

第2回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト 地域賞受賞

水道管の可視化システム

～チームぽんぽんぽんきち～

旭川工業高等専門学校 システム制御情報工学科 准教授 いご なおき 以後 直樹

1. はじめに

2021年に開催された高等専門学校（高専）生向けコンテスト「インフラマネジメントテクノロジーコンテスト2021（以下、「インフラテクコン」という）」¹⁾において、私が指導するチーム「ぽんぽんぽんきち」は、「水道管の可視化システム」を提案し、「地域賞」を受賞した。

加えて、「JR東日本賞」、「フソウ賞 優秀賞」、「古河電気工業賞」、「下水道広報プラットホーム賞:DX（デジタルトランスフォーメーション）賞」という計4件の企業賞を受賞した（写真-1）。本稿では、その提案内容について紹介する。

2. 提案背景

研究室に所属している学生が、水道管に関する仕事を取り扱う企業の夏期のインターンシップに参加したことが本システム提案のきっかけである。

現状の水道管工事は、現場での作業が優先され、実際に工事した内容が図面上に反映されていないことがあり、地面を掘り返してみると水道管の場所が正確に分からぬという問題点を抱えていた。さらに、私たちが生活している北海道では、冬期になると道路や歩道が圧雪状態（写真-2）となり、目印となる止水栓やマンホールの位



写真-1 授賞式後の記念撮影



写真-2 圧雪状態の歩道

置を見つけることができないという降雪地域ならではの問題も抱えている。

また、現在敷設されている水道管の多くが、高度経成長期に敷設されたものである。水道管の法定耐用年数は40年であり、水道管の更新が急務となっている²⁾。しかしながら、水道管を管理する地方自治体の苦しい財政状況もあり、水道管の更新工事に潤沢な予算を割くことができない。限られた予算内で水道管を更新するためには、短

工期・低予算での工事が必要となる。

そこで、私たちは、地中に埋没している水道管を簡単に可視化できる技術を実現することで、水道管工事の省力化を目指した。

3. 提案概要

私たちが提案したシステムは、地中に埋まっている水道管を3次元的に可視化できるシステムである。このシステムを利用することで、これまで掘り返して位置を確認していた水道管を、掘り返すことなくスマートフォン等のモバイル端末を地面にかざすだけで、3次元的に表示することができる。

スマートフォン等のモバイル端末に搭載されているGPS、カメラ等のセンサ情報と予め準備してある3次元水道管情報を照らし合わせ、対応する場所の水道管を3次元的に表示することができる。私たちが提案したシステムは、Androidで動作するシステムを実装している。Androidにおいて、拡張現実（AR）向けシステムの開発に必要な機能が備わっているSoftware Development Kit（SDK）のARCoreを用いて、水道管を3次元的に表示するAR機能を実装している。

ARCoreは、動作を保証するために、全てのモバイル端末で動作できるわけではない。そのため、対応する端末³⁾が限定されているので注意が必要である。本提案においては、SONY Xperia XZ1およびSAMSUNG Galaxy A20を用いて、実現したアプリケーションの動作チェックを行った。提案システムをモバイル端末で動作するアプリケーションとするために、アプリケーション全体の構築は、Unityを用いて開発している（表-1）。

私たちの提案システムは、次の4ステップにより、モバイル端末上に水道管を3次元的に表示することができる。

step1) 私たちが実現したアプリケーションを起動後、モバイル端末に搭載されているカメラを水道管を表示したい地面へかざす。

step2) アプリケーション上で、地面の認識（平

面検知）を行う（図-1）。

step3) モバイル端末から取得できるGPS情報と平面検知した情報から、事前に登録してある水道管情報を3次元的に表示する（図-2）。

step4) 複数の水道管が存在する場合、アプリケーション中の切替ボタンを押すことで、水道管ごとの情報を切り替える。

詳細なアプリケーション画面は、図-3のようになっている。画面左側に、詳細情報が表示されている水道管を切り替えるボタンを配置させている。表示される詳細情報は、埋没している深さ、

表-1 提案システムの動作要件および開発環境

対応 OS	Android 7.0 以降
動作端末	ARCore 対応端末
開発環境	Unity
使用 SDK	ARCore



図-1 平面検知時のアプリケーション画面

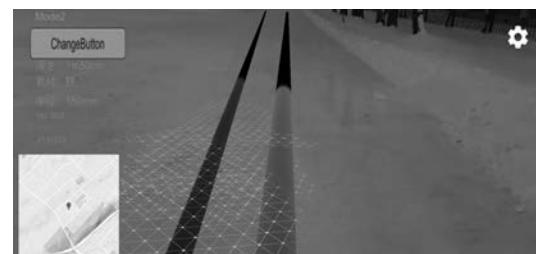


図-2 水道管情報を3次元的に表示しているアプリケーション画面

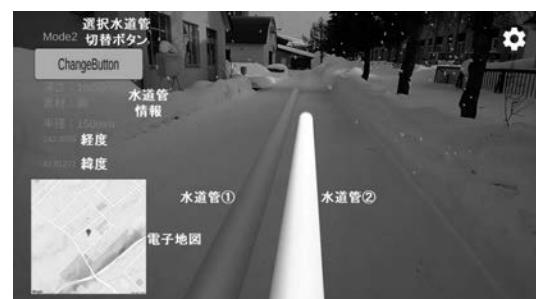


図-3 実現アプリケーションの画面説明

素材、半径である。さらに、緯度経度と電子地図が表示され、現在位置を確認することができる。

また、提案システムは、その場で水道管を配置することができる機能を有している。この機能を使うことで、実際の工事現場において、3次元の水道管データを作成することが容易となる。

提案システムを実現した段階において、実際に埋没している詳細な水道管情報を入手することができなかつたため、私たちで仮想的に配置した水道管を表示している。

4. 提案システムにより期待される効果

私たちが提案するシステムを使うことで、実際のインフラ工事において、次の4点の効果を生み出すことができると考える。

- ① 工事現場で視覚的に水道管の埋設位置を確認でき、掘り過ぎによる水道管の破損を防止でき、安全な工事を実現できる点。
- ② 工事に必要な場所まで掘り返す必要がなくなるため、必要な場所のみを掘り返すピンポイント工事を実施できる点。
- ③ 工事の工期削減により、工事費の低減が実現でき、浮いた予算を老朽化した水道管の更新へ活用できる点。
- ④ 工事と同時に3次元の水道管情報を更新でき、新たにデータを作成する手間とお金を大幅に削減できる点。

また、実際の現場において水道管工事に携わっている方々へ、提案システムのヒアリングを行ったところ、次のような回答を得ることができた。

- ・毎日の職長(掘削作業を行う実働企業の指示者)による作業現場確認に活用できそう。
- ・重機で掘れる深さを作業者に知らせるシステムとして面白い。
- ・このシステムに登録されていない配管・埋設物を誤って破損させた場合、免責となるとうれしい。
- ・土被り(配管上端から地表面までの距離)や管径を表示してほしい。
- ・どこまで掘れるか分かるのが良い。

これらの回答から、私たちの提案システムは、実際に掘ってみないと分からなかった水道管の位置を視覚的に分かるようにしたことで、実際の工事に携わる方々に対して効果的であるといえる。提案システムを工事で使用する重機と連携させることができると、より安全な工事を実現できる可能性がある。さらには、提案システムを活用することで、遠隔操作重機や自動運転重機のナビゲーションに必要な地中埋設物地図の実現に貢献できる。このように、私たちが提案するシステムは、インフラ工事のDX化を実現することができる。

5. おわりに

現状の実現システムは、スマートフォン等のモバイル端末に搭載されているGPS情報を用いているため、位置情報に数十センチから数メートル単位の誤差が発生してしまうことがある。そこで、Real Time Kinematic (RTK)と組み合わせることで、メートル単位の誤差を数センチ単位へ小さくすることができる。しかし、RTKに必要な機材は広く普及していないため、現状の市場価格は高価でかつ機材が大型であり、モバイル端末に比べると使いにくい。

今後のRTK市場規模の拡大および技術の進歩で、低価格化と小型化が実現されると予想される。その時には、私たちの提案システムと組み合わせることで、より精度良く、水道管等を表示することができると考えられる。現在対応できているモバイル端末のOSは、Androidのみである。日本国内のモバイル端末OSの普及割合から考えると、iOSへ対応することで、モバイル端末を持つほぼ全てのユーザが使えるシステムとなる。

さらに、私たちが提案したシステムは、雪などでアスファルト等を直接見ることができない場所において、システムを動作させることができる(写真-3)ため、降雪地域を含んだ全国各地で利用できる。

私たちが提案したシステムは、インフラ工事において有用であることが評価され、2022年3月

11日に開催されたインフラテクコンの授賞式・交流会（写真－4、図－4）において、計4件の企業賞を受賞することができた。

本提案システムは、水道管を対象としたシステムであるが、実際の地面には、水道管以外に、ガス管、電力線、電話線、光ファイバー等の地下埋設物が多く存在している。将来的に、インフラテクコンで得た知見や経験を活かして提案システムを改良することで、地中に存在している全ての埋設物を一元管理することができる3次元地下埋設物プラットフォームの実現を目指す。

3次元地下埋設物プラットフォームにより、災害時における迅速なインフラ復旧工事の実施ができる。さらに、これまで、各インフラの管轄行政が異なっていることによる所有データの違い、データフォーマットの違いを一元的に共有することができ、工事計画の立案と工事後の情報蓄積の手間を大幅に削減できる。

私たちが提案した「水道管の可視化システム」は、水道管のみならず、地下埋設物のインフラに対して有効なシステムであり、ぜひとも社会実装を実現したいと考えている。



写真-3 冬期における動作実験の様子



写真-4 インフラテクコン交流会における発表の様子

【参考文献】

- 1) インフラマネジメントテクノロジーコンテスト 2021, <https://2021.infratechcon.com/>, 2022年6月10日参照。
- 2) 最近の水道行政の動向について, 厚生労働省 医薬・生活衛生局 水道課 水道の基盤強化のための地域懇談会（第4回）資料。
- 3) ARCore 対応デバイス, <https://developers.google.com/ar/devices>, 2022年6月10日参照。

水道管の可視化システム

（旭川工業高等専門学校 チームぽんぽんぽんきち）

提案概要

地中に埋まっている水道管を3次元的に可視化するシステムを提案します。このシステムは、スマートフォン等を地面にかざすことで、地中の水道管を3次元的に表示するシステムです。簡易測量機能を付加することで、敷設した水道管の位置情報、管の材質等の3次元表示に必要なデータを現場においてデータの新規追加が容易に行え、工事と同時に3次元水道管MAPを作成できます。

水道管インフラが抱えている課題

「工事時に、掘り返してみないと分からぬ」という大きな課題」

- 敷設済み水道管は、耐久年数が経過しているものが多く、漏水が多発し、漏水した場合には止水や工事が必要
- 敷設された時期が古い水道管は、紙の図面しかなくデジタル管理されていないものが多く存在
- 水道管工事は、建築工事とは異なり、実際の現場での作業が優先され、事前に作成する図面も比較的アバウト
- 敷設後の情報も正確に保存されていない状況

必要性

- 橋梁等の土木工事と違い、埋没している水道管の詳細な場所は掘ってみないと分からぬ
- 北海道では冬季になると降雪による「雪で地面のアスファルトが見えていない」状況が発生するため、水道管のおおよその位置を見つけるための基準点や止水栓を見つけることが困難
- 水道管を管理している行政の財政ひっ迫により、工事日数の短縮による低コスト化が必要

提案システムの使用風景

使用者が見える画面

課題解決の提案システム

- スマートフォン等を地面にかざすとその部分に敷設されている水道管が3次元的に可視化されるシステム
- スマートフォン等に搭載されているGPS、カメラ等の情報から予め準備してある3次元水道管MAPと照らし合わせ、対応する場所の水道管を3次元的に表示
- 敷設工事の際に、位置情報、敷設した水道管情報を記録する簡易測量機能を付加し、3次元水道管MAPを更新

提案システムで生まれる効果

- 工事現場で視覚的に水道管の埋設位置を確認でき、掘り過ぎによる水道管の破損を防止でき、**安全な工事を実現**
- 工事に必要なない場所まで掘り返す必要が無くなるため、必要な場所のみを掘り返す**ピンポイント工事を実現**
- 工事の工期削減による**工事費低減**が実現でき、浮いた予算を老朽化した水道管の更新へ
- 工事と同時に3次元の水道管MAP情報を更新でき、新たにデータを作成する**手間とお金を大幅に削減**

システム利用想定の方々の声

- どこまで掘れるかが分かるのが良い
- 毎日の職長（掘削作業を行う実働企業の指示者）による作業現場確認に活用できそう
- 重機で掘れる深さを作業者に知らせるシステムとして面白い
- このシステムに登録されていない配管・埋設物を誤って破損させた場合、責任となると嬉しい
- 土被り（配管上端から地表面までの距離）や管径を表示してほしい

様々な方が興味津々なシステム

「デイトイトマツ」様、「株式会社フソウ」様、「下水道広報プラットホーム」様とヒアリングを実施済み

【チームメンバー】

○上田 光貴（生産システム工学専攻1年）：モンスターエンジニアが欠かせません！
 大熊 実一郎（生産システム工学専攻1年）：研究が大好きです！
 伊藤 勇（生産システム工学専攻1年）：夢の分野が好きです。
 木村 至孝（生産システム工学専攻2年）：ココが大好きです。プレゼンが得意です！
 山口 尚太（生産システム工学専攻2年）：飛べない鳥です。。。
 上田 一磨（生産システム工学専攻2年）：トマトが大好きです！

図-4 インフラテクコン最終審査における概要提案書

78 建設マネジメント技術 2022年9月号