

情報システム文書化のための
3次元立体視技術

橋本一郎、山本毅雄
図書館情報大学

つくば市春日1-2

情報システムに関する文書を、3次元のネットワーク構造をもつハイパーテキストとしてとらえ、両眼を用いた3次元立体視によってこれを認識し操作することを提案し、その実現性を実証するため、多層のテキストを同一画面上に着色してディスプレイし、両眼で立体視させるテストプログラムを作った。

Three-Dimensional Vision Technique for Documentation of Information Systems

Ichiro Hashimoto and Takeo Yamamoto

University of Library and Information Science
Tsukuba, Ibaraki 113, Japan

It is proposed to consider an information system document as a hypertext and to display and manipulate it by 3-D vision techniques using two eyes. A test program for 3-D display of multilayered, multicolored text is described, and used to demonstrate the feasibility of the above proposal.

1 はじめに

本研究では、情報システムに関する文書を、3次元のネットワーク構造をもつハイパーテキストとしてとらえ、両眼を用いた3次元立体視によってこれを認識し操作することを提案する。この提案の実現性を実証するため、多層のテキストを同一画面上に着色してディスプレイし、両眼で立体視させるテストプログラムを作る。

情報システムの文書化の対象は本質的に3次元の構造をもつ場合が多い。したがって、これから作られる文書も、3次元の構造を2次元で表現しているものがしばしばある。たとえば構造化されたプログラムは、呼出し-被呼出しの関係をたどれば木構造となり、この木の節はそれぞれサブプログラムであるから、全体は3次元の構造となる。これを図表の形にしたNassi-Shneiderman図は、もちろん全体としては3次元構造となるべきであるが、通常は各節を切り取って2次元の1ページ上に表示し、ページを繰って全体を知るようになっていく。プログラム流れ図やデータ流れ図も、全体的には3次元のネットワークとなるが、その一部を切り取って2次元表示するものである。有名な「情報システムの構造的分解」の図[1]では、この全体像を3次元の透視図として表わしているが、実際には2次元の図だけが実際に使われている。

一方、コンピュータ上の表現として、文書に2次元より上の構造をもたせるものとしては、ハイパーテキスト[2,3]の考え方と、マルチウィンドウの考え方がある。ハイパーテキストでは、テキストの一部が他の部分に連結するネットワーク構造の考え方と、ハイパーテキストが文字データだけでなく画像・音声・動画像などを含むというマルチメディアの考え方の両者を含んでいるが、その実際の表現は3次元構造を直接に見せるのではなく、一つの画面中に隠された（あるいは表示された）別の画面への入口部分をユーザーが選択する（「ボタンを押す」、「指し示す[4]」などの操作による）ことによって、現在の画面にかわって、その部分にリンクされた画面が表示されるというものである。

マルチウィンドウのシステムでは、文書は多くのウィンドウに分割され、これらのウィンドウの選択メニューが画面に表示される。その項目の一つ、あるいはいくつかを選択することによって、それらに対応するウィンドウが画面に表示されるが、これらは、いわば同一平面上に置かれた紙片のように扱われ、一つのウィンドウの上に他のウィンドウが重なった場合は、下になった部分は全く見えなくなるのが大きな欠点である。

われわれは、情報システム関連文書を3次元のネットワーク構造をもつハイパーテキストとしてとらえ、その3次元構造を、3次元立体視によって直接にユーザーに見せることを提案する。これによって情報システム文書の構造、ひいては情報システム自身の構造の理解が容易になり、これらの構造の操作（わたり歩き、修正など）も容易に、間違いなくできるようになると考えられる。関連する研究として、広瀬ら[5,6]は、制御ソフトウェアの構造を図形表示し、これを3次元立体視するシステムを開発し、さ

らにデータグローブをはめた手によってこの仮想環境を操作することを提案した。しかし、広瀬らのシステムでは、多量の文字列表示は行っていない。MITメディアラボでは、文字の3次元表示の研究が行われている[7]が、情報システム文書への応用は行っていない。

この場合、相当量のテキストが、互に重なり合って同一画面に表示される。これを単色で表示すると、文字が重なった部分が見にくい。文字に着色することにより情報が増え、いくつかの平面上の文字列を同時にディスプレイしても見やすいのではないかと考えられる。そこで、着色した文字を用いて、文字列を3次元立体視する実験を行った。

以下、本研究で「文書」というのは、Fig. 1のようなものである。すなわち、3次元空間中に等間隔におかれた何枚かの仮想平面上に、任意の大きさや枚数のウィンドウを置き、この中に文字列ないし他の図形を入れる。これらの文字列ないし図形の一部と、それより下にある仮想平面上のウィンドウとの間に、（見える、あるいは見えない）直線を引くことができる。このとき、文字列の入っているウィンドウを親ウィンドウ、下のウィンドウを子ウィンドウと呼ぶ。一番上の平面上にあるウィンドウはただ一つに限り、これはもちろん親ウィンドウをもたない。他のすべてのウィンドウは一つ以上の親ウィンドウをもつ（すなわち、この構造は、木構造とは限らない。）この構造全体を、ひとつの「文書」と呼び、各仮想平面を「層」と呼ぶ。

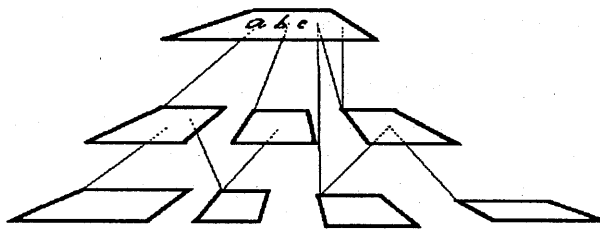


Fig. 1 本研究における「文書」

この研究の目的は、このような「文書」を3次元立体視し、これを情報システムの文書化に応用するために、何が必要かを検討することである。そのため、「文書」のさまざまな条件でのディスプレイのためのプログラムを作り、これを用いて、ことに文字の配色とフォントサイズについて調べた。

2章では、3次元立体視のための種々の方法を述べる。3章では、「文書」ディスプレイプログラムについて述べる。4章では、実験結果および今後の課題を簡単に述べる。

2 3次元立体視の方法

人間が視覚によって3次元の感覚（立体感）を得るのは、必ずしも簡単なプロセスではなく、種々の因子がくみあわさっている。簡単な対象（たとえば単純な立体図形、建物など）であれば、静止した単眼像の輪郭線だけでも、ある程度立体感が得られる。比

較的複雑でも、普通に見慣れている対象であれば、陰影やハイライトだけで十分な立体感が得られる。これは絵画や写真について日常経験するところであって、これらの現象は、いわゆる3次元グラフィックスの基礎になっている。

ただしこのとき、「思い込み」あるいは「常識的判断」によって、図からは得られない情報を加えて見ていることがしばしばある。いわゆる「だまし絵」には、この現象を利用しているものが多い。一方、複雑な図形や見慣れない形になると、単眼像では立体感を得ることが難しい。また逆に、あまりにも簡単な図形で、単眼像では3次元の構造について十分な情報が得られない場合も、立体感を得られない。

単眼像であっても動画となれば、画面中の多くの特徴点の時間的な動きから、新たに豊富な情報が得られ、立体感が出やすい。ことに、剛体が位置を変えたり、不動の対象に対して視点が移動したり、あるいは不動の背景の中で一つの対象だけが変形したりする場合、これを連続的な単眼像として見る如果能够できれば、ほとんどの場合に十分な立体感が得られることは、映画やテレビで経験する通りである。

対象が文書の場合は、ウィンドウの形は簡単すぎて、静止した単眼像では十分な情報が得られない。一方、これらのウィンドウに書き込まれた文字列を読むことは、動画では困難である。すなわち、文書を3次元立体視するには、右/左眼に、それぞれ仮想の右/左眼から見た視差を含んだ別々の像（いわゆるステレオペア）を見せる必要がある。これには、いくつかの方法がありうる。

(A) ディスプレイの左右に、それぞれ右眼用・左眼用の像を出力し、これをそれぞれ裸眼、平面鏡（合わせ鏡）あるいはプリズムを通して見る（Fig. 2a-2c）。これは、有効視野の狭さと、顔の位置が厳しく制限されることが問題である。

(B) 同じタイプの二つのディスプレイを使い、左側に右眼用、右側に左眼用の像をディスプレイし、これを二つの望遠鏡（単眼鏡）を用いて見る（Fig. 2d）。あるいは、左側に左眼用、右側に右眼用の像をディスプレイし、眼前の二つの平面鏡で写して見る（Fig. 2e）。これらは、安価なディスプレイを用いて大きな画面が得られることが長所であるが、上と同じく、顔の位置が限られるので疲労が問題になる。

(C) 眼のすぐ近くにおのおの専用の眼鏡式ディスプレイをもち、左右両眼用の像を出力する。あるいは、残光性の少ないディスプレイ画面上に左右両眼用の像を交互に出力し、シャッター付の眼鏡をこれと同期させて開閉する。これらは市販品があるがまだ高価である。

(D) 左右両眼用の出力像をそれぞれ、直交する偏光フィルターを通して同じスクリーン上に拡大投影し、これを同じく左右直交する偏光眼鏡で見る（Fig. 2f）。多人数に同時に3次元立体視をさせることができ、遊園地などでよく使われる方法である。本研究では、簡易なFig. 2a, Fig. 2b, Fig. 2fの方法を試みた。

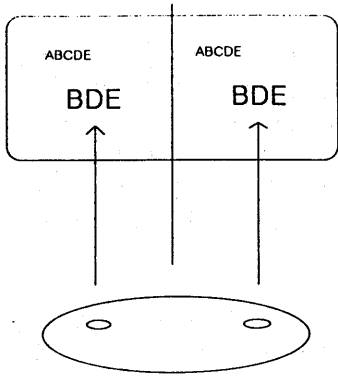


Fig. 2a 裸眼による立体視

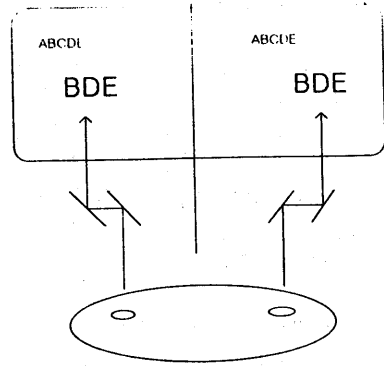


Fig. 2b 合わせ鏡による立体視

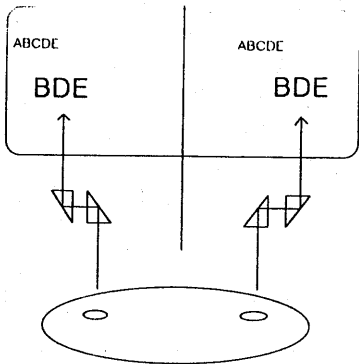


Fig. 2c プリズムによる立体視

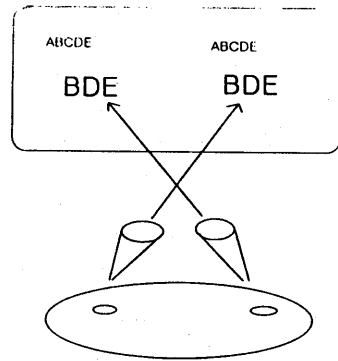


Fig. 2d 単眼鏡による立体視

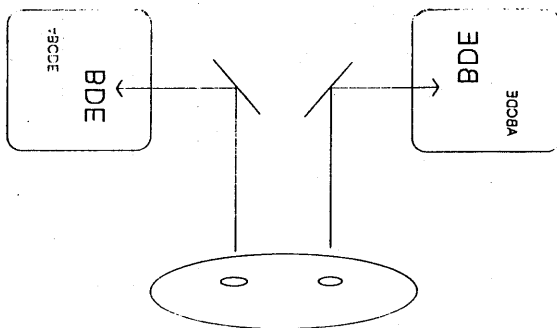


Fig. 2e 二つのディスプレイによる立体視

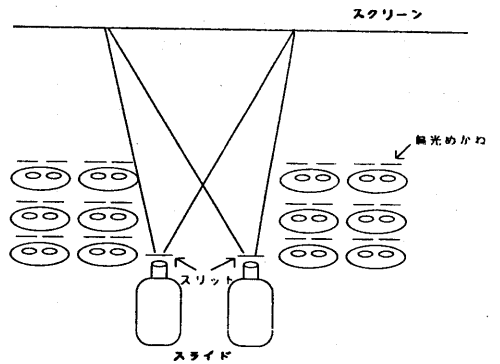


Fig. 2f スライドと偏光眼鏡による立体視

3 「文書」ディスプレイプログラムの作成

自分で準備した文字フォント、あるいはシステムの文字フォントを用いて、さまざまな条件のもとで「文書」をディスプレイし、ある程度移動もできるプログラムを作成した。「文書」中の文字列は原理的にはどのような文字でもよいが、ここでは英字のみを扱った。また、この文書を「読む」角度も、必ずしもウィンドウに垂直でなくてもよいが、ここでは垂直の場合のみを扱った。各ウィンドウは透明とし、文字とウィンドウの枠は、面によって決まる同じ色とした。面に対する配色、および2枚以上の単眼像が重なる部分の色計算について、いくつかの場合を検討した。

CPUはIBM PS/2 Model 70、OSはOS/2 Version 1.2 Extended Edition、言語はMS-C Ver. 6.0 を使用し、出力には12インチVGAディスプレイ装置（640×480画素）を用いた。出力までの手続きは概略次の通りである。

用意したフォント、ないしシステムに備えられたフォントを用い、「文書」の3次元空間上の座標データを求める。これに対して、左右別に透視投影を行い、それぞれ左眼用、右眼用のウィンドウに出力した。プログラムは、「文書」の仮想3次元空間上の配置、これに対する仮想の左右両眼の位置、ウィンドウの大きさおよび位置、各面に対する配色（R、G、B各256階調）、単眼像が重なる部分の色計算（2枚の画像に対して16種）等を、ポップアップメニュー、スクロールバー、機能キーなどを用いて利用者が簡単にコントロールし、各種の組み合わせがテストできるようになっている。また、注視する「層」の指定を機能キーで変えることにより、各層の表示色を変えることができる。Fig. 3に、出力画面の構成を示す。

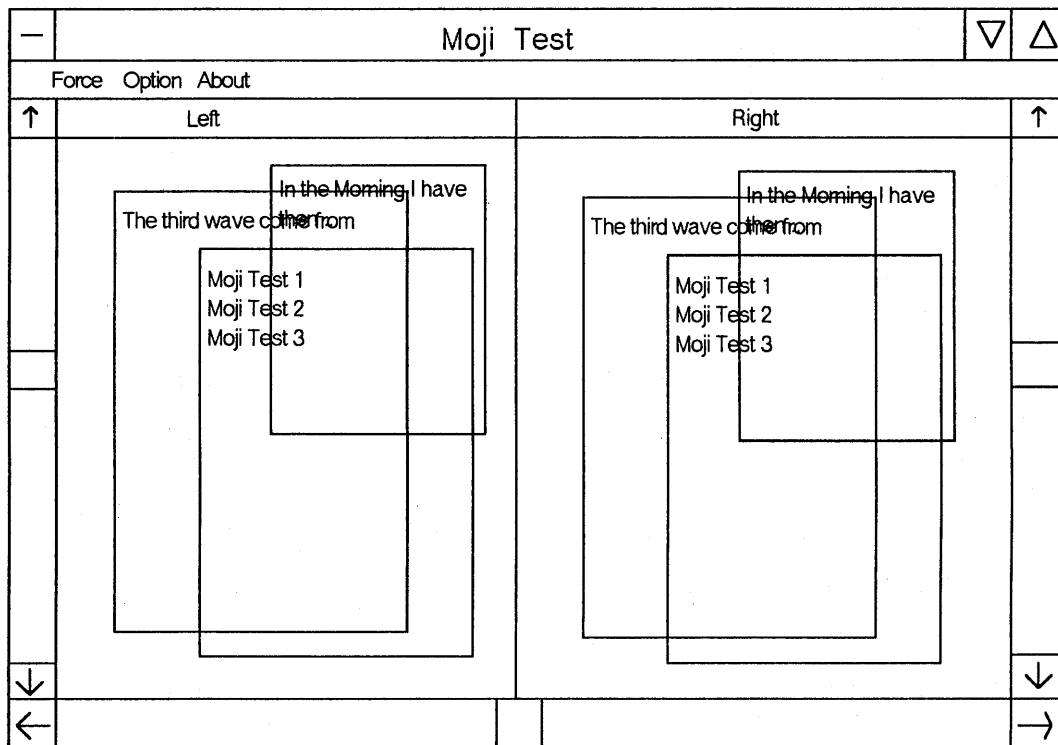


Fig 3. 出力画面の構成

4 結果と課題

実験はまだ予備的な段階であるが、次のことが知られた。

(1) 3次元立体視によって、重なり合った文字列でも単眼視より遙かに明瞭に見える。しかし、文字の大きさや文字数、ディスプレイの品質にもよるが、文字数が多い場合、実用的に読めるのは2～3層程度が限界であろう。

(2) 層により着色を変えることは、明瞭化にきわめて有効である。

(3) 文字が重なった部分の最適な色計算のしかたについては、まだ結論が出ていないが、文字の大きさおよびフォントによって効果が異なるようである。文字が大きく、あるいはフォントが肉厚で、重なり部分が大きい時は、XOR論理が有効であるが、文字が小さい場合は、AND論理や単なるぬり重ねがかえってよい効果をもたらす。

これからみて、ここで提案した方法の将来性はありそうに思われる。

今後は、構造のより正確な表示、構造をたどる操作のディスプレイなどのプログラムの完備、多層の文書ディスプレイのための最適なフォントや配色の発見、これを用いる作業時の疲労度測定と疲労を防止する方策の研究などが課題となろう。

- [1] D. T. Ross and K. E. Schoman, Jr., "Structured Analysis for Requirements Definition", IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. SE-3, No. 1, p.69-84 (January 1977), reprinted in P. Freeman and A. L. Wasserman, eds., Tutorial on Software Design Techniques, Fourth Ed., pp.86-95, IEEE Computer Society (1983).
- [2] T. H. Nelson, "Getting It Out of Our System," in G. Schneider, ed., Information Retrieval: A Critical Review, Thompson Books, 1967.
- [3] J. Conklin, "Hypertext: An Introduction and Survey," IEEE Computer, Sept. 1987, pp. 17-41(1987).
- [4] R. A. Bolt, "The Human Interface", Van Nostrand Reinhold, 1984.
- [5] 広瀬通孝、甘利治雄、佐々木 力、名井 健、石井威望、"制御用言語の図形処理に関する研究"、第4回ヒューマン・インターフェイス・シンポジウム予稿集、p.45-50、1988. 11. 4-5、東京。
- [6] Michitaka Hirose, "A Study on the Visualization of Control Software Design," Proc. of the MIT-TSME Workshop on Cooperative Product Development, Nov. 20-21, 1989, Boston, Mass.
- [7] 石崎 豪、私信。