

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23654161

研究課題名(和文) 携帯電話網を使った火山観測機器のデータ通信コアシステムの開発

研究課題名(英文) Development of a data transfer core system for volcano observation using cellphone network

研究代表者

佐伯 和人 (Saiki, Kazuto)

大阪大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：50292363

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：活発に活動する火山に観測ロボットを投入する際に、その成果を左右する最大の課題は、観測ロボットとの通信の確保である。本研究では、既存の携帯電話端末に適切なソフトウェアや付加ハードウェアを加えることで、観測ロボットにコマンドを送り、観測ロボットからの観測データを受信するための、火山観測用データ通信コアシステムを開発した。また、このシステムを無人観測飛行機や無人観測車に搭載し、伊豆大島で、次の火山噴火時の観測に備えた実証試験を行った。

研究成果の概要(英文)：When we operate volcano-observation robot, the key technology is mutual data transfer between a operator and a robot. In this research, we developed a data transfer core system for volcano observation using cellphone network by adding software and additional hardware. The operator sends commands to the observation robot and the robot sends observed data to the operator through the data transfer core system. We set the system to our unmanned aerial vehicle (UAV) and unmanned ground vehicle (UGV) and carried out field tests of the system at Izu-Oshima to prepare the next eruption of Izu-Oshima volcano.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：火山 UGV UAV 携帯電話 伊豆大島 無人観測 ロボット

1. 研究開始当初の背景

遠隔操作や、自律動作する無人観測航空機や無人観測車等を活動的な火山の観測に導入しようという試みはこれまでもなされてきた。その成果を大きく左右するのはデータ通信が確立できるか否かである。例えば、気象庁は2001年に富士重工製の1機当たり1億2500万円の無人観測ヘリコプターを三宅島に投入し火口の撮影にも成功したが、5回目の観測飛行時に帰投命令に反応せず不時着した(菊池, 2006)と報告されている。この事実から申請者らは二つの教訓を得た。一つは、「活動的な危険な火山では、高価な無人機でもロスト(全損)は免れない。ロストを恐れて運用しないよりは、安価な無人機をロスト前提として運用する方が、役に立つ」ということ、もう一つは、「通信の確立は、単独で開発することは難しく、巨大な携帯電話網インフラを利用できる場合は使うべきである」ということである。申請者らは、前者の教訓をもとに、これまでそれぞれが独立して、ロスト覚悟の無人観測飛行機「SKY-1」(佐伯ら, 2010)と、ロスト覚悟の無人観測車「ほむら」(金子ら, 2010)を開発した。本研究は、申請者らが、第二の課題、通信の確立をめざして取り組むものである。

【引用文献】

- ・菊池美弘(2006), 無人ヘリコプターによる火口観測, 気象庁技術報告 128号.
- ・金子克哉・伊藤公一・安部祐一(2010)火山観測用自走式センサー「ほむら」の開発. 火山, 55.
- ・佐伯和人・大場武(2010)火山観測ツールとしての無人観測機の開発. 火山, 55.

2. 研究の目的

活発に活動する火山に観測機器を投入する際に、その成果を左右する最大の課題は、観測機器との通信の確保である。ここで言う通信とは、観測機器にコマンドを送り、観測機器からの観測データを受信する通信をさす。本研究では、特殊な通信機器を開発するのではなく、既存の携帯電話端末に適切なソフトウェアや付加ハードウェアを加えることで、誰でも安価で手軽に使える火山観測用データ通信コアシステムを開発することである。また、申請者自らが開発してきた無人観測移動体プラットフォームで通信コアシステムの実証試験を行う。

「ロスト覚悟の無人機」という申請者らが近年暖めて来た構想が、通信手段を得て完成すれば、今後の火山観測では、火口撮像、火山灰採取、各種データ測定等これまで危険で近寄れなかった近接領域での観測ができるようになる。また、火山観測固定機器を独自の工夫で開発している若手研究者らに、機器にコマンドを送ったり、機器からデータを

信したりできる汎用的な通信手段を安価に提供し、当該機器の性能や運用の利便性を引き上げることに貢献できると考える。

3. 研究の方法

まず、火山観測機用通信コアシステムの開発を行う。携帯電話の packets 送受信機能での通信は、ユーザーが制御できなかつたり、特殊な契約が必要であつたりするので、packets 機能は使わず、音声通話信号をデータ相互転送に利用できるモデムシステムと測定装置接続回路を組み合わせた通信コアシステムを開発する。

次に、火山での運用実証試験を行う。既に申請者らが開発している無人観測飛行機や車を使って、通信コアシステムを実際の火山フィールドで実証運用を行い、問題点を修正し、現場の観測で有効に使えることを示す。

4. 研究成果

2011 年度

iPhone 端末を使用する試みでは、iPhone をサーバー化してインターネット経由で iPhone に命令を送信したり、iPhone から情報を発信することができるソフトウェアを開発した。また、iPhone とワンボードマイコンを接続する音声モデムを作成し、iPhone からサーボモーターを駆動できる装置を作成した。以上により iPhone でロボットを遠隔操作するシステムの基本形が完成した。システム試験用の簡易なロボット車「Land-1」を作成し、伊豆大島にて火山地形でロボットを遠隔操作する実証試験を行い、基本的な移動操作ができることを確認した。

一方、FOMA 携帯端末を使用する試みでは、携帯電話を用いて音声通話に使用する無線帯域を用いたデータ転送システムの開発を、FOMA の携帯端末、および、既に製品化されている音声信号・デジタル信号変換モデム(suntechEU-MPM2)を用いて行った。また、基地局となる一般のパーソナルコンピュータと、火山を観測する移動ロボットである「ほむら」との間で、双方向のデータ通信を行うことのできるシステムを製作した。さらに、予備的な試験として、大学構内にて、このシステムを搭載して、基地局 PC と「ほむら」との間の通信試験を行った。その結果、データの双方向通信が確立し、基地局からの「ほむら」の操縦、および「ほむら」からの観測データの基地局における取得が可能であることを確認した。一方で、現段階において、通信におけるタイムラグが1秒程度あり、リアルタイムの操縦がスムーズにいかない問題が明らかになった。

2012 年度

iPhone 端末を使用する試みでは、昨年度の iPhone をサーバー化する方式から、より安定

運用でき、運用の自由度も高い、外部のサーバーと連携する方式へと改良した。観測ロボットを制御する iPhone に命令を送信したり、iPhone から情報を受信する際には、一度外部のサーバーを経由する方式とした。また、外部サーバーでは、コマンドや情報を MySQL というデータベースシステムに保存し、通信が不安定な場合でも転送された情報を有効活用できるようにした。このシステムを試験用の簡易なロボット車「Land-1」に搭載し、伊豆大島にて実証試験を行い、外部データベースとのデータのやりとりが現地でも可能なことを確認した。

一方、FOMA 携帯端末を使用する試みでは、基地局とロボット間の通信におけるタイムラグが 1 秒ほど存在し、遠隔地よりの操縦において、機敏に走行する状態には達していない。しかしながら、火山を観測する移動ロボットである「ほむら」にこのシステムを搭載し、伊豆大島において、2km 以上離れた場所からの遠隔操作を試みた結果、「ほむら」車体に搭載したカメラの画像と合わせて、遠隔操縦による走行が可能であることを確認した。また、夜間、伊豆大島裏砂漠地域に放置し、宿泊地より FOMA を用いて「ほむら」を制御する試験も行い、それが可能であること、さらに、一晩夜露に濡れる状態であっても、「ほむら」の機体および制御系には問題が生じないことを確認した。

2013 年度

iPhone 端末を使用する試みでは、iPhone から各種の観測データを研究室のサーバーに自動送信し、研究室の MySQL データベースに保存する方式を確立した。また、ロボットへ送る制御コマンドも、MySQL サーバーに iPhone から自発的に検索に行き、未実行コマンドを探し出して実行する機能を確立した。このことにより、通信が不安定な状況でも、通信接続機会を最大限利用して情報のやりとりをできるコアシステムが完成した。火山学会会場でロボット制御のデモンストレーションを行った。また、伊豆大島の様々な場所に本システムを運ぶことによって、携帯電話通信が確立する場所を自動で把握することに成功した。

FOMA 端末を用いた試みでは、FOMA の 64K データ通信を使用して、我々が開発している車両型ロボット、火山観測用自走式センサー「ほむら」を遠隔地の基地局より制御するシステムを完成した。この通信方式において、ロボットに搭載したカメラから、ロボットを操縦するのに現実的なコマ数の画像(1.5 コマ/秒)を取得することができる。伊豆大島で行った野外実験では、火山山頂より約 2km 離れた場所からロボットを操縦して、山頂まで遠隔操縦により走行させた。また、搭載したガスセンサー等の測定器のリアルタイムのデータ取得、および、ロボットに観測データを蓄積させ、後でまとめてデータを回収する

など、現実的な火山観測のための観測システムを構築した。

研究の応用で伊豆大島ライブカメラシステムの運用を開始した。民間協力によって、観測カメラを大島の各所に設置するという試みで、第一号カメラを大島温泉ホテルの協力で動かしはじめた。今後、カメラの台数および設置場所を増やして行く計画である。

iPhone および FOMA の通信網をロボットや観測機器の通信手段として活用するシステムを開発し、運用実績も積む事ができた。今後は、このシステムを自らの火山観測で活用する他、他の研究者の観測にも役立てて行く予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

①佐伯 和人、火山観測ロボット実証試験場の選定と実証試験運営の試み、日本惑星科学会誌、招待論文査読無、Vol.21、2012、pp.94-102.

②佐伯 和人、火山に集う無人観測ロボット、Make: Technology on Your Time、査読無、Vol.11、2011、pp.36-39.

[学会発表] (計 10 件)

①佐伯 和人、市原 美恵、次の伊豆大島噴火における無人観測ロボット活用のための準備活動、日本地球惑星科学連合 2014 年大会、2014 年 4 月 28 日～2014 年 5 月 2 日、神奈川県横浜市

②佐伯 和人、火山観測ロボット野外実証試験活動報告、日本惑星科学会 2013 年度秋季大会、2013 年 11 月 20 日～11 月 22 日、沖縄県石垣市

③金子 克哉、火山観測用自走式センサー「ほむら」の開発 FOMA による無線通信、日本火山学会 2013 年度秋季大会、2013 年 9 月 29 日～10 月 1 日、福島県猪苗代町

④佐伯 和人、iPhone を使った火山観測ロボット制御・情報公開システムの開発、日本火山学会 2013 年度秋季大会、2013 年 9 月 29 日～10 月 1 日、福島県猪苗代町

⑤佐伯 和人、
次の伊豆大島噴火における無人観測ロボットの活用提案、
日本地球惑星科学連合大会、
2013年5月19日～5月24日、
千葉県千葉市

⑥佐伯 和人、
iPhoneを使った火山観測ロボット制御システムの開発、
日本火山学会2012年度秋季大会、
2012年10月14日～2012年10月16日、長野県御代田町

⑦佐伯 和人、実政 光久、
GPS 自律航法システム搭載火山観測小型無人機の開発、
日本地球惑星科学連合2011年大会、
2011年5月23日、
千葉県千葉市

⑧金子 克哉、伊藤 公一、安部 祐一、岩堀 功大、
火山観測用無線操縦自走式センサー「ほむら」による三原山火山裏砂漠 および火山体斜面の走行試験、
第三回伊豆大島無人観測ロボットシンポジウム、2011年10月27日、
東京都大島町

⑨佐伯 和人、実政 光久
無人観測機 Sky-1 による空中撮影試験、および、携帯電話回線を使った無人観測車の遠隔操縦実験、
第三回伊豆大島無人観測ロボットシンポジウム、2011年10月27日、
東京都大島町

⑩佐伯 和人、実政 光久、
iPhoneを使った火山観測移動体コアシステムの開発、
日本火山学会秋季大会、
2011年10月2日、
北海道旭川市

[その他]

ホームページ等
伊豆大島無人観測ロボットシンポジウム
<http://www.volcano-robot.org/index.html>

伊豆大島ライブカメラ
http://www.volcano-robot.org/oshima_camera/monitor_top.php

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐伯 和人 (SAIKI, Kazuto)
大阪大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：50292363

(2) 研究分担者

金子 克哉 (KANEKO, Katsuya)
京都大学・人間環境学研究科・助教
研究者番号：40335229