

会話型操作を伴う分散マルチメディアシステムにおける

6C-1

情報間同期機構の実現*

大野 隆一† 相田 仁† 齊藤 忠夫†

東京大学 工学部†

はじめに

当研究室では、ネットワークで結合された分散システム上で、複数の(意味的につながりのある)メディア情報が複数の情報源から各々別々の通信路(又はコネクション)を通して複数のノードにマルチキャストされ、各ノードにおいて提示される際に、メディア間の同期を維持しつつ巻き戻しなどの会話的な操作を行なうための手法を提案している[1]。

本稿では、本手法をもとに現在試作中のシステムにおいて負荷変動に柔軟に対応しつつ情報提示時にメディア間の同期を取る機構について述べる。

1. システムの概要

本節ではシステムの概要について述べる。

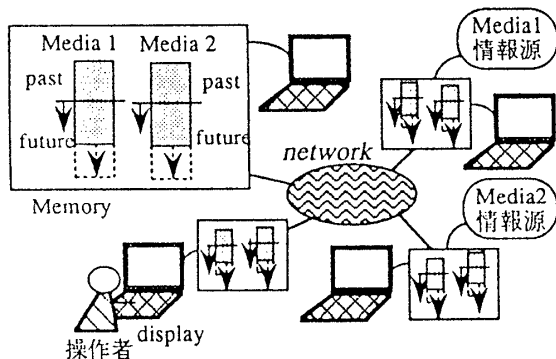


図1: システムの概念

本システムでは図1のように各ノードにおいてメディア間のずれの吸収などに用いられるバッファを持つ。また、幾つかのノードではメディア情報の入ったHard Diskなどの情報発生源となる装置を持つ。そして、参加者ノードの内一つのノードが操作者ノードとなり、一時停止などの操作を行なう。

以下、[QOSの指定できないネットワーク(Ethernet) + workstation(UNIX)]といった環境で本システムを実

*An Implementation of Media Synchronization Mechanism for Distributed Multimedia System with Interactive Control

†Ryuichi Ohno, Hitoshi Aida, Tadao Saito

‡University of Tokyo

装する際の設計方針について論じる。

2. 設計方針

各ノードの独立性を保つため、本システムでは再生間隔の基準となる時間(T_{int})は一定とし、以下のような設計方針を採った。

2.1. 負荷変動への対応

情報提示ノードでは情報提示を行わない情報提示区間を設けることで、情報源ノードでは情報送出を行わない情報送出区間を設けることで各ノードでの負荷変動に対応することとした。

a. 情報源ノードでの調整

負荷変動の検出は情報送出 procedure が実際にスケジュールされる間隔 T_{sch} の変動を測定することで行う。現在の実装では情報送出 procedure を T_{int} の間隔でスケジュールとした場合に式(1)により導かれる値を跳ばすコマ数としている。

$$skip = \lceil (T_{sch} - T_{int}/2) / T_{int} \rceil \quad (1)$$

情報源ノードでは情報送出 procedure がスケジュールされる度に $skip$ を測定し、 $skip$ が0より大きい値の場合、 $skip$ が0の場合に送出するフレーム番号に $skip$ を加えた(または引いた)フレームを送出し、引き続き $skip$ 回のスケジュールの際には情報送出を行わない。つまり、引き続き $(2 \times skip + 1)$ 回のスケジュールの際に送出するはずだったフレームの真ん中のフレームを送出する。

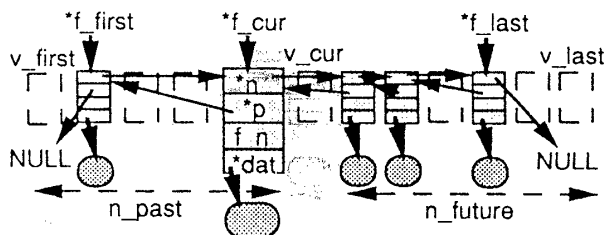


図2: メディアバッファ

情報源から各ノードに送出するデータパケットのデー

タへの付加情報はフレーム番号とこの $skip$ (ただし逆再生方向へのスキップの場合 ($-skip$)) の2つとなる。

各情報提示ノードでは送られてきたデータをフレーム番号 f_num と $skip$ 数を参考にして各ノードのメディアバッファに格納する。メディアバッファの構造を図2に示す。

この方法により情報源は各ノードに事前に通知することなく自ノードの負荷に応じて情報送出をコントロールできる。

b. 情報提示ノードでの調整

負荷変動の検出は情報源ノードと同様、実際に情報提示 procedure がスケジュールされる間隔を用いて行う。

まず、式(1)と同様の式により情報提示 procedure がスケジュールされる度に $skip$ を求める。 $skip$ が0より大きい場合、($skip + 1$) 回再生点の更新を行なったフレームを提示する。また、引き続き $skip$ 回の情報提示 procedure スケジュールの際には情報の提示は行わない。(つまり、 $skip$ 回同じ情報が提示され続ける。ただし、各スケジュールの際に再生点の更新は行う。)

また、メディアバッファ中に $v_current$ のフレームが存在しない場合、メディアバッファ中のどの実フレームを選択するかの方針を以下に示す。

1. $v_current$ に最も近い実フレーム $nearest_f$ を選択。
2. $v_current$ が2つの実フレーム n_first , n_last のちょうど真ん中にある場合、再生中とすると [$v_prev < n_first$] ならば n_first を [$v_prev \geq n_first$] ならば n_last を選択。(逆再生中も同様。)

このような方法を用いることで情報提示ノードでは情報源ノードと完全に独立に、最適なフレームを自ノードの負荷に応じて提示できる。

2.2. 情報源間の送出タイミングのずれへの対応

初期化の際に用いたプロセスに定期的に情報を集め、情報源間の送出タイミングのずれを推定し、各情報送出 procedure にそれぞれの procedure が待つべき時間 (つまり一番遅い procedure に対して進んでいる時間) を送り返すことで対応する。

2.3. 情報提示ノードでの再生点のずれへの対応

“バッファ中の理想的な位置に再生点を持ってくる” ことで安定した (逆) 再生状態を実現し、各ノードでのメディア間のずれも自ずと小さくなるのがここでの目標である。以下、再生点の調整を行なうための方法につい

て述べる。

実際の再生点 (F_{real}) と理想的な再生点 (F_{ideal}) の位置関係としては図3に示すような4つの場合が考えられる。

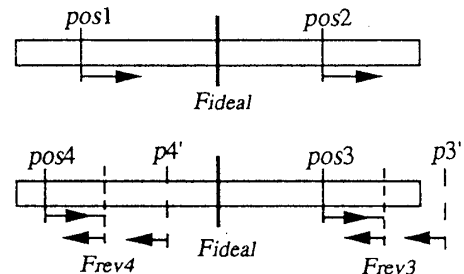


図3: 再生点の位置関係

- ・ F_{real} が $pos1$ のような F_{ideal} よりも後の位置にある場合、 $skip$ により F_{ideal} に近づく。

- ・ F_{real} が $pos2$ のような F_{ideal} よりも先の位置にある場合、 $duplicate$ により F_{ideal} に近づく。

また実装では $distance = |F_{real} - F_{ideal}|$, $skip$ や $duplicate$ を行うと0になり、行わない間 increment され続けるカウンタを n_count としたときに以下の式を満たした時に $skip$ もしくは $duplicate$ を行うものとした。

$$n_count > Const/distance \quad (Const = 10.0) \quad (2)$$

つまり、 F_{real} が F_{ideal} から遠いほど $skip$ や $duplicate$ の頻度が大きくなる。

図3の $pos3$ や $pos4$ のように、逆再生開始点 F_{rev} まで来たときに反転する命令が reserve されている場合、式(2)をそのまま適用することはできない。

- ・ F_{real} が $pos3$ にあることは F_{real} が $p3'$ において逆再生されていることと等価である。 $pos4$ についても同様。従って、 $v_dist = F_{real} - F_{ideal} + 2 \times (F_{rev} - F_{real})$ とした時、 v_dist が正ならば $skip$, 負ならば $duplicate$ によって F_{ideal} に近づく。又、この際 $distance = |v_dist|$ として式(2)を適用できる。

おわりに

現在、本稿で述べた [負荷変動吸収+同期] 機構の実装を終え、本機構の評価を行っている。

参考文献

- [1] 大野, 寺西, 相田, 齊藤: "マルチメディアの会話型操作における同期方式の検討", マルチメディアと分散処理ワークショップ (1993-3)