

立体視による GUI の操作性改善の検証 Verification of operability improvement of GUI by binocular vision

三神 祐介† 小宮山 摂†† 武藤 剛††
Yusuke Mikami Setsu Komiya Takeshi Muto

1. はじめに

本研究では、立体視可能な GUI の有用性を検証することを目的とし、立体視用ボタン (GUI) を開発し、その有効性の評価を行った。

2. 研究背景

近年、本格的な 3D 映画の登場をきっかけに、3D テレビや 3D ディスプレイといった立体視を利用した製品が登場し、注目されている。これらの用途は 3D 映画や 3D ゲームに見られるように、エンターテインメント性を主としたコンテンツである。その一方で、アプリケーションソフトウェアやネットブラウジング等、パソコンにおける実用性を主としたコンテンツには 3D、立体視は使われていないのが現状であり、これらを組み合わせたときの有用性についてはあまり考えられていない。また、ディスプレイの文字を立体視する研究[1]や多面ディスプレイでの立体視に既存の GUI を組み込んだ研究[2]などもあるが、GUI そのものを立体視する研究は見受けられない。そこで、本研究では立体視可能な GUI の有用性を検証する。本研究は数ある GUI のうち、ボタンクリック操作に着目した。ボタンをクリックするという動作は、現実空間でボタンを押す動作と似た部分があるため、立体視が有用である動作だと予測した。よって、本研究ではボタンクリックを立体視しながら行うことの有用性の検討を目的とする。

3. 装置開発

3.1 概要

本実験では、3ds Max および OmegaSpace[3]を使用し開発した、立体視用ボタン(GUI)の制作過程を示す。OmegaSpaceとは、3ds Max等で作成した3Dモデルにインタラクションやアニメーションを追加して、VR空間を作成し、体験することができるソフトウェアである。このソフトは作成したVR空間を立体視する機能があるため、VR空間内にボタンを配置すれば容易に立体視が可能である。また、VR空間内の3DCGモデルは、クリックやキー操作による干渉が可能である。これらの理由から、本研究の実験装置作成にはOmegaSpaceを用いた。

3.2 立体視用ボタン(GUI)開発の意図

本実験では代表的な GUI の 1 つであるボタン操作と立体視を組み合わせたような実験装置を制作する。1 章でも述べたように、ボタン操作における GUI では凹凸を視覚的に再現する必要がある。これは立体視の得意とする表現であるという理由から、本研究では「ボタン操作」という GUI に絞って実験を行う。

3.3 3ds Max での制作

OmegaSpace で実験装置を制作するために、まず 3ds Max で簡単な 3DCG モデルを作成し、それを OmegaSpace で読み込む必要がある。したがって 3ds Max を用いて実験装置の基となる 3DCG を作成した。具体的には、まず実際にクリックするボタンとなる 3DCG モデルを作成し、その背後に背景となる大きめの 3DCG モデルを作成した (図 1)。

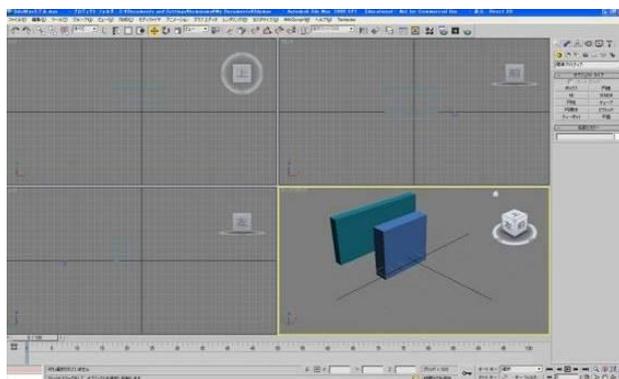


図 1 3ds Max で作成した 3DCG

3.4 OmegaSpace での制作

3.4.1 3DCG モデル編集

3ds Max から読み込んだ 3DCG はボタンと背景の 2 つである。実験では、いくつものボタンをランダムにクリックするので、まずボタンの 3DCG モデルを増やしていく。本実験では計 40 個のマスをを用いた。基となるボタン 3DCG を複製し、それをマス目状に並べていく。次に、ボタン・背景の 3DCG に適当な色・テキストを設定する。これらの作業により実験装置の外観を制作した (図 2)

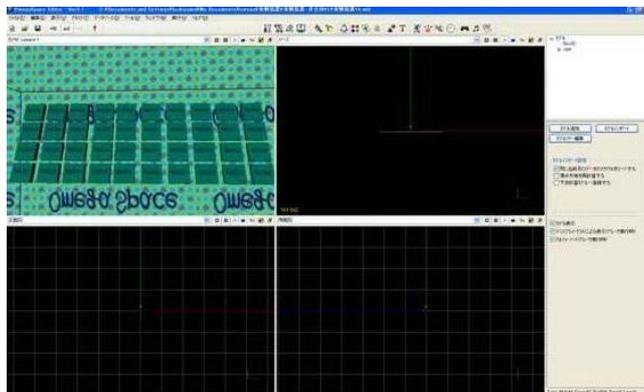


図 2 実験装置の設計

3.4.2 各種設定

OmegaSpaceはVR空間作成ソフトであるため、3DCGモデルを画面に表示させるにはカメラや光源の位置等を設定する必要がある。したがって、カメラと光源の位置をマス目の真上に設定し、40個のボタン全てが見えるようにした。次に立体視の設定を行った。立体視ができるようにカメラの設定で「立体視」を選択し、視差を日本人平均である6.5に設定した。スクリーン距離は実際にメガネをかけて、立体に見える適正な距離に調整した。立体視の方法に関しては、ボタンが被験者に対して飛び出してくるので交差法を選択した。これらの作業により、ボタンを立体視することができるようになった。また、立体視と非立体視を簡単に切り換えられるようになった。

実験では飛び出してきたボタンをクリックさせるという操作を行うため、ボタンの3DCGに飛び出す、引っ込むといった「アニメーション」を設定する必要がある。よって、全てのボタンにこれらのアニメーションを組み込み、動作するように設定した。また、背景の3DCGにはマス目より前面に移動するアニメーションを設定した。このアニメーションにより、マス目全体を背景の3DCGで隠すことができる。このアニメーションの設定理由については、4章の実験方法で述べる。

3.4.3 シナリオファイル作成

上述したアニメーションを実際に作動させたり、ボタンを次々とクリックさせるには、シナリオファイルの設定が不可欠である。シナリオファイルとはOmegaSpaceで使えるスクリプト言語の1種であり、実験装置のプログラム部分に相当する。このシナリオファイルに適切なスクリプトを記述することにより、飛び出してきたボタンを次々とクリックする、実験開始から終了までの時間を測る、といったことが可能になる。

4. 実験

4.1 実験目的

本研究の目的は、立体視可能なGUIの有用性を検証することである。そこで、OmegaSpaceを用いてVR空間内に背景とボタン用3DCGを配置し、ランダムに飛び出すボタンを被験者にクリックさせ、一定数ボタンをクリックするまでの時間を測定する。この時間について評価・考察することが実験の目的である。

4.2 実験環境

実験には22インチの偏光方式液晶立体ディスプレイ(Zalman22)を用いた(図3)。これは、パソコンのモニターも兼ねているディスプレイなので、2Dの映像も表示することができるので、立体視・非立体視それぞれの状態で実験を行うことができる。また、メガネには円偏光方式眼鏡を用い、視聴時に頭が多少傾いても立体視が可能となっている。その他、OSはWindows XP、ソフトはOmegaSpaceを用いた。



図3 Zalman22と円偏光メガネ

4.3 実験方法

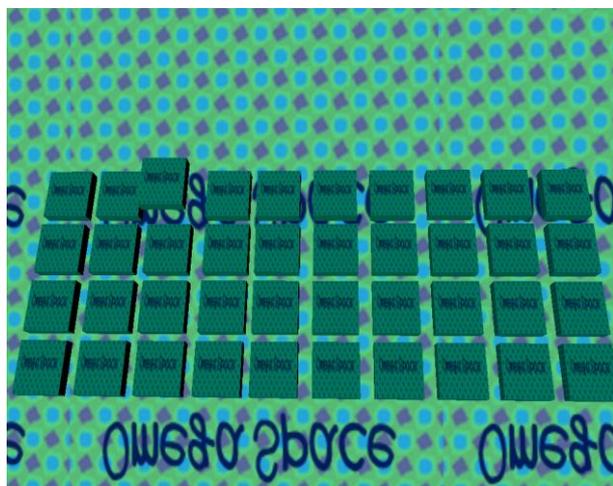
被験者には20代の大学生10人(男女)を採用した。被験者には計40個のボタンのうち1つだけ飛び出しているボタンを見つけてクリックさせる。被験者が飛び出しているボタンをクリックすると、一度ボタンは全て見えなくなり、再びすぐに全てのボタンが見えるようになる。そして現れたボタンの中から再び1つだけ飛び出しているボタンをクリックしていく。このような作業を1回の実験につき20回繰り返す。なお、飛び出してくるボタンの順序はランダムである。

また、一度クリックした後にマス目全体を隠す動作が入るのは、飛び出しているボタンを見つけにくくするためである。もし隠さないで実験を行うと、ボタンが飛び出す動作が見えることによりすぐに飛び出したボタンの位置がわかり、適切な実験結果が得られなくなってしまうのである。

上述したこの実験をメガネなしの非立体視で3回、メガネをかけての立体視で3回、計6回の実験を各被験者に行ってもらった。なお、実験への「慣れ」に対する問題を見るため、被験者10人を非立体視で先に実験する被験者5人と立体視で先に実験する被験者5人に分けた。これにより、平等の条件下で実験をし、結果を比較することができる。

(1)非立体視での実験(図4.1)

メガネをかけないで実験



4.1 非立体視での実験

(2)立体視での実験（図4.2）

立体視用表示のため、メガネをかけて実験

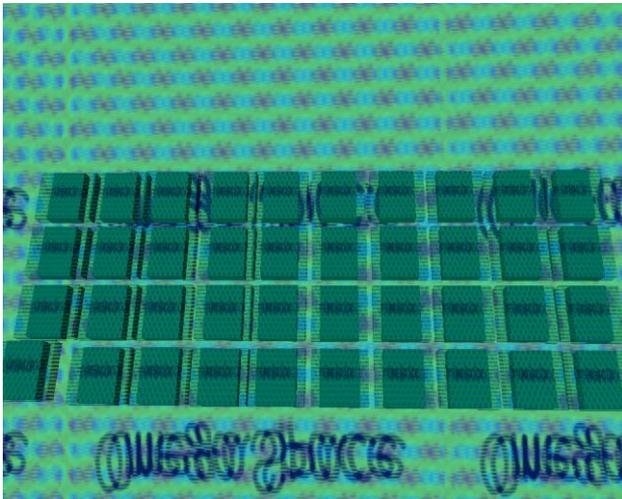


図4.2 立体視での実験

20個のボタンをクリックし終わると最後に赤いボタンが出現するのでそれをクリックして1回の実験は終了である（図4.3）。



図4.3 実験終了時

4.4 実験結果

4.4.1 実験データ

実験により得られたデータを示す。非立体視から先に実験を行った被験者5名と、立体視から先に実験を行った被験者5名の計10名分のデータを取得した。これらのデータから、非立体視から先に実験を行った被験者と立体視から先に実験を行った被験者のデータに分けたものを表1, 2に示す。

表1 非立体視先被験者のデータ

	非立体（秒）	立体（秒）
被験者 A 1回目	40.6	26.4
被験者 A 2回目	28	24.9
被験者 A 3回目	29.6	24.6
被験者 B 1回目	42.9	36.5
被験者 B 2回目	32.1	26.1
被験者 B 3回目	27.1	25.8
被験者 C 1回目	37.2	27.6
被験者 C 2回目	26.5	28.8
被験者 C 3回目	28.1	26.3
被験者 D 1回目	47.5	31.8
被験者 D 2回目	33	31.7
被験者 D 3回目	35.5	29.5
被験者 E 1回目	41.9	33.4
被験者 E 2回目	30.3	27.1
被験者 E 3回目	27.5	25.5

表2 立体視先被験者のデータ

	非立体（秒）	立体（秒）
被験者 F 1回目	26	30.8
被験者 F 2回目	30.1	28.5
被験者 F 3回目	24.1	30.5
被験者 G 1回目	27.2	29.2
被験者 G 2回目	27.2	26.8
被験者 G 3回目	30	30.8
被験者 H 1回目	28.6	38.2
被験者 H 2回目	29	30.7
被験者 H 3回目	28.5	33.5
被験者 I 1回目	30.7	38.2
被験者 I 2回目	28.4	30.5
被験者 I 3回目	24	32.3
被験者 J 1回目	25.7	33.6
被験者 J 2回目	28.9	27.5
被験者 J 3回目	26.1	27.1

4.4.2 データ解析

実験により、非立体視での作業と立体視での作業にかかった時間のデータが得られた。そこで、非立体視と立体視での作業時間に差が生じたかを検定するために、得られたデータを解析していく。本研究では解析には平均間の差を検定するt検定[4]を用いた。ここで各被験者の1～6回目（非立体視3回と立体視3回）のデータをt検定で解析したところ、1回目のデータでP値が0.0300となり、0.05より小さいことから有意水準5%で有意差があることがわかった。その他では有意差は見られなかった。

そこで各被験者の各回の平均値をグラフ化した（図5, 図6）。ここで図5は前半1～3回目のデータであり、非立体視から先に実験を行った被験者の非立体視のデータと立体視から先に実験を行った被験者の立体視のデータ

を示している。それに対し、図6では非立体視から先に実験を行った被験者の立体視のデータと立体視から先に実験を行った被験者の非立体視のデータを示している。

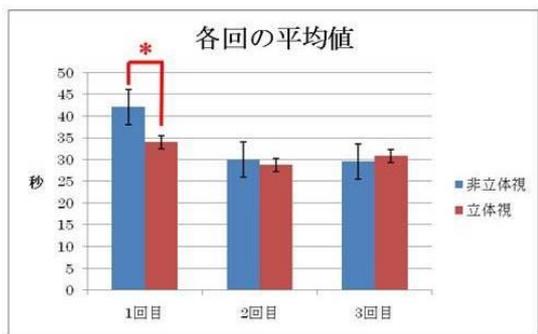


図5 各回ごとの平均値 (前半)

*...p < 5%

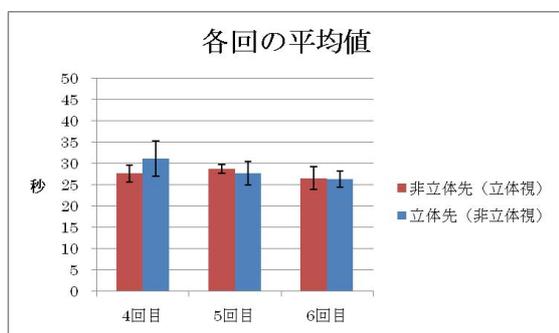


図6 各回ごとの平均値 (後半)

図5を見ると、非立体視では1回目でかなりの作業時間がかかったが、立体視の1回目はその後の2回目・3回目とあまり差がなく、初回から安定した成績を出している。この結果より非立体視と立体視では「慣れ」に差があるということがわかる。つまり、立体視の方が初見に強いと考えることができる。

5. 考察, 結論

5.1 作業時間についての考察

実験結果より非立体視・立体視における全員分のデータでは有意差がないことがわかった。つまり、非立体視と立体視では平均して作業時間に差がないといえる。本実験では立体視の方法として交差法を用いたが、交差法は立体提示効果が高い代わりに目への負担が大きいという欠点がある。しかし、本実験の結果では立体視でも非立体視と同等の作業時間を記録していることから、立体視による GUI は立体視の負の効果を受けないことがわかった。

5.2 慣れについての考察

図5を見ると、非立体視では1回目でかなりの作業時間がかかったが、立体視の1回目はその後の2回目・3回目とあまり差がなく、初回から安定した成績を出している。この結果より非立体視と立体視では「慣れ」に差があるということがわかる。つまり、立体視の方が初見に強いと考えることができる。ここから、例えばある作業を初めて行う場合、立体視をして作業を行う方がより早くその作業・GUIに慣れることができる、ということがいえるだろう。

この結果より、本実験の目的である立体視可能な GUI の有用性の検証がなされ、「慣れ」という観点から立体視が有用であることが示された。

5.3 立体視の効果

これらの要素からわかったことをまとめる。本研究では GUI における「ボタン」に着目した。従来のボタンは、現在選択しているものや押した瞬間等の場面において、色や影つけを用いて、ユーザーに GUI としてのボタンを認識させていた。しかし、これらの手法は提示効果が高いとは言えず、また色覚障害者には有用ではない。

そこで、本研究では提示効果を高めると共に色覚障害者等にも有用となる、ボタンを立体視することを提案した。これにより、ボタンは今まで通りの使い勝手を維持しつつ、より慣れやすく、使い込みやすい GUI になったといえる。また、GUIは共通する部分もあるが、各環境によってそれぞれ異っているのが現状だが、立体視 GUI はどの環境、ソフトウェア等にも共通して組み込める要素であるため、汎用性も高いことが考えられる。

この実験結果より、立体視による GUI の提示効果は「慣れ」において有用であるということがわかった。このことから、例えば各専門分野で使われるソフトウェア等に立体視を導入すると、使用者が初見でもすぐにそのソフトウェアの GUI に馴染めるといった効果があると考えられる。また、本実験で使用したディスプレイのようなパソコンのモニターを兼ねた安価な立体ディスプレイが実用化しており、GUIの立体視は実現性も高いと考えられる。

5.4 今後の展望

本研究では数ある GUI のうち、「ボタン」のみに着目したが、その他スライダーやウィンドウ等を立体視した際の有用性の検証も考えられる。また、今回の実験結果は大学生 10 人のものであり、高齢者や色覚障害者を対象にした場合にはまた違った結果が出ると考えられ、これらの人々を被験者として実験し分析する必要もあるだろう。

今回の実験では立体視による疲労等を訴える人はいなかったが、今回用いた交差法に馴染めない人も存在し、適切な実験結果が出なかったことから、負担の少ない平行法でも GUI の立体視ができるようにボタンの表現方法を考える必要があることがわかった。また実験結果では、先行研究から予測した作業時間の短縮がほとんど見られなかったことから、立体視がさらに有用となるような提示方法や実験装置の編集を行いたいと考えている。

参考文献

- [1] 重田和弘, 中山実, 清水康敬: 立体ディスプレイを用いた文字提示の効果, 電子情報通信学会論文誌 vol. J82-A, No.1 (1999)
- [2] 立山義祐, 小木哲郎, 廣瀬通考: 既存 GUI アプリケーションによる没入3次元環境の補強, 情報処理学会論文誌 vol.43, No.12 (2002)
- [3] 井上哲理, 太田啓路, 盛川浩志, 河合隆史: 次世代メディアクリエータ入門2, 2004
- [4] 永田靖: 入門 統計解析法 (1992)