

狭帯域ネットワークを介した映像のブラウジング手法

Video Browsing Method over Narrowband Network

高橋 敏哉

TAKAHASHI Toshiya

武田 奈穂美

TAKEDA Naomi

今井 徹

IMAI Toru

インターネットなど広域ネットワークを使った映像配信が盛んになっており、パソコン（PC）や携帯電話などで映像を見ることができるようになった。これにより映像コンテンツの種類や数も増えており、映像の中で自分の見たい場面を効率よく探すための技術が重要となる。

当社は、狭帯域ネットワークを介して配信される映像を効率よくブラウジングするための“サムネイルのプログレッシブダウンロード方式”を考案し、ダウンロード直後から映像全体をブラウジングできるシステムを開発した。

Video streaming over the Internet is highly popular today and video contents can be viewed on PCs and cellular phones. With the increasing volume of video contents, technology for finding a favorite scene among video contents has become more important.

Toshiba has developed a video browsing method over the narrowband network using progressive thumbnail downloading, and a video browsing system implementing this method.

1 まえがき

最近、インターネットなど広域ネットワークを介した映像配信が活発化している。ネットワークを介した映像配信では、ストリーミングと呼ばれる映像データをダウンロードしながら順次再生する方法が広く使われている。ストリーミングにより、サイズの大きい映像データでもダウンロードで長い時間待つことなく再生することが可能になる。

このように映像配信が盛んになると、映像コンテンツの種類も増え、映像の中から自分の見たい場面だけを効率よく検索するための技術が重要になる。

見たい場面を探し出す方法の一つとして、映像を早送り／巻戻し再生して自分の見たい場面を見つける方法がある。しかし、ストリーミングによる映像配信で早送り／巻戻し再生を行う場合、単位時間当たりのデータ転送量が大きくなる。

そこで、サムネイル^(注1)をあらかじめダウンロードしておき、サムネイルを使った擬似的な早送り／巻戻し再生による映像のブラウジングが考えられる。しかし、サムネイルは映像と比較してデータ量は小さいものの、電話回線など帯域が狭い回線でダウンロードするには長時間かかる。また、サムネイルを順次ダウンロードする場合には、映像の先頭のサムネイルはすぐにダウンロードできて早送り／巻戻し再生が可

(注1) 映像から静止画像を抽出して縮小した画像。英語の Thumbnail からきており、親指の爪ほどの小さい画像という意味を持つ。

能になるが、映像の後方のサムネイルはダウンロードするまで時間がかかる。

ここでは、狭帯域ネットワークにおいて、映像の後方でもすぐに早送り／巻戻し再生を開始することができるサムネイルのプログレッシブダウンロード方式について説明する。更に、サムネイルのプログレッシブダウンロードを実装した映像配信システムについて述べる。

2 映像ブラウジングの課題

映像をブラウジングするための手段として、家庭用VTRでは映像を早送り／巻戻し再生して自分の見たい場面を探し出すことがよく行われる。インターネットで配信される映像に対しても、早送り／巻戻し再生できれば自分の見たい場面をすばやく探し出すことができる。

インターネットによる映像配信では、MPEG-4(Moving Picture Experts Group-phase 4)形式の映像が広く使われている。MPEG-4ではフレーム間差分を用いて圧縮しているため、早送り／巻戻し再生する場合には配信されたMPEG-4映像からIピクチャ^(注2)のみを抽出して早送り／巻戻し再生するのが自然な方法である。しかし、この方法では単位時間当たりのデータ転送量が大きくなり、ネットワークの

(注2) フレーム間の予測方法の違いにより、フレーム間予測しないIピクチャ、片方向から予測するPピクチャ、両方向から予測するBピクチャの3タイプがある。

帯域幅が狭い状況では遅延が大きくなる。

また、配信サーバ側でIピクチャのみを抽出して早送り/巻戻し再生用の映像を作成して、ストリーミングによる配信によりデータ転送量を削減することができるが、それでもデータの転送量は依然として大きい。

そこで、MPEG-4映像のIピクチャを抽出して更に縮小圧縮したサムネイルをダウンロードして早送り/巻戻し再生をすることが考えられる。映像の代わりにサムネイルをダウンロードすることにより、データの転送量を更に削減することができる。

しかし、データの転送量を削減しても、サーバ/クライアント間が電話回線などの帯域の狭い回線で接続されている場合は、サムネイルのダウンロードにかかる時間は依然長い。例えば、3分間のMPEG-4映像データ(30フレーム/s)からIピクチャ(2フレーム/s)のみを抽出して、画素数88×60に縮小した静止画像をMotionJPEG(Joint Photographic Experts Group)で圧縮したサムネイルを作成すると、データ量は約500Kバイトであり、64kbpsの転送レートでダウンロードする場合には約1分かかる。

したがって、サムネイルをフレーム番号順にダウンロードすると、映像の最初のサムネイルはすぐにダウンロードされるが、映像の最後のサムネイルはなかなかダウンロードされない。見たい部分が映像の最初にあればすぐに早送り/巻戻し再生ができるが、見たい部分が映像の最後にある場合には、サムネイルが完全にダウンロードされるまで待たなければならない。

更に、早送り/巻戻し再生を実行する時にサムネイルのダウンロードを開始すると、ダウンロードの初期化処理で待ち時間が発生する。

3 映像ブラウジングのためのダウンロード方式

前章で述べた課題を解決するために、効率的な映像ブラウジングの実現を目的としたサムネイルのダウンロード方式を考案した。

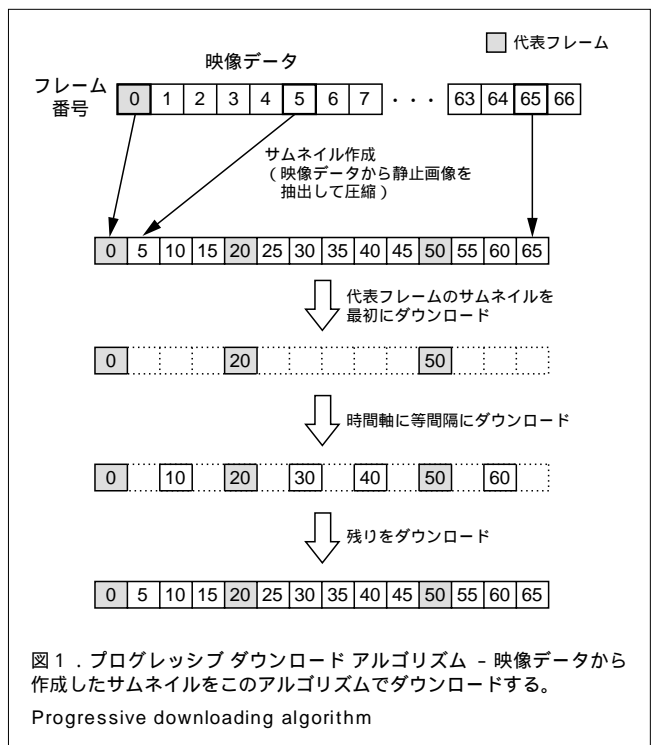
早送り/巻戻し再生を開始してからサムネイルをダウンロードすると待ち時間が発生する。そこで早送り/巻戻し再生を開始する前にサムネイルのダウンロードをあらかじめ開始する。これにより、早送り/巻戻し再生するために必要なサムネイルが既にダウンロード済みならば、すぐに早送り/巻戻し再生を開始することができる。

早送り/巻戻し再生をするためには、必ずしも全フレームからサムネイルを作成する必要はない。そこで、映像フレームの中から一部のフレームを選択してサムネイルを作成する。例えば、前章で述べたようにMPEG-4映像のIピクチャのみからサムネイルを作成する。

サムネイルのダウンロードは以下のアルゴリズムを用いて行う。これをプログレッシブダウンロード方式と呼ぶ。

- (1) 代表フレームのサムネイルを最初にダウンロードする。ここでは、当社が開発したシーンの切替わりを自動的に検出するカット検出⁽¹⁾から得られた各ショットの先頭のフレームを代表フレームとする。
- (2) 次に、ダウンロード済みのサムネイルが時間軸に等間隔になるようにダウンロードする。ダウンロード済みのサムネイルの中でもっとも間隔が空いている中央のサムネイルを順次ダウンロードしていく。
- (3) 最後に、残りのサムネイルをダウンロードする。

プログレッシブダウンロード方式を図1に示す。この方式により、代表フレームのサムネイルは開始直後にダウンロードされるので、映像の概要はすぐに知ることができる。また、時間軸に等間隔にダウンロードすることにより、映像の先頭だけでなく最後の部分も均等にダウンロードされるので、サムネイルを用いた早送り/巻戻し再生もダウンロード直後から開始することができる。



4 映像ブラウジングシステム構成

当社では、プログレッシブダウンロード方式を実装した映像ブラウジングシステムを開発した。システム構成を図2に示す。

サーバ側では、MPEG-4形式で圧縮したストリーミング用の映像ファイルを作成する。次に、映像ファイルをインデキ

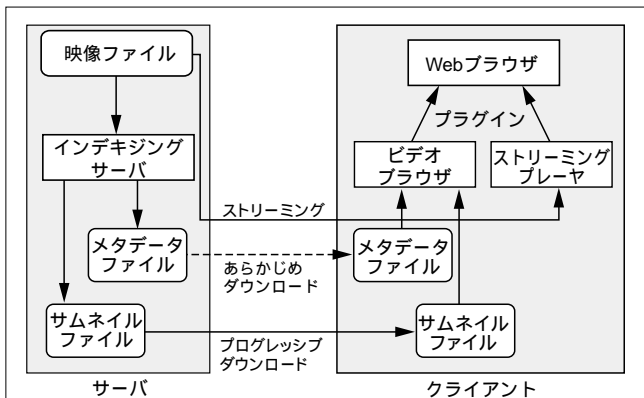


図2 . システム構成 - 配信する各種ファイルを作成するサーバと、ファイルをダウンロードして表示するクライアントから構成される。
Configuration of video browsing system

シングサーバに入力する。インデキシングサーバは、カット検出⁽¹⁾とプログレッシブダウンロードに対応したサムネイルを作成するソフトウェアである。インデキシングサーバは、映像の解析結果を保存したメタデータファイルと、MPEG-4映像のIピクチャのみから抽出した静止画像をMotionJPEG形式で圧縮したサムネイルファイルを出力する。

クライアント側では、Webブラウザにビデオブラウザとストリーミングプレーヤをプラグインする。ビデオブラウザはカット検出した代表フレームのサムネイルを表示し、プログレッシブダウンロードに対応した早送り/巻戻し再生を行うソフトウェアである。Webブラウザでページを指定すると、最初にメタデータファイルをダウンロードする。次に、ユーザーが早送り/巻戻し再生を待たずにサムネイルファイルのダウンロードを開始する。ダウンロード済みのサムネイルを用いて、早送り/巻戻し再生による映像のブラウジングを行う。再生したい場面を選択すると、ストリーミングによる映像の再生が開始される。

5 プログレッシブダウンロード方式の検証

サムネイルを先頭から順番にダウンロードする場合と、サムネイルの順序を変更してダウンロードするプログレッシブダウンロードの場合を比較して、プログレッシブダウンロードの効果を調べた。

帯域の狭い回線でサムネイルをダウンロードする場合を検証するために、サーバとクライアントをISDN(統合デジタル通信サービス)エミュレータで接続して、サーバ/クライアント間の転送レートが64 kbpsの環境を構築した。

検証に用いた映像データは、長さが3分1秒の風景画であり、Iピクチャのみを抽出して縮小圧縮したサムネイルのサイズは472Kバイトである。また、インデキシングサーバにより

検出された代表フレーム(ショット)の数は10である。

先頭から順番にサムネイルをダウンロードした場合を図3で示す。小さく表示されている10個の静止画は代表フレームのサムネイルである。バーの赤い部分はダウンロード済みのサムネイルを示しており、サムネイル全体の1/3がダウンロードされている状況を示す。



図3 . 出現順によるサムネイルのダウンロード - 先頭から順にサムネイルをダウンロードした場合には、先頭部分が最初にダウンロードされる。

Sequential thumbnail downloading

映像の先頭1/3のサムネイルは既にダウンロードされているので、この部分の早送り/巻戻し再生は可能である。しかし、映像の後方は早送り/巻戻し再生ができない。映像の最後の部分を早送り/巻戻し再生するためには、完全にダウンロードするまで待たなければならないが、今回の検証で用いた映像の場合、サムネイル全体をダウンロードするためには、59秒間待たなければならない。

プログレッシブダウンロードの場合の、サムネイルのダウンロード状況を図4で示す。図3と同様にサムネイル全体の1/3がダウンロードされている状況を示している。

プログレッシブダウンロードの場合、最初に代表フレームのサムネイルが送信されるので、サムネイルのダウンロード直後でも映像の概要を知ることができる。今回の検証に用いた映像データでは代表フレームの数が10であり、代表フレームのサムネイルをダウンロードするのに要する時間はわ



図4 . サムネイルのプログレッシブダウンロード - プログレッシブダウンロード方式を用いた場合には、全体が均等にダウンロードされる。

Progressive thumbnail downloading

ずか1秒である。更に、代表フレームのサムネイルをダウンロードした後は、時間軸に等間隔にダウンロードしていく。図の赤い部分がダウンロード済みのサムネイルを示す。

サムネイルを用いた早送り／巻戻し再生を図5で示す。マウスのアイコンをバーに当ててボタンをクリックするとサムネイルが表示される。ボタンをクリックした状態でマウスを左右に移動すると、サムネイルが切り換わる。右に移動すると早送り再生を、左に移動すると巻戻し再生を行うことができる⁽²⁾。また、マウスの移動を速くすると高速の早送り／巻戻し再生が、遅くすると低速の早送り／巻戻し再生を行うことができる。

プログレッシブダウンロード方式では、映像全体のサムネイルを均等にダウンロードするので、ダウンロードの開始直後では粗い早送り／巻戻し再生を、時間がたつにつれて詳細な早送り／巻戻し再生が可能となる。



図5．早送り／巻戻し再生 - カーソルを左右に進めることで早送り／巻戻し再生を実現する。

Fast-forward/reverse play

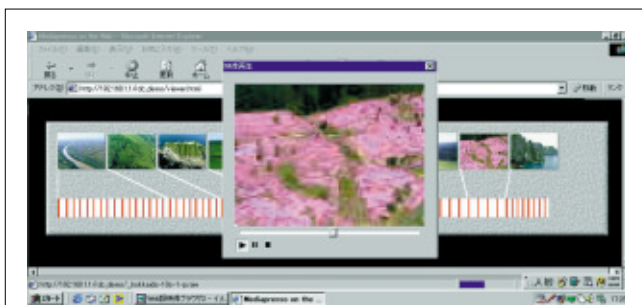


図6．ストリーミングによる映像の再生 - 自分の見たい場面から映像を再生することができる。

Video streaming

早送り／巻戻し再生により映像の開始場面を選択して、ストリーミングによる再生を行う。図6ではストリーミングによる映像の再生を示す。これにより、ユーザーは映像の中で自分の見たい場面のみを再生することが可能になる。

6 あとがき

インターネットを使った映像配信は更に盛んになっていくと思われる、映像ブラウジングの技術はますます重要になる。今後もユーザーのニーズを的確にとらえた映像ブラウジングシステムの開発を目指していきたい。

また、インターネットの映像配信に限らず、映像アーカイブシステムや映像監視システムなど、幅広い分野で映像ブラウジングシステムの技術を適用していきたい。

文献

- (1) 堀 修,ほか.“動きベクトル符号量を用いたMPEG動画像からの高速カット検出”.情報通信学会技法,PRMU96-100,1996,p.55 - 62.
- (2) 堀 修,ほか.“映像解析を利用した映像メディアのためのGUI”.情報処理学会研究報告,H172-7,1997,p.37 - 42.



高橋 敏哉 TAKAHASHI Toshiya

セミコンダクター社 電子デバイス営業事業部 ソフト・ソリューション推進室主務。映像・音声圧縮LSI向けソフトウェアの設計・開発・営業に従事。情報処理学会会員。Electronic Device Sales & Marketing Div.



武田 奈穂美 TAKEDA Naomi

研究開発センター マルチメディアラボラトリー。映像配信システムの研究・開発に従事。Multimedia Lab.



今井 徹 IMAI Toru

セミコンダクター社 電子デバイス営業事業部 ソフト・ソリューション推進室参事。映像・音声圧縮LSI向けソフトウェアの設計・開発・営業に従事。情報処理学会会員。Electronic Device Sales & Marketing Div.