

再生時間が未知なメディアを対象とした

1 J-7

メディア間同期方式の実現

端山 貴也† 清木 康‡

†筑波大学 工学研究科 ‡慶應義塾大学 環境情報学部

1 はじめに

複数のメディアを時間的、および、空間的に関係付けることにより作成されるマルチメディア・ドキュメントでは、メディア間の同期問題が生じる。メディア間の同期問題は、マルチメディア処理における重要な問題の一つである。

メディア間の同期関係は、論理的なメディア・データ間の時間的關係、および、物理的な再生時の時間的關係に分類できる。論理的な関係とは、二つのメディアの同時再生や、連続再生など、メディア・データの内容により決まる時間的關係である。物理的な関係とは、論理的な関係により定まるメディア再生プロセスの時間的關係である。論理的な関係を具現化したものが、物理的な関係であり、マルチメディア・ドキュメントの再生である。

本稿では、メディアの論理的な時間関係を柔軟に表す方式について述べる。本方式の特徴は、論理的な時間関係を物理的な時間関係に変換する際の差異を小さくすることが可能な点、および、再生時間が未知な場合にも、その時間関係を柔軟に表せる点である。

2 メディア間の時間関係

メディア間の時間的關係を表す場合、メディアをインターバルと捉え、その時間的關係によって表す[1]。論理的なメディアの時間的關係を表す場合は、インターバルの關係で表すことで、あらゆる同期關係を柔軟かつ簡素に表現することが可能である。しかし、インターバルによる同期關係の記述では、同期の粒度が大きいため、実際に、その情報を元に、同期を実現する際、ジッターやずれなどの問題が発生する。

この問題を解決するためには、複数のメディアの各時間軸上に任意の同期点を設け、各メディアの同期點の關係により時間的關係を記す。これにより、論理的な關係を物理的な關係として再現する際の差異を予測可能にすることができる。マルチメディア処理におけるメディア間同期では、メディアやデータの特性に応じて、同期のスケジュールを設定する事が、ジッターやずれの少ない再生を行う上で重要である。

2.1 任意の同期点による關係

インターバルを用いる場合、インターバルの開始点と終了点のみが同期点として指定可能であるため、インターバル内で演奏される曲や動画の再生時間の調整を予め行う必要がある。同期關係は、インターバル間の相對關係で表されるが、実際に再生される時は、全て実時間で動作することを要求される。演奏時に、動的にリップ・シンクを制

御する場合、インターバルの同期關係からでは、同期を取るべきチェック・ポイントに関する情報を得られない。

再生時の環境や状況に応じて、演奏時間は変化する。そのため、予め用意された時間的關係を満たす保証はなく、再生時に動的に調整を行う必要がある。そこで、インターバル中の任意の時点の關係により時間的關係を表現することにより、再生時に、柔軟にメディア間の同期処理を行うことが可能とする必要がある[2, 3]。これにより、論理的に同期する必要のある点を同期させることが可能となる。

ここで、二つのインターバル X と Y があるとすると、同期点を任意に設定可能であるとすると、インターバル X と Y の同期点は、次のように定義される。

$$\begin{aligned} X &= \{X_{start}, X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n, X_{finish}\}, \\ Y &= \{Y_{start}, Y_1, Y_2, \dots, Y_j, \dots, Y_m, Y_{finish}\}. \end{aligned}$$

X_i や Y_j は、同期点であり、 X_{start} を起点とした時の相對時間である。 X_{start} 、および、 X_{finish} は、インターバルの開始と終了点である。時間的關係(同期)は、これらの同期點の關係によって表す。ここで、同期點の關係を表すため、Meet 關係を導入する。Meet 關係は、インターバルの任意の点である同期點の關係を表す。インターバル X と Y が同時に開始し、終了する場合は、次のように表す。

$$\begin{aligned} &Meet(X.X_{start}, Y.Y_{start}), \\ &Meet(X.X_{finish}, Y.Y_{finish}). \end{aligned}$$

2.2 再生時間が未知なメディア

インターバルが既知である場合には、任意の同期点をそのインターバル上に設定することが可能である。しかし、メディア・データの再生時間(インターバル)が既知でない場合には、静的に同期点とその關係を設定することが困難である。再生時間が未知な場合には、あらかじめ同期の回数を決めることができないためである。

このような状況は、実時間で再生されないメディアやユーザとの対話と、その他のメディアを同期させる場合に発生する。例えば、ユーザとの対話においては、ユーザの反応がいつ発生するか予測不可能である。ユーザとの対話を一つのメディアと捉え、ユーザからの反応を待つ間、音楽や動画を流しつづける場合を仮定する。この場合、音楽と動画は、同期していなくてはならないため、ユーザからの反応があるまでの間、同期点を設け、同期を続ける必要がある。しかし、動的に同期点を設けることは、それぞれのメディアの時間軸が同じである保証がないため、困難である。そこで、同期点を動的に設けるのではなく、同期点を必要に応じて設けられる關係により、これを解決する。本稿では、これを *Vote* 關係と呼ぶ。

2.3 投票による同期

投票による同期方式では、新たに同期点とする可能性のある同期点を、投票を行う同期点として、予め設定する。

A SYNCHRONIZATION METHOD AND ITS IMPLEMENTATION FOR MEDIA WITH UNKNOWN DURATION

Takanari HAYAMA† and Yasushi KIYOKI‡

†Doctoral Program in Engineering, University of Tsukuba

‡Faculty of Environmental Information, Keio University

そして、それらの同期点を *Vote* 関係として関係づける。投票を行う同期点に到達したとき、プロセスが次の同期点に進むか否かについて投票を行った結果に応じて、新たな同期点を設定する。全てのプロセスが、次の同期点に進むことに賛成したときは、新たな同期点が設定されず、次の同期点に進む。これは、従来の *Meet* 関係による同期処理と同様である。一方、一つでも、次の同期点に進む事に賛成しないプロセスがある時は、再度、投票を行うべく、次の投票を行う同期点が設定される。

ここで、二つのインターバル X と Y が次のように定義されているとする。

$$X = \{X_{start}, X_1, X_2, X_{finish}\},$$

$$Y = \{Y_{start}, Y_1, Y_2, Y_{finish}\}.$$

そして、次のような関係が定義されているとする。

$$Meet(X.X_{start}, Y.Y_{start}),$$

$$Meet(X.X_1, Y.Y_1),$$

$$Vote(X.X_2, Y.Y_2),$$

$$Meet(X.X_{finish}, Y.Y_{finish}),$$

この時、インターバル X と Y は、同時に開始し、終了する。 $X.X_1$ と $Y.Y_1$ の時点では、*Meet* 関係により、同期をする。 $X.X_2$ と $Y.Y_2$ の時点においては、次に進むことが可決された場合には、 $X.X_{finish}$ と $Y.Y_{finish}$ にそれぞれ進む。否決された場合には、インターバル X においては、 $(X.X_2 - X.X_1)$ 単位時間後、また、インターバル Y においては、 $(Y.Y_2 - Y.Y_1)$ 単位時間後、再度、投票を行う。

3 メディア間同期の制御方式

メディア・データの論理的な同期関係は、その再生時に、物理的な同期関係に変換される必要がある。メディア・データの再生は、メディア再生アプリケーション(プロセス)により行われる。そのため、この物理的な同期関係の問題は、プロセス間の同期の問題となる。本稿では、メディア・データの再生を対象とした、協調型同期方式によるプロセス間の同期制御方式について述べる。

3.1 協調型同期方式

プロセス間の独立性を高めることにより、実行環境に応じて、プロセスは最適な動作方針を選択可能になる。プロセスの動作方針は、その扱うメディアに応じて異なるため、その動作方針も多岐に渡る。本論文では、プロセスの独立性を高める同期処理方式として、協調型処理方式に基づく協調型同期方式を示す[2]。

マルチメディア・ドキュメントの再生は、メディア間の同期関係を表す同期情報を元にアプリケーション(プロセス)が行う。同期情報は、各メディアの時間軸上に設けられた同期点の関係であらわされる。これは、メディアにより、時間の最適な表現方法が異なるためである。そのため、メディア固有の時間軸の任意の時点での同期関係のみ、同期情報をあらかず必要がある。これにより、時間軸が異なる場合であっても、任意の時間軸にあわせて同期させることが可能となる。プロセスの動作の独立性を高めることで、プロセス間の同期問題を柔軟に解決することが可能となる。

一方で、全てのプロセスが平等な権限を持った場合、対象とするメディアの組み合わせに応じた最適な同期制御が行うことができない。この問題を解決するためには、プロセスを優先度により区別化する。

3.2 同期機構の実現方式

ここで、プロセスがネットワーク上の計算機に分散することを想定する。複数の計算機上において同時に動画を再生する場合や、特定の計算機にのみ付随する特殊なデバイスを利用する場合がある。これらの場合、プロセスは、ローカルとリモートに分散するグループ内のプロセスと同期する必要がある。加えて、協調型同期方式では、同期関係の情報をグループ内の全プロセスが知る必要がある。各プロセスは、この情報を取得し、解析し、どのプロセスと同期を行うのかを理解する必要がある。

本方式では、このような複雑な処理をプロセスに代わって処理し、プロセスの同期処理を支援するために、同期マネージャを用いる。同期マネージャは、時間的關係を記述した同期情報を元に、各プロセスの同期処理を、他のプロセスと協調し支援する。

同期マネージャは、同期処理時に、他の同期マネージャとの協調、および、プロセスの状態の管理を行う。同期のインターバルがメディアに依存する単位(フレーム数など)の場合、プロセスの同期点への到着の判断は、プロセス自身が行う。同期点への到着をプロセスが判断するため、同期マネージャは、次の同期点までのインターバルと同期点の残数を、同期関係の情報より抽出し、プロセスに知らせる。また、次の同期点において、投票が要求されている場合には、同期マネージャは、その旨を、プロセスに対して伝える。プロセスの投票の内容は、全ての同期マネージャにより共有され、その内容に応じて、次の同期点を決定する。

4 おわりに

本稿では、再生時間が未知なメディアを対象とするための *Vote* 関係について述べた。従来の静的な同期点間の関係だけでは、ユーザとの対話部などの時間的な予測がつかないメディアと他のメディアを同期させるのが困難であった。必要に応じて同期点を増やすことが可能な *Vote* 関係を用いることにより、再生時間が未知なメディアとの同期に柔軟に対応できる。

今後は、プロセス間同期支援システム NAMI に *Vote* 関係を組み込み、より柔軟にマルチメディア・システムの構成を支援する環境の実現を行う。

参考文献

- [1] J.F.Allen, "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals," *Comm. of ACM*, Vol.26, No.11, pp.832-843, Nov. 1983.
- [2] T.Hayama, Y.Kiyoki, "A Distributed Process Coordinator for Rendering Multimedia Resources in a Multimedia System," *Proc. of Multimedia Japan '96*, pp.168-175, Mar. 1996.
- [3] Y.Kiyoki, T.Hayama, "The Design and Implementation of a Distributed System Architecture for Multimedia Databases," *Proc. FID '94*, pp.374-379, Oct. 1994.