

WINDS 衛星を介した災害時バックアップ通信および防災情報通報システムの研究開発 (082310011)

Research and development of back-up communication system through WINDS satellite and information system for disaster mitigation

研究代表者

新井康平 佐賀大学

Kohei Arai Saga University

研究分担者

八坂哲雄† 升屋正人†† 藤崎清孝††† 宮原照昌††††

Testuo Yasaka, Masato Masuya, Kiyotaka Fujisaki and Terumasa Miyahara

†九州大学、††鹿児島大学、†††九州大学大学院、††††(株)エルム

Kyushu University, Kagoshima University, Graduate School of Kyushu University, Elm Co.Ltd.

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

概要

防災情報、被災状況を観測した衛星データの送受信、被災状況を撮像した動画および気象ロボット計測データの送受信、防災情報通報所要時間の短縮、降雨減衰模擬実験を実施した。その結果、WINDS 衛星を介した回線へのバックアップ切り替え(10 分以内)、TCP/IP プロトコルによる IP 伝送実験におけるアクセラレータ依存性、OS 依存性、ネットワーク性能評価方法の確立を確認した。

Abstract

Experiments on disaster mitigation data (remote sensing satellite data, moving picture as well as meteorological robot data) transmissions with TCP and UDP protocols through Internet satellite of the WINDS were conducted for establishment of a back-up communication link as disaster occur. Performance of the accelerator for overcoming 0.8 second of time delay between sender and receiver was evaluated together with OS dependency. Also it is confirmed that the back-up communication link is set-up within 10 minutes (antenna deployment and parameter setting).

1. まえがき

WINDS 衛星は平成 20 年 2 月に打ち上げられた。現在、ミッションチェックを JAXA・NICT が実施し、既に総務省の「WINDS 衛星の利活用に係る公募研究」に採択され、平成 21 年 3 月の利用が許可されている機関が実験を行っている。筆者達は WINDS 衛星を地域における災害時のバックアップ通信路として利用するシステムが地域に役立つことを実証するとともに地すべり等の地域的災害監視のための防災情報通報システムを実証している。

WINDS 衛星と地球局との間に電波伝搬遅延および WINDS 衛星搭載の ATM スイッチに 0.8 秒の遅延があり、これが TCP/IP 通信の際の ACKNOWLEDGE 等のデータ転送手順における妨げになり、実効伝送速度は極めて甚大な劣化を招く。この克服のため、ハードウェアによるネットワークアクセラレータが開発され、その性能が確認されている。しかし、高価なシステムであり、同等の性能を保証した、安価なシステムが期待されている。

WINDS 衛星を介した回線を災害、障害時に確立することにより、災害、障害時に既存の回線が切断されたとしても WINDS 衛星を介した回線に切り替えることによりバックアップ回線確保が可能となる。このような災害、障害時に重要な情報、すなわち、被災状況、避難情報、障害復旧のためのログ情報等をバックアップ回線を用いて通信することにより、障害復旧を早期に行うことができるようになり、被災地域住民を早期に避難させることもできるようになる。

九州大学、佐賀大学、(株)エルムを WINDS 衛星を介したネットワークによって接続し、被災情報を GIS 表示したデータを伝送するシステムを構築した。そのため、本

実験では 3 機関を WINDS 衛星を介して IP 接続している。端末からルーターを介し、ソフトウェアベースアクセラレータ(ハードウェアアクセラレータ[5]を比較対象とした)に接続し、その後、Internal Data Unit (IDU)および Outer Data Unit (ODU)を介して WINDS アンテナ(可搬型 VSAT アンテナ)に接続している。また、九州地域、中でも鹿児島県の離島地域における地域的防災情報通報システムを実現することを目的として、鹿児島県の離島における WINDS 衛星利用防災情報通知システムの実用性評価を行った。

2. 研究内容及び成果

実験コンフィギュレーションを図 1 に示す。この VSAT アンテナ展開に要する時間を計測し、災害時バックアップ通信リンク確立に要する時間を判定した。

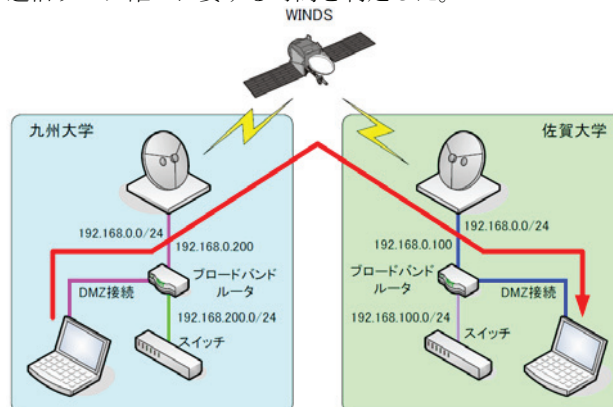


図 1 WINDS 衛星を介した災害時バックアップリンク

また、ルータの前にアクセラレータを挿入し、TCP/IP 伝送におけるウィンドサイズをチューニングして0.8秒の遅延時間に対処する方法をとった。その結果、以下に示す伝送レートを確認した。

```

SkyX ON File: WindsTestSmall.dat (1079064 bytes)
Sender/Receiver Time(s) Data rate(Kbytes/sec)
Kyushu U.→Saga U. 1.06 1016.07
Saga U.→Kyushu U. 1.08 1000.99
SkyX OFF File: WindsTestSmall.dat (1079064 bytes)
Sender/Receiver Time(s) Data rate(Kbytes/sec)
Kyushu U.→Saga U. 129.92 8.31
Saga U.→Kyushu U. 146.63 7.36
SkyX ON File: WindsTest.dat (310677846 bytes)
Sender/Receiver Time(s) Data rate(Kbytes/sec)
Kyushu U.→Saga U. 84.61 3671.88
Saga U.→Kyushu U. 75.94 4091.20

```

ftp transmission with SkyX is 125 time faster than that without SkyX

このことから、アクセラレータの効果は125倍にも達することが確認できた。また、当該効果のOS依存性についても検討した。結果は以下の示す通り、VISTA-VISTAの場合が最も伝送性能が良いことが分かった。これは、VISTAに備わっている「ウィンドサイズの自動チューニング機能」が功を奏していると考えられる。

Vista-Vista: SkyX ON 1.33sec 813.77 kbyte/sec
 Vista-Vista: SkyX OFF 29.56sec 36.54 kbyte/sec

XP-XP: SkyX OFF 146.85sec 7.4 kbyte/sec
 Vista-Vista: SkyX OFF 29.56sec 36.54 kbyte/sec

It is confirmed that Auto Tuning function included in the Windows Vista does work for acceleration of TCP/IP Data transmission by 4.97 time

一般にアクセラレータは高価であり、生産中止になる機器も少なくないことからソフトウェアアクセラレータを構築し、予備実験を実施した。ファイルサイズの異なる防災情報を模擬したダミーデータ File: WindsTestSmall.dat (1079064 bytes) および File: WindsTest.dat (310677846 bytes)を用いてソフトウェアアクセラレータの性能を評価したところ、以下のようにSkyXに比べても遜色ない性能を示すことが分かった。また、特に、大きいサイズのファイル転送には効果があることが分かった。

○WindsTestSmall.dat 送信にかかった時間
 SkyX 1.08sec
 ソフトウェア・ネットワークアクセラレータ 1.42sec
 ○WindsTest.dat 送信にかかった時間
 SkyX 75.94 sec
 ソフトウェア・ネットワークアクセラレータ 64.69sec
 これらから実効データレートは、以下の通りである。
 ○WindsTestSmall.dat 送信におけるデータレート
 SkyX 1.0Mbps
 ソフトウェア・ネットワークアクセラレータ 0.76Mbps
 ○WindsTest.dat 送信におけるデータレート
 SkyX 0.41Mbp
 ソフトウェア・ネットワークアクセラレータ 0.48Mbps

TCPの遅延問題を解決する方法として、ACKの通知時間を短くすることが最も有効な方法との結論を得た。ただし、この方法ではTCPで行っているデータ転送の保証を別プロトコルで確実に行う必要がある。SkyXはTCPをXTPに変換することで高速化を行っており、この提案方法と類似であると考えられる。

鹿児島県の離島におけるWINDS衛星利用防災情報通知システムについて、マルチホーミングルーターAscenLink 200iを用いて衛星インターネット回線とFOMA回線を冗長接続し、相互に補完的に利用できることを確認した。具体的には、通常は衛星インターネット回線を使用する設定とし、人為的に衛星インターネット回線側のケーブルを抜いた時に、自動的にFOMA回線に切り替わることを確認した。また、降雨により衛星回線が切断された際に、自動的に切替が行われることも確認した。FOMA回

線にはIJJモバイルによるMVNO回線を使用し、N2502をモバイルルーターI-OデータWN-G54/DCRに接続して常時接続を実現した。また、25GHz帯無線通信への降雨の影響をJRC NTG-2500と気象センサーDAVIS Vantage Pro2を用いて評価したところ、降雨量にほぼ比例して減衰が確認できた。また、降雨時においてKu帯衛星を利用したJSATの衛星インターネット回線も途絶が確認されている。

3. むすび

本研究開発を通じて以下の機能、性能を確認した。

- (1) 防災情報、被災状況を観測した衛星データ(MODIS250m)の送受信をUDPプロトコルにて行い、初期の想定性能にて問題なく送受信できることを確認した。
- (2) 被災状況を撮像した動画像(Skype)の送受信を行い、良好な画質にて可能であることを確認した。これらに要する時間は10秒以内である。
- (3) 地方自治体から災害対策本部を經由して避難情報を通報するための所要時間を10分短縮可能なことを確認した。
- (4) 電波吸収体による降雨減衰模擬実験の結果、衛星画像、動画像、気象ロボットデータのある程度はロスなしにて送受信が可能であることを確認した。減衰をアッテナにて実現した実験では臨界点を越えると途端に送受信が不可能になることも分かった。
- (5) WINDSを介したバックアップ通信路の確保に要する時間は可搬型VSAT1mφアンテナの組み立てに係る10分であることが分かった。WINDS衛星を介した回線へのバックアップ切り替えが容易に行えることを確認した。
- (6) TCP/IPプロトコルによるIP伝送実験におけるアクセラレータ(SkyX)の効果は絶大であった。OS依存性を確認したところ、Vista-Vistaが最良であることを確認した。これはVistaの『TCP受信ウィンドウ自動チューニング』が効果をもたらしている。
- (7) ソフトウェアアクセラレータの効果もSkyXと同様にあることが分かった。特に、ACK短縮処理が功を奏していることが分かった。これは、ハードウェアベースのネットワークアクセラレータの性能に遜色のない伝送レート向上効果である。

【誌上発表リスト】

- [1] 新井康平、藤崎清孝、池見洋明、升屋正人、宮原照昌、WINDS衛星を介した災害時バックアップ通信、理工学部集報、38、2、7-12、2009。
- [2] 新井康平、藤崎清孝、池見洋明、Ibrahim Djawaluddin、升屋正人、宮原照昌、ソフトウェアアクセラレータによる高速TCP伝送とGISクライアントサーバモデルのWINDS衛星を介した伝送実験、理工学部集報、38、2、13-18、2009。
- [3] 升屋正人、相羽俊生、下園浩一、“トカラ皆既日食7島中継プロジェクト”、大学情報システム環境研究、2010

【報道発表リスト】

- [1] “トカラ皆既日食7島中継プロジェクト”、2009年7月17日NHK全国ニュースほか新聞、テレビ報道多数
- [2] 災害時の通信網確保、地すべり予知の研究も、佐賀新聞2008年8月21日
- [3] 佐賀大学新井教授グループ災害時の通信遮断を想定、衛星で情報送受信実験、佐賀新聞2009年3月10日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://eclipse.cc.kagoshima-u.ac.jp/>、皆既日食中継に関する情報提供及びストリーミング配信を実施、2009年6月22日～7月23日までに228,577ヒット。