

立体視空間における情報重畳に関する評価実験

An Experimental Study of Information Overlay in Stereoscopic Space

小助川真二*1 蒔苗耕司
Shinji Kosukegawa Koji Makanae

宮城大学事業構想学部デザイン情報学科
School of Project Design, Miyagi University

ABSTRACT

The application of the stereoscopic technology has the possibility that the volume of information expressible in the limited area on the computer display can be enhanced. In this study, the experiment concerning the recognition of information superimposed by using 3D display was conducted. The information overlay method is effective to enhancing the amount of the information expression in the limited display area though there was an individual variation from the experiment. Moreover, it become clear that the combination of the color, the layer interval, and the depth, etc. influence in recognition. It will be necessary to develop the information expression technique by the stereoscopic vision based on these findings in the future.

Keywords: 立体視, 3D ディスプレイ, 情報重畳, 焦点調節, 情報量

1. はじめに

近年は 3D ディスプレイの技術が急速に発達し、特殊な機器を装着することなく容易に立体視が可能な環境が整いつつある。立体視技術の適用は、2次元であるディスプレイに新たな次元を与えることで、表現可能な情報量を拡張できる可能性を有している。一方、これまでの立体視に関する研究は、その多くは人間の生態的な処理に関する研究が主となっており、認識できる情報量や奥行き情報を活用した情報量の拡張手法に関する研究はほとんど行われていない。

そこで本研究では、3D ディスプレイを用いて、立体視空間において重畳表現した文字や図形等の情報の認識性に関する実験を行い、限られた表示領域での情報量拡張の可能性について明らかにする。

2. 従来の研究

これまでも、立体視の研究は数多く行われている。その多くは人間の視覚や知覚に関する研究である。例えば、繁柵・佐藤ら¹⁾は、両眼立体視による物体内の奥行き構造知覚と物体間の奥行き差知覚の違いについての研究を行っており、物体内の奥行き構造を多少犠牲にしても、物体間の位置関係を正確に把握するという両眼立体視の特性を明らかにしている。また、伊藤・佐藤ら²⁾は両眼立体視における輝度情報処理メカニズムと色情報処理メカニズムの関わり合いについて検討した研究を行なっている。この研究では、両眼立体視において、輝度情報と色情報が相補的に働いていることを示唆している。これらの他にも多くの研究があるが、その多くは両眼立体視の特性や人間の生態的な処理についての研究であり、認識できる情報量やその拡張という観点からの研究はほとんど行われていない。

そこで本研究では、立体視を用いることで奥行

蒔苗耕司 <makanae@myu.ac.jp>
宮城大学事業構想学部デザイン情報学科
〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1
Phone 022-377-8368 Fax 022-377-8368

*1 現在、富士フィルムソフトウェア株式会社

き情報の認識とその拡張が可能であるかについて、また拡張する際に情報の種類によって与えられる影響について比較実験により明らかにする。

3. 情報重畳手法

本研究では、文字や図形、色等の様々な情報をもった画像を奥行き方向に重畳することによって情報を表現する。奥行きに設置された画像をレイヤーと呼ぶ。レイヤーは透明フィルムシート状のものとし、背後のレイヤーの情報が読み取れるものとする。Fig.1に情報を重畳する手法を示す。図は異なる情報をもった3枚の画像の例である。それらの情報を重ね合わせると、平面上で表現した場合は完全に重なりあってしまい認識ができないが (Fig.1(a)), 立体視によって奥行きを活用すれば、画面をスクロールすることなく、人間の奥行き方向での焦点調節のみで情報を認識することが可能となる (Fig.1(b)).

4. 実験

4.1 実験用システムの概要

実験は、重畳表現された図形や文字等の様々な情報を、立体視により読み取ることが可能であるか否かにより行う。実験用システムには、被験者が特殊な機器を装着することなく、容易に立体視可能な環境を提供することが望ましいことから、本研究では3次元ディスプレイ搭載のノートパソコン Sharp RC-RD1-3D (解像度は1024×768ピクセル) を用いた。立体画像を提供するソフトウェアは、Microsoft VisualBasic6.0及びOpenGLを用いて開発した。画像情報は文字や図、色の情報をもった画像ファイルとし、データ画像を重畳した際に、背景の情報を透過して表現可能とするためアルファマッピングを用いる。

4.2 色に関する実験

(1) 実験方法

画像を重畳して表現した際に、色が奥行き情報の認識に影響を与えるかを実験により明らかにす

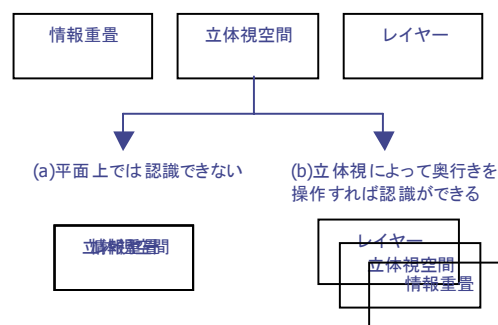


Fig.1 Image overlay method

る。また、適・不適な色の組合せが明確となれば、情報をより認識しやすく重畳させるための必要条件が明らかとなる。

実験では、文字と色の情報を持った2枚の画像が異なる奥行きで表示され、5秒毎にランダムで画像の文字と色に変化するものとした。画像は色と文字の情報だけを単純明快に持たせるために、1から9の数字、もしくは、S・D・Rのアルファベットの計12種類を記したカードとする。また、RGBの3bit (8色) から画面の背景色である白を除いた7色 (赤・緑・青・黄・マゼンタ・シアン・黒) を用いる。ランダムに表示される色の組合せは全部で49パターンである。被験者は、これらの提示した立体画像から、奥のカードの文字の色を回答してもらうとともに、それが見やすいか見にくいかについて回答する。

(2) 実験結果と考察

実験の結果、半数以上の被験者が見にくいと回答した組み合わせは、手前→奥の順で、緑→緑、青→緑、シアン→緑、青→青、全色→黄、マゼンタ→マゼンタ、緑→シアン、青→シアン、シアン→シアンの場合であり、前後のレイヤーが同色で描画されている場合に認識しにくいと回答が得られている。また特に見にくいと回答している組み合わせは赤→黄のとき、黄→黄のときである。また青と緑の組み合わせ等では、手前と奥が逆になることにより見やすさは異なる結果を示している。これらの実験結果から、色の組み合わせが重畳したレイヤー情報の認識に大きな影響を与えており、



Fig. 2 Image sample

情報重畳の際の色の組み合わせに注意が必要であることを示している。

4.3 重畳した情報の認識性に関する実験

(1) 実験方法

異なる情報量を有する複数の重畳したレイヤーが認識可能であるか否かに関する実験を行う。さらに、レイヤー間の間隔やその設置位置が画像の認識しやすさに影響を及ぼしていると考えられることから、これを検証するための実験を行なった。

実験画像をその情報量に応じて、S(トランプ)・M (100~150 字のテキスト情報)・L (150~250 字のテキスト情報) と定義する。Fig.2 に、実験に用いる画像の例を示す。これらの画像 3~4 枚の画像を重畳して表示し、被験者に認識の可否を回答してもらう。さらに画像の間隔や奥行き位置を可変とし、被験者が認識しやすいとした間隔・位置を計測する。実験画像の例を Fig.3 に示す。被験者は 15 名である。

(2) 実験結果と考察

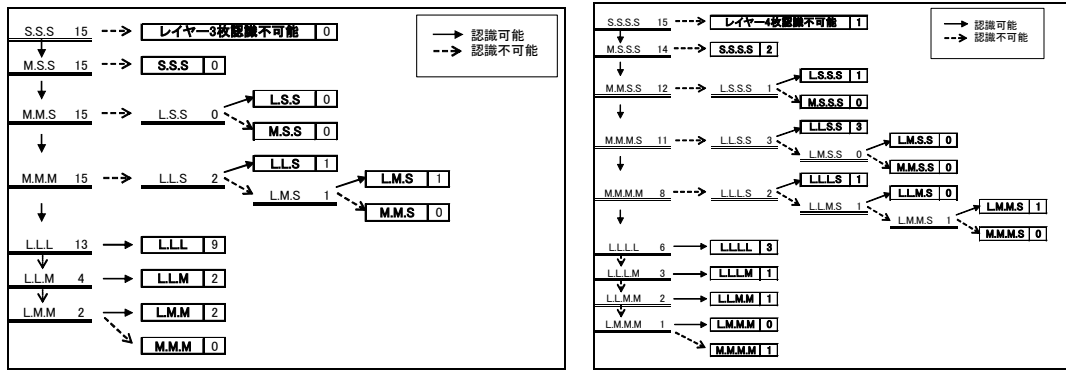
Fig.4(a)にレイヤー3 枚の場合、Fig.4(b)にレイヤー4 枚の場合の実験結果を示す。図中の数字はそれぞれの組み合わせで認識可能であった人数を示している。なお実験は、被験者の負担を減らすため、情報量の多いレイヤーの組み合わせパターンで認識可能であれば、それよりも情報量の少ない組み合わせでは認識可能であるとみなし、実験を打ち切っている。

Fig.4(a)では、全てが M 画像 (M.M.M) である場合において、被験者の 13 名が認識可能であり、



Fig.3 A sample image of information overlay

次の全てが L 画像 (L.L.L) の組み合わせの認識実験に進んでいる。それに対して Fig.4(b)では、全てが M 画像 (M.M.M.M) の場合には、8 名のみが認識可能であり、この 6 名のみが次の実験 (L.L.L.L) の組み合わせに進んでおり、同じ情報量のレイヤーであってもその重畳枚数が 3 枚のときと比較して、半数以上の被験者でレイヤー4 枚の認識が不能となっている。また、4 枚の重畳では全く認識不可能であった被験者が存在するとともに、全てが L 画像の組み合わせを認識できた被験者が、3 枚のときの 9 名に対して 4 枚のときは 3 名のみとなっている。最終的に認識可能な限界を示すレイヤーの組み合わせの人数について比較した場合には、レイヤー3 枚では (L.L.L) の組み合わせに人数が集中しているのに対し、レイヤー4 枚では特定の組み合わせに集中している傾向は見られなかった。これらのことから、レイヤーが 3 枚であれば、ほとんどの人が最大情報量である L 画像 3 枚分の情報を認識可能であるが、レイヤーが 4 枚分



(a)レイヤー3枚の場合

(b)レイヤー4枚の場合

Fig.4 An analysis of recognition of overlaid information

となると情報の認識は非常に難しいと言える。

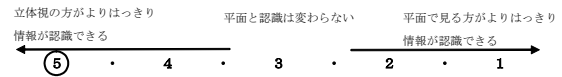
次に被験者が認識しやすいと設定したレイヤーの間隔と奥行き位置に関する実験結果については、レイヤーが3枚と4枚の場合で奥行き位置については大きな差は見られなかった。一方、レイヤー間隔についてはレイヤー3枚の場合より4枚の場合ほど間隔が小さくなり、また標準偏差の値も小さくなる(例えばレイヤー3枚 S.S.S の重畳の場合で平均間隔 1.80 ($\sigma=0.56$), レイヤー4枚 S.S.S.S の重畳場合で平均間隔 1.42 ($\sigma=0.45$)). このことは、認識のための立体視空間はある奥行きの範囲に限定され、情報量が多くなる場合においては、レイヤー間の間隔を狭めて対応しようとすることを示していると考えられる。

(3)立体視の導入効果に関するアンケート評価

それぞれの被験者がこの実験で認識限界としたレイヤーパターンについて、平面ディスプレイ上で立体視を用いずに認識を行なってもらい、5段階のアンケート調査による比較実験を行なった。その結果を Table.1 に示す。多くの被験者がレイヤーの枚数に関わらず立体視を用いた場合の方が認識できると答えており、多くの被験者にとって重畳した情報の認識に立体視の適用は有効であったと言える。その一方で、極めて評価の低い被験者も1~3名程度含まれており、3次元ディスプレイを用いた場合でも立体認識に個人差が生じることを示唆している。

Table 1 A questionnaire evaluation of stereoscopic viewing

評価	レイヤー3枚の場合 (人)	レイヤー4枚の場合 (人)
5	6	4
4	5	7
3	1	3
2	1	0
1	2	1
平均	3.80	3.87



5. まとめ

これらの各実験の内容から、立体視空間で情報重畳は、限られたディスプレイ領域での情報表現量の拡張に対して有効であると言える。すなわち、人間の焦点調節機能を有効に用いることにより、画面のスクロール等の方法によらず、多くの情報が提供可能であることを示している。また、立体視空間で情報重畳においては、色の組合せ、レイヤー間隔、そして奥行き設置位置等が影響を与えていることやその認識における個人差が生じていることが明らかとなった。今後は、これらの知見を基に、立体視空間で実用可能な情報表現手法について考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 繁樹博昭, 佐藤隆夫 : 両眼立体視による物体内の奥行き構造知覚と物体間の奥行き差知覚の相違, ヒューマンインターフェース学会研究報告集 2003, Vol.5, 99-102, 2003.
- 2) 伊藤暢章, 佐藤隆夫 : 色と両眼立体視, ヒューマンインターフェース学会研究報告集 2000, Vol. 2, 43-47, 2000.