

マルチメディア衛星通信に関する考察

嶋本 薫 角田 眞徳 前沢 裕之 小野里 好邦

群馬大学 工学部

〒 376 群馬県桐生市天神町 1 丁目 5 番 1 号

群馬大学工学部情報工学科

嶋本 薫

あらまし 簡易性および低コストのため増加傾向にある超小型地球局 (VSAT: Very Small Aperture Terminal) は衛星通信メディアをパーソナルな通信メディアとして活用する可能性を与える近未来的なシステムである。本研究では、実衛星を用いたマルチメディア通信実験などを通して衛星通信による TV 会議システムを構築する場合の諸問題を考察する。特に多地点間での同時会議を実現するための接続方式を考察し、ハードウェアや所要チャネル数などによる比較検討を行ない、新しい発言局切替え方式などの提案を行なった。

和文キーワード マルチメディア通信, 衛星通信, VSAT, アクセス方式

A Note on Multimedia Satellite Communication

Shigeru SHIMAMOTO Masanori SUMIDA Hiroyuki MAEZAWA

Yoshikuni ONOZATO

Dept. of Computer Science, Gunma University

Shigeru SHIMAMOTO

1-5-1 Tenjin-cho, Kiryu, Gunma, 376 Japan

Abstract VSAT (Very Small Aperture Terminal) systems have been used for various kinds of computer network systems, due to its cost-efficiency and easiness of implementation. In this paper, we document the design and operation of multimedia conference systems employing satellite communications. We also study some access methods to manage multi-point multimedia conference and propose new access methods to make good use of satellite communication for multimedia conference.

英文 key words Multimedia Communication, Packet Radio Communication, VSAT, Access Scheme

1 はじめに

近年、通信技術及びその関連技術の発展は著しく、様々な形態の通信網が実現化され今日の社会を支えている。衛星通信の分野では、従来の大型アンテナを用いた基地局による集合通信形態から、より分散化されたパーソナルな通信媒体としての使用方法がクローズアップされている。現在では、衛星放送の個人受信は完全に一般レベルに浸透し、複数衛星の受信による、さらなる多チャンネル化へと移行しつつある。これらの衛星通信設備は当然、受信専用であるが、近年では小型で簡易な地球局による双方向通信が可能となり、衛星通信が今後より身近なメディアとして活用されることが期待できる。

群馬大学では超小型地球局 (VSAT: Very Small Aperture Terminal) の設備を持ち、実用衛星である JCSAT ((株)日本サテライトシステムズ所有) を利用した、衛星通信実験が可能である。本研究は VSAT を用いたマルチメディア衛星通信実験として、1対1通信、多地点間通信を行ない、衛星通信を用いた TV 会議システムでの問題点を明らかにし、新しい接続方式等について考察する。

従来、マルチメディア通信システムに関しては、様々な研究が行なわれている。^{[1]~[9]} 本研究では衛星通信を用いたマルチメディア通信システムを構築するために、衛星固有の特徴である、同報性、多元接続性の利点を活用し、欠点である伝搬遅延の問題を解決する手法を考察する。本稿では、まず実際行なった複数地上局によるマルチメディア衛星通信実験の概要を示し、問題点などを考察する。更に、今後可能と考えられる様々な接続形態を考察し、衛星通信の持つ同報性、多元接続性の利点を生かしたシステム構築技術を開発する。

以上の研究の成果により衛星通信の分散化利用環境の可能性を広げ、PCS (Personal Communication System) 等の新しい通信分野として再構築することを目標とする。

2 マルチメディア衛星通信実験システム

本研究では VSAT による実衛星を使用した環境での、マルチメディア通信実験を行なった。実験システムの概要を以下に示す。

2.1 VSAT システム

VSAT システムの諸元を表 1 に示す。VSAT システムは大きくアンテナ装置、室外装置 (ODU: Out Door Unit) と室内装置 (IDU: In Door Unit) より構成される。アンテナは小型で高効率であり、地上約 35,800km もの遠距離の静止衛星に対する送信電力も僅か 0.1W 程度で十分である。ODU

は、屋外のパラボラアンテナの前部に取り付けられた周波数変換装置で、屋内に設置されている IDU とは中間周波数を使って送受信が行なわれる。IDU は、V.35 シリアルポートから入力されたデータを符号化して、それを QPSK の中間周波数として ODU に送りだし、ODU からの受信信号を復調および復号化し、出力する。

アンテナ装置	
アンテナ形式	オフセット・パラボラ
周波数範囲	送信: 14.0~14.5GHz 受信: 12.25~12.75GHz
偏波	直交直線偏波
利得	送信: 46.2dB 以上 (14.45GHz) 受信: 45.4dB 以上 (12.5GHz)
反射鏡有効径	1.8mφ
屋外装置 (ODU: Out-Door Unit)	
(送信部)	
入力周波数	1.3~1.8GHz
出力周波数	14~14.5GHz
入力レベル	-5~-40dBm
最大出力レベル	3W(飽和)
出力電力調節範囲	+33dBm~+16dBm
出力安定度	+2dB 以内 (最大出力電力時)
(受信部)	
入力周波数	12.25~12.75GHz
出力周波数	0.5~1GHz
利得	53dB(標準)
受信雑音温度	250K 以下 (+25 °C)
受信入力レベル	-80~-132dBm(1波当たり)
屋内装置 (IDU: In-Door Unit)	
送信出力周波数	1.3~1.8GHz
送信出力レベル	0~-5dBm
受信入力周波数	0.502~1.002GHz
受信入力レベル	-73.5dBm±15dBm
変調方式	QPSK, 128bauds
シンボルレート	64kbps
インターフェース形式	V.35

表 1 VSAT システムの諸元

2.2 CODEC

本実験で使用した CODEC の諸元を表 2 に示す。CODEC は 64Kbps におけるカラー動画像と音声を同時に送受信可能な能力を持つ。また、更に 9600bps 程度のデータ通信も同時に可能であり、音声/画像/データの多重化が実現可能である。本実験の概略図を図 1 に示す。また、実験の円滑な運営を行なうための衛星通信監視/制御システムを作成し、システム全体の管理およびステータスなどの情報取得を行なった。

CODEC	
(画像)	
解像度	256 x 240 pixel
圧縮方式	HVQ
フレームレート	7.5/sec
(音声)	
サンプリングレート	16kHz
量子化	12bit
周波数特性	300-3300Hz ±6dB
SN 比	55dB 以上

表2 CODEC の諸元

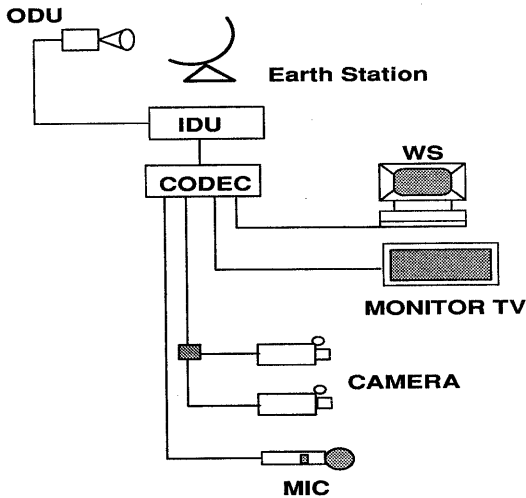


図1 実験設備の概要

3 接続実験

3.1 1対1の接続実験

1対1の接続実験の様子を図2に示す。静止衛星を用いるため、伝搬遅延として約0.25秒の遅れと、CODECによる処理遅延があり、折り返し実験などで確認した結果約0.8秒の伝送遅延が発生していることが判明した。また、64 kbpsによるカラー画像/音声伝送を実現するため画像圧縮を行なっているが、動きの激しい映像に関しては解像度が悪化する問題がある。特に講演会などの発表を伝送する場合は、1台のカメラのみを用いるとOHPと発表者、聴衆などを撮影する際にパン、ズームイン/アウトを繁雑に行なう必要があり、好ましくない。

従って、図1に示したように複数のカメラを切替えて、カメラの動作を極力押える必要がある。また、音声に関しては、講演会などのPAの音をマイクで拾わず、PAから直接

ライン接続によって、音声を取得することが好ましい。また、音声に関しては高域を若干ブーストした方が明瞭度を向上させる上で有効であることが判明した。

本学では、これらの設備を用い、北海道大学、東北学院大学、早稲田大学、大阪市立大学などと通信実験を行ない、学会や講演会などを行ない大学間の交流を図っている。



図2 実験風景 (群馬大学<->大阪市立大学)

3.2 多地点間の接続実験 (スター型)

図3に実験で使用したスター (簡易) 型の接続形態を示す。

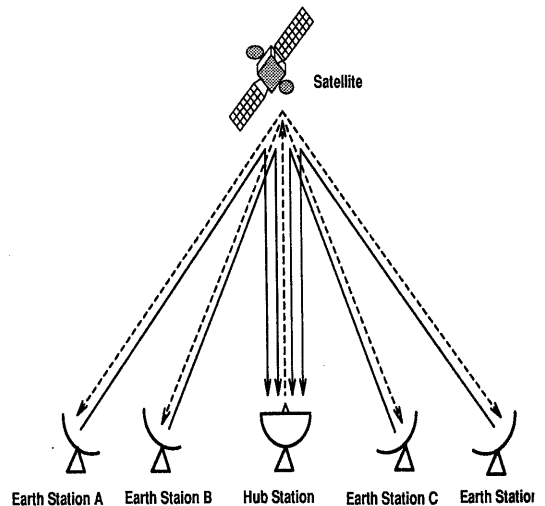


図3 スター (簡易) 型

本方式は衛星通信の特徴である同報性を生かし、中心となるHub局を用い、Hub局において発言局の選択を行ない、

同報として他局に対し送出を行なうものである。この形態は Hub 局において学会等を開催し、各局から順次発表を行ない、残りの局がそれを受信する場合等に適する。利点は比較的容易に実現可能であること、ハードウェアのコストが各局 (Hub 局を含む) で最小限で済むこと、また Hub 局が物理的な制限を受けないことから、どの局も Hub 局として機能可能なこと等が挙げられる。一方欠点として、Hub 局に送出局の選択権があるため、完全なスケジュール方式に基づき運用が必要であること、2 ホップでの送信のため伝送遅延の影響を受け安いことなどが挙げられる。以下に N 局で構成される場合の所要諸元を示す。

スター (簡易) 型	
所要送信機	N
所要周波数	N
所要受信機	N
伝送遅延	2 Hop
制御形態	集中 (完全スケジュール方式)
同時発言局数	2

表3 スター (簡易) 型の所要諸元

実験を行なった結果、発表を順次行なうような場合には適するが、インタラクティブに各局が発言可能ではないため、討論などには不向きであることが判明した。

3.3 リング型

各局がダイジチェーン式に、信号を受信しつつ渡して行く方式。伝搬遅延の影響が局数分響くため、多数局になると適用は難しい。ハードウェア負担は小さく、比較的簡易に実現可能である。図4にリング型の接続形態を示す。

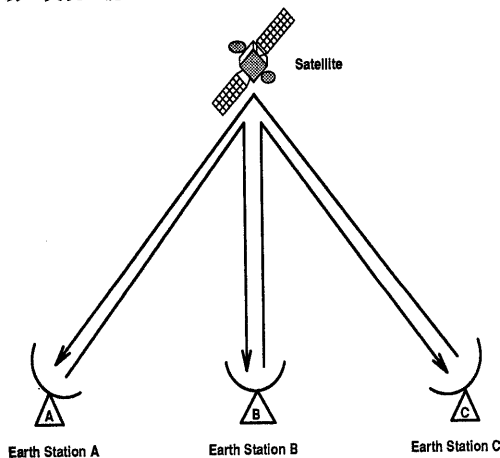


図4 リング型

リング型	
所要送信機	N
所要周波数	N
所要受信機	N
伝送遅延	最大 (N-1) Hop
制御形態	分散
同時発言局数	最大 N

表4 リング型の所要諸元

この方式に関しては、実際に3局間での通信実験を試みたが、何度も CODEC での処理が入るため、若干音質/画質の劣化が見られたが、慣れれば実現不可能なものではない。ただ、遅延は増大するため、スムーズな会議は無理がある。リング型のメリットとしては、最小のハードウェア負担で全局に発言権が常に与えられる点である。数局程度であれば、実用可能と考えられる。

4 マルチメディア衛星通信ネットワーク構築に関する考察

実験では、各局での所要送受信機の数はいずれも1の最小構成だが、複数の受信器および CODEC を持つことでより効率のよいシステムが構築可能である。また、衛星通信のもつ同報性や多元接続性をさらに活用し、衛星通信独自の接続方式が可能である。以下にハードウェアの規模に従ったマルチメディア衛星通信ネットワーク接続方式の例を示す。

4.1 スター (標準) 型

スター (簡易) 型を発展させたスター (標準) 型は、Hub 局となる局のハードウェアを増強し多数局の同時発言を可能とするものである。具体的には、Hub 局における受信機の数複数化し、Hub 局内で各局の音声/画像情報を混合し送出するものである。Hub 局において、参加局数分の受信機が設定可能であれば完全な会議が可能である。また、参加局数分の受信機がない場合は発言局を選択し送出を行なう。発言局の選択方法として簡易な順次検索方式の手順を示す。

- 1) 発言希望局は電波を送出し、希望しない場合、あるいは終了した場合は停波する。
- 2) Hub 局では空いている受信機の周波数を順次変え発言希望局を探す。
- 3) 発言希望局が判明した時点で、該当局の音声/画像情報を混合し送出する。

4) 発言希望局が停波した時点で、受信機によって次の発言希望局を探し始める。

この1) - 4)の手順の繰り返しで、各局の発言要求に従ったシステムが構築出来る。

スター (標準) 型	
所要送信機	N
所要周波数	N
所要受信機	N+a
伝送遅延	2Hop
制御形態	集中 (デマンド割り当て方式)
同時発言局数	1+a

表5 スター型 (標準) の所要諸元

表5にスター型 (標準) の所要諸元を示す。ここで a は Hub 局における準備可能な受信器の数とする。従って、Hub 局を含め 1+a が同時発言可能局数となり、Hub 局以外は最小構成で実現可能であることから、非常に実用的な方式といえる。欠点としては、2Hop の伝送遅延と、Hub 局が固定化されることである。

4.2 オンボード切替え方式

衛星通信を行なう上での最大の欠点は伝搬遅延である。伝搬遅延が存在するためデージーチェーン方式などはその構成が制限され、Hub 局による接続方式では 2Hop 必要となり、会話を形成する際のボトルネックとなる。本稿ではこのような衛星通信固有の問題点である伝搬遅延を克服する技術としてオンボード切替え方式を提案する。すなわち、各局からの信号を衛星で受信、復調を行ない、オンボード処理により発言局を決定し音声/画像データを混合して地上に同報する。図5にオンボード切替え方式のデータの流れを示す。

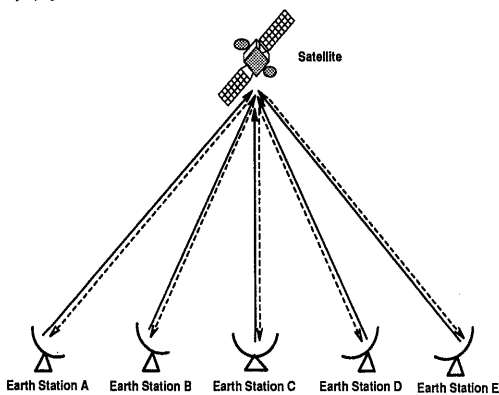


図5 オンボード切替え方式

発言局の選択は使用可能チャンネル数、衛星に搭載可能な送受信器の数によって異なる。全局分のチャンネルが確保可能な場合は、衛星に搭載可能な受信器の数だけ同時発言局が存在するため、順次検索方式などを用いて発言局を決定する。また、全局分のチャンネルが確保不可能な場合は、次章で述べる発言局切替え方式を用いて発言局の選択を行なう必要がある。

オンボード切替え方式の特徴は、まず伝搬遅延に関し常に 1Hop で転送可能である点と、各地上局は最小構成 (送受信機各 1) で済むという利点がある。すなわち、オンボード切替えを行なわない場合、複数局の同時発言を実現させるためには Hub 局を経由して 2Hop となるか、各局でそれぞれ複数の送受信設備を持つ必要があるが、オンボード切替え方式の採用でその欠点が克服される。本方式は今後益々大型化される衛星の可能性として新たな役割を示したものである。

5 発言局切替え方式

複数局で TV 会議を行なう場合、多重化方式を使用しないと 1チャンネルあたり 1局しか発言権はなく、一度発言局が決定すると、チャンネルを他局が使用不可能になるため発言要求が分からない欠点がある。すなわち、新規発言局が同一チャンネルにおいて信号の送出を行なう場合、データの衝突により現発言局および新規発言局双方が転送失敗する問題があるため現発言局が送出終了するのを待つ必要がある。

本稿では VSAT の簡易性/低コスト性を生かしたシステム構築を目標としており TDMA 方式などの多元接続方式を用いず簡易な切替えを行なうものと仮定する。簡易な切替え方式として以下のものが考えられる。

- 1) 発言者順次選択送出方式
- 2) 発言者指名方式
- 3) 地上回線を用いた発言局切替え方式
- 4) 新規発言者が優先な切替え方式

発言者を優先させる場合、新規発言要求者を優先させる場合など会議の種類によって様々なものが考えられるが、発言者順次選択送出方式や発言者指名方式は集中制御であり発言要求が発生した場合に速やかな発言権譲渡が実現出来ない欠点がある。また、地上回線を用いた発言局切替え方式は、地上電話回線などを用い発言要求に基づく回線制御を行なうもので、回線費用などの点で問題があるが容易に実現可能と思われる。本稿では、新規発言要求者を優先させる会議の場合の接続方式として、新規発言者が優先される捕捉効果を用いた切替え方式を提案する。

5.1 捕捉効果を利用した新規発言局優先切替方式

捕捉効果は受信地点において異なる電力レベルが複数受信された場合、最大の電力レベルを持つ信号が誤りなく受信成功するという現象をいう。すなわち、複数の信号が同一チャンネル内に存在した場合、信号間の干渉により通常では全てのデータ転送が失敗するが、捕捉効果により成功する場合があることを意味する。捕捉効果を用いた接続方式に関しては、従来多数の研究報告があり、近年では送出電力を制御することで、意図的に捕捉効果を生み出し衝突解消する方式などの提案がおこなわれている。^{[4]~[6]} 筆者らは、VSATを用いた衛星通信環境における捕捉効果発生の有無に関する実験を行なっている。^[9] 具体的には、通常のVSAT局のスペックの範囲内で捕捉効果が得られる送信電力設定値の存在性を検証した。実験の結果、VSATを用いた衛星通信環境において捕捉効果が得られることが判明し、捕捉効果を利用した多元接続方式が実現可能であることを示した。^[9]

本稿では捕捉効果を用いた、発言局切替え方式を提案する。提案方式のアクセス例を図6に示す。

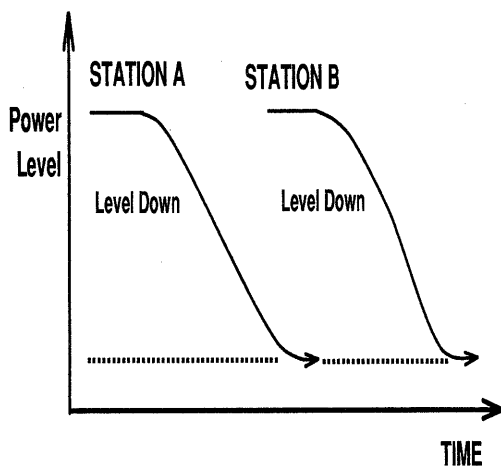


図6 捕捉効果を利用した新規発言局優先切替方式

図6ではまずA局が発言を行なっている。発言局(A局)は高電力での信号送出を行ない、自局信号が受信できることを確認した後電力を下げる。新規発言要求局(B局)は高電力での信号送出を行なうが、図6で示したとおり発言局(A局)の信号レベルが下がっているため、新規発言要求局(B局)と発言局(A局)の間で電力差が生じ、それに起因する捕捉効果が発生し新規発言要求局(B局)が転送成功となる。提案方式では、捕捉効果を有効利用し、信号衝突による空白を生むことなくスムーズに発言局が切り

替わって行くことが可能である。また、提案方式は新規発言要求局に常に優先権があるため、発言要求情報を別回線等で伝える必要がなく、Hub局などによる集中制御を一切必要としない方式である。従って、参加局数が増大した場合のチャンネル選択を提案方式を用いて行なうことで円滑な会議運営が期待可能である。

6 おわりに

本稿では、実衛星(JCSAT)、及びVSAT複数局を使用したマルチメディア衛星通信実験を基に様々な問題点を明らかにし、その解決方法を提案した。衛星通信を用いたマルチメディア通信システムを構築する技術として、衛星固有の特徴である、同報性、多元接続性の利点を活用し、欠点である伝搬遅延の問題を解決する手法である捕捉効果を利用した新規発言局優先切替方式およびオンボード切替え方式を提案した。

捕捉効果を利用した新規発言局優先切替方式では、分散制御による発言局切替が可能であり、提案方式が発言要求情報を別回線等で伝える必要がないことを明らかにした。

オンボード切替え方式は衛星内における切替え等の制御を行なうことで、衛星通信を行なう上での最大の欠点である伝搬遅延の問題を克服する方式であり、より円滑なTV会議システムが構築可能であることを示した。

各方式に関する定量的な評価および、が今後の課題である。

(謝辞) 本研究に際し、御協力頂いた大阪市立大学の藤原値賀人教授、岡育生助教授、辻岡哲夫氏、並びに東北学院大学の佐藤利三郎教授、越後宏教授に深謝いたします。広範囲にわたり御協力頂いた東京電力株式会社、(株)日本サテライトシステムズ、衛星総合通信共同研究会及び日本電気株式会社に深謝いたします。

尚、本研究は科研費(A)05750327およびマツダ財団の援助により行なわれた。

参考文献

- [1] E.M.Schooler, "Case Study:Multimedia Conference Control in a Packet-switched Teleconferencing System",INTERNETWORKING: RESEARCH AND EXPERIANCE, Vol.4, 1993,pp.99-120

- [2] 阿部 豊子、前野 和俊、阪田 史郎、福岡 秀幸、”マルチメディア分散在席会議システム (MERMAID) を利用したグループアプリケーションの分散協調制御方式の提案”, 情報処理学会論文誌, Vol.34, No.6, Jun.1993, pp.1406-1416
- [3] 中島 周、安藤 史郎、フィン・トン・ハン、村上 和隆、篠崎 雅英、黒澤 隆、”共有ウインドウと動画を用いた遠隔マルチメディアプレゼンテーションシステム”, 情報処理学会論文誌, Vol.34, No.6, Jun.1993, pp.1371-1384
- [4] 嶋本 薫、小野里好邦、勅使河原可海、”捕捉効果を利用した送出レベルおよび送出スロット割り当て方式”, 電子情報通信学会論文誌 B-I, Vol.J75-B-I, No.12, Dec.1992, pp.773-781
- [5] S.Shimamoto, Y.Onozato and Y.Teshigawara,
”Performance Evaluation of Power level Division Multiple Access (PDMA) Scheme”, IEEE International Conference on Communications June 15-18, 1992- Chicago, Illinois U.S.A, pp1333-1337
- [6] 六浦光一、岡田博美、大月一弘、手塚慶一、”捕捉効果を用いた時変出力制御つきスロットアロハ方式”, 電子情報通信学会論文誌 B-I, Vol.J74B-I, No.1, Jan.1991, pp.37-47
- [7] C.C.Lee, ”Random Signal Levels for Channel Access in Packet Broadcast Networks”, IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. SAC-5, no.6, July. 1987 , pp.1026-1034
- [8] Goodman D.J.and Saleh A. A. M., ”The Near/Far Effect in Local ALOHA Radio Communications”, IEEE Trans. Veh. Technol., VT-36, 1, pp.19-27(Feb. 1987)
- [9] 山本 衛児、前沢 裕之、嶋本 薫、小野里 好邦、” V S A T ネットワークにおける捕捉効果利用に関する実験的研究”, 電子情報通信学会 技術報告、Vol.93, No.193, SAT93-23