

ネットワーク誤りを考慮した低レート

ビデオ通信テストベッドの開発

羽田 知史 酒澤 茂之 滝島 康弘 和田 正裕

KDD研究所

埼玉県上福岡市大原 2-1-15

PHSなどの移動体通信をはじめとする低ビットレート回線上でのビデオ通信を実現するために、H.263ビデオ符号化による通信のテストベッドを開発した。通信回線上のバースト誤りによる表示画像のフリーズを抑制するために、リードソロモン符号のインターリーブ処理を行っている。本システムでは、H.263、リードソロモン符号、インターリーブ処理の各種パラメータを設定することができ、ネットワークの誤り特性に応じたシミュレーションを行うことが可能である。

Development of a Test Bed for Low Bit Rate Video Transmission on Error Prone Network

Satoshi Hada Shigeyuki Sakazawa

Yasuhiro Takishima Masahiro Wada

KDD R&D Laboratories

2-1-15 Ohara Kamifukuoka-shi, Saitama 356, Japan

We have developed a test bed for an H.263 video transmission on low bit rate and error prone network. In order to decrease the freeze duration of decoded video due to the burst error on the network, our system employs a Reed-Solomon codes interleaver. Since our test bed can set parameters of H.263 video coding, Reed-Solomon code and interleaving, it is very useful for a simulation and a development of the video transmission system on the error prone network.

1. はじめに

マルチメディア通信の中核をなすオーディオビジュアル(AV)通信は、N-ISDN やデジタル専用線をターゲットとして出発したが、現在では、その適用範囲を B-ISDN、GSTN、インターネットそして移動体へと広げている。特に今後は、次世代無線通信システムの導入に伴って、移動体における AV 通信が普及すると予想される。

移動体通信では、通信速度が比較的低速であること、伝送路における誤りが発生することが特徴であり、それに対応した AV 通信技術の開発が必要である。逆に、このような AV 通信技術は、移動体のみならず SS 無線や水中などの誤りの起こる伝送路にも適用することが可能である。これにより、遠隔監視や海洋調査、海底ケーブル保守など幅広い用途に AV 通信が応用されることになろう。

そこで、様々な誤り環境に対応した AV 通信技術を開発するために、伝送路誤り対策や符号化制御のシミュレーションを行うためのテストベッドを開発した。このテストベッドは、ビデオ符号化・復号部と、プログラマブルな FEC 部から成っており、データインタフェースを介してフィールド伝送試験装置と接続して、実環境におけるパラメータのチューニングを行うことが可能である。また、誤りモデルに基づいた伝送誤りシミュレーションを行う機能も備えている。本稿では、このテストベッドに関して、その構成や特性を紹介し、シミュレーションによる伝送実験結果を示す。

2. システム構成

送受信側ともに WindowsNT マシン上にて開発を行った。送受信側に、それぞれ、H. 263 エンコード/デコードユニットおよびリードソロモン(RS)符号のエンコード/デコードボードを搭載している。

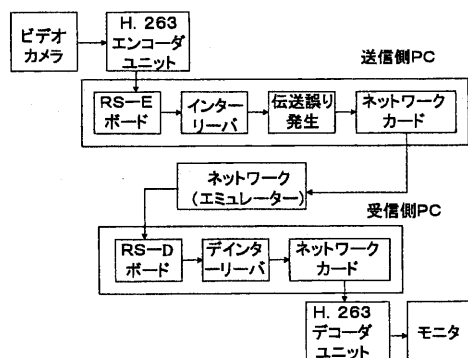


図1 システム構成図

2.1 ビデオコーデック

ビデオ符号化・復号には H.263[1]に準拠したハードウェアを用いる。主要諸元を表1に示す。

表1 ビデオ符号化ハードウェア主要諸元

ビデオ入出力	NTSC コンポジット
符号化ストリーム入出力	シリアルインタフェース
符号化アルゴリズム	ITU-T H.263
符号化速度	16 kbit/s~1 Mbit/s
符号化画像フォーマット	CIF または QCIF

なお、本ビデオコーデックは出力ビットストリームに対して図2に示すようなフレーム構成を取っている。

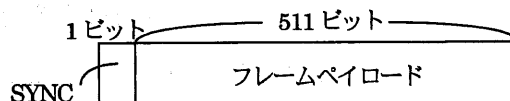


図2 符号化ビデオフレーム

符号化ビデオフレームの同期には 8 ビットのパターンを使用する。従って、同期はずれ後は、最短

でも 8 符号化フレームの SYNC ビットを確認する必要がある。なお、同期はずれの期間中はデコーダにおいて表示画像のフリーズを行う。

2.2 RS 符号のインターリーブ

誤り訂正符号には、RS 符号の符号化/復号ボードを用いる。さらに、バースト的な伝送誤りを訂正するために、RS 符号をインターリーブ処理している[2]。インターリーブとは、RS 符号語を、m段、交錯させバースト誤りに対する誤り訂正能力をm倍にする手法である。

段数 m を大きくすれば、バースト誤りに対して強くなるので、ビデオ復号エラーや同期はずれの確立を抑制し、表示画像の平均フリーズ時間を短縮できる。しかし、段数を増加させると、遅延が大きくなる。

3. システム特性

3.1 ビデオ復号

H.263 ではフレーム間予測符号化を行うため、一旦誤りが発生すると、その誤りがフレーム間で伝播する。本コーデックの場合は、符号化ビデオフレームの同期はずれの監視と、復号時のシンタックスチェックを行っており、同期はずれやシンタックス不正の場合には表示フレームのフリーズを行っている。そして、符号化フレーム同期の回復後に I フレームが正常にデコードできた時点でフリーズを解除し、ビデオ出力を再開する。

3.2 RS 符号のインターリーブ

インターリーブ処理をするためには、同期処理が必要である。図2は、デインターリーブアルゴリズムの状態遷移図を示している。

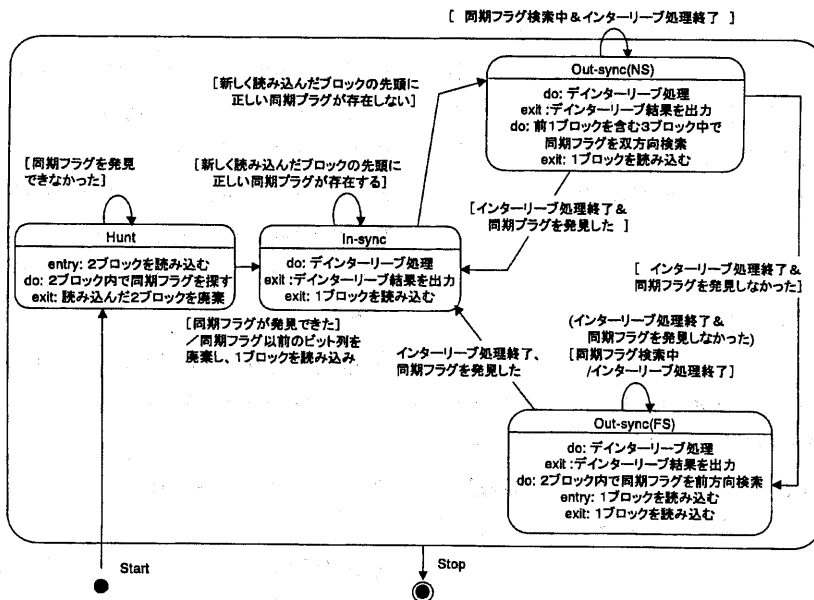


図2 デインターリーブ同期アルゴリズム

Hunt: 最初に受信した2ブロック内で、初期同期確立を行う状態である。

In-Sync: 同期が確立されている状態である。ブロック先頭に付加されている同期フラグを検査する。

Out-Sync(NS): In-Sync 状態にて、同期フラグに誤りが検出された場合に、同期フラグを双方向に検索し、同期の再確立を行う状態である。

Out-Sync(FS): Out-Sync (NS) 状態で同期の再確立に失敗した場合に、さらに前方向に同期フラグを検索し、正しいフラグが検出されるまで繰り返す。

デインターリーブ時に同期がはずれた場合は、RS 符号のデコードが不可能となるので、同期回復までの間、ビデオデコーダーにデータは転送されず表示画像がフリーズすることになる。

Out-Sync(NS) あるいは Out-Sync(FS) 状態における同期フラグの検索処理は、データの受信とは、異なるスレッドで処理しており、それと同時に H. 263デコーダユニットによるデコードおよび画像表示処理は継続している。それにより、同期フラグに誤りが検出された場合でも、同期がとれている場合は、RS 符号語が正しく復号されれば、画像の表示は行われ、表示画像がフリーズすることはない。

4. シミュレーション機能

本システムでは、H.263、RS 符号、インターリーブの各種パラメータを設定することにより、バースト誤りに対して、インターリーブ処理がどの程度必要であり有効であるかをシミュレーションにより評価することができる。

4.1 入力パラメータ

ビットレート: H.263 エンコーダから出力されるビ

ットストリームの速度(kbit/s)。

フレームレート: H.263 エンコーダが毎秒あたりに出力するビデオ画面の画面数。

スクリーンサイズ: H.263 エンコーダからの出力の画面解像度。CIF あるいは QCIF。

RS コードワード長: RS エンコーダが 1 回に処理するフレーム(以下、RS フレーム)の長さ(バイト)。

RS チェックバイト長: 一つの RS フレームに含まれる誤り検出訂正用チェックバイトのバイト数。

1ブロックのフレーム数: インターリーブにおいて、インターリーブする段数。

同期フラグ: インターリーブにおいて、ブロックの先頭に付加される同期フラグのビットパターン。

重畳ノイズ: データの各ビットをランダムに変化させる。変化のさせ方としては、0 にする、1 にする、反転させるの何れかを選択できる。また、変化の頻度とバースト的なエラーの発生頻度を、ギルバートモデルにより制御できる。

4.2 出力パラメータ

修正 RS エラー数: RS デコーダが検出し、訂正が可能であったエラーの総数。

修正不能 RS エラー数: RS デコーダが検出したが、訂正が不可能であったエラーの総数。

H263 同期状態: H.263 デコーダの同期状態がNGのときは、ビデオデータの復元に失敗をあらわす。

状態遷移回数: インターリーブの同期アルゴリズムにおける状態遷移の回数。

4.3 シミュレーション例

本システムのシミュレーション例を示す。インターリーブの段数と、1 分間画像を伝送した場合に表示画面がフリーズする秒数との関係をグラフに示している。横軸はインターリーブの段数を示しており、縦軸が、フリーズする秒数を示す。

H.263 の符号化パラメータには以下を用いた。

ビットレート	16kbit/s および 32kbit/s
フレームレート	1, 3, 5フレーム/秒
スクリーンサイズ	CIF
イントラ符号化 周期	毎フレーム

誤り訂正については、以下の固定値を用いた。

RS コードワード長	255バイト
RS チェックバイト長	20バイト

バースト誤りについては、誤り率が $10E-4$ で、バースト長が100ビットとした。この場合は、インターリーブなしではまったく同期がとれないような誤りがひどい場合である。

グラフ1, 2はそれぞれ、ビットレートが16, 32kbit/sの場合を示している。インターリーブの段数を増やすことにより、画面がフリーズする時間を抑制できていることがわかる。いずれの場合も、段数が20回を超えるとフリーズ時間は約0回に収束する。これは、バースト誤りの訂正に必要な段数は誤り率、バースト長にのみ依存し、ビットレートには依存しないからである。

また、インターリーブに必要な段数は、フレームレートにも依存していない。これは、フレームレートが2倍になると1フレームに誤りが発生する確率が $1/2$ になるが、1秒あたりのフレーム数も2倍になるので、結局フリーズする時間の期待値は等しいからである。

ビットレートを2倍にすると、各ビデオフレームに誤りが発生する確率も2倍になるので、32kbit/sの場合のフリーズ時間は16kbit/sの場合に比べると増加すると考えられる。グラフによると、インターリーブの段数が10から20回のときに、この特性が現れている。インターリーブの段数が小さいときには、インターリーブの同期はずれによるフリーズ

時間も混在するため、この特性は顕著には現れていない。

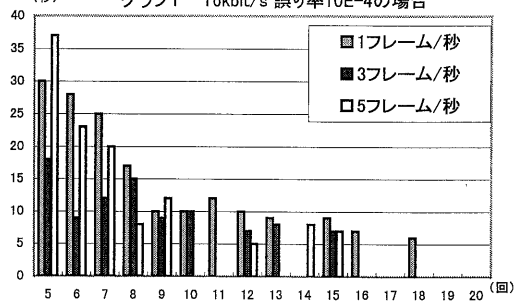
5. むすび

誤りの起こる通信路に対応したビデオ伝送方式を検討するため、伝送路誤り対策や符号化制御のシミュレーションを行うテストベッドを開発し、誤りモデルを用いたシミュレーションを行った。今後は、実測した通信路誤り特性によるエラーパターン、ハードウェアベースのネットワークエミュレータ、そして実ネットワーク環境における試験を行っていく予定である。

参考文献

- [1] ITU-T Recommendation H.263 "Video Coding for Low Bit Rate Communication" (1998).
- [2] 今井秀樹、符号理論、(1990).

(秒) グラフ1 16kbit/s 誤り率 $10E-4$ の場合



(秒) グラフ2 32kbit/s 誤り率 $10E-4$ の場合

