

全方位カメラを搭載したバルーンによる広域監視システムの提案

有村 実剛^{1,a)} 橋本浩二² 柴田 義孝^{2,b)}

東日本大震災において津波で大規模な被害を受けた。震災発生直後の被災地の情報を迅速収集し提供することが求められている。しかし、津波や余震の影響で現地に立ち入れない場合がある。そこで本稿では上空から撮影可能にするためのバルーン的设计を行い、全方位カメラに魚眼レンズを用いて空撮することで広域を監視できるシステムを提案する。

1. はじめに

日本は国土の7割以上を山地が占める山国である。このためあらゆる社会インフラの整備において山間部への敷設が問題となっており、情報インフラもまた例外ではない。また、同時に日本では自然災害が多発しており、地震やそれに伴う津波の発生回数・被害規模は世界でもトップクラスである。

2011年3月に発生した東日本大震災において津波で大規模な被害を受けた。震災発生直後の被災地の情報を迅速に収集し提供することが求められている。また、震災により孤立した集落や広域な被災地の家屋の倒壊や道路の分断といった情報は救助活動を進める上で重要な情報であるが、津波や余震によって立ち入れない場合がある。

そこで本稿では、上空から撮影を可能にするためのバルーン的设计を行い、全方位カメラを用いて空撮を行うことで広域を監視できるシステムを提案する。

2. システム概要



図1. システム概要

本稿で提案するシステムは全方位カメラと無線 LAN ルータを搭載した複数の係留型のバルーンのユニットと、画像処理に使用する映像監視サーバで構成される。図1で示すように、本システムでは複数の係留バルーンのユニットを打ち上げ、広域をカバーし、Multi-Hop 通信で映像伝送を行い、それらの映像を監視サーバに転送できるように構成される。カメラや無線 LAN ルータに必要なとされる電力

は、バルーン下に設置した太陽光発電パネルを用いて供給する。それぞれのバルーンユニットに搭載された全方位カメラは撮影した映像を、ワイヤレスネットワークを通じて監視サーバに転送される。監視サーバは受信した映像のパノラマ展開処理を行い表示する機能を果たす。

3. システムアーキテクチャ

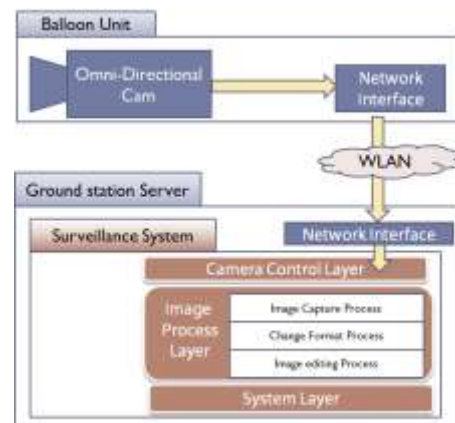


図2. システムアーキテクチャ

本システムにおける監視サーバのシステムアーキテクチャは図2で示すように構成される。Balloon Unit は全方位カメラと無線 LAN ルータで構成されており、地上の監視サーバはワイヤレスで全方位カメラからの映像を取得する。地上の監視サーバで稼働するシステムは主に3つのレイヤーで構成されている。

Camera Control Layer はバルーンに搭載したカメラとの接続を管理する。また、解像度の調整や画像の圧縮率の調整を行える制御機能を提供する。

Image Process Layer では画像に関する処理を行う。Image Capture Process ではカメラからの映像の取得を行う。Change Format Process では全方位カメラから取得した映像を OpenCV で扱えるようにフォーマット変換を行う。Image editing Process では映像のパノラマ展開や拡大処理など画像変換に関する処理を行う。

System Manager はシステム内のイベントの処理等のシステム全般に関する処理が行われる。

1 岩手県立大学大学院
Graduate School of Iwate Prefectural University,

2 岩手県立大学
Iwate Prefectural University
a) g231k003@s.iwate-pu.ac.jp
b) shibata@iwate-pu.ac.jp

4. 全方位展開処理



図 3. カメラ機器と魚眼レンズを装着した画像



図 4. 魚眼レンズと PAL レンズの比較

本システムは図 3 に示すように、魚眼レンズを装着した全方位カメラを使用する。魚眼レンズを採用することで周囲 360 度の映像と、図 4 のように PAL レンズでは死角になるカメラの真下の映像を取得できる。



図 5. 全方位展開処理後のパノラマ画像



図 6. カメラ真下の画像(左)と拡大画像(右)

全方位展開処理は本研究室で開発された全方位ミドルウェアを使用して行われる^[1]。全方位展開処理を行うことで、図 5 のように、カメラから取得した環状画像をパノラマ画像に変換することができる。また、全方位展開処理にかえて、図 6 のように全方位展開時に切り捨てられる真下の画像を取得や、パノラマ画像の部分拡大等の機能も可能である。

5. 監視ビューア



図 7. 監視ビューアの UI

本システムの監視ビューアは図 7 に示すように、一画面に円形画像、拡大画像、パノラマ展開画像を表示する。また、各バルーンの係留地点を示す地図を表示する。ユーザは円形画像の拡大したい部分を選択することで、部分拡大した映像を閲覧することができる。

6. バルーン構成

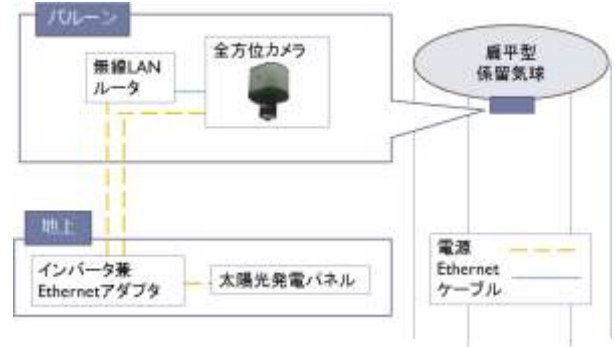


図 8. バルーンに搭載する機器構成

本システムで用いるバルーンの形状は扁平の形を採用する。この形は球体と比べて横風を受ける表面積を小さくすることで抵抗を少なくすることができるだけでなく、揚力による復元力により安定性も増加できる。球体の場合、風に対する水平抗力は 0.2 に対して、扁平型(1:1.8)は 0.08 になる。バルーンにはガスを充填することにより、総重量の役 1.5 倍程度の浮力を利用する^[2]。

バルーンの係留部は一点係留と多点係留を組み合わせたものを採用する。^[3]

電力供給法としては、災害時の運用を想定し、商用電源を必要としない太陽光発電フィルムを用いる。またバルーンを小型化するために、全方位カメラから地上への画像伝送は無線 LAN を通じて行われる。

7. プロトタイプシステム



図 10. プロトタイプシステム構成図

本システムのプロトタイプは図 10 に示す通りである。使用するネットワークカメラは Arecont Vision 社の PM-510 で、2592×1944pixel、1fps ずつ HTTP 接続で取得することが可能である。レンズは OPTART 社の FJ06-2K と呼ばれる魚眼レンズを装着する。太陽光発電パネルはサンパワーソーラー社のものを使用する。無線 LAN ルータは icom 社製の AP-80M を使用する。



図 11.プロトタイプシステムのカメラユニット

バルーンに搭載するユニットは、図 11 のように 三角錐のフレームに固定することで、バルーンに吊り下げられるようにした。

8. 評価実験

本システムでは、上空から人物や建物を判別することを目的としているので、1FPS 以上の映像を取得することを目標とする。そのために本プロトタイプシステムの通信可能範囲の測定を行った。

実験では電界強度、RTT、パケットロス率、スループットの計測を行った。プロトタイプシステムの環境だけではスループットの計測が行えないため、ネットワークカメラに相当する部分にスループット計測用のサーバを用意した。

実験では指向性アンテナが対応している IEEE802.11g の通信規格を用いて計測を行った。

8.1 地上実験

バルーンを用いた実験の前に、地上で予備実験を行った。予備実験は図 12 のように、バルーンと地上間の通信を想定し、無線 LAN ユニットの横から 10 メートル感覚で距離を離し、各地点での通信品質を計測した。



図 12. 予備実験構成図

実際のバルーンと地上間の実験では、地面などの障害物が無いことを想定し、フレネルゾーンを考慮し、アンテナと無線 LAN ルータの位置を 10 メートル地点に設置した。

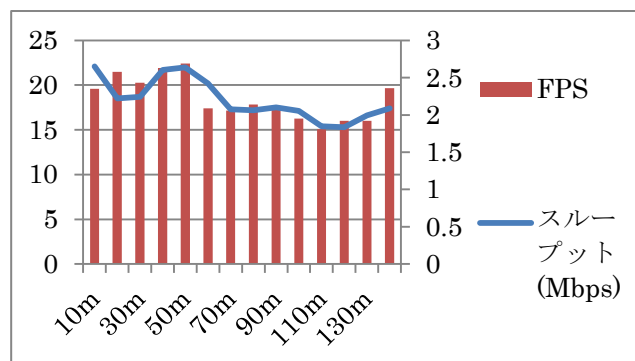


図 13. 地上実験のスループット

地上実験では実施面積の都合上、140 メートル地点までしか測定することが出来なかった。

各地点のスループットは図 13 が示す通り、50 メートル地点までは 20Mbps を超えていたが、それ以降は 15Mbps 前後まで下がった。しかし、カメラのフレームレートは 140 メートル地点でも 2FPS 以上取得することが出来た。

8.2 バルーン実験

本プロトタイプシステムの上空における通信可能範囲の測定を図 14 のような構成で行った。

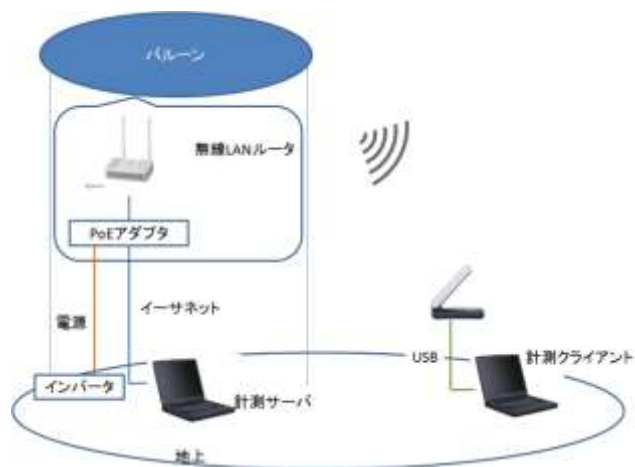


図 14 バルーン実験構成図

無線 LAN ルータを搭載したバルーンを 40m 上空で固定し、20 メートル間隔で通信品質の測定を行った。

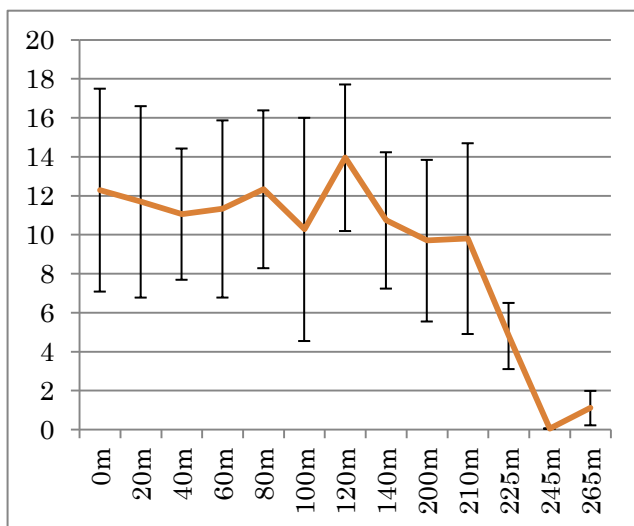


図 15 バルーン実験のスループット

バルーン実験では、バルーンの下から 200 メートル地点までは 20 メートル間隔で計測を行い、それ以降はスループットが落ちる範囲を見極めるために、10-15 メートル間隔で計測を行った。

実験当日は、風が強く吹いていたこともあり、スループットが大きく変化したが、安定していた場合、地上実験に近いスループットでの通信を行うことが出来た。

カメラのフレームレートの測定も天候の影響で、実測することができなかったが、平均的なスループットは地上実験の約半部なので、1 フレーム以上を取得することが可能だと考えられる。通信距離は 210 メートル地点を堺にスループットが大きく落ちた。このため、本プロトタイプの通信可能範囲は半径 200 メートルが最適であることがわかった。

9. まとめ

本稿では、全方位カメラを用いたバルーンによる広域監視システムを提案した。これによって、災害時に立ち入り困難な被災地や中山間地域での広域監視を行うことができる。またバルーンについて、軽量の機器で構成されているため少量のヘリウムガスで打ち上げることができる。さらに太陽光発電フィルムを用いることで、商業電源に頼ることなく、運用することが可能となる。今後、実際のカメラのフレームレートの計測、人物や対象物が視認できる距離の測定、さらに適切なパノラマ展開手法、効率の良い映像圧縮法とそのアルゴリズムを検討及び開発を行っていく。

参考文献

- 1) 米田裕也, 橋本浩二, 柴田義孝: 高解像度全方位映像の利用と通信のためのミドルウェアの開発, 情報処理学会第 68 回全国大会, pp581-582(2006)
- 2) 総務省 東北総合通信局: 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 報告書,

<http://www.soumu.go.jp/soutsu/tohoku/houkoku/H19/balloon/pdf/balloon.pdf>

3) 小野里雅彦: 災害用係留型情報気球 InfoBalloon の開発, <http://dse.ssi.ist.hokudai.ac.jp/~onosato/InfoBalloon/index.html>

4) <http://opencv.willowgarage.com/wiki/>

5) 日本無線株式会社(2014 年 2 月 10 日閲覧), http://www.jrc.co.jp/jp/product/wireless_lan/support/faq_asw.html