

立体視における適切なテキスト表現と表現手法の拡張に関する研究

池田佳代[†] 沼田秀穂[†] 青木輝勝[‡]

[†] (有) エクセリードテクノロジー、東京大学 先端科学技術研究センター

〒167-0054 東京都杉並区松庵 3-20-11-202

[‡] 東京大学 先端科学技術研究センター 〒153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1

E-mail: [†] info@excellead.jp, [‡] aoki@mpeg.rcast.u-tokyo.ac.jp

あらまし 従来、言語による情報伝達は紙での文字表現を主体として推移してきたが、IT化の進展に伴い、多メディアの利用が加速度的に広まった。一方、映像情報伝達もテレビ電話から、デジタル放送、蓄積型放送などへと推移してきた。これらの映像の中で次世代コンテンツ、次世代コミュニケーションとして立体視映像が注目されている。しかし奥行き方向認識、奥行き距離認識という2Dには無い特徴を持つことができる立体視映像において、そのテキストの扱いが未整理である。本研究は、次世代コンテンツの一つとして重要な立体視映像におけるテキストの融合手法に注目し、適切なテキスト表現と表現手法の拡張に関する研究を行う。

キーワード 立体視・3D・映像・テキスト・ビデオ編集・テロップ

Research on extension of the text expression to 3D video

Hideho NUMATA[†] Kayo IKEDA[†] and Terumasa AOKI[‡]

[†] Excellead Technology Co.,LTD. 3-20-11-202 Shouan, Suginami-ku, Tokyo, 167-0054 Japan

[‡] University of Tokyo. Reserch Center Advanced Science and Technology 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo, 100-8904 Japan

E-mail: [†] info@excellead.jp, [‡] aoki@mpeg.rcast.u-tokyo.ac.jp

Abstract The main constituent of the communication by the language was a character expression in the paper. On the other hand, as for the image communication, the video phone, the digital broadcasting, the accumulation type broadcasting and so on developed. The stereoscopic vision image is remarkable as the next generation content, the next generation communication in these images. However, in the stereoscopic vision image which can have a characteristic, the recognition of the direction of the depth, the depth distance recognition, the handling of the text isn't organized. This research is the fusing of the text about the stereoscopic vision image. It does a research about the extension of the text expression and the expression technique about the stereoscopic vision image.

Keyword stereoscopic vision, 3D, movie, text, video editing, telop

1. はじめに

次世代コンテンツの流通、次世代コミュニケーションとしての新たなツールという側面においても、3Dによる立体視という手法が注目されている。

しかし奥行き方向認識、奥行き距離認識という2Dには無い特徴を持つことができる立体視

映像において、そのテキストの扱いについてはこれまで十分な検討がなされていないのが現状である。

一般に映像に文字を入れることを「テロップ」と言い、キーイングの一種である。テロップは10cm×12.5cmの黒いテロップカード上に表現された白い文字やイメージを固定したカメラで複写撮影し映像と合成する Television Opaque

Projector の省略形である。現在ではパソコン端末から電氣的に送出されることが大半になり、マークやキャラクターなどフルカラーの画像を合成することができる。

一方、フリップ [flip chart] は、テレビ放送などで、図解によって視聴者の理解を助けるために用いる 大型のカードであるが、今回の実験対象からは除外する。

本稿では、次世代コンテンツの一つとして重要な立体視映像におけるテキストの融合手法として、適切なテロップ表現と表現手法の拡張に関する研究を行う。

2. 立体視におけるテロップ表示

立体視による表現をおこなう意図には、その奥行き感、位置関係を正確に伝達したい場合が多い。そのような 3D 固有の表現が行える奥行き方向認識、奥行き距離認識を補足するためにテロップには、同様に表現を留意すべきである。例えば取り扱い説明を行うにあたって、前のオブジェクトと後ろのオブジェクトとの位置関係、距離を立体視にて実現した場合、テロップ表示も同様に位置関係、距離を持つ情報として付加しなければならないことは言うまでもない。

通常に立体視画像にテロップ合成を行えば、クロマキー合成と同様に合成画像 (テロップ) は最も手前に合成されてしまい立体感が消失する。

3. 立体テロップ表示の評価

3.1 実験テーマ

近年、CPU の処理能力向上、ディスプレイの高精細化、立体視テレビや 3D 表示を可能とする液晶搭載ノート PC の登場にて、立体視においても、よりリアルで説得力のあるテロップ表現 (現物に忠実な形状、色、動き、インタラクティブ性、読みやすい文字表示、容易な検索など) に適した基盤が整ってきた。これらの 3D 表示可能デバイスを対象として、以下の項目に沿って実験を行い新たな知見を抽出する。

- ①映像が 2D から 3D に変化することによるテロップ表現の影響・効果 (被験者実験)
- ②自然画 3D 空間中に置かれた 2D 可読ドキュメント内容の閲覧について
- ③左用、右用の 2 ファイルを利用した文字奥行き情報付加の可能性追求

3.2 実験内容

既存の立体視コンテンツでは、テロップを左右映像同位置に配置するのが一般的手法であるが、本稿では、既存の手法が立体視コンテンツの立体感に影響を与えないか否かを確認するとともに、さらにより有効なテロップ表現法の有無について検討を行う。

実験を行うにあたって左右両眼視差による立体視映像の中に、絵画的な手法など異なる立体表現手法として、

- ・遠近法[Perspective]
- ・色相[Hue]
- ・空気遠近法[Aerial Perspective]

の 3 手法を導入することとした。

テロップを挿入する画像は、「NuView アダプタ」を装着したデジタルビデオカメラで撮影 (図 1) したフィールドシーケンシャル方式の立体視映像を使用した。これを市販の立体映像編集ソフトウェアにより左右眼用のフィールドに分離し、Adobe Premiere により、1 フレームの画像を抽出後、Adobe Photoshop によりテロップ挿入した。

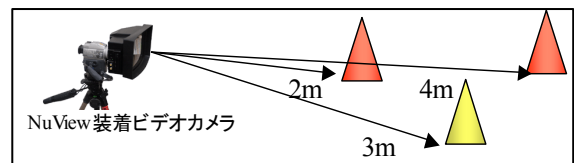


図 1: 撮影環境

立体、奥行きの情報を与える手がかりは、両眼立体視のほかにも数多く存在し、歴史的に絵画の技法として有効に使われてきた。自然画の立体視映像へテロップという奥行き情報を持たない 2次元情報を付加する際には、画像的手がかり (pictorial cue) によるアプローチにて全体としての立体視を追求する必要があるという仮説の下実験を行った。

遠近法は、同一図形が近ければ大きく、遠ければ小さく表現される絵画的な手法である。本実験では、奥行きの異なる 2つの物体に別々のテロップを付ける際に、奥行きとテロップサイズを遠近法手法で表現したもの、つまり手前の物体には大きい文字サイズ(48Point)のテロップを付け、後ろの物体には小さな文字サイズ(25Point)をつけた (図 2)。さらに、大きさを逆転させた場合の画像も作成し、遠近法の効果を確認した (図 3)。

色相による立体表現とは、赤、黄色などの暖

色系の色相を持つ色が近くに感じる進出色であり、青、紫などの寒色系の色相を持つ色が遠くに感じる後退色であることを利用するものである。本実験では、手前の物体には暖色系 (RGB=255,50,50) のテロップを付け、後ろの物体には寒色系 (RGB=50,50,255) のテロップをつけ (図 4)、さらに色を前後逆転させた画像を作成 (図 5) した。

空気遠近法は、遠くにある対象ほど、空気中の光線が乱反射して彩度、明度が低下して見えるというものである。本実験では、手前の物体には黒 100% のテロップを付け、後ろの物体にはグレー (明度 40%) のテロップをつけ (図 6)、さらに前後逆転させた画像を作成 (図 7) した。

これらの映像を 5 名の被験者に提示し、立体への影響を以下のような 5 段階に評価頂いた。
1 : 立体に見えにくい、2 : 少し立体に見えにくい、3 : 立体に見える、4 : 少し立体に見えやすい、5 : 立体に見えやすい

3 : 立体に見える、の基準としては、テロップを挿入していないオリジナルの立体視画像とした。



図 2 : 遠近法 1



図 3 : 遠近法 2

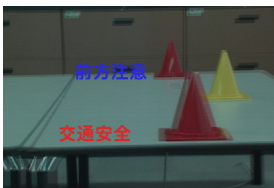


図 4 : 色相 1



図 5 : 色相 2



図 6 : 空気遠近法 1



図 7 : 空気遠近法 2

3.3 実験結果

各映像を 5 段階評価した結果の平均値と標準偏差を表 1 に示す。

TEST No.	TEST1	TEST2	TEST3	TEST4	TEST5	TEST6	TEST7
条件	黒文字:左 右同じ位 置	遠近法:前 =48pt、後 ろ=25pt	色相:前= 赤、後ろ= 青	空気遠近 法:前=黒 、後ろ=グ レー	遠近法:手 前=25pt、 奥=48pt	色相:手前 =青、後ろ =赤	空気遠近 法:手前= グレー、後 ろ=黒
平均	2.2	4.6	3.4	4.2	1.8	2.4	2.8
標準偏差	0.64	0.48	0.72	0.32	0.96	0.48	0.96

表 1 : 実験結果

立体視映像に対して安易なテロップ付加はガラスショーケース効果 (ガラス面にテロップが貼られてそのショーケース内に立体オブジェクトがあるかのような閉じこめられた狭い空間イメージ) や、立体視減殺効果 (奥行き情報を無くす) を与えてしまうことが観察された。これに対して仮説の通り、テロップに画像の手がかりによる奥行きを考慮した場合には確実に効果が得られた。

- ①遠近法は、立体視オブジェクトとテロップ位置を表現できていると評価できる。
- ②視差表現と組み合わせることでその効果は一層高まることが想定できる。
- ③空気遠近法に比べて遠近法の効果の方が高い。色相の評価が一番低い。
- ④以上のように全体として立体効果 (テロップ位置表現) が行えていると言える。

4. 両眼立体視 (視差) テロップに関する実験

「3. 立体テロップ表示の評価」では、立体視映像に付加するテロップの新手法表現を模索したが、本来の立体表現である視差をテロップにも導入することによる効果を検討した。

テロップに適切な視差をつけるためには、テロップ付加を行うための映像の奥行き情報と、視差情報を正しく理解している必要がある。

そこで、本稿では、立体空間を制御するために Shade7 Professional を用いることとした。

現在、Shade7 Professional には立体視レンダリング機能が搭載されている。3D 空間上に異なる奥行きを持つ 2 つのボールを配置し、さらに、各ボールと同一の奥行き位置にテロップを配置した。この空間を立体視レンダリング機能により、左右視差画像として出力した。レンダリング時の設定は、画像タイプを平行法、出力画像をステレオグラムとし、視認環境設定、シーン深度設定はデフォルト値としたが、カメラ間距離は 62mm とした。

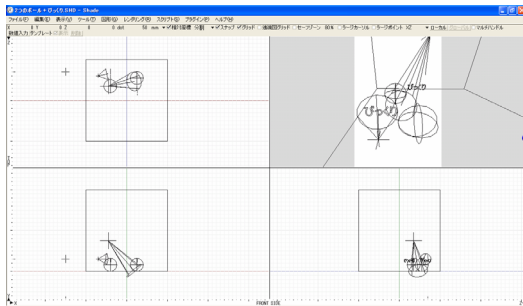


図 8 : Shade7 Professional 画面

画像表示はパララックスバリア方式の液晶立体ディスプレイを搭載したノートパソコン「Sharp Mebius PC-RD1-3D」で行った。

評価対象として、同一サイズの文字を配置した画像すなわち視差+遠近法が適用されている画像(図 9)と、視差情報はあるが意識的に奥側の文字サイズを大きくし遠近法効果を消去したテロップを配置した画像(図 10)を作成した。

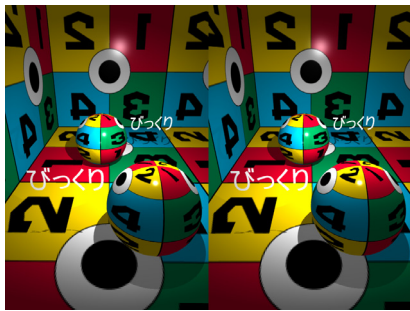


図 9 : 視差+遠近法を適用



図 10 : 遠近法効果を消去

被験者 2 名の主観評価として、図 9、図 10 ともに、テロップの奥行き感それぞれのポール位置として認識できるが、遠近法を適用している図 9 のほうがよりはっきりと奥行き感を認識できるという評価を得た。

この結果、立体視映像にテロップを付加する場合は視差情報を適用することはたいへん有効であることが観察された。また、同時に遠近法

など他の立体視手法を導入することでより効果的に立体として認識できるということが観察された。

5. 奥行き推定

実験によって立体視画像へのテロップ表現にはテロップへの視差と遠近法が大変有効であるという結果が得られた。実験では既知の立体空間を利用して視差テロップを挿入したが、実際の二眼式カメラから撮影された立体視映像用の 2 枚のステレオ画像状態ではカメラパラメータ情報を喪失している。このようなステレオ画像に対してどのように視差テロップを挿入するか的手法確立が重要なポイントとなる。

つまり、合成対象(背景となる自然画像)は 2 眼カメラで撮影済みのステレオ映像であり、この状態ではカメラパラメータが不明で奥行き情報が把握できない。

クロマキー合成を行う仮想物体(3DCG、テロップ)は、合成先に合わせた比較対象奥行き情報は持たないが、実験結果では立体視を損なわずに適切な奥行き位置ポイントに表示するには視差情報を付与することが必要である。

従来の奥行き推定(奥行きマップ作成)は、2 次元映像信号に基づいて 1 画面内に設定された複数のブロックサイズに対する各種画像特徴量を抽出することによってブロック単位での前後関係を判定していくアプローチがほとんどであり、2 眼撮影されているステレオ映像に対するアプローチは少ない。

本稿ではこの 2 眼カメラによって交差法で撮影されたステレオ画像の奥行き情報を把握する手法としてコンバージェンスポイントを利用した視差情報利用手法を提案する。

6. 視差テロップ挿入

視差テロップ挿入については、テロップを実空間画像のどの奥行き位置に表示したいか?どのオブジェクトに対するテロップ表示をしたいかということが重要となる。

まず、2 枚の 2D ステレオ画像となっている立体映像内オブジェクトの座標を得る手法について検討する。

実際に立体映像内オブジェクトの特徴点を左右眼用画像ともに目視にて指定し、座標測定を行った。

その結果、左眼用画像-右眼用画像の座標値の差が抽出される。X座標値の変化が視差量と一致することがわかった。(図 11)

ここで、この視差量をもとに画像内にテロップを挿入したところ、それぞれ違和感なく視差テロップを捉えることができた。

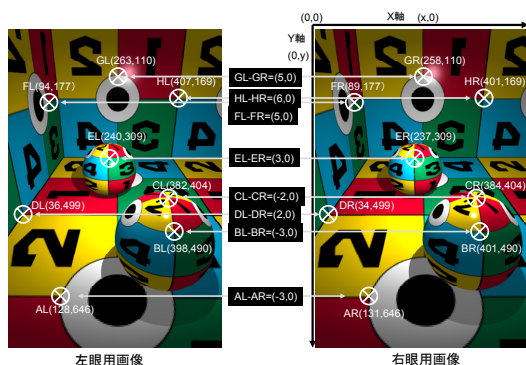


図 11：視差量の抽出

本実験から座標を利用する視差テロップ手法は有効であることが立証された。

実験では目視にて任意のポイントを指定し、手動にて座標を測定したが、これを自動的に測定する手法が求められる。

自動測定方法には「ステレオマッチング」が有効であると考えられる。

9. ステレオマッチング

9.1. エピポーラ拘束

ステレオ視は、複数の異なる視点から同一の対象を画像として取り込み、それぞれの画像上への投影位置の違いから 3次元情報を得ることが出来る。

基準カメラ (base camera) ・ 検査カメラ (inspection camera) と呼ぶ 2 台のカメラを用いた 3角測量により、両カメラのレンズ中心とそれぞれの観測点を結ぶ直線の交点として 3角測量により、3次元位置情報を得ることができる。

9.2. 一般的なステレオマッチング手法

ステレオ画像での 2 点の対応付けをステレオマッチングといい、これまでも様々な手法が提案されているが、左右(上下)画像面上の局所的なウィンドウ間の一致度に基づき、対応点を決定する手法である領域ベース法 (area-based タイプ) と画像から特徴を抽出して、その特徴

点同士の対応付けを行い対応付けの候補を減らし、対応付けを容易にしようとする特徴ベース法 (feature-based タイプ) の 2 つに大別できる。

2 つのタイプは非常に多くのバリエーションがあり、一概に長短を議論するのは難しい。

本稿ではテロップ合成対象は明確な輪郭線を持つオブジェクトであるため、一方の画像のある点の対応点を、他方の画像から探す際、その点の周りの局所的な濃度パターン(ローカルサポート)を手がかりに探索する領域ベース法をベースに検討する。この方式は注目点の周りにウィンドウを設定し、それをテンプレートとして他方の画像のエピポーラ線上のあらかじめ設定した検索範囲内でマッチングを行うものである。

10. 視差テロップの複数配置について

同一画面上に複数テロップを配置する場合の問題点を抽出した。

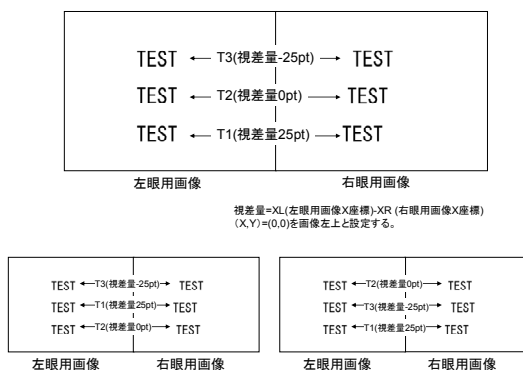


図 12：異なる視差の 3 つのテロップ

異なる視差の 3 つのテロップを同一画面上に表示するテストを行った (図 12)。テロップは左画像と右座標の視差を左座標-右座標を 25pt, 0pt, -25pt としており、これを順番に T1, T2, T3 とする。T1, T2, T3 を画面上で見た場合、T1 はモニタ面より前方に突出して見え、T2 はモニタ面と同一面上に、T3 はモニタ面より後方に見える。

この視差画像を上下に配置し、実際に立体視することでの見やすさを主観評価した。

結果として

・ T1, T2, T3 の順で並べた場合は比較的に見やすいが、T2, T1, T3 または T1, T3, T2 のように視差が大きく異なるテロップを並べた場合は不快感が

強かった。

・ T1,T2,T3 は同一サイズの視差テロップであるが、視差量によって大きさが異なって見えた。本来は近いものが大きく、遠いものが小さく見えるべきであるが同サイズのテロップを配置すると逆になってしまった。立体視映像に指摘されている箱庭効果がこのテロップ配置にも観察される結果となった (T1>T2>T3)。これはいままでの成果で有効とされている遠近法とは逆になってしまうため、単純な(遠近法を使用しない)配置時にもサイズに対する工夫が必要であるといえる。

1 1. 視差テロップと遠近法を使ったテロップ配置について

いままでの研究の結果、立体テロップ表現には視差と遠近法が大変有効であるとしているが、この組合せ方で立体視を阻害することも考えられる。

ここで、画像中の下部は近くに上部は遠くに存在する傾向があるという特性に対する影響について検討した。

視差テロップに遠近法を使ったサイズ設定 (T1=150pt,T2=100pt,T3=50pt) を行った。

これらのテロップの上限関係を逆転することで立体感に影響があるかを主観評価した。

上から下へ大きくする場合 T1,T2,T3、下から上へ大きくする場合 T3,T2,T1 を作り、立体表示させた。

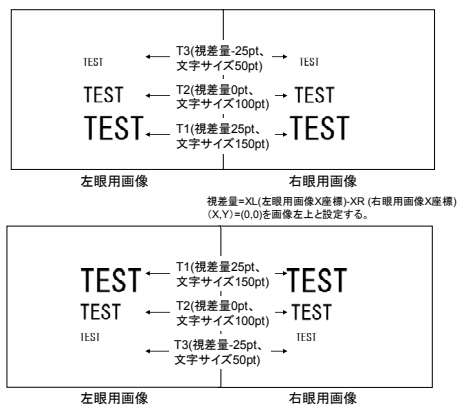


図 13 : 配置時にもサイズに対する工夫

結果として、両方とも立体としては充分認識できるが、T1,T2,T3の方がより立体感を得やすいという評価となった。(図 13)

動的にサイズ変換を与えることによって目

視で観察される箱庭効果を排除できることが判明した。

1 2. 考察

ポイントとしては

- ・ 立体視へのテロップ表現にはテロップそのものにも視差付加と遠近法が大変有効である
- ・ 2眼撮影されたステレオ画像の奥行き情報を把握する手法としてコンバージョンシーポイントを利用した視差情報の活用を行って効果的把握ができることが判明した。
- ・ テロップ付加にも箱庭効果が出るケースがあることが明らかとなり、その補正手法を提案する。

今後のポイントとして、複数テロップ付与時のスケール情報を遠近法などの利用によって把握していく方向を検討していく。

文 献

- [1] 内田恵二他、” 視覚情報処理ハンドブック、日本視覚学会”、2000年.
- [2] ” 画像電子学会 3次元画像調査専門委員会 3次元画像用語事典”、2000年
- [3] 河合、田中、” 次世代メディアクリエイター入門 1 立体映像表現”、2003年.
- [4] 重田、中山、西方、清水、” 立体文字画像における好ましい提示条件、電子情報通信学会”、1997年
- [5] 林高志、” 実環境 3次元計測のためのステレオマッチング”、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科修士論文、2001年
- [6] 井上洋思、” 周辺順位符号化によるステレオマッチング”、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科修士論文、2002年