

AR 技術による地下埋設物可視化システムの研究開発

福島工業高等専門学校 正会員 ○江本 久雄, 非会員 大竹美緒
東日本高速道路㈱ 非会員 餘目 秀二, 安藤 徹
JIP テクノサイエンス(株) 正会員 今野 将顕

1. はじめに

近年, わが国における地下埋設物の状況は, 上下水道管やガス管, 送電線, 光通信ケーブル等が複雑に入り組んでいる. 特に, 現代では通信線等が誤って切断されてしまうと, 多大な影響が出ることが考えられ, 作業員の責任も大きくなる¹⁾. また, 切断事故防止のために「埋設物事故防止マニュアル」に基づき埋設箇所を試掘しているが, 確認不足・思い込み, 連続的な調査, 工事の慣れ, 多数の近接該当箇所といった原因から損傷事故が発生している. これらのことから, 地下掘削工事を行う際に, 手軽に地下埋設物の配置状況を把握できるアプリを用いれば, 工事の際のリスクや手間を省くことにつながると考えられる. また, 洲崎ら²⁾は, マーカ型で地下埋設物を表示し地下埋設物の維持管理の効率化に取り組んでいる. 本研究では, 幅広い分野で普及している AR (Augmented Reality)³⁾ 技術を応用し携帯端末 (iPad) による地下埋設物を表示するシステムを構築し, 現場での活用に関して検討を行った.

2. 地下埋設物可視化システム

2.1 概要

AR 技術によって地下を透過しているように埋設管を表示するための方法³⁾としては, マーカ型, マーカレス型があり, マーカレス型には, オブジェクトトラッキングや平面認識など複数の実現方法がある. そこで, 本研究では, 3つのシステムを構築し, それぞれの特徴を整理した. まず, 1 オブジェクトトラッキングによる方法では, マンホールを認

表 1 構築したシステムの概要

システムの種類(Type of systems)	特徴 (Pros and cons)
1オブジェクトトラッキング	マンホールにスマホをかざすのみで表示 →マンホールが区別できない →VRモデルを事前に作成 →方向がぶれる
2平面認識と角度補正による表示	タップすると表示できる 方向がぶれにくい →コンパスのキャリブレーション →VRモデルを事前に作成 →緯度経度を事前に準備
3緯度経度のみによる表示	GPSの情報が整備できれば, 表示できる. →iPadのGPSの精度に依存 →モデル作成不要

識して表示, 2 平面認識と角度補正による表示方法では, 平面認識と緯度経度から角度の計算を行い表示, 3. 緯度経度のみによる表示方法では, 緯度経度の情報による表示を行う. それぞれの特徴を表 1 にまとめる.

最初に「1 オブジェクトトラッキングによる方法」では, iPad のカメラ機能を用いて現場のマンホールをマーカとして認識させ, それぞれの地点のマンホール間の埋設管の向きや埋設管の深さを表現する. 次に, 「2 平面認識と角度補正による表示方法」では平面を認識し表示する. その後, 表示する向きを求めるために, あらかじめ緯度経度を測定し保存する. それによりタブレットの向きを基準として正しい向きに埋設物を表示する. 最後に「3 緯度経度のみによる表示」では GPS 情報のみで埋設管を表示する. そのため, 埋設物情報管理システムと AR 表示システムの構成となる. これらのシステムの主な開発環境は, Unity, Xcode, AR Foundation などを用いた. マンホールのマーカの作成は Scanning and Detecting 3DObjects を用いた.

2.2 本システムの試行場所および地下埋設物のモデルについて

これら 3つのシステムの検証のために, NEXCO 東日本東北支社仙台東管理事務所構内および鳥の海 PA 内, 福島高専内の埋設管にて検証を行った. また, 本システムの 1 および 2 は, 図 1 に



図 1 3D-VR モデルの例

キーワード 地下埋設物, AR, 可視化, ケーブル切断事故防止

連絡先 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30 TEL : 090-8360-7669(江本)

示すような 3D-VR モデルを作成し実装した。

3. 実行結果と考察

3.1 オブジェクトトラッキングによる方法

マンホールをマーカとして認識させるために、図 2(a)のように Object のマーカを作成する。次に、AR Foundation の Object Tracking 内にマンホールのマーカと図 1 の VR モデルを登録する。その結果、図 2(b)のようなモデルが表示できる。3D モデルを表示するためには、AR Foundation 内の Object Tracking 機能を用いて設定を変更していく必要がある。

3.2 平面認識および角度補正による方法

事前に VR モデルを作成し、起点と終点の緯度経度を測定し、角度を計算しておく。これらを開発したシステムに登録する。表示結果の例を図 3 に示す。現状では、モデルをユーザが指示する必要がある。

3.3 緯度経度のみにによる方法

本システムの概要を図 4 に示す。情報システムでは起点および終点の緯度経度や埋設管の深さ本数を記録する。現場実測によってモデル作成を行う。しかし、数が多いため簡易なモデルを自動生成するように変更した。その結果、現地で緯度経度を取得し、そのモデルを表示する。緯度経度のみなので、iPad の GPS の精度によるところが大きい。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

(1)AR を用いて、工事現場で作業する作業員の切断事故防止、工事の省力化に繋がるシステムを 3 つほど開発し、その課題を整理した。(2)オブジェクトトラッキングによる方法では、「Scanning and Detecting 3D Objects」を用いることにより、対象物の特徴点を認識・データ化することにより、身近にあるものをマーカとして登録することができ、対象物にかざすだけで判別して 3D モデルの表示をすることができる。(3)平面認識および角度補正による方法では、データを事前に準備する必要がある。また、現状ではオブジェクトをユーザが選択する必要がある。(4)緯度経度のみにによる方法では、起点終点の緯度経度を正確に蓄積することができれば、非常に有効であるが、iPad の緯度経度の測位の精度によるところが大きい。

図 3 平面認識および角度補正による表示例

参考文献

- 1) 経済産業省：2020 年の建設事故等におけるガスパ管損傷事象<https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2021/03/20210302-01-02.pdf>,(入手 2022. 2),
- 2) 洲崎文哉, 樫山和男, 琴浦毅, 石田仁, 吉永崇: ARKit を用いた地下埋設物の AR 可視化システムの構築と重畳の高精度化の検討, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), 土木学会, Vol. 77, No. 2, pp. 131-139, 2021.
- 3) 舘暲, 佐藤誠, 廣瀬通孝: バーチャルリアリティ学, 日本バーチャルリアリティ学会, 株式会社コロナ社, 2011.



(a) 3D Object の作成 (b) VR モデルの表示

図 2 オブジェクトトラッキングによる方法

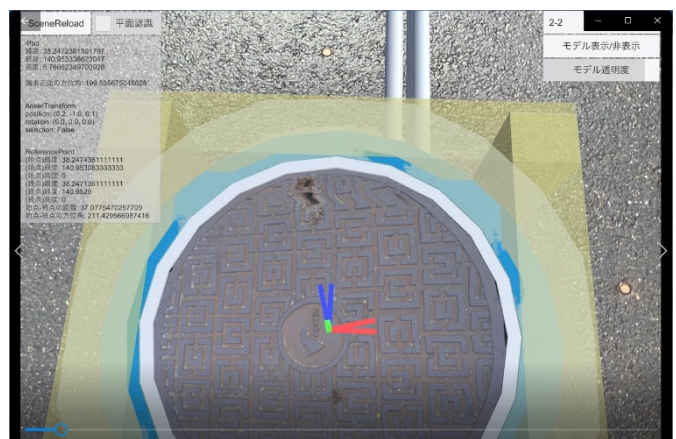


図 3 平面認識および角度補正による表示例



図 4 緯度経度による表示例