

# 分散型 e-Learning システムにおける断片化された 動画コンテンツのスムーズなストリーミング配信手法の提案

早川 匡史\*, 東野 正幸, 川村 尚生, 菅原 一孔  
(鳥取大学大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻)

## 1. はじめに

一般的な集中型の e-Learning システムで発生するサーバへの負荷集中を解消するために、我々はモバイルエージェントに基づく分散型 e-Learning システムを開発している<sup>(1)</sup>。提案システムではデータと機能の提供による負荷を分散させるため、学習コンテンツをエージェントとして実装システム参加者の計算機 (ノード) へ分散させている。これにより、例えばあるコンテンツを保持しているノードがシステムから離脱し、そのコンテンツを他のノードに預けなければならないといった、コンテンツの再配置にも容易な対応が可能になる。コンテンツの高速な検索を実現するために、提案システムでは DHT (Distributed Hash Table) を用いる。目的となるコンテンツの検索は、エージェント固有のキーから DHT 上の座標を求め、その座標を含む領域を管理するノードに対して取得メッセージをルーティングすることで実現される。

マルチメディアコンテンツの様なサイズの大きいファイルをエージェントに保持させると、このコンテンツの再配置に時間が掛かる。そこでサイズの大きいコンテンツを等分割し、一つの断片につき一つのエージェントが保持することで、再配置に掛かる時間を軽減する。しかしストリーミング再生に対してこれを適用すると、メッセージの伝搬は経由するノード数に応じて増加するため、断片の取得が再生に追いつかず、スムーズな再生が行われないことがある。本稿ではそれらの問題を解決し、提案システム上でスムーズなストリーミング再生を行う手法について述べる。

## 2. 提案方式

エージェント一つが保持するコンテンツのサイズを小さくして、ノード間の移動に掛かる時間を軽減するため、マルチメディアデータは時系列順に等分割し断片化する。そして一つの断片につき一つのエージェントが保持する。マルチメディアデータ再生時に DHT 上でのエージェントの検索を行うための時間を削減するため、断片を持つエージェントの識別子をキー、そのエージェントがいるノードの IP アドレスを値として、DHT で管理する。

しかしエージェントはノードの参加状況により管理元となるノードが動的に変わることが考えられる。このとき、先頭のエージェントが後続のエージェントの IP アドレスを一括して保持する方法と、前後の断片を持つエージェントの IP アドレスを持たせた双方向リスト構造にする方法とが考えられるが、前者の方法では負荷が一つのエージェントに集中してしまうため、後者の方法を採用する。これにより、移動したエージェントは自身の IP アドレスを前後のエージェントに通知することができる。しかし、連続した二つの断片を持つエージェントが移動している場合には通知処理が失敗する。このときは、通知処理が失敗した先のエ

ージェントのキーから IP アドレスを割り出し、改めて通知する。これにより双方向リストの整合性を保つ。

## 3. 実験

エージェントの位置を毎回検索する方法 (キー検索) と提案方式とで、動画の再生がスムーズに行えるかどうかの比較実験を行った。実験では両方式で動画の再生を行い、再生が一時停止した時間の合計を比較した。実験に用いた動画はサイズが 16.1MB、再生時間が 21sec のものであり、これを等分割したものをエージェントに保持させた。

結果を図 1 に示す。キー検索では分割サイズが小さい程、つまり、一断片当たりの再生時間が短い程取得が間に合わず、200kB 毎の分割では一時停止時間の合計が約 25sec となっている。次の断片を持つエージェントを毎回検索しているため、取得までに時間が掛かってしまう。対して、提案方式では取得時に管理ノードを保持しているため、動画再生時に直接呼び出すことが可能である。このため、動画本来の規定の再生時間でスムーズに再生出来ていることがわかる。

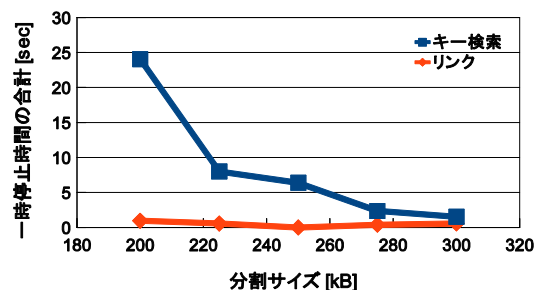


図 1 分割サイズ毎の一時停止時間の合計

## 4. おわりに

本論文では、分散型 e-Learning システムで動画コンテンツをスムーズに配信するための手法を提案した。分割するデータサイズを変更し、そのそれぞれに対してキー検索方式とリンク方式とで再生に掛かった時間を計測した。実験では動画を 200kB 毎に分割した場合、キー検索方式では取得が間に合わず、再生終了までに合計で約 25sec の一時停止時間があり、スムーズな再生とは言い難いが、提案方式では再生終了までの一時停止時間の合計が 1sec 以内に抑えられており、スムーズな再生が可能になった。

### 文 献

- (1) 川村尚生, 菅原一孔: モバイルエージェントに基づく P2P 型 e-Learning システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 1, pp. 222-225 (2005)