

選択的マルチメディア通信方式 SMAP ネットワークサービスの実装

増田 彰久[†] 太田 賢[†] 水野 忠則^{†††}

PHS, 携帯電話などを利用したワイヤレス通信環境においてもマルチメディア通信を行いたいという要求がある。しかし, 現在のワイヤレス通信環境には帯域幅が狭い, バースト誤りやハンドオフにより転送が途切れる, 帯域幅や誤り率などの品質が頻繁に変化するなどの問題があり, 比較的大容量の帯域幅と安定した品質を必要とするマルチメディア通信の扱いは難しい。

我々は, コンテンツ内の重要な情報を優先して受信者に提供する選択的マルチメディア通信方式 SMAP を提案している。SMAP は, マルチメディア情報の各映像フレーム, 音声ブロックに対して, その意味的な重要度に基づいた優先度を4段階で与える。優先度に基づいた選択的転送を行うことで, 帯域幅が不足している状態でも重要な部分は比較的高い品質で提供することができる。本研究は, SMAP のネットワークサービスを提案する。SMAP ネットワークサービスは, バッファリングとQoSの保証を行うことでアプリケーションとユーザに対してより安定した品質のネットワークサービスを提供する。

Implement of Network Service for Selective Multimedia Access Protocol

AKIHISA MASUDA,[†] KEN OHTA[†] and TADANORI MIZUNO^{†††}

Users desire to use multimedia applications such as browsing WWW and VoD in not only desktop computing environment but also wireless or mobile computing environment. A wireless link, however, is generally poor in quality to accommodate multimedia communication.

We've proposed a content-based multimedia access protocol, SMAP, for wireless environment. It adopts the selective transport service according to content-based priority, assigned to each set of video frames and audio samples in multimedia data, so that a user can get important information even if available bandwidth is insufficient for the multimedia data.

This paper describes SMAP Network Service providing a multimedia application with more stable network service by the buffering and guarantee of QoS(Quality of Service such as a frame-rate of video and a continuous-playback period).

1. はじめに

携帯電話やPHSの普及と, ノートパソコンやPDAなどの携帯端末の高機能化, 低価格により, 時間や場所に制限を受けることなく情報を発信, 受信できるモバイルコンピューティングが一般的になりつつある¹⁾。音声はもちろん従来扱われてきたテキスト情報, 静止画像だけでなく, 近年ではより豊かな情報交換を行うためにビデオやオーディオのようなストリーム情報を扱うための研究, 開発がさかんに行われている²⁾³⁾。

マルチメディア通信は, 比較的大容量の途切れない

ネットワークを要求する。しかし, ワイヤレス通信, 広域インターネットのようなネットワークでは, 帯域幅や遅延, そして誤り率などのネットワーク品質が頻繁に変動するため, 比較的大容量の帯域幅と安定した品質のネットワークを要求するマルチメディア通信を行うのは難しい⁴⁾。

これらの問題を解決するために, ネットワークのサービス品質を監視し, それに応じてマルチメディア情報の空間的, 時間的解像度を調節して消費帯域幅を調節する技術がこれまで提案, 開発されてきた。しかし, これら従来のメディアスケージングの技術は帯域幅が不足している場合, マルチメディア情報の内容の意味的な重要度を考慮せず単純に品質を落す処理を行うため, データの中の重要な情報が欠落してしまう可能性がある。

これに対し, 我々はコンテンツ内の意味的に重要な情報を優先して提供する選択的マルチメディア通信方式 SMAP(Selective Multimedia Access Protocol)⁵⁾ を

[†] 静岡大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Shizuoka University

^{††} 静岡大学工学部
Faculty of Engineering, Shizuoka University

^{†††} 静岡大学情報学部
Faculty of Information, Shizuoka University

提案している。マルチメディアデータの作成者、配布者などは、各映像フレーム、音声ブロックに対し、その意味的な重要度に基づいて4段階(0~3)の優先度を与える。帯域幅が不足している状態では、低優先度の情報はスキップされるものの、高優先度の重要な情報は優先して受信者に提供することができる。

本研究では、SMAPのネットワークサービスについて述べる。SMAPネットワークサービスは、バッファリング、そしてQoSの保証を行うことで、アプリケーションとユーザに対してより安定した品質のネットワークサービスの提供を実現する。

以下2章で関連研究を挙げ、本研究で提案している選択的マルチメディア通信方式SMAPについて述べる。3章でSMAPのネットワークサービスについて提案し、4章でSMAPネットワークサービスの実装について述べる。5章では開発中のプロトタイプの性能評価について報告し、最後に6章でまとめとする。

2. 背景

信頼性のないネットワークにおける安定したネットワークサービスの提供に関し、関連研究を挙げる。

2.1 誤り制御

誤り制御機構には、その基礎としてARQ(automatic repeat request)とFEC(forward error correction)の2つの技術が挙げられる。ARQは誤りを検出するために使用され、FECは誤りを訂正するために使用される。ARQは、送られたデータが誤っていた場合データを再送するため信頼性は高いが、誤りが多くなるとスループットが低くなる。FECは、データの誤りを訂正できるため信頼性は高いが、ネットワークの状況に関係なくスループットは一定である。このため、ARQは安定したネットワークに、FECはノイズなどが多い不安定なネットワークにそれぞれ適している。

AFEC(adaptive forward error correction)⁶⁾は、ネットワークの状況に応じて動的にinformation bitsとcheck bitsを調整する。すなわち、ネットワークの状態が安定している場合はinformation bitsを増やし、転送するデータ量を増加させ、ネットワークの状態が不安定な場合はcheck bitsを増やし、誤りに対する耐性を強化する。

2.2 先読み

Nemesis⁷⁾には、蓄積型マルチメディア情報を配信するための制御方式が含まれている。この制御方式において、Nemesisは動的なレート制御を行う。この時キューを監視し、必要となるフレームを予測することによる先読みによって、短い輻輳に対処する。

2.3 バッファリング

インターネットのようなネットワーク環境では、ジッタと呼ばれる遅延の変動が頻繁に起こる。そのため、音声などの連続メディアの再生は難しい。この問題を解決するために、バッファリングという手法が用いられる。バッファを用いることでジッタを吸収することができる⁸⁾。

2.4 選択的マルチメディア通信方式

最後に、我々が提案しているSMAPについて説明する。選択的マルチメディア通信方式SMAPは、コンテンツ内の重要な情報を優先して転送することを目的としたマルチメディアアクセスプロトコルである。

2.4.1 基本方式

最初に、マルチメディアデータへの優先度付けについて説明する。ビデオは時間軸に沿って連続する映像フレーム、音声は音声サンプルから構成される。本方式では、音声をサンプル単位ではなくブロック単位で扱う。1ブロックは、0.05秒の長さの音声サンプルから構成されるものとする。

マルチメディア情報の作成者、配布者などは、各映像フレーム、音声ブロックに対して、その意味的な重要度に基づいて優先度を4段階(0~3)で与える。優先度の与え方は、各優先度データの作成者の主観に委ねられるが、例として、ゴルフのレッスンビデオの場合、スイングフォームを表示するフレーム、コマーシャルビデオの場合、商品を表示するフレームに高優先度を与えることが考えられる。

SMAPは、マルチメディア情報に与えられた優先度に基づいて、利用可能帯域幅に適応する選択的転送、高優先度情報の先読み、キャッシングを行う。

2.4.1.1 選択的転送

優先度に基づいて、利用可能帯域幅の中で映像フレーム、音声ブロックを選択的に転送する。利用可能帯域幅が少なくなると、マルチメディア情報の各映像フレーム、音声ブロックに付けられた優先度に基づき低優先度のものをスキップし消費帯域幅を少なくしつつ、高優先度の情報を確実に転送する。2.4.2で選択的転送スケジューリングアルゴリズムについて述べる。

2.4.1.2 高優先度情報の先読み

バースト誤り、ハンドオフにより転送が途切れた場合、品質を落しても再生を続行するために、高優先度情報の先読みを行う。帯域幅の一部を先読みのために割り当て、常に再生点からある時間分の情報を保持すれば、その時間分の転送の途切れを吸収できる。

先読みの手法は、SMAPやMPEG、階層化符号化方式のようにコンテンツ内のデータを重要度により区別

できるものの転送に適している。これは、SMAPでは高優先度フレーム、MPEGではIフレーム、階層化符号化方式では基本となる最小の packets といった重要なデータを先読みしておくことにより、最低でも重要な情報の再生が保証できるためである。

2.4.1.3 高優先度情報のキャッシング

SMAPは、クライアントのストレージの許す限り高優先度情報のキャッシングを行う。帯域幅が制限される場合、ダイジェストのように高優先度情報のみをユーザに転送し、より詳細な情報を要求した場合に、それを補完する低優先度情報を転送し、より品質の向上したマルチメディア再生を提供する。

2.4.2 選択的転送スケジューリング

SMAPにおける選択的転送スケジューリングアルゴリズムを図1に示す。マルチメディア情報の送信側は、映像、音声ストリーム毎に独立して送信キューをもち、それぞれに割り当てられた帯域幅 B_V, B_A 以内のレートで送信キューから packets を取り出し転送する。

送信キューに一定量の空きができた時に、選択的転送スケジューリングが実行される。マルチメディア情報の受信側の再生点 N + 予測ネットワーク遅延 D の時刻からスケジューリング対象時間 S 時間後までの範囲にある未送信フレームの中からもっとも優先度が高く、フレーム番号の若いフレームを選択する。選択されたフレームは packets 化され、送信キューに入れられる。

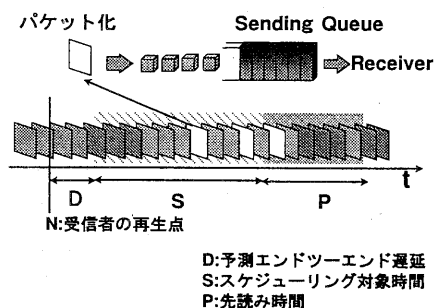


図1 選択的スケジューリング

Fig. 1 Scheduling for selective transport

2.5 SMAP アーキテクチャ

図2にSMAPのアーキテクチャを示す。SMAPは、選択的転送、高優先度情報の先読みを行う送信側のSMAP Sender、高優先度情報のキャッシングを行う受信側のSMAP Receiver、そしてマルチメディアアプリケーションからなる。

2.5.1 SMAP Sender

SMAP Senderは、マルチメディアデータをストレージから読みだし、スケジューリングアルゴリズムに従って、選択的なマルチメディア情報の転送、レート制御を行う。packets が喪失された場合、そのpackets ロスはSMAP Receiverにより検出され、SMAP Senderに通知される。SMAP Senderは、ロスしたpackets に含まれていた映像フレーム、音声ブロックの優先度が高い場合、再送処理を行う。

SMAP Senderは、一定時間毎にSMAP Receiverにメッセージを送信し、その応答を受け取り、メッセージの送信時刻と応答の受信時刻から現在のネットワーク遅延を予測する。

2.5.2 SMAP Receiver

SMAP Receiverは、packets を受信して、それを映像フレーム、音声ブロックに再構成し、メモリ、ディスクなどのストレージに保存する。ストレージの空きが無くなった場合、優先度のもっとも低い映像フレーム、音声ブロックを破棄して、新しい高優先度の情報をキャッシングする。

また、入力packets を監視することで利用可能帯域幅の計測、packets ロスの検出を行い、結果をSMAP Senderに通知する。

2.5.3 マルチメディアアプリケーション

マルチメディアアプリケーションは、SMAP APIを通じてSMAP Receiverのストレージに保持される映像フレーム、音声ブロックにアクセスし、その伸張を行い提示する。メディア再生の時間軸に対する同期を行うため、映像フレームの表示が間に合わない時、フレーム表示をスキップする。

再生中に、一時停止、巻き戻しなどのユーザインタラクションが起きた場合、クライアントはSMAP再生動作メッセージをSMAP Senderに送信する。

3. SMAP ネットワークサービス

SMAPネットワークサービスは、ユーザとアプリケーションに対してより安定したネットワークサービスを提供することを目的とする。安定したネットワークサービスを実現するために、SMAPネットワークサービスは以下の機能を用いる。

- バッファリング
- QoSの保証

3.1 バッファリング

ワイヤレスリンクやインターネットなどのネットワークを介してデータ転送を行う場合、当然のことながら送信側から受信側へデータが送られるまでにある程度の時

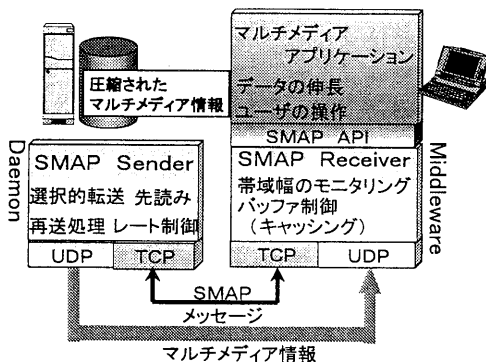


図2 SMAP アーキテクチャ
Fig. 2 SMAP architecture

間がかかる。ワイヤレス通信や広域インターネット環境では、この遅延(ジッタ)が頻繁に変動する。このため何の処理も行わない場合、一定の間隔で映像フレーム、音声サンプルを出力することで再生を行うストリーム再生は非常に困難である。

この問題を解決するために、SMAP ネットワークサービスはバッファリングを行う。バッファリングの処理について、一例を挙げて説明する。ビデオの再生を行う場合、まず SMAP Server が転送スケジューリングアルゴリズムに基づいて一定の間隔でフレームを送信する。一般的に SMAP Client はこれらのフレームを不規則な間隔で受信する。SMAP Client は、受信したフレームをいったんバッファに蓄積する。バッファにある程度の量のフレームが蓄積されると、SMAP Client は一定の間隔(再生フレームレート)でバッファからフレームを取り出し、ビデオの再生を行う。オーディオについても同様に、Client 側でいったん音声サンプルを蓄積してから再生を行う。このようにバッファリングを行うことでジッタの吸収を行うことができる。

また、フレームや音声サンプルをいったんバッファに蓄積しておくことにより、転送の途切れが生じた場合も蓄積されたフレームや音声サンプルを再生を続行することが可能である。

3.2 QoS 保証

SMAP ネットワークサービスは、ユーザが指定した QoS を保証することが可能である。ユーザは、保証すべき QoS として以下の 2 つを指定することができる。

- 再生フレームレート
- 途切れない時間

SMAP ネットワークサービスは、指定された QoS での再生を保証する。指定された QoS を満たしての再生

が不可能な場合、再生を一時停止し、指定された QoS での再生が可能となった時点で再生を再開する。これにより、再生時には必ず最低限の QoS による再生を保証する。

以下、再生フレームレート、途切れない時間について説明する。

3.2.1 再生フレームレート

再生フレームレートとは、ユーザにとって最低限許容されるフレームレートのことである。すなわち、ビデオの再生を行う場合、最低でもここで指定された値のフレームレートで再生を行わなければならない。

例を挙げて説明する。今、オリジナルのフレームレートが 5fps のビデオがあるとする。そして、ユーザが再生フレームレートとして 2fps を指定したとする。この時 SMAP は、ネットワークの状況が悪くても 2fps 以上のフレームレートでビデオを再生する。

3.2.2 途切れない時間

途切れない時間とは、吸収する転送の途切れの時間のことである。SMAP は、ここで指定された時間以内の転送の途切れが生じても、再生を続行することが可能である。

例えば、ユーザが途切れない時間として 5 秒を指定したとする。この時、バーストエラーやハンドオフによる転送の途切れが生じたとする。この途切れが 5 秒より短い場合、SMAP は再生を停止することなく、そのまま再生を続けることができる。

4. SMAP ネットワークサービス 実装

図 3 に SMAP ネットワークサービスのアーキテクチャを示す。

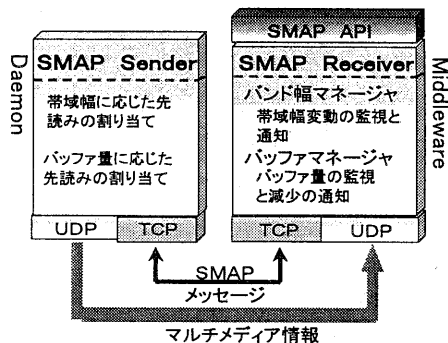


図3 SMAP ネットワークサービス アーキテクチャ
Fig. 3 Architecture of SMAP Network Service

QoS 保証のうちの一つである再生フレームレートはバンド幅マネージャ、もう一つである途切れない時間とバッファリングはバッファマネージャによりそれぞれ実現される。

バンド幅マネージャ、バッファマネージャについて説明する前に、まず利用可能帯域幅の先読みと通常転送への分配について説明する (図 4)。

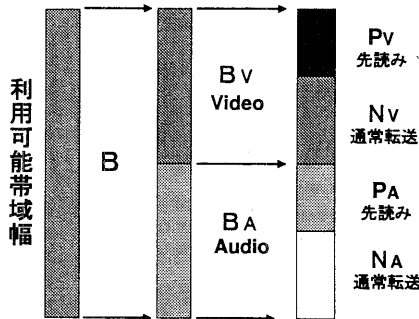


図 4 利用可能帯域幅の分配
Fig. 4 Bandwidth allocation

SMAP は、利用可能帯域幅 B を映像 B_V と音声 B_A にそれぞれ割り当てる ($B = B_V + B_A$)。映像と音声に割り当てられた帯域幅は、それぞれさらに先読み P と通常転送 N に割り当てられる ($B_V = P_V + N_V$, $B_A = P_A + N_A$)。SMAP は、ユーザに指定された QoS を満足するのに必要な帯域幅を先読みに割り当て、残りを通常転送に割り当てる。すなわち、サーバが提供するコンテンツの 1 フレームの平均容量に最低限保証するフレームレートをかけた分の容量が、先読みに割り当てられる。

この帯域幅の分配は、2.4.2 で述べた転送スケジューリングアルゴリズムが実行される時に行われる。転送スケジューリングアルゴリズムが実行されると、現在の利用可能帯域幅とパケット損失率を用い、帯域幅分配アルゴリズムに基づいて先読みとバッファリングにそれぞれ適切な帯域幅が割り当てられる。転送スケジューリングアルゴリズムは、割り当てられた帯域幅の中でそれぞれ先読みのフレームと通常転送のフレームを選択し、転送する。

4.1 バンド幅マネージャ機構

ワイヤレス通信や広域インターネット環境では、利用可能帯域幅が頻繁に変動する。利用可能帯域幅が減少すると、それに比例して先読みに割り当てられた帯域幅と通常転送に割り当てられた帯域幅もそれぞれ減少する。

この時、先読みにはユーザに指定された QoS を満足するのに必要な量が割り当てられていないこととなる。SMAP ネットワークサービスは、バンド幅マネージャを用いて、先読みが常に QoS を満たすのに必要な量を得ることができるように、先読みの量を調整する。先読みの量の調整を一例を挙げて説明する (図 5)。

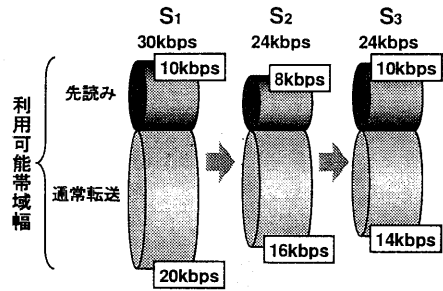


図 5 バンド幅マネージャ
Fig. 5 Bandwidth Manager

状態は、 $S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3$ と変化する。最初の状態 S_1 では、利用可能帯域幅 30kbps とする。この時、先読み 10kbps、通常転送 20kbps の帯域幅を分配とする。ここで、先読み割り当てられているデータ量、10kbps は QoS を保証するのに必要な量である。次に帯域幅が減少して状態が S_2 に変化したとする。この時、利用可能帯域幅は 24kbps となったとする。この場合、利用可能帯域幅の減少と同じ割合で先読みと通常転送に割り当てられた帯域幅も減少するので、それぞれ帯域幅は 8kbps、16kbps となる。この状態では、先読みに 8kbps しか割り当てられていないので、SMAP は最低限の QoS を保証できない。ゆえに、バンド幅マネージャは現在の利用可能帯域幅 24kbps のうち QoS を保証するのに必要な量である 10kbps を先読みに割り当て、残りの 14kbps を通常転送に割り当て、状態は S_3 に移る。

このように、バンド幅マネージャは常に先読みに QoS を保証できるだけの帯域幅が割り当てられているように、帯域幅の割り当て方を調整する。

バンド幅マネージャは、ユーザ側である SMAP Receiver 側で稼働している。バンド幅マネージャは、現在の利用可能帯域幅を定期的に調べ、利用可能帯域幅が変化すると更新された利用可能帯域幅を SMAP Sender に通知する。SMAP Sender は、新しい帯域幅の通知を受信し再スケジューリングを行うことで、常に QoS

保証分を先読みに割り当てる。

4.2 バッファマネージャ機構

バースト誤りやハンドオフなどによる転送の途切れが生じた場合、SMAPはクライアントのバッファに蓄えられたデータを用いて再生を続行する。当然、バッファに蓄えられたデータは減少するため、もう一度転送の途切れが生じた時に再生が停止する可能性がある。例をあげて説明する(図6)。

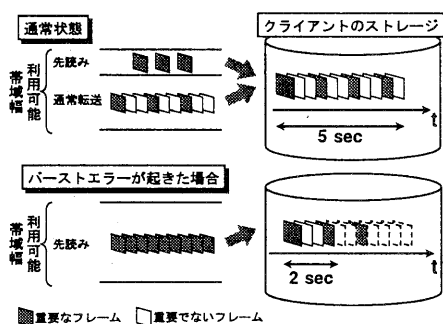


図6 バッファマネージャ
Fig. 6 Buffer Manager

今、ユーザが吸収して欲しい転送の途切れの時間として、5秒を指定したとする。クライアントのバッファには、ユーザがQoS要求として指定した5秒分のデータが蓄えられている。この時3秒のバースト誤りが生じると、バッファに蓄えられているデータの残りは2秒分となる。ゆえに、次に3秒のバースト誤りが起きたら、1秒間は再生できずに止まってしまう。このような場合、通常の転送をそのまま続けてはバッファに必要な量が蓄えられるまで、3秒かかってしまう。ゆえに、バーストエラーが短い間隔で再び起きた場合、再生が停止するおそれがある。このような場合、バッファマネージャは利用可能帯域幅の全てを先読みの帯域幅に割り当てる。これにより、3秒よりも短い時間でバッファにQoSを満足するのに必要な量を蓄えることができる。

バッファマネージャもバンド幅マネージャ同様、ユーザ側であるSMAP Receiver側で稼働している。バッファマネージャは、クライアントにバッファされているデータ量を常に監視する。バッファしている量が必要な量を満足できない場合、バッファマネージャはバッファ量が足りないことをSMAP Senderに通知する。SMAP Senderは、利用可能帯域幅をすべて先読みに割り当てることで、素速くバッファの不足分を転送する。

5. 性能評価

本章は、SMAPネットワークサービスのプロトタイプについての性能評価実験の報告をする。プロトタイプにおける機能的制限は、音声を扱うことができないことである。実験では映像のみを扱い、バッファリングとQoS保証について評価した。実験は3種類行い、3つの実験とも無線LANを使用し、PHSをシミュレートした環境で行った。実験環境は以下ようになる。

- 帯域幅：最大29.2kbps
- QoSを保証するSMAPにおいてユーザが指定したQoS
 - 再生フレームレート：1fps
 - 吸収する途切れの時間：5秒

5.1 再生フレームレート

最初の実験は、再生フレームレートの保証について調べるものである。この実験では、優先度に基づく選択的転送は行わず、通常の転送を行った。これは、再生フレームレートの保証の効果をより明確にするためである。

通常の転送とQoSを保証する転送について、実験結果をそれぞれ図7、8に示す。

図7に示されているように、通常の転送では利用可能帯域幅がある場合は前から順番にフレームを転送し、無い場合は転送しないため、再生されるフレームと再生されないフレームが連続する。これに対し図8に示されているように、QoSを保証する転送では、再生フレームレートを保証するため一定の間隔でフレームが再生されているのが分かる。これにより、再生フレームレートが保証されていることが確認できた。

5.2 転送の途切れの吸収

次の実験では、再生フレームレートの保証について調べた。この実験においても、優先度に基づく選択的転送は行わず、通常の転送を行った。これは、転送の途切れの吸収の効果をより明確にするためである。また、この実験では擬似的にバーストエラーを2回起こした。

通常の転送とQoSを保証する転送について、実験結果をそれぞれ図9、10に示す。なお、図において円に囲まれている部分がバーストエラーが起きた箇所である。

図9に示されているように、通常の転送では1度目のバーストエラーの時には、再生はできているもののフレームレートがおちており、2度目のバーストエラーの時には再生が途切れてしまっている。QoSを保証する転送の方では、1度目のバーストエラーの時は問題なく再生し、2度目のバーストエラーによる再生の途切れも通常の転送よりも短くなっている。これにより、転送の

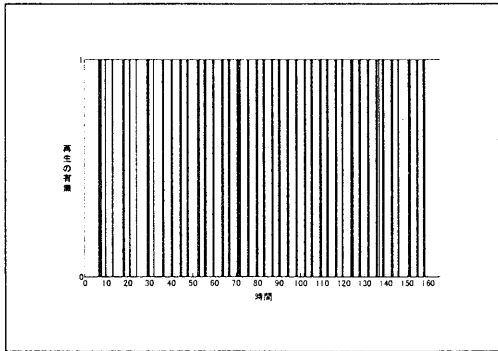


図7 通常の転送
Fig. 7 Normal transport

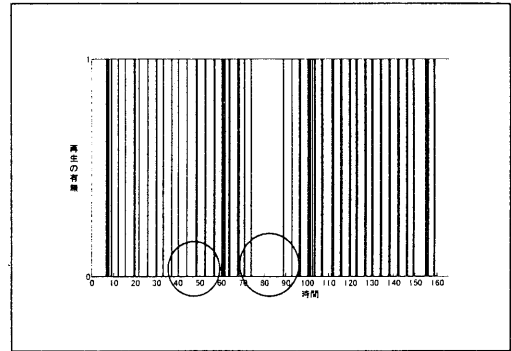


図9 通常の転送
Fig. 9 Normal transport

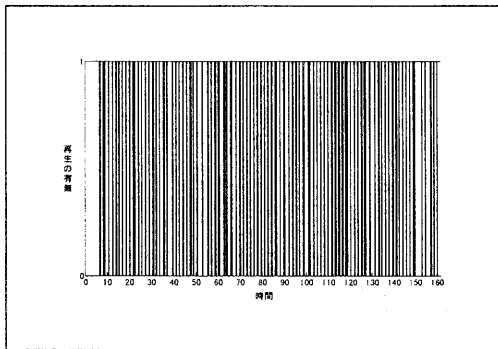


図8 QoSを保証する転送
Fig. 8 QoS guaranteed transport

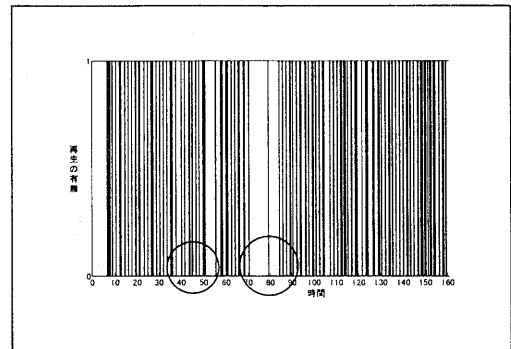


図10 QoSを保証する転送
Fig. 10 QoS guaranteed transport

途切れが吸収されていることが確認できた。

5.3 SMAP への適応

最後の実験では、SMAPにおいてQoSを保証するネットワークサービスを適応した。この実験では、優先度に基づく選択的転送を行い、SMAPにおけるQoSを保証するネットワークサービスの効果を調べた。

通常の転送とQoSを保証する転送について、実験結果をそれぞれ図7, 8に示す。

図11に示されているように、通常のSMAPでは優先度に基づいた選択的転送により、高い優先度のフレームが再生されていることが分かる。一般に、ビデオの中で優先度はシーン単位で与えられることが多いため、高優先度、低優先度の各フレームはそれぞれ特定の部分で連続することが多い。今回の実験も例外ではなく、図11のように高優先度のフレームと低優先度のフレームはそれぞれ連続している。ゆえに、再生されたフレームと再生されないフレームはそれぞれ連続している。これに対し、図12に示されているように、QoSを保証する

SMAPでは全体的に一定の間隔でフレームが再生されていることが分かる。これにより、SMAPにおいてもある程度再生フレームレートが保証されることが確認できた。

6. ま と め

本研究では、選択的マルチメディア通信方式SMAPにおけるネットワークサービスを提案、実装した。SMAPネットワークサービスは、バッファリング、QoSの保証を行うことにより、ユーザとアプリケーションに対してより安定した品質のネットワークを提供する。また、プロトタイプによる実験により本手法の有効性を確かめることができた。

今後の課題であるが、音声におけるQoSの保証をどうするかについて考察を行う。現在、より安定したネットワークサービスを提供するために、再生時のフレームレートと、吸収する転送の途切れの時間をユーザに指定してもらっている。これにより、映像に関してQoS

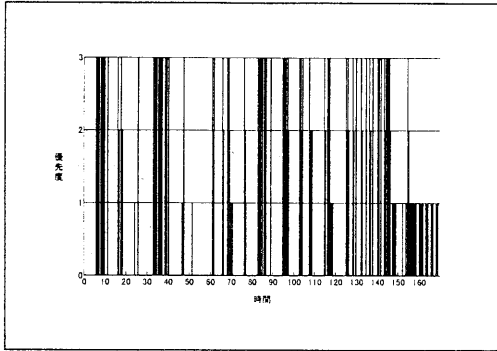


図 11 通常の SMAP
Fig. 11 Normal SMAP

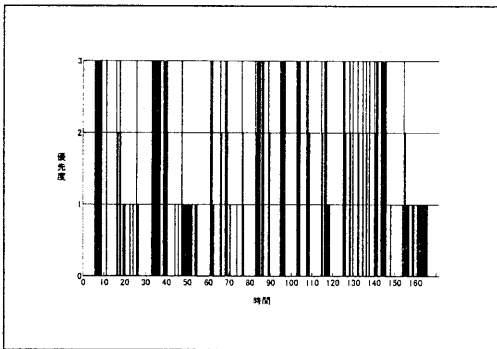


図 12 QoS を保証する SMAP
Fig. 12 QoS guaranteed SMAP

を保証している。しかし、音声についてはまだ保証を行っていない。今後は、音声における QoS をどのようにして保証するのかを考察する。音声は、映像と違い、フレームレートのように簡単にその QoS を表現できない。この音声における QoS をどのように表すのか検討していきたい。

また、本ネットワークサービスの改良も考えている。

現在、QoS の保証に関してはユーザが直接再生フレームレートと吸収する転送の途切れの時間を指定している。これに対し、ユーザの環境とその変化に応じて転送の途切れの時間を動的に制御する方法を考えている。これにより、ユーザが無線有線かといった自分のネットワーク環境を意識しないネットワークサービスの実現をする。この方式の検討、実装を行い、現在の方式と比較したい。

参 考 文 献

- 1) 水野忠則, 太田賢: モバイルコンピューティングの現状と将来, 電子情報通信学会誌, Vol. 80, No. 4, pp. 318-323 (1997).
- 2) Alwan, A., Bagrodia, R., Bambos, N., Gerla, M., Kleinrock, L., Short, J. and Villasenor, J.: Adaptive mobile multimedia networks, *IEEE Personal Communications*, Vol. 3, No. 2, pp. 34-51 (1996).
- 3) Jose, M., Radu, S. J., Hirohisa, S. and Jyh-Cherng, L.: Video over Wireless, *IEEE Personal Communications* (1996).
- 4) Imielinski, T. and Korth, H.: *Mobile Computing*, Kluwer Academic Publishers, Boston (1996).
- 5) 太田賢, 渡辺尚, 水野忠則: ワイヤレス通信環境における選択的マルチメディア通信方式の実装, 情処研報 97-DPS-82, Vol. 97, No. 35, pp. 141-146 (1997).
- 6) M, K. and L, T.: Reliability-throughput optimisation for adaptive forward error correction systems, *IEE Proc.-Commun* (1996).
- 7) Howard, P. K. and Bethany, S. R.: Predictive prefetch in the nemesis multimedia information service, ACM MULTIMEDIA '94 CONFERENCE (1994).
- 8) Bret, J. D. and Yanakun, Z.: Destination Buffering for Low-Bandwidth Audio Transmissions using Redundancy-Based Error Control.

(平成0年0月0日受付)

(平成0年0月0日採録)