

II-34 ハイパードキュメント・モデルの設計への応用

電源開発(株) 総合技術試験所 正会員 ○ 矢吹信喜

Stanford University, Dept. of Civil Engineering Kincho H. Law

1 はじめに

土木工学の設計においては、設計基準や参考文献、データ、図表、図面、計算プログラム等の大量かつ異なった種類および形式の文書やファイルが用いられる。本論では、こうした大量かつ異なったアプリケーションソフトによって作成されたファイル類を蓄え、有効に利用するために開発したコンピュータ・モデルであるハイパードキュメント・モデル(HyperDocument Model)について述べる。

2 ハイパーテキスト(Hypertext)とハイパーファイル(HyperFile)¹

ハイパードキュメント・モデルはハイパーテキストとそれから派生したハイパーファイルという概念に基づいて開発された一般性のあるドキュメント貯蔵、検索モデルである。ここでは、ハイパーテキストとハイパーファイルについて簡単に触れておく。

2.1 ハイパーテキスト

ハイパーテキストは、一塊の文章や情報を表現するノード(node)、一つのノードから他のノードを参照するリンク、そしてノードからノードをリンクを通じて移動するナビゲーション・システムによって構成される。ノードは一つの情報であり、コンピュータの画面やウィンドウ上に表示することが出来る。リンクはその性質によって、ナビゲーション・リンクと組織構成リンクの2つに分類出来る。ナビゲーション・リンクは、あるノードと参照文献や解説とを接続するものである。一方、組織構成リンクは、目次や索引、あるいは順番に並ぶある文書から次の文書への繋ぎを指す。ナビゲーション・システムはユーザーが必要な情報に容易にアクセスできるようにするためのユーティリティである。

2.2 ハイパーファイル

ハイパーファイルは、文章だけでなくマルチメディア(音声、画像、ビデオ)のドキュメントが蓄えられ、ハイパーテキストの構造を持ち、幅広いアプリケーションに対する情報を多くのユーザーで分け合うことが出来る貯蔵庫を提供する管理システムである。

具体的には、ハイパーファイル環境ではファイルはオブジェクトであり、各オブジェクトはタプル(tuple)の集合によって構成される。このタプルには文章、グラフィックス、キーワード、参照ポインター等いろいろな情報を含むことが出来る。タプルには次の3つのパート、

- ・ タイプ: データのタイプ(例、String、Text、Pointer等)
- ・ キー: タプルの目的(例、名前、キーワード、内容、参照文献等)
- ・ データ: タイプやキーで規定されたデータの中身、すなわち文字列やテキスト等)

があり、(タイプ、キー、データ)の順に並べられ、こうしたタプルの集合体がハイパーファイルの1つのオブジェクトになる。

ハイパーファイルにおける検索では、キーワードによる検索のみならずポインターを使って、ある文書が参照している文献がさらに参照している文献の中で探せといった複雑な検索が可能となる。

ハイパーファイルは、特定のソフトウェアに依存せず、ハイパースペースにおける迷子の問題も解決しようとするものであり、さらにダイナミックにハイパーファイルのファイルの中身を起動したり処理出来るという長所がある。こうした点を考慮し、本研究ではハイパーファイルの概念を採用することとした。

3. ハイパードキュメント・モデル²

ハイパードキュメント・モデルは、ハイパーファイルの概念に基づいて開発された一般性のある文書類の貯蔵・検索モデルである。ハイパードキュメント・モデルは、図-1に示すように、ドキュメント・ベースとナビゲーション・システムによって構成される。ドキュメント・ベースは、内容であるところのファイルとそのハイパータグ

(HyperTag) によって構成されるドキュメントを蓄えている。各ドキュメントの内容は、そのファイルを表示するソフトウェア（例えば、ワードプロセッサ、CAD）によってユーザーに対してディスプレイ上に表示し、処理される。ハイパータグはそのファイルのタグ（札）であり、そのドキュメントのタイトル、著者名、ファイル名、そのファイルの存在する場所（コンピュータ名とディレクトリ）、作成するのに使用されたソフトウェア、そして他のドキュメントを指すポインタなどの情報によって構成される。ドキュメントはポインタによってリンクされ、順番に並べられたドキュメントの場合、前のドキュメントと次のドキュメントをリンクしたり、文章中で参照されたドキュメントをポインタで指したりする。

ナビゲーション・システムはドキュメントの検索を容易にするもので、ハイパータグの情報を基に、ポインタ、キーワード検索、ブラウザ（browser）（全体あるいは部分をざっと眺めるユーティリティ）の3つの基本的なナビゲーション機能を提供する。この際、ハイパータグはデータベース中のデータ・レコード、あるいはハイパーファイルのタブルのような働きをする。

このモデルの特徴は、ある特定のマルチメディア作成ソフトウェアに依存することなく、多くのユーザーがそれぞれ使い易く、目的に合致したソフトウェアを使用してファイルを作成することが出来、それをネットワーク上の貯蔵庫（サーバー）にハイパータグを付けて登録することにより、他のユーザーがリンクやキーワードなどを用いて検索して情報の共有や再利用が出来ることである。

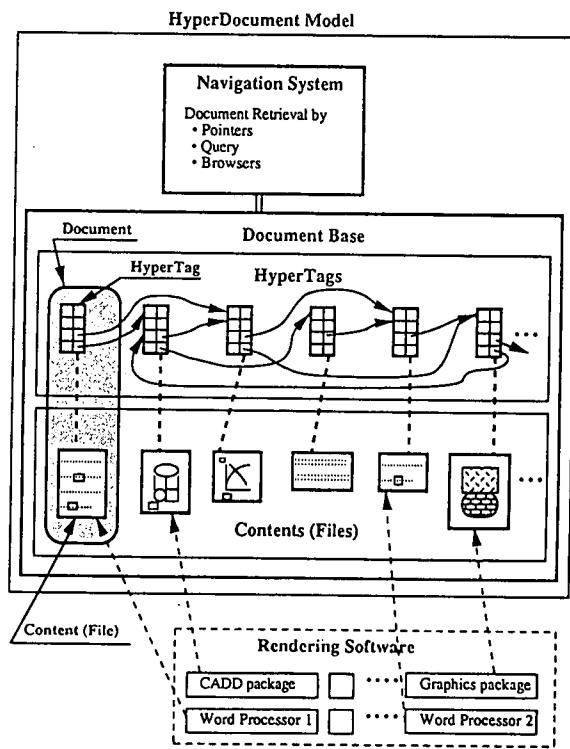


図-1 ハイパードキュメントモデルの構成

3.1 ドキュメント・ベース

ドキュメント・ベースにおいては、各ドキュメントはドキュメントを表すファイルすなわちコンテンツ（content）とハイパータグによって構成される。ハイパータグは、そのタイトル、キーワード、表現処理するソフトウェア、コンテンツ、ポインタといったそのドキュメントの基本的な情報に関する属性によって構成される。属性の中には多くのポインタを設けることが出来る。ポインタは参考文献を指し示したり、順番に並ぶドキュメントであれば、その前後のドキュメントを指し示したりする。表現処理するソフトウェアの属性は、そのドキュメントのコンテンツをディスプレイ上に表示したり、処理したりするのに必要なソフトウェアを指し示す。コンテンツの属性は、そのファイル名と存在する場所（例えば、コンピュータ名、ハードディスク名、ディレクトリ名等）を示す。図-2は、ドキュメントの例を示す。この例では、AISCのLRFD設計基準³のある部分（Section E2）をスキャナーで読みとり HyperCard に貼り付けたものであり、上部にハイパータグが示されている。

設計に用いるドキュメント・ベースは以下の4つのドキュメントの種類によって構成される。

- メソッド・オブジェクト：設計基準を表現するプログラム
- 条文ドキュメント・ベース：設計基準の条文そのものを表現するファイル
- バックグラウンド・ベース：設計基準を補助する解説や背後にある大量の文献やデータ
- 外部プログラム：設計に使用する数式や図表を数値処理するプログラム

図-3に一般的なドキュメント・ベースの構造を示す。

メソッド・オブジェクトは設計基準の条文をプログラム化したもので、各条文が1つのメソッド・オブジェクトに対応する。プロトタイプシステムでは、メソッド・オブジェクトはオブジェクト指向の Prolog (Prolog++) 文で記述され、実行可能なプログラム群⁴と見ることもできるし、ハイパードキュメント・モデルの中のドキュメントの塊ととらえることも出来る。

条文ドキュメント・ベースは条文とそれに付随する図表ををスキャナで取り込んだイメージやワープロで作成された文書である。条文と対応するメソッド・オブジェクトとの間には相互のポインタがあるため、両者から参照することが出来る。また、条文の解説や関連する文献、条文内で参照している他の条文、あるいは外部プログラム等を参照するためにポインタが設定される。

バックグラウンド・ベースは設計基準の解説や種々の背後にある情報を含む。例えば、似たような、あるいは関連する他の基準、技術文献、報告書、実験や計測データ、図面、図表、地図や写真等のマルチメディア・データである。こうした各種のファイルは、適切なソフトウェアで表示や処理がなされるハイパードキュメント・モデルのファイル群である。設計においては、メソッド・オブジェクトを使って設計した部材が設計基準を守っていない時、どの条文が破れたかが、ポインタによって即わかるのみならず、どこが悪いのかを解説や背後の情報により理解することにより、再設計に役立てることが出来る。こうしたバックグラウンド・ベースの文献など資料は、巨大なドキュメント貯蔵庫の「電子図書館」として利用することが可能である。

外部プログラムは、設計基準の中に記載されている図表を設計に役立てるようにプログラムするもので、関連する条文や文献からのポインタで起動し、処理結果は設計プログラムであるメソッド・オブジェクトに戻る。

3.2 ナビゲーション・システム

ドキュメント・ベースは非常に多くのドキュメントを含んでいるため、ユーザーが必要なドキュメントに容易にアクセスできるようにするためにナビゲーション・システムが必要である。本ナビゲーション・システムにおいてドキュメントを検索する方法としては、ポインタ、照会 (query) およびブラウザの3つの方法が用意されている。

本システムでは、ユーザーはあるドキュメントから、ハイパータグのポインタ属性を使うことに

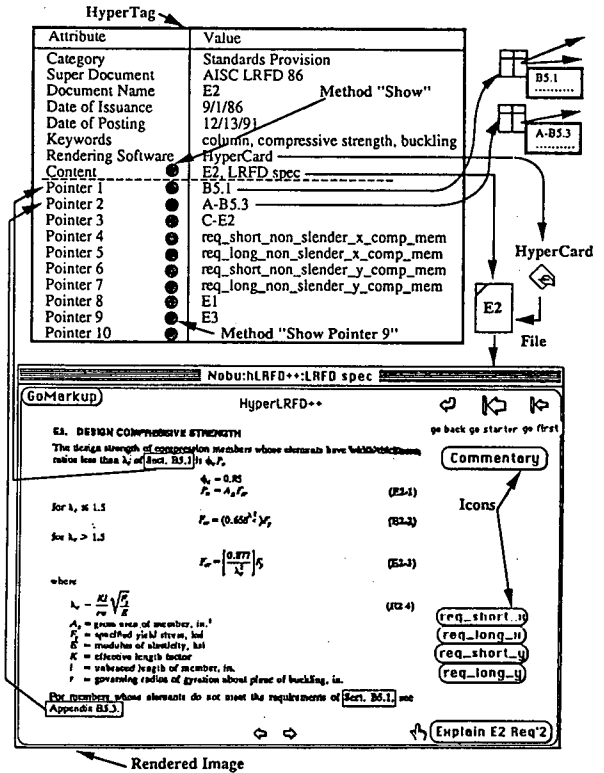


図-2 ドキュメントベース中のドキュメントの例

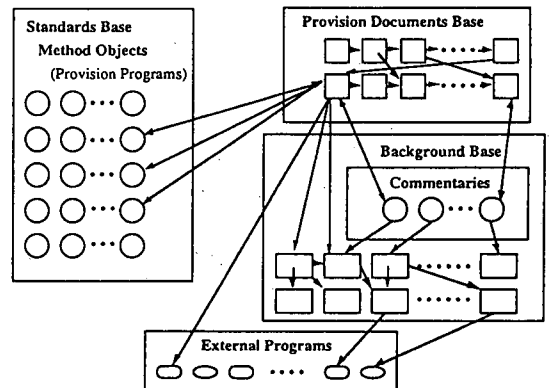


図-3 ドキュメントベースのモジュール

よって、そのドキュメントが参照しているドキュメントを見るための一般性のある手法を開発した。この操作を繰り返すことにより探している文書にたどり着くことが出来る。すなわち、図-2に示したように、Show と Show Pointer N (N:番号) のメソッドがハイバータグの中ではボタンとして表現され<Content>と<Pointer N>属性の横にそれぞれ設けられている。Show というメソッドは、ハイバータグの<Content>属性の中身、すなわちファイル自身を<Rendering Software>属性の中身すなわちアプリケーション・ソフトウェアをオープンすることによりディスプレイ上に表示するのである。Show Pointer 1 というメソッドは、Show というメッセージを<Pointer 1>属性によってリンクされているドキュメントに送る。メッセージを送られたドキュメントは、Show というメソッドを自分自身に対して働きかけることにより、ドキュメントを表示するのである。本システムの方法のの特長は、特定のハイパーテキスト・ソフトウェアに依存せずに、全てのアプリケーション・ソフトウェアによって作成されたファイルでも、ハイバータグによってハイパーテキストと同じように扱うことが出来ることとハイバータグの一般性である。

データベースと同様に、query (照会) は有力なナビゲーションの方法である。本システムでは、キーワードとポインタ属性を使った query が可能である。例えば、ある文書が参照している文献のうちキーワードに「柱」と「非線形」を両方含むドキュメントを探索、といった要求に答えられる。

ブラウザとしては、ある文書から参照している文献、さらにはそれらが参照している文献といったネットワーク図やユーザーがそれまでに画面で見たドキュメントの時系列的なリスト等をユーザーに対して供給する。

4 プロトタイプシステム

我々は、本モデルのプロトタイプシステムを鋼構造の設計基準を中心に作成し、その有効性を確認した。基準の各条文を一つのファイルとし、各条文が他の条文や解説を参照しているときはポインタでリンクさせ、さらに参考文献もスキャナーでファイルとして登録し、ユーザーが参照できるようにした。また、データの分類や係数を読みとるのに使用するグラフなどは、そうした処理を自動化するプログラムも登録して、スキャンしたグラフからポインタで自動的に起動し、計算するようにした。

本モデルに基づいた設計基準およびその関連情報システムを構築して、ユーザーがたどったファイルのポインタをコンピュータに記憶させておく機能を付加すれば、設計者が構造物を設計するのに使用したり、参考にした情報が記録として残るので、別の設計者や管理者がその設計の根拠や設計に至る筋道が把握できるようになり、一種の設計レポートとして使える可能性があると考えられる。また、沢山のファイルをあちこちのハードディスクにコピーして保存するのではなく、貯蔵庫に蓄えポインタだけのこしておくので、情報のスリム化を行うことも可能だと思われる。

こうした一般性のあるモデルに、文書ファイルのスタンダード SGML やハイパーメディアのスタンダード HyTime をともに使用することにより、少ないアプリケーションソフトで異なった種類のファイルを表示出来るようになり、さらに効果的に情報の共有化ができるようになると考えられる。

¹ Clifton, C. and Garcia-Molina, H., "Distributed Processing of Filtering Queries in HyperFile," Technical Report No. CS-TR-295-90, Dept. of Computer Science, Princeton University, 1990.

² Yabuki, N. and Law, K. H., "HyperDocument Model for Design Standards Documentation," *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE, Vol. 7, No. 2, April 1993.

³ American Institute of Steel Construction, Inc., *Manual of Steel Construction - Load & Resistance Factor Design*, First Edition, 1986.

⁴ Yabuki, N. and Law, K. H., "An Object-Logic Model for the Representation and Processing of Design Standards," *Engineering with Computers*, Springer-Verlag, 9, 1993.