

# モバイルエージェント技術を用いた分散型 e-Learning システムにおけるエージェントのバックアップと障害復帰

Backup of Agents and Recovery Scheme for Mobile-Agent-based e-Learning System

木下俊吾<sup>1</sup>      本村真一<sup>1</sup>      川村尚生<sup>2</sup>      菅原一孔<sup>2</sup>  
Shungo Kinoshita      Shinichi Motomura      Takao Kawamura      Kazunori Sugahara

鳥取大学大学院工学研究科知能情報工学専攻<sup>1</sup>  
Tottori University, Graduate School of Engineering

鳥取大学工学部知能情報工学科<sup>2</sup>  
Tottori University, Faculty of Engineering

## 1 はじめに

我々は、集中型 e-Learning システムの問題点である拡張性や頑健性の乏しさを解決するため、分散化、拡張性、耐障害性などに優れた P2P モデルに基づく分散型 e-Learning システムの開発を行っている。

本システムは、学習コンテンツをサーバなどに一括管理するのではなく、システムに参加するコンピュータ(以下ノード)に学習コンテンツを分散させる。システム参加時に既存のノードから学習コンテンツの一部を受け取り、他のノードからの要求に応じて学習コンテンツを提供する。ここで述べる学習コンテンツは、単なるデータではなく、人間の指示を必要とせず採点・正解や解説の提示などの機能をもつエージェントである。

本システムにおいて、ノードの障害発生がシステム全体の停止をもたらすことは無く、サービスは継続可能である。しかし、障害の発生したノードが管理する学習コンテンツは失われ、そのコンテンツを学習することができなくなる。この問題に対処するために、本研究では分散バックアップによる障害復帰機能を提案する。

## 2 分散型 e-Learning システム

本システムでは、分散ハッシュテーブル(以下 DHT)に基づく P2P ネットワークにより学習コンテンツを分散させる。カテゴリ単位で管理されている学習コンテンツは、ハッシュ関数によりカテゴリ名を *key* として 2 次元直交座標空間の DHT に配置される。

各ノードには、この座標空間の一部が自身が管理する領域として割り当てられる。具体的には、システムに参加する時は既存のノードより領域の一部を分け与えられ、離脱する時は既存のノードに領域を受け渡す。このとき、領域の授受に連動し領域に含まれるカテゴリの授受も行う。この様にして本システムでは学習コンテンツの動的な分散管理を行う。

また各ノードは領域が隣り合うノードのみを自分の隣接ノードとして知り合うことで P2P ネットワークを形成している。このネットワークを用い学習コンテンツを検索することができる。効率的な検索を行うために、各ノードは自身の管理する領域と目的の学習コンテンツの配置される点との領域上の距離を計算し、領域上の距離が最短の隣接ノードへ検索メッセージを伝搬する。

## 3 バックアップ

学習コンテンツのバックアップを分散する際、「オリジナルとそのバックアップは必ず別々のノードが管理する」、「バックアップもオリジナル同様に学習コンテンツとして使用する」という 2 点を考慮した。

以上の 2 点を実現するために、学習コンテンツのバックアップも DHT に配置する。図 1 が示すように、DHT の中心である  $[0.5, 0.5]$  を基点として、バックアップをオリジナルと点対称の位置に配置する。本システムの領域分割・統合アルゴリズムにおいて、各ノードが対称点の両方を含む領域を管理することはないため、バックアップとオリジナルが同一ノードに管理されないことが保証されている。またバックアップも DHT に配置することで、オリジナル同様に P2P ネットワークを介して検索することが可能となる。この際オリジナルとバックアップを比較し距離の短い方を検索することで、より効率的に学習コンテンツの検索が可能となる。

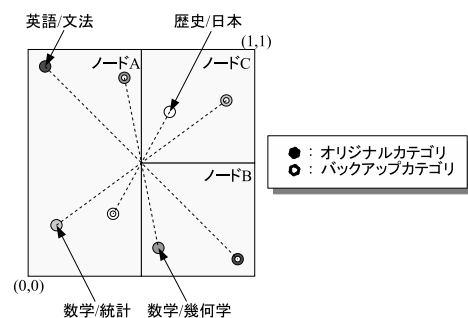


図 1 分散ハッシュテーブルとカテゴリ配置の様子

## 4 障害復帰

障害復帰のために、「隣接ノードの一つが障害を検知する」、「障害検知時、失われた学習コンテンツの対称点から学習コンテンツを復元し再配置する」という 2 つの機能を実装した。

本システムでは、各ノードの管理する領域情報の整合性を保つために、各ノードが隣接ノードへ定期的に自身の領域情報を送信している。よってこの情報が一定期間受信できない場合を障害発生とみなし障害復帰を行う。

## 5 おわりに

提案システムにおいて分散バックアップを用いた障害復帰を実装することで、ノード障害発生時に学習コンテンツを失わずサービスを継続することが可能となった。