC : Google Maps , <https://apps.apple.com/jp/app/google-maps-transit-food/id585027354> , (参照 2019-9-15).
- 2) Yahoo Japan Corp. : Yahoo! MAP , <https://apps.apple.com/jp/app/yahoo-map-ヤフーマップ-道案内に強い地図アプリ/id289567151>, (参照 2019-9-15).
- 3) West Japan Railway Company : OSAKA UMEDA AR ナビ , <https://apps.apple.com/jp/app/osaka-umeda-ar ナビ/id1456521926>, (参照 2019-9-15).
- 4) パナソニック株式会社 : 国内初「LinkRay」を活用した「AR ナビゲーション」を提供開始 , <https://news.panasonic.com/jp/press/data/2019/02/jn190219-1/jn190219-1.html>, 2019, (参照 2019-9-15).
- 5) 株式会社 NTT ドコモ : ドコモ地図ナビ , https://www.nttdocomo.co.jp/service/map_navi/, (参照 2019-9-15).

DEVELOPMENT OF AR APPLICATION THAT DISPLAY THE UNDERGROUND MALL AND THE UNDERGROUND PARKING FACILITY

Tsuyoshi MATSUKAWA, Eiji NAKAMURA and Mamoru NARUSAWA

The GPS signal does not reach in the underground mall, and we cannot confirm our location with the map app on our smartphone. Therefore, it is difficult to get to the target store in the underground mall.

In this study, we developed an application that identifies and navigates the user's location by using the smartphone's AR function and QR code reading function.

By preparing QR codes with their location information at various locations in the underground shopping mall and underground parking facility, users can enter their location into the application by holding their smartphone. By using the AR function to indicate the ground building, underground store, and parking position with a 3DCG model, users can intuitively confirm the location of the underground mall store in that direction and the parking location of the underground parking facility by holding the smartphone.