

分散型ハイパーテキストを用いた教育支援システムの開発 — (2) 教材管理機能の設計・開発 —

1 L-2

八尾 佳則†

田中 洋†

山井 成良‡

†奈良工業高等専門学校 専攻科

‡大阪大学 情報処理教育センター

1 はじめに

近年ハイパーテキストを用いた教育支援システムが注目されている。これは通常の教科書と異なり、リンクを参照することによって、説明図や写真、音声、注意事項などの関連情報に容易にアクセスできるという特徴を持つ。また、最近インターネットの利用が話題になっている。インターネット環境の最大の効用は、他組織の間でコンピュータによる直接的な情報交換ができる点である。しかし、従来の教育システムは個別授業を対象にしており、インターネット環境での一斉授業やグループ学習に対応していなかった。そこで、筆者らのグループは一斉授業やグループ学習に利用できる分散型ハイパーテキストシステムの構築を目指し研究を行ってきた。本稿では特に、ハイパーテキスト教材がインターネット上に分散している場合に、教材を入手するのに必要となる機能の設計・開発について述べる。

2 分散型ハイパーテキストシステムの特徴

これまでに開発された多くの教育支援システムでは、同じ内容の教材を各計算機が所有するスタンドアロン方式あるいは教材が一箇所に集中したセンター方式を用いていた。また、従来のシステムではハイパーテキストを構成するノード群は1台の計算機上に存在していた。一方、インターネットを利用す

A Development of the CAI System with the Distributed Hypertext

† Yoshinori YAO, Hiroshi TANAKA

Faculty of Advanced Engineering,

Nara National College of Technology

22 Yata, Yamatokoriyama 639-11 Japan

‡ Nariyoshi YAMAI

Education Center for Information Processing,

Osaka University, Toyonaka-shi, 560 Japan

ると資源を分散させて共有することができる。そこで、本システムでは教材やその構成要素がインターネット上に分散した分散型のシステム形態をとっている。このような形態をとることにより、インターネット上のどのホストでも同じハイパーテキスト教材を構成することができる。また、新たに教材を作成する際に既存の教材の構成要素を再利用することができ、教材の作成が容易になる。このような特徴を持つ分散型ハイパーテキストシステムを実現するには、インターネット上に分散した教材の位置をどのように記述するか、WANの回線容量はLANのそれに比べて少ないので教材の二重取りやアクセスの集中をどのように回避するか、入手した教材をどのようにユーザ間で共有するかが問題となる。

3 システムの実現に必要なとされる機能

本システムでは、分散した教材の位置をURLで記述することにする。これは、IETFで提案されたインターネット上の分散したリソースに対する名前(位置)の指定方法である。具体的には、教材の位置を“プロトコル名://ホスト名/パス名”という形で記述する。教材のURLに含まれるホスト名とユーザのホスト名が異なる場合、一般にはURLで指定されたプロトコルを用いて教材の転送を行う必要がある。しかし、他のホストのディスクがNFSやWWFSなどの分散ファイルシステムを用いてマウントされているなら、教材はローカルにある場合と同様に扱うことができる。NFSやWWFSは入手したファイルをキャッシュするので、教材が既にキャッシュされているならすぐに教材を入手できる。したがって、URLを解釈し教材がローカルに扱うことができないか調べるようにしなければならない。また、NFSやWWFSが利用できない場合、教材をキャッシュし、同じファイルを何度も遠隔のホストから入手しないようにする機能が必要となる。さらに、ユーザが作

成した教材を簡単にインターネットで公開できるようにする仕組みも考える必要がある。

4 機能の設計

本システムのプロトタイプはハイパーテキスト処理部、通信サーバなどから成る。ハイパーテキスト処理部は入手した教材から画面イメージを構成したりユーザからの入力进行处理する。通信サーバはハイパーテキスト処理部間の通信を司る。本研究では、これらに加え教材管理サーバを新たに設け、これに分散した教材の入手に関する処理を行わせる。

教材管理サーバが LAN 内に1つしかないなら、一斉授業などではそれに対してアクセスが集中しシステム全体の処理が重くなる危険性がある。このアクセスの集中を避け、教材の入手にかかる負荷を分散させるために、教材管理サーバに、主サーバと副サーバの2つの種類を設ける。主サーバは LAN 内に1つだけ存在し、LAN 外から教材を入手する役割を持つ。また主サーバはアクセス制御の機能も持つ。副サーバは本システムを利用するホストごとに1つずつ存在する。以下、外部の教材の入手の手順を記す。

ハイパーテキスト処理部は教材あるいは教材の構成要素(以下、教材と記す)が必要になった場合、教材の URL を自分のホストの副サーバに知らせる。副サーバは教材が自ホストにキャッシュされているかどうか調べる。自ホストに存在していれば教材へのパスをハイパーテキスト処理部に返す。自ホストに存在していなければ、主サーバに問い合わせを行い、もし主サーバが教材をキャッシュしていれば主サーバから教材を転送してもらい自ホストにキャッシュする。もし主サーバもキャッシュしていなければ主サーバは外部のホストから教材を入手し、教材をキャッシュすると共に教材を副サーバに転送する。副サーバはその教材をキャッシュする。

複数の副サーバが主サーバにほぼ同時に同じ教材を要求しかつ主サーバが教材をキャッシュしていない場合、何らかの制御をしないかぎり、主サーバは外部から同じ教材を何度も入手してしまうという問題が生じる。一斉授業では、これは十分に大きい回線容量でインターネットに接続しているときでも問題になる。さらに、64Kbps などの少ない回線を利用しているときには致命的である。この問題は、主

サーバに外部から転送中のファイルを置くテンポラリディレクトリを設け、転送が終わったらキャッシュ用のディレクトリにその教材を移動させることで解決する。

5 教材管理サーバの実装

教材管理サーバの開発において、計算機の OS には UNIX を用いた。UNIX は計算機の OS として広く用いられているため、UNIX を採用することにより移植性・汎用性の高いサーバの構築が可能となる。また、UNIX は高度な通信機能を提供しているので通信プログラムを作成するのに適している。また、プログラミング言語として C 言語を用いた。教材がローカルのホストにあるかどうかは、関数 `gethostbyname()` の使用および `/etc/resolve.conf` の参照により実現した。また教材が NFS マウントされているかどうかの判定には `mount` コマンドの出力と URL の要素を比較することによって実現した。また、教材が WWFS を利用してローカルのファイルとして扱えるかどうかの判定は WWFS のボリュームファイルを参照により行った。ハイパーテキスト処理部と副サーバ間および主サーバと副サーバ間の通信には HTTP プロトコルを用いた。また主サーバと外部ホストとの通信には FTP プロトコルおよび HTTP プロトコルを用いた。ユーザが個人で作成した教材をインターネット上に公開したい場合は、ユーザが自ホスト上に `httpd` を起動し、ホームディレクトリの `.hyperCAEDE` ディレクトリの下に公開したい教材を置くことにした。この場合、教材は `http://ホスト名/ユーザ名/パス名` で表され、HTTP プロトコルを用いて入手できる。奈良高専はインターネットと 64Kbps で接続されており、外部の教材の入手に最低でも数秒かかる。しかし、教材が主サーバによりキャッシュされている場合は瞬時に教材を見ることができた。

6 おわりに

本稿では、インターネット上に教材が分散した分散型ハイパーテキストシステムを構築するのに必要な機能の設計と実装について述べた。今後は、教材管理サーバを本格的に運用し、実用性をさらに高めてゆきたい。