

平成30年6月12日現在

機関番号：24402

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26730156

研究課題名（和文）相互利用可能な低コスト高精度測位処理Webサービスの開発

研究課題名（英文）Development of Interoperable Web Services using Low-cost Positioning

研究代表者

吉田 大介（Yoshida, Daisuke）

大阪市立大学・大学院創造都市研究科・准教授

研究者番号：00555344

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究における全体構想の主題は、高度な知識と技術が求められる高コストな高精度測位技術の低コスト化と、その技術の利用促進である。その中で本研究では、（1）測位処理の実行や観測データの記録のために、低コストで簡易な端末でも動作するロギングプログラムを開発した。（2）幅広い利用者層への高精度位置情報の活用・普及を目的とし、オープンソース測位処理ソフトウェア（goGPS）を用いて、本研究で開発を行う測位処理Webサービスを、自由に利用・応用できるWebAPIを開発した（3）コンテナ型の仮想基盤ソフトウェアを用いることで、複雑な測位処理Webサービスの実装工程を、容易かつ確実に実装できる方法を確立した。

研究成果の概要（英文）：This research aims at promoting the utilization of positioning information and lowering costs on accurate positioning technologies and data by providing accurate positioning services through the Web. To achieve the research objectives, 1) In order to carry out and record the positioning data, a logging program was developed which can run under low-cost and low-spec devices such as Raspberry Pi. 2) To utilize the developed Web positioning services flexibly, WebAPI was developed for applying other systems and applications 3) The method to readily deploy positioning services with complex implemented steps was established using a container based virtualization software.

研究分野：空間情報学

キーワード： 全球航法衛星システム（GNSS） 準天頂衛星システム（QZSS） クラウドコンピューティング WebAPI  
オープンソース

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

近年、位置情報を取得可能なスマート端末とその上で動作する様々なアプリケーションにより、個人や法人をターゲットとした位置情報に関連する多様なサービスが提供されている。これらのサービスの普及により、人々の生活やビジネスにおいて位置情報が重要な役割を果たしている現状がある。しかし、スマート端末での測位では、2~5m程度の精度が限界であり、都心部などの高層ビルに囲まれた場所では、空視界が限られることにより測位精度はさらに低下する。また、現在の携帯電話やスマート端末、GNSS（全地球航法衛星システム）ロガー等に内蔵されているGNSSチップでは、Rawデータ（疑似距離、搬送波位相、ドップラー値などが含まれる生データを示し、これらは高精度測位が可能な干渉測位に必要）を取り出せないため、測位アルゴリズムを改良し測位精度を高めることができない。

位置情報関連分野の現状として、測位精度によって相応のコストが発生するため、高精度の位置情報を使用したサービス・ビジネスの本格的な普及には至っていない。例えば、高精度の位置情報を取得するには、精密測量用（2周波型）のGNSS受信機（200~300万円）が必要である。また、導入や維持における費用や、専門機器・ソフトウェアを扱える人材が必要など高いコストが要因となり、様々な場面への応用が進んでいない。

### 2. 研究の目的

本研究の背景にある全体構想の主題は、高度な知識と技術が求められる高コストな高精度測位技術の低コスト化と、その技術の利用促進である。具体的な研究目的として以下をあげる。

（1）測位処理の実行や観測データの記録のために、低コストで簡易な端末でも動作するロギングプログラムを開発する。これにより、測位処理やデータ収集作業の簡易化と低コスト化を見込む。

（2）電子基準点や仮想基準点(VRS)のような測位補正配信サービスの必要がなく、そのための手間と、コストの低減が見込めるリアルタイム精密単独測位(PPP)の開発を行う。

（3）オープンソース測位処理ソフトウェア(goGPS)を用いて、本研究を通じて開発をおこなう測位処理Webサービスを、自由に利用・応用できるWebAPIを開発し、幅広い利用者層への高精度位置情報の活用・普及を研究の目的とする。

### 3. 研究の方法

（1）効率的で柔軟な開発環境を整える目的と、測位処理Webサービスの実運用時を想定し、利用者からの大量・同時アクセスや大規

模データの処理に対応するために、クラウド環境を構築した。使用したソフトウェアは、オープンソースのクラウド基盤ソフトウェアOpenStackを使用し、負荷分散機能などの実装と動作検証をおこなった。また、コンテナ型の仮想基盤ソフトウェア(Docker)の導入・検証をおこなった。

（2）空視界の良い場所で観測し、高品質の観測データを常時取得できるように、大阪市立大学学術情報総合センター（地上10階）屋上にGNSSアンテナを設置した（図1）。これにより、2周波型受信機（Trimble社製NetR9）と低コスト受信機（u-blox社製M8Tならびに6T、NVS社製NV08C）とで精度の比較検証がおこなえる。これには、屋上に設置したアンテナからの信号を分配し（図2）、それぞれの受信機からの観測データを常時記録する仕組みを構築した。



図1 観測用実験サイトでの機器の配置  
(△はGNSSアンテナの位置を示す)

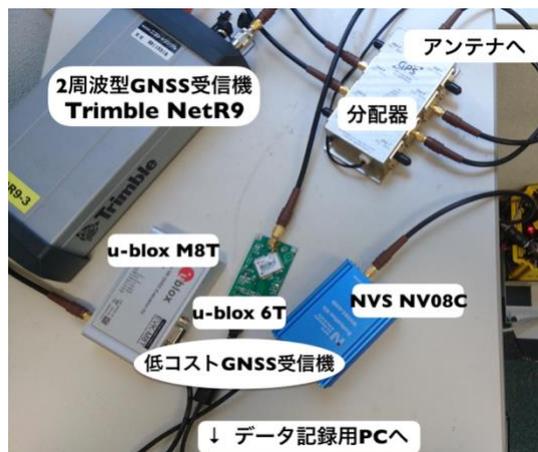


図2 研究室に設置しているGNSS機器

（3）QZSS, GLONASデータに対応するためにオープンソース測位ソフトウェアgoGPS (MATLABならびにJava版)の改良を行った。具体的には、u-blox社製M8Tから

出力されるバイナリデータに対応するデコードプログラムを開発し、マルチ GNSS (GPS だけでなく、QZSS などの他の測位衛星システムを利用する測位) による測位処理が可能となった。これにより、GPS のみでは衛星数が足りないために高い測位精度が見込めなかった地点でも、GLONASS や QZSS を活用し測位精度の向上が見込めるようになった。

#### 4. 研究成果

まず、研究目的全体と研究方法 (1) に関する成果として、複雑な測位処理 Web サービスの実装工程を、Docker コンテナを用いることで、Docker が動作する様々な機器上 (UNIX や Windows のサーバ機や PC など) に容易かつ確実に実装できる方法を確立した。これにより、システム構築における作業時間と難易度を下げることができ、開発成果を広く普及させることが期待できる。また、Docker Compose 等を用いてオーケストレーション (自動環境構築) 機能を実装し、複数の測位処理サーバに負荷分散する環境を自動的に構築できることを確認した。

研究目的 (1) に関する成果として、研究方法 (2) で述べた複数の低コスト受信機から得られる観測データを、それぞれ記録するロギングプログラムを開発した。このプログラムはサーバ機や PC だけでなく、数千円で購入可能な低性能なコンピュータ (Raspberry Pi 2 Model B) でも GNSS の観測データロギングが行えるようになった。これにより、電源が確保できないような屋外向けに、簡易なソーラパネルを取り付けることで、低コストのモニタリング端末としての活用が期待できる。

研究目的 (2) については、研究協力者となっている goGPS の開発者に協力を得ながら、精密単独測位 (PPP) 処理用の MATLAB 版プログラム ([https://github.com/goGPS-Project/goGPS\\_MATLAB/releases](https://github.com/goGPS-Project/goGPS_MATLAB/releases)) の開発をおこなった。しかし、Java 版のプログラムについては、本研究期間内には開発が完了しなかった。今後も継続して開発を続ける予定である。

研究目的 (3) については、外部システムやサービスから、goGPS の測位処理機能を Web サービスとして利用できるよう WebAPI の開発を進めた。これには、国際規格 (OGC) 準拠の WPS (Web Processing Service) エンジン ZOO (<http://www.zoo-project.org>) を使用し、Web サービスの標準化を行った。開発した WebAPI は、goGPS Java 版を ZOO に実装することで、測位処理を Web リクエストとしてサーバに送信し、処理結果を XML や KML 等の外部システムでの読み込みが容易なテキスト形式として取得することができる (図 3)。

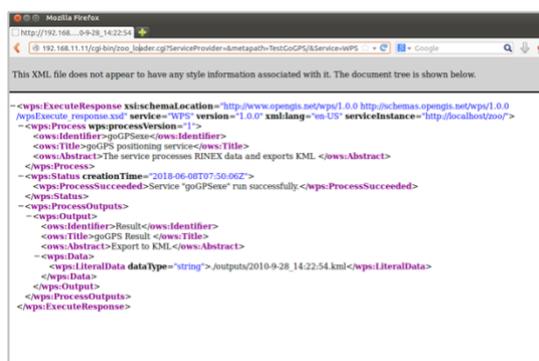


図 3 測位処理リクエストの結果 (XML 形式)

本研究により、長時間の固定観測をおこなう静的測位では、1 周波型の GNSS 受信機でも、2 周波型受信機の近い精度を得られることがわかった (表 1)。今後の展開として、高い測位精度 (数 mm) が得られる静的測位の手法を応用し、低コストのクラウド型モニタリングシステムの開発をおこなう。これにより、従来はダムや橋梁などの大規模施設の監視システムに限られていた高コストな高精度モニタリングシステムを低コスト化し、多様な分野への応用を促進させる。

表 1 受信機の価格と精度比較結果 (静的測位)

GNSS受信機	価格	標準偏差 [mm]		
		東西方向	南北方向	上下方向
NVS NV08C	1~10万円 (GNSSチップのみ であれば数千円)	5.0	2.1	4.4
u-blox 6T		2.1	2.3	3.9
u-blox M8T		2.9	2.5	3.7
JAVAD G3T	約250万円	2.1	1.6	1.8

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Yu W., Song X., Raghavan V., Yoshida D., Ebara H., Post-Disaster Road Traversability Mapping Based on GPS Track Sharing and Map-Matching, International Journal of Geoinformatics, 13(4), pp.13-23, 2017. (査読有)

[学会発表] (計 6 件)

- ① Bandara N., Raghavan V., Yoshida D., Fenoy G., Mobile Data Collection with Human and Sensor Inputs, FOSS4G Europe 2017, 2017 年 7 月, パリ, フランス.
- ② Realini E., Yoshida D., Caldera S., Uchida M., Precise monitoring experiment by geodetic-grade and

consumer-grade GNSS receivers, with permanent and virtual reference stations, ISGNSS2015, Kyoto, 2015年11月16日, 京都

- ③ Caldera S., Realini E., Yoshida D., Experiments on Long-term Geodetic Monitoring by Low-cost GNSS Receivers and goGPS Positioning Engine, FOSS4G2015, Seoul, 2015年9月14日, ソウル, 大韓民国.
- ④ Caldera S., Realini E., Yoshida D., Geodetic monitoring experiment by low-cost GNSS receivers and goGPS positioning engine, FOSS4G-Europe 2015, 2015年07月, コモ, イタリア.
- ⑤ Realini E., Yoshida D., Reguzzoni M., GNSS Raw Data Logging Application Using Open Source Positioning Engine goGPS, GIS-IDEAS 2014, 2014年12月6日, ダナン, ベトナム.
- ⑥ Yoshida D., Realini E., Reguzzoni M., Status report of the goGPS Project, FOSS4G-ASIA2014 Bangkok, 2014年12月2日, バンコク, タイ.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

- goGPS Project:  
<http://www.gogps-project.org>
- goGPS (Java 版)

[https://github.com/goGPS-Project/goGPS\\_Java](https://github.com/goGPS-Project/goGPS_Java)  
• goGPS (PPP support)  
[https://github.com/goGPS-Project/goGPS\\_MATLAB/releases](https://github.com/goGPS-Project/goGPS_MATLAB/releases)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 大介 (YOSHIDA, Daisuke)  
大阪市立大学・大学院創造都市研究科  
• 准教授

研究者番号 : 00555344

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

レアリーニ エウジェニオ  
(REALINI, Eugenio)

Geomatics Research & Development s.r.l.  
(イタリア)

内田雅之 (UCHIDA, Masayuki)  
株式会社ニコン・トリンプル