

J-002

地上デジタル放送携帯受信端末に対する番組配信用ストリーミング方式の検討

Study on Program Streaming Mechanism for Personal Mobile Terminal of Digital Terrestrial Broadcasting Service

内藤 整† 小林 亜令† 高木 幸一† 小池 淳† 松本 修一†

1. はじめに

地上デジタル放送では、家庭用 STB での受信を基本とする固定受信サービスに加え、主に携帯電話をターゲットとした携帯受信サービスが提供される見込みである。携帯受信においては、固定受信で放送されている番組の視聴はもちろんのこと、放送波と通信回線を効果的に併用した、いわゆる連携サービスの実現が期待されている。[1] 本稿では連携サービスの典型例として、放送コンテンツのストリーミング配信に着目し、サーバ側で必須となる技術として携帯受信用 TS のストリーミング配信手法について検討したので報告する。

2. 携帯受信用 TS

連携コンテンツは、放送波受信により得られる DTV コンテンツとインターネット Web コンテンツにより構成される。本研究の対象は DTV コンテンツに相当する MPEG-2 TS データのストリーミング配信であり、MPEG-2 TS データは以下のメディアコンポーネントにより構成される。

- Video ストリーム(H.264/MPEG-4 AVC BP 準拠)
- Audio ストリーム(MPEG-2 AAC LCP 準拠)
- BML データ、イベントメッセージ(ARIB STD-B24[2] 準拠)
- PSI/SI(MPEG-2 Systems, ARIB STD-B24 準拠)

想定する携帯受信用 TS の構成を表 2.1 に示す。TS ビットレートはモード 3、ガード比 1/8、QPSK 変調、畳込符号化率 1/2 の環境下での最大値として 312kbps に定めた。

表 2.1 携帯受信用 TS の構成

Transport	stream format	MPEG-2 TS
		bit-rate (TS)
Video	size/frame-rate	240pixel × 136line/15Hz
	bit-rate (ES)	192kbps
Audio	sampling-rate	24kHz, stereo
	bit-rate (ES)	48kbps
BML	stream format	DSM-CC date carousel
	bit-rate (ES)	50kbps

3. ストリーミング配信手法

3.1 受信クライアントの動作モデル

本稿で想定する TS 受信クライアントにおけるストリーミング受信・再生処理フローを図 3.1 に示す。また、ストリーミング受信・再生動作をモデル化するパラメータ群を表 3.1 にまとめる。表中 T_{R0} は式(3.1)により算出可能である。TS バッファから TS デコーダへのデータの受渡しに関し、 T_{R0} に従う入力タイミングにおいて、パケットロスなど通信状況の悪化により、該当するデータが揃っていない場合には、間欠部分をダミーデータで埋めた上で、定期的な入力動作を保持することとする。ダミーデータによる補完対象となった TS パケットは、その後 TS バッファには書き込まれないこととする。また TS バッファに破綻(オーバーフロー、アンダーフロー)が生じた際には、受信処理を一旦リセットし、初期動作を行うこととする。

$$T_{R0} = N_R / (R_T / 8 / 188) \quad (3.1)$$

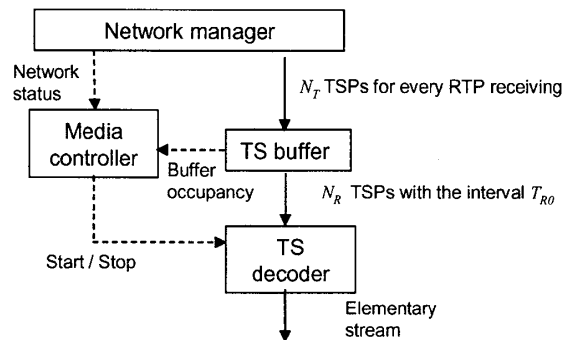


図 3.1 ストリーミング受信・再生処理フロー

表 3.1 動作モデルパラメータ

N_T	RTP パケットに含まれる TS パケット数
N_R	TS バッファより定期的に TS デコーダに入力される TS パケット数
T_{R0}	TS バッファより TS デコーダにデータが入力される周期 [sec]
R_T	TS ビットレート [bit/sec]
L_S	メディア再生を開始する TS バッファ占有量

† (株) KDDI 研究所, KDDI R&D Laboratories Inc.

3.2 ストリーミングサーバの配信方式

携帯受信用 TS のストリーミング配信に適用する伝送フォーマットを表 3.2 に示す。TS パケットの伝送には、リアルタイム系アプリケーションのストリーミングプロトコルとして代表的な RTP を採用することとした。

表 3.2 伝送フォーマット

Protocol	Transmission	RTP(UDP/IP)
	Session control	RTSP(TCP/IP)
	QoS feedback	RTCP(UDP/IP)
RTP payload	604~1356 Byte ($N_T = 3\sim7$)	
IP bit-rate	321.48~334.13 kbps ($N_T = 3\sim7$)	

TS パケットの RTP パケットへのマッピングに関し、Ethernet でのフラグメントを伴わない範囲内で可変とする目的から、上述の N_T は 3 から 7 の整数値に設定した。送出トラヒックからバースト性を除去する目的から、RTP パケットの送出周期は式(3.2)により算出される T_{RI} に従う周期で行われる。また受信処理負荷を低減させる目的から、RTP ヘッダにおける SSRC ID(32 ビット)の下位 24 ビットにより TS ビットレート(0~16,777,215 bit/sec)の通知を行うこととした。同じく RTP ヘッダの sequence number(16 ビット)は送出順序に従い RTP パケットごとに 1 ずつインクリメントされる連番を保持しており、受信側でパケットロスを検知するために用いられる。

$$T_{RI} = N_T / (R_T / 8 / 188) \quad (3.2)$$

4. 実験結果

ストリーミング配信機能の性能評価を行う目的から、実際の携帯電話網を使用して伝送実験を行った。実験条件を表 4.1 に示す。受信クライアントにはデジタル放送受信対応型携帯電話の試作機 [3] を使用した。

表 4.1 実験条件

回線	CDMA 1X WIN
アクセス形態	CPA(CDMA Packet Access)
配信サーバ	PC (OS: RedHat Linux)
受信クライアント	携帯電話の試作機
測定時間	60sec

3.2 で述べた配信方式について、RTP ペイロード長が受信処理に及ぼす影響を評価するため、受信クライアントにて RTP パケットごとの到着時刻 t を監視した。 t は先頭パケットを受信した瞬間を 0 として、そこからの経過時間で表現される。時刻 t の時点で受信した RTP パケットの総数を $S(t)$ とするとき、同時刻における TS バッファ占有量 $L(t)$ は式(4.1)により算出可能である。 N_T の設定値ごとに $L(t)$ の観測を行い、TS バッファをアンダーフローさせないために必要となる初期バッファリング量 L_S を計算した結果を表 4.2 に示す。便宜上 N_R は N_T に一致させた。また一例として $N_T=4, L_S=1$ の設定下で測定した TS バッファ占

有量 $L(t)$ の時間遷移を図 4.1 に示す。すべての計測に共通してパケットロスは観測されなかった。

結果より、今回比較対象とした RTP ペイロード長において、必要とされる初期バッファリング量に大差はないことが分かった。これに対し RTP ペイロード長に反比例して、携帯端末における RTP パケットの受信処理頻度は減少する。よって端末の処理負荷低減を加味して考えると、 N_T に対してはフラグメントを起こさない範囲内で大きめの値を設定することが望ましいといえる。

$$L(t) = L_S + N_T \times S(t) - N_R \times \lfloor t / T_{RI} \rfloor \quad (4.1)$$

表 4.2 N_T と初期バッファリング量の関係

N_T	L_S
3	361 (1.74sec)
4	205 (0.98sec)
5	251 (1.20sec)
6	391 (1.88sec)
7	340 (1.63sec)

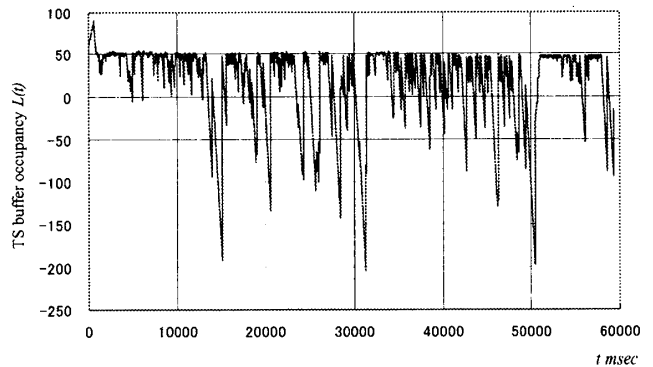


図 4.1 $L(t)$ の測定結果 ($N_T=4, L_S=1$)

5. まとめ

地上デジタル放送の携帯受信サービスを対象として、放送コンテンツのストリーミング配信方式の検討を行った。今後、電解強度やエリア内端末数など、携帯電話の電波受信条件を細分化した上で、各条件下での性能評価を厳密に行う予定である。

参考文献

- [1] S. Naito et al., "Personal Mobile DTV Terminal Designed for Service Trial of Digital Terrestrial Broadcasting with Full Use of Internet Connectivity", Proceedings of ICMU 2004, pp.198-pp.204, Jan. 2004
- [2] Association of Radio Industries and Businesses, "DATA CODING AND TRANSMISSION SPECIFICATION FOR DIGITAL BROADCASTING", ARIB STD-B24, Version 3.6(Feb. 2003)
- [3] 高木他, "デジタル放送における通信・放送融合携帯電話端末の試作", 映像情報メディア学会 2004 年 年次大会掲載予定