

ユーザ要求を反映する MPEG-4 配信 QoS プロトコルの提案

森 亮憲[†] 勝本 道哲[†]

[†] 独立行政法人通信総合研究所

本稿では、MPEG-4 コンテンツを配信するアプリケーションを対象として、ユーザの要求を反映する QoS 制御を行うプロトコルを提案する。MPEG-4 コンテンツ配信アプリケーションのユーザとして、コンテンツ製作者および、コンテンツ受信者を考え、ユーザが優先するコンテンツなどを指定する。MPEG-4 では、コンテンツ内に含まれる各オブジェクトごとに符号化を行うようになっており、符号化データの一部を復号することによって符号化前のデータが復元できるスケーラブル符号化も考慮されている。本稿では、これら MPEG-4 規格で定められている機能を利用して、コンテンツ内のオブジェクトごとに品質管理を行いユーザ要求を反映する処理方法を提案する。

A Proposal of QoS Protocol for MPEG-4 Streaming Granting User Requests

Takanori Mori[†] and Michiaki Katsumoto[†]

[†] Communications Research Laboratory

In this paper, we propose a QoS protocol for MPEG-4 contents streaming application. The proposed QoS protocol controls the quality of contents based on user requests. We assume that the contents creators and receivers use the MPEG-4 contents streaming application and they give preference to some contents. In the MPEG-4 standard, each object in the content is encoded separately and the scalable encoding in which a original data can be decoded from a part of encoded data is also considered. In the proposed method, we manage the quality for each object in the contents and grant user requests based on the technology in the MPEG-4 standard.

1 まえがき

近年、ネットワークの発展に伴いネットワークを介して動画などのコンテンツを配信するサービス [1, 2] が提供されるようになってきている。コンテンツを配信する方法として、あらかじめ記録されているコンテンツをユーザの要求に応じて配信するオンデマンド配信や、入力されたコンテンツを直ちに配信するライブ配信などがある。一方、コンテンツを受信・再生する方法として、すべてのコンテンツを受信してから再生する方法と、受信しながら再生を行う方法（ストリーミング）がある。

動画を符号化するための技術として、MPEG-1 [3], MPEG-2 [4], MPEG-4 [5] などが標準化されている。その中で MPEG-4 は携帯端末での利用を考慮して低ビットレートで高画質な符号化方式の実現を目指して標準化が行われている。また、MPEG-4 では MPEG-1 や MPEG-2 で扱っていた自然ビデオおよび自然オーディオに加え、コンピュータ・グラフィックスや合成ビデオ、合成オーディオ、合成音声も扱うことができる。MPEG-4 では人物、机、音声などのオブジェクトが合成・配置されることに

よってシーンが構成されると捉えており、各オブジェクトごとに最適な符号化方法が考えられている。また、符号化方式として符号化データのすべてではなく、一部分のみを復号しても符号化前のデータが復元できる方式（スケーラブル符号化）が考えられている。これにより、コンテンツを受信する端末の能力やネットワーク帯域に応じて、さまざまな品質のコンテンツを再生することができる。

我々の研究グループでは、ユーザの要求を反映する MPEG-4 コンテンツ配信アプリケーションについて研究・開発を行っている [6, 7, 8, 9, 10]。対象としているコンテンツ配信アプリケーションでは、複数のサーバに MPEG-4 コンテンツが配置されており、コンテンツ受信者はオンデマンド配信される複数の MPEG-4 コンテンツを同時に受信しながら、ストリーミング再生を行う。各コンテンツは MPEG-4 規格に基づいて符号化されているため、個々のコンテンツが要求するネットワーク帯域は少ないが、全体では多くの帯域が必要となる。このために、適切な QoS 制御が必要であると考えられる。

従来は Integrated Service (Interserv) [11] や Differentiated Service (Diffserv) [12] などを利用する、

あるいは end-to-end でネットワーク監視を行う [13, 14] などの方法でネットワーク帯域に応じた QoS 制御を行っていた。本稿で考えるアプリケーションはユーザの要求を反映するものであるので、ユーザの要求に応じて QoS 制御を行う。本稿では、コンテンツの製作者および受信者をアプリケーションのユーザと考え、それぞれの要求に応じて QoS 制御を行う仕組みを考える。MPEG-4 では、コンテンツに含まれるオブジェクトごとに符号化が行われていることから、オブジェクトごとに制御を行う。コンテンツ受信者には興味のあるコンテンツやオブジェクトを指定してもらい、高品質で配信するような処理を行う。一方、コンテンツ製作者には、コンテンツのなかで優先させたい部分を指定してもらい高品質で配信するなどの制御を行う。品質の制御は、MPEG-4 規格で定められているスケーラブル符号化を利用して行う。

QoS 制御を行うためには、ネットワークに流すコンテンツデータの制御、クライアントとサーバ間の制御メッセージのやりとりおよび、コンテンツ製作者・受信者による要求指定の送受信などを決定する必要がある。本稿では、適切なコンテンツデータおよび要求指定がクライアント側にあるものとして、クライアントでの処理についての提案を行う。

以降、2 章では本稿で対象とする MPEG-4 コンテンツ配信システムについて述べる。3 章では 2 章で述べたシステムで提供するサービスを実現するためにクライアント側で行う処理について説明する。最後に、4 章でまとめと今後の課題について述べる。

2 MPEG-4 コンテンツ配信システム

本稿では、図 1 のような MPEG-4 配信システムを考える。配信システムでは複数のサーバおよび複数のクライアントが存在する。サーバはクライアントからの要求に応じてコンテンツを配信する。コンテンツの配信はネットワークを介して行われる。

2.1 配信するコンテンツ

本システムで配信するコンテンツは複数のメディアオブジェクト、シーン記述、シナリオ記述およびキーワードで構成されているものとする。

メディアオブジェクトとは、MPEG-4 規格で符号化された音声、動画、静止画などを表す。また、メディアオブジェクトは空間スケーラビリティおよび

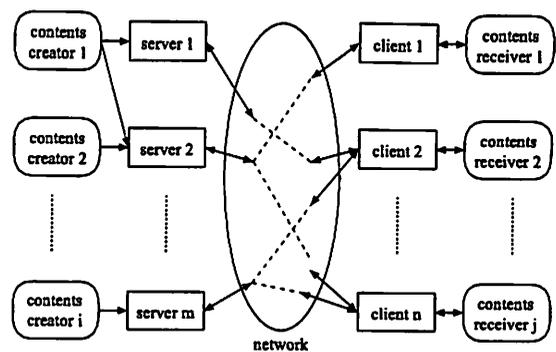


図 1: MPEG-4 配信システム

時間スケーラビリティを考慮して符号化されているものとする。これらのスケーラビリティを考慮した符号化は、QoS 制御を行うために必要となる。

シーン記述のシーンとはコンテンツ受信者に提供される画面構成のことである。シーンを構成するために、シーンに含まれる各メディアオブジェクトの空間的・時間的配置方法を記述したものがシーン記述である。これは MPEG-4 規格で定められている。

シナリオ記述とは、コンテンツに含まれるメディアオブジェクトをどのように再生・表示するのかを記述したものである。シナリオ記述では、各メディアオブジェクトを再生・表示するときの品質について記述する。シーン記述のようなメディアオブジェクトの合成・配置などに関しては記述しない。シナリオ記述では以下のことを記述する。

- 優先するメディアオブジェクト。コンテンツに含まれるメディアオブジェクトのうちのいくつかを指定する。指定されたメディアオブジェクトは高品質で配信される。
- 優先する時間帯。メディアオブジェクトを再生・表示する場合に高品質で表示する時間を指定する。指定された時間内では、指定されたメディアオブジェクトは高品質で配信される。

キーワードとは、コンテンツの内容およびコンテンツに含まれるメディアオブジェクトなどを表す単語の集合である。

2.2 ユーザ

MPEG-4 コンテンツ配信システムでは、コンテンツ製作者およびコンテンツ受信者をシステムのユーザとして考える。

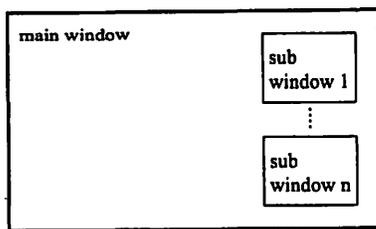


図 2: クライアントの画面構成

2.2.1 コンテンツ製作者

MPEG-4 コンテンツ配信システムは、複数のコンテンツ製作者が利用するものとする。コンテンツ製作者は MPEG-4 コンテンツとして、メディアオブジェクトとメディアオブジェクトの配置方法を記述したシーン記述、メディアオブジェクトに対する品質指定を記述したシナリオ記述およびキーワードを製作し、それらをサーバに置く。

2.2.2 コンテンツ受信者

コンテンツ受信者はクライアントを通してサーバに置かれている MPEG-4 コンテンツを受信する。

クライアントの画面は図 2 のようなもので、同時に複数のシーンが表示される。各シーンはひとつの MPEG-4 コンテンツから構成されるものであってもよいし、複数の MPEG-4 コンテンツから構成されるものであってもよい。メインウィンドウでひとつのシーンが表示され、サブウィンドウで複数のシーンが表示される。

コンテンツ受信者は興味のあるコンテンツの内容やオブジェクトなどをあらかじめ指定しておく。これを要求指定と呼ぶ。要求指定は、キーワードリストの中からキーワードを選択することによって行う。キーワードリストは、コンテンツ製作者が製作した MPEG-4 コンテンツに対するキーワードを利用して作成する。

コンテンツ受信者は要求指定に基づいて表示される MPEG-4 コンテンツを受信する、あるいはコンテンツ一覧から MPEG-4 コンテンツを指定することによってコンテンツを受信する。コンテンツ受信者は MPEG-4 コンテンツ再生中にサブウィンドウの中からシーンを選択しメインウィンドウに表示させることができる。また、画面に表示されているシーンやシーン中のメディアオブジェクトを指定することで、それらに対する品質を制御することができる。コンテンツ受信者がコンテンツ品質に対して何も設定しない場合は、コンテンツ製作者が作成し

たシナリオ記述に基づいて MPEG-4 コンテンツが再生される。

2.3 提供するサービス

MPEG-4 コンテンツ配信システムでは、コンテンツ製作者のシナリオ記述に基づいて MPEG-4 コンテンツを再生する。また、コンテンツ受信者の要求指定や再生中の指示に基づいて MPEG-4 コンテンツを再生する。このようにシステムのユーザの要求を反映してコンテンツを再生するサービスを行う。以降では、これらのサービスを実現するための制御方法について述べる。

3 ユーザ要求を反映する QoS プロトコル

本稿では、MPEG-4 規格で定められているメディアオブジェクトに対する符号化方法および受信端末での処理方法について調査し、MPEG-4 コンテンツ配信システムのクライアントにおける処理について提案する。

3.1 MPEG-4 規格での符号化および受信端末

3.1.1 MPEG-4 符号化

MPEG-4 規格では、音声、動画、静止画などの各メディアオブジェクトごとに符号化を行うようになっている。また、メディアオブジェクトの符号化に対して、スケーラビリティを持った符号化（スケーラブル符号化）が規定されている。スケーラブル符号化とは、符号化データの一部のみを復号しても符号化前のデータが復元できるように符号化データを階層的に構成しておく符号化のことである。ただし、符号化データの一部のみを復号した場合、復元されたデータの品質は、符号化データのすべてを復号した場合よりも低くなる。スケーラブル符号化を行った場合、メディアオブジェクトは複数のレイヤ（基本レイヤおよび拡張レイヤ）を用いて符号化される。基本レイヤの符号化データを復号することによって低品質ではあるが元のデータを復元することができる。また、基本レイヤの符号化データに加えて拡張レイヤの符号化データを復号することにより、より高品質な復元を行うことができる。MPEG-4 規格では空間スケーラビリティと時間スケーラビリティが考えられている。

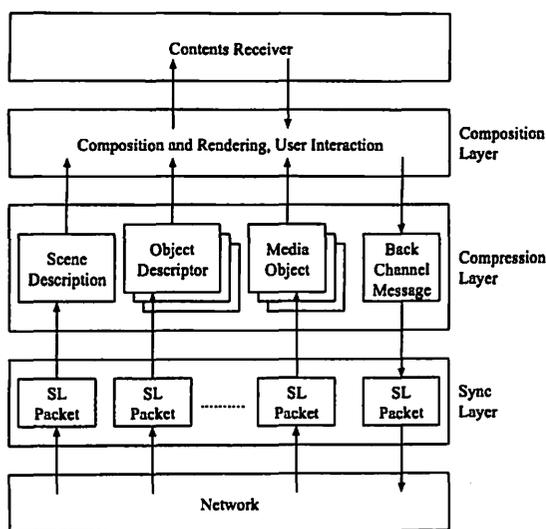


図 3: MPEG-4 システム端末

3.1.2 MPEG-4 システム端末でのコンテンツ再生

MPEG-4 システム端末とは MPEG-4 規格で定められている受信端末のことである。MPEG-4 システム端末は図 3 のような構成になっている。

MPEG-4 システム端末は、同期レイヤ、圧縮レイヤ、合成レイヤで構成される階層構造になっている。同期レイヤでは、ネットワークを介して送信されてくるデータの同期をとる。圧縮レイヤでは、同期レイヤから渡されたデータの復号が行われる。また、合成レイヤでは復号された各メディアオブジェクトの合成・配置が行われ、シーンが作成される。

MPEG-4 システム端末では、シーン記述、オブジェクトディスクリプタ (OD: Object Descriptor) および個々に符号化されたメディアオブジェクト、の 3 種類のビットストリームを受信する。ビットストリームはエレメンタリーストリーム (ES: Elementary Stream) と呼ばれる。各 ES には ID 番号 (ESID: Elementary Stream ID) が付けられている。

OD はメディアオブジェクトに対する ES の情報を記述したものである。OD にはメディアオブジェクトに対する ESID および符号化方法、ビットレートなどが記述されている。スケーラビリティを持った符号化を行われたメディアオブジェクトであれば、OD に複数の ESID が記述されている。また、各 OD に対しても ID 番号 (ODID: Object Descriptor ID) が付けられている。

シーン記述は、各メディアオブジェクトの空間的・時間的配置方法を記述したものである。シー

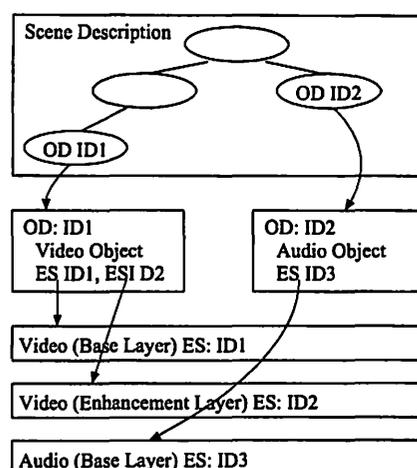


図 4: シーン記述, OD, メディアオブジェクトに対する ES の関係

ン記述には ODID およびそのオブジェクトに対する位置、形状などの情報を含んでいる。シーン記述フォーマットとして BIFS (Binary Format for Scene) [5], VRML (Virtual Reality Modeling Language) [15], SMIL (Synchronized Multimedia Integrated Language) [16, 17], MHEG (Multimedia and Hypermedia coding Experts Group とその標準) [18], XMT (Extensible MPEG-4 Textual format) [19] などがある。シーン記述および OD, メディアオブジェクトに対する ES の関係は図 4 のようになっている。

メディアオブジェクトに対する ES は OD に記述されている情報に基づいて圧縮レイヤで復号され、シーン記述にしたがって合成レイヤで合成・配置されて再生される。

3.2 ユーザ要求を反映するための処理方法

本稿で考える MPEG-4 配信システムでは、メディアオブジェクトに対してスケーラビリティを持った符号化が行われているものとし、品質を上げるためには復号する拡張レイヤの数を増加させ、品質を下げるためには復号する拡張レイヤの数を減少させることによって品質制御を行うことにする。3.1 節での調査から、各メディアオブジェクトに対して復号するレイヤを調節するには、調節を行いたいメディアオブジェクトに対する OD に記述されている情報を変更すればよい。

3.2.1 システム構成

ユーザ要求を反映するための処理を行うために、図 5 のようなクライアントおよびコンテンツ受

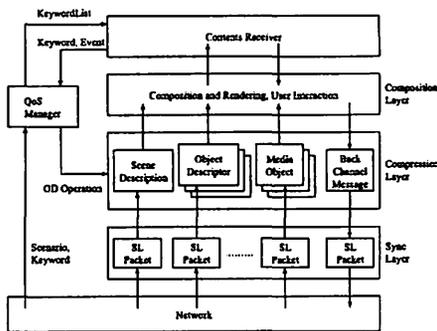


図5: QoS制御を行うためのシステム構成
 信者の構成を考える。このシステム構成は図3のMPEG-4システム端末に対して、QoSマネージャを追加したものである。QoSマネージャはネットワークを介してコンテンツ製作者が作成したシナリオ記述 (Scenario) およびキーワード (Keyword) を受信する。受信したキーワードを元にしてキーワードリスト (KeywordList) を作成し、コンテンツ受信者にキーワードリストを渡す。コンテンツ受信者はキーワードリストから、興味のあるキーワードを指定し、QoSマネージャに渡す (Keyword)。また、コンテンツ受信者は表示されているシーンまたはメディアオブジェクトを指定して、そのシーンまたはメディアオブジェクトに対する品質指定を行い、内容をQoSマネージャに渡す (Event)。QoSマネージャはコンテンツ製作者のシナリオ記述、コンテンツ受信者が指定したキーワードおよびイベントに基づいてODを更新する操作を行う (OD Operation)。

3.2.2 オブジェクトディスクリプタの更新

MPEG-4システムでは、複数のメディアオブジェクトを合成・配置してシーンを作成しており、動的なメディアオブジェクトの追加・削除を行うことが考えられている。MPEG-4規格では動的なメディアオブジェクトの変化を実現するためにODを更新・削除するためのコマンド (OD update, OD remove) が用意されている。これらのコマンドを実行する場合はODIDおよび更新する内容 (OD updateの場合) をパラメータとして指定する。本稿では、この仕組みを利用してODを更新する。

MPEG-4規格では、コンテンツ製作者がシーン記述を作成するときに各メディアオブジェクトに対するODIDを割り当てる。以下では、シナリオ記述、キーワード、イベントに対して、指定されたメディアオブジェクトとODIDとの対応付けの方法、およ

びODの更新方法を説明する。また、品質制御に利用するレイヤの管理については3.2.3節で述べる。

シナリオ記述に基づいたOD更新

シナリオ記述では、MPEG-4コンテンツに含まれるメディアオブジェクトに対する品質指定が記述されている。シナリオ記述はコンテンツ製作者が作成することから、シーン記述で利用したODIDを用いてシナリオ記述を作成することにより、メディアオブジェクトとODIDの対応を取ることができる。

優先するメディアオブジェクトの品質が低い場合は、QoSマネージャがOD更新コマンドを生成し品質を上げる。特定の時間帯に優先するメディアオブジェクトに関しては、QoSマネージャが時間を計測し、シナリオ記述にしたがってOD更新コマンドを生成する。

キーワードに基づいたOD更新

キーワードはコンテンツ製作者が、各メディアオブジェクトごとに関連する語句を選んで指定する。このことから、コンテンツ製作者が語句とシーン記述で利用したODIDの組を用いてキーワードを作成すればよい。コンテンツ受信者はコンテンツ製作者が作成したキーワードの一部を指定することから、QoSマネージャは指定されたキーワードに対応するODIDを参照することができる。

QoSマネージャは選択されたキーワードに基づいてOD更新コマンドを生成し、メディアオブジェクトの品質を制御する。

イベントに基づいたOD更新

イベントに関しては、MPEG-4システム端末の合成レイヤを利用してODIDを得ることを考える。合成レイヤには、シーン記述に基づいてコンテンツ受信者からのインタラクションを受け付ける機能がある。コンテンツ製作者がシーン記述を作成するときに、ユーザからのインタラクションを受け付けるメディアオブジェクトに対してTouchSensor¹を付けておく。これによってQoSマネージャは、ユーザが指定したメディアオブジェクトのODIDを取得することができる。

QoSマネージャは取得したODIDに基づいてOD更新コマンドを生成し、メディアオブジェクトの品質を制御する。

¹ MPEG-4規格で定められているユーザからのインタラクションを受け付けるノード。シーン記述に書く。

3.2.3 復号するレイヤの管理

次に OD を更新するときに必要なメディアオブジェクトに対するレイヤの管理について考える。メディアオブジェクトを符号化したときに、メディアオブジェクトに対する基本レイヤおよび拡張レイヤが決まる。さらに、再生する前には各レイヤを送信するための ES およびその ES に対する ESID が割り当てられている。これらの情報をもとにして、メディアオブジェクトとレイヤとの対応表（レイヤ表）を作成する。レイヤ表には、各メディアオブジェクトに対して利用できる拡張レイヤの ESID を記述しておく。また、レイヤ表は QoS マネージャが参照できるようにしておく。コンテンツの再生が始まれば、各メディアオブジェクトの OD の内容に基づいて、現在復号している拡張レイヤを記憶しておく。品質制御を行う場合は、現在の拡張レイヤとレイヤ表を利用して、復号する拡張レイヤを変更した OD を生成する。

4 まとめ

本稿では、MPEG-4 コンテンツを配信するアプリケーションを対象として、コンテンツ製作者およびコンテンツ受信者の要求を反映する QoS プロトコルのクライアントでの処理についての提案を行った。提案手法では、MPEG-4 規格のスケラビリティを考慮した符号化を利用して、再生されるメディアオブジェクトの品質を制御する。

今後の課題として、シナリオ記述や要求指定の記述方法を決定する必要がある。また、システム全体を動作させるためにはクライアントとサーバ間の制御メッセージやり取りや、要求指定の送受信などネットワーク制御を行う部分を設計する必要がある。以上の事柄を決定・設計した上で、提案手法の実装および実験なども行う予定である。

参考文献

- [1] P. Miles: "Internet World Guide to Webcasting", John Wiley & Sons (1998).
- [2] 中川晋一, 勝本道哲: "IP 通信によるデジタルメディアの将来", 情報処理学会学会誌「情報処理」, Vol.42, No.12 (2000).
- [3] ISO/IEC 11172: "Information technology – Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5Mbit/s", (1993)
- [4] ISO/IEC 13818: "Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information", (1994)
- [5] ISO/IEC 14496: "Information technology – Coding of audio-visual objects", (1998).
- [6] 佐藤克彦, 勝本道哲: "パーソナライズメディアストリーム配信の提案", 情報処理学会研究報告 DPS103-14 (2001).
- [7] 佐藤克彦, 勝本道哲: "パーソナライズドメディアストリームのための配信手法の提案", 情報処理学会研究報告 DPS ワークショップ (2001).
- [8] K. Sato and M. Katsumoto: "A Proposal of Multicast for Personalized Media Stream Delivery", Proc. 16th International Conference on Information Networking (ICOIN-16), LNCS2343, pp.94–108 (2002).
- [9] 佐藤克彦, 勝本道哲: "オンデマンド配信における非同期マルチキャストを用いた帯域制御方式の提案と評価", 情報処理学会研究報告 DPS107-26 (2002).
- [10] 佐藤克彦, 勝本道哲, 三木哲也: "非同期メディアキャストネットワーキング", 情報処理学会研究報告 DPS ワークショップ (2002).
- [11] F. Baker, J. Krawczyk and A. Sastry: "Integrated Services Management Information Base using SMIv2", RFC2213 (1997).
- [12] S. Blake, D. Blake, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang and W. Weiss: "An Architecture for Differentiated Services", RFC2475 (1998).
- [13] A. Marefat: "Dynamic Management of Multimedia Applications and Multilevel QoS Specification", Proc. International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS), pp.604–605 (1997).
- [14] A. Balk, D. Maggiorini, M. Gerla, and M. Y. Sanadidi: "Adaptive MPEG-4 Video Streaming with Bandwidth Estimation" Proc. 2nd International Workshop on QoS in Multiservice IP Networks (2003).
- [15] ISO/IEC 14772: "Information Technology – Computer graphics and image processing – The Virtual Reality Modeling Language (VRML)", (1997).
- [16] W3C Recommendation: "Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) 1.0 Specification", (1998).
- [17] W3C Recommendation: "Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0)", (2001).
- [18] ISO/IEC 13522: "Information Technology – Coding of multimedia and hypermedia information – Part 1, 3, 5, 6", (1996–1998).
- [19] M. Kim, S. Wood and L. Cheok: "Extensible MPEG-4 Textual Format", Proc. ACM Multimedia 2000 workshop (2000).
- [20] F. Pereira and T. Ebrahimi: "THE MPEG-4 BOOK", Prentice Hall PTR (2002).