

技術解説

3D 液晶ディスプレイシステムのコンテンツ制作方法

Methods of Creating Contents for 3D LC Display System

高橋 俊哉*1

Toshiya Takahashi

牧原 剣道*1

Kendo Makihara

奥田 充一*1

Mitsukazu Okuda

今井 明*2

Akira Imai

要 旨

2002年9月、シャープ(株)とシャープ・ヨーロッパ研究所は、視差バリア方式による2D・3D切り換え可能で、裸眼立体視が可能な液晶ディスプレイの実用化に成功した。この技術は、同年11月、世界で初めて(2002年11月13日時点)携帯電話SH251isに搭載され、他商品カテゴリへの展開も予想される。新規市場拡大のための課題は、商品の機能進化・深化やデバイスの供給のみならず、裸眼立体視のできる液晶ディスプレイに適したコンテンツ開発にも存在する。今回、我々は商品開発及び研究開発を通じ、裸眼立体視が可能な3D液晶ディスプレイに適した、左右両眼のイメージを制作する方法について解説する。

Sharp Corporation and Sharp Laboratories of Europe jointly announced the development of 2D/3D switchable LC display using parallax barrier which does not require special glasses in September 2002. This world-first technology (as of November 13, 2002) is applied to mobile phones SH251iS in November 2002, and is expected to be further applied to various products in different categories. Either quality or quantity of contents for 3D LCD is vital for the full-fledged market awareness of these devices, as much as functional revolution and enriched system concept. In this paper, we describe the methods of creating such stereoscopic contents suitable for those products.

まえがき

裸眼立体視用コンテンツ開発において、3D立体視のための技法のみが注目されがちであるが、人が絵というビジュアル表現を試みて以来、2次元平面に立体物をよりリアルに表現する技法を長い歴史の中で積み重ねてきた。3次元立体視コンテンツをより見やすく表現力に富んだものにするためには、これら2つの技法を駆使しなくてはならない。

2次元空間における立体表現技法は両眼視用コンテンツ制作においても重要な表現技法である。むしろ2次元空間における立体表現技法を無視しあるいはその技法と相反する両眼視用コンテンツを制作した場合は、観察者(観察者の脳)はその認知に混乱を起し、気分を害したり、立体視を妨げたりすることが、われわれの経験上わかっている。

ここでは3次元立体視表現技法と、これまで培われてきた2次元上の立体表現技法を交えより良いコンテ

ンツ制作の技法を以下に紹介する。

1. 単眼性(monocular)の情報での立体表現技法

1.1 空間知覚と透視図法(Perspective)

デザイナーや建築家が完成予想図(Rendering)をリアルに描く場合透視図法を用いて表現する。図1は、透視図法の種類を示す。

透視図法は、2次元平面に立体物を立体的に表現するために生まれた技法である。透視図法において、対象物の大きさや観察者と対象物の距離によって、消失点の水平線の高さ(観察者の視点の高さ)が決まる。

視点の高さは、人(観察者)の背の高さと対象物の大きさを相対的に表現する重要な要素である。

たとえば、建築業界におけるプレゼンテーションにおいて、「建設物の縮小模型」と小型カメラを利用した「ウォークスルー(人間が歩きまわる)ムービー」を

*1 総合デザイン本部 ソフトデザインセンター

*2 モバイル液晶事業本部 モバイル液晶事業推進センター 第3開発部

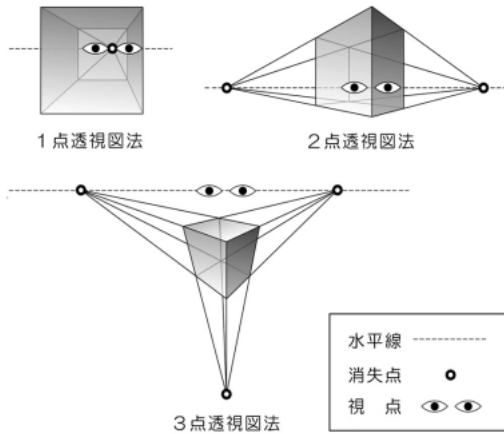


図1 空間知覚に影響を及ぼす透視図法
Fig. 1 The perspective method which affects space consciousness.

制作することがある。

これは「建設物の縮小模型」を見ている視点から、小型カメラを利用して、視点の高さを変えることにより、実際に存在する建設物の中を見て廻る場面を再現する手法である。この事例は視点が対象物と観察者(対象を見ている人)の相対的關係を理解させるのに重要な要素であることがわかる。

透視図法は、単眼性情報の画像を立体的に描き出す作画方であり、対象物を形状で表現する図法であるが、最も重要なことは、観察者である自分と対象物との關係が幾何学的に表現されていることである。

さて、両眼性 (binocular) の情報で立体視するには、両眼視差 (binocular disparity) によって得られる情報で両眼立体視しているのであるが、透視図法で作画された単眼性の情報(幾何学的に表現された観察者と対象物の關係)と両眼性の情報(両眼視差)にズレが生じると、人の認知過程において混乱を生じ、両眼立体視しがたい画像であるか、または、両眼立体視できない画像になる。場合によっては知覚異常を起し、不快な画像になることもある。したがって違和感のない3次元事物を描くには、透視図の情報と両眼性の情報の一一致に注意しなくてはならない。また視点の高さ・位置を意識した、見る人(観察者)の視点に十分注意を払った作画が必要である。

1・2 線図形と面図形の認知強度

図2は、線図形と面図形の認知強度の違いを示す。(a)・(b)は、共に立方体を描いたもの、(a)は、輪郭と稜線を「線」にて表現した図、(b)は、「面」にて表現した図である。

ここで、(a)・(b)の認知強度(形状であることを認知するための情報量)の違いを明確にしておきたい。

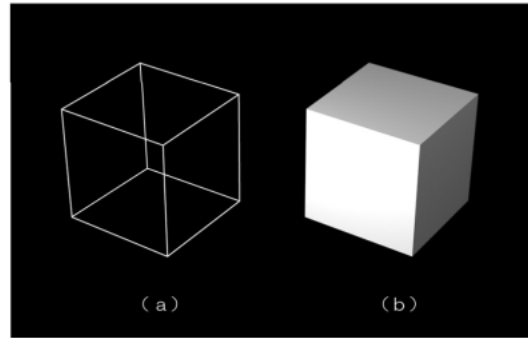


図2 線図形と面図形の認知強度の違い
Fig. 2 The difference in the cognitive intensity of a diagram and a field figure.

立方体として共に認知できる要因として、6面体であることが予想できる((b)では、後方の情報が視覚化されていないため、前方3面のみでの予想になる)。

(a)では、線で構成されているため、描かれた「面」として認識できる部分の情報が全く存在しない。「面」としてフラットであるか、凹んでいるか、判断する情報が存在しない。

(b)では、(a)で欠落していた「面」の情報が存在する。これは、「面」としてフラットであることが、陰影にて表現されているからである。この陰影表現は、立方体が置かれている空間にある光源の位置を表現していることになる。

もう一度整理すると、(a)は透視図的の線画になっており図形は単眼性情報だけでは遠近関係が2通りの見え方をする可能性がある(ネッカーの立方体)。しかし陰影やライトの方向などの補助情報が加わると立方体として簡単に認知することができる。すなわち単眼性情報の立体表現ではこのような補助情報が重要で、かつ、それらの情報が互いに矛盾の無い表現になっている必要がある。そして両眼性の情報で立体表現する場合も強力な補助情報となる。

1・3 輪郭と陰影の認知強度

1・3・1 輪郭の認知強度

図3の(a)・(b)は、輪郭の鮮明度の違いを示す。形状を認識するためには、輪郭の鮮明度も大きく影響する。丸い形を認識させるために、(a)は輪郭をシャープに処理したもの、(b)は輪郭をぼかしたものである。両者を比較した場合、視認性は(a)の方が高く、形状としての認知強度が高い。(b)は局所的処理扱いとして、時に映像効果を向上させ臨場感を上げる演出(グロー効果)として重要であるが、形状認識させる場合は避けたほうが良い。

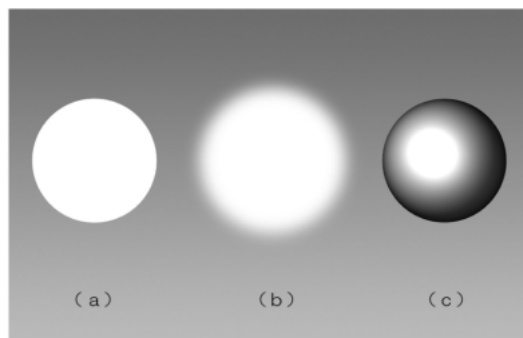


図3 「輪郭の強度」と「陰影の有無」
Fig. 3 "Intensity of an outline", and "Existence of the shade."

1・3・2 陰影の認知強度

図3の(a)・(c)は、陰影の有無を示す。

(a)は本来3次元空間において奥行きのある形状であるのか、奥行きのない板状のものなのか判断する補助情報が欠落している。これに類似したケースとして発光体(家庭内の蛍光灯や屋外にあるネオン管など)がある。

それらは通電時に陰影が無くなり、輪郭情報だけになり形状を正確に把握するための補助情報が欠落する。描きたい立体全体に適応した時は、空間として認識できなくなる。

陰影を持たない発光体などを表現するには、局所的に使用する前提で、発光体に付属する物(例えば蛍光灯の本体等)や環境に陰影表現して補助情報を増やすことや、透視図法による表現が必要である。すなわち立体視するための補助情報を描き加えることで立体視させるのである。

1・4 影の位置による空間知覚

図4の(a)・(b)は、被写体が生成する影の位置の違いを示す。(a)・(b)の被写体(球)は共に同じ大きさで同じ高さに描かれている。(a)より(b)の方が手前に見える。

又、影の位置により、被写体(球体)の浮遊感も大きく異なる。(a)は、地面上に置かれ、(b)は地面上から浮いているように感じられる。これは球体が落とす2つの影が球体の下に平面を表現している。したがってその平面からの距離を観察者は球体の浮遊感としてまた前後関係として知覚しているのである。

1・5 テクスチャーの勾配による空間知覚

図5の(a)・(b)は、球体の奥に存在するテクスチャーの勾配の違いを示す。

(a)は、「テクスチャーの勾配」が無く、(b)は「テクスチャーの勾配」が存在する。この2点の違いからわかるように「テクスチャーの勾配」は空間知覚

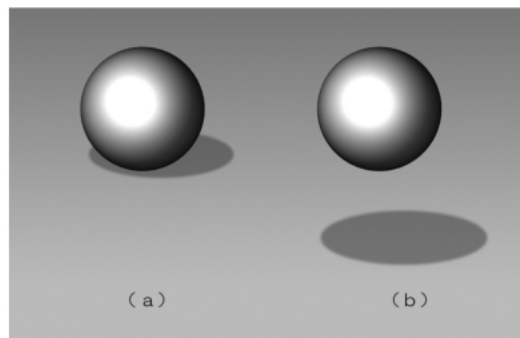


図4 影の位置による空間知覚
Fig. 4 Space consciousness by the position of a shadow.

(奥行き知覚)に影響を及ぼす因子であることが理解できる。(a)では影の形体が表現する平面とテクスチャーの勾配が矛盾を起し空間知覚を阻害している。この現象については、Gibson, J. J.にて1979年「生態学的視覚論」(第3著作)にて論じられている。

1・6 重なりと大きさよる空間知覚

図6(a)・(b)は2つ以上の被写体がある場合、比較することから奥行き情報の手がかり認知する事例を示す。

(a)において、2つの被写体(球体)は同じ「大きさ」ではあるが、「重なり合う」ことで、奥行きを認知する事例である。(b)において、2つの被写体(球体)が「重なり合う」ことはないが、被写体(球体)の「大きさ」の違いにより、奥行きを認知する事例である。「大きさ」の違いは、透視図法による正確な描画を行うことで、よりリアリティーのある奥行き

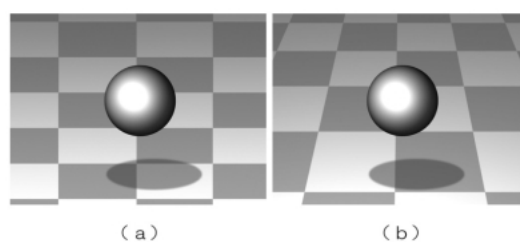


図5 テクスチャーの勾配
Fig. 5 Gradient of a texture.

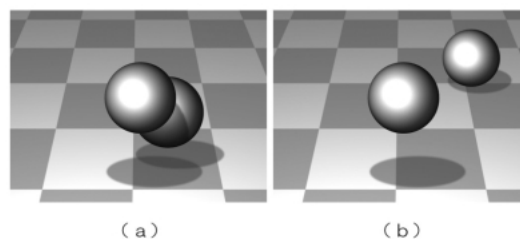


図6 「重なり」と「大きさ」
Fig. 6 "A overlap", and "A difference in a size".

が表現できる。

1つの描画領域に、これらを個別に描画するだけではなく、「重なり」と「大きさ」の違いをコントロールすることで効果的な奥行きを演出することも可能である。

1・7 被写界深度の応用

写真1の(a)・(b)は、1枚の写真内に映し出されているフォーカスの違いを示す。

写真撮影(光学レンズ使用)時には、フォーカスの差異が生じる。このフォーカスの差異を被写界深度(フォーカスの合う距離範囲)という。被写界深度は、使用する「レンズの絞り値」・「レンズの焦点距離」・「カメラから被写体までの距離」などの個別設定と、それぞれの組み合わせ設定により、異なる結果を生み出す。これらの現象は、我々が目にするメディア(写真・雑誌・映像など)を介し、1つの空間情報の演出として採用されていることがあり、フォーカスが合っている部分を意図的に強調させる事により、空間領域の概念化を形成する手法として効果がある。



写真1 被写界深度の効果
Photo 1 The effect of depth of field.

2. 両眼視のためのコンテンツ技法

2・1 3D液晶ディスプレイ表示の概念

図7は、自社開発の2D・3D切り換え可能な液晶ディスプレイの概念を示す。2つ以上の被写体がある場合、比較することから奥行き情報の手がかり認知する事例を示す。携帯電話(SH251is・SH505i)やノートパソコン(Mebius PC-RD3D)に採用されている2D・3D切り換え可能な液晶ディスプレイは、「光学視差バリア」を利用し、従来の「TFT液晶ディスプレイ」と、独自開発の「スイッチ液晶」との組み合わせにより構成されている。この「スイッチ液晶」により、「光学視差バリア」を可能にする仕組みである。

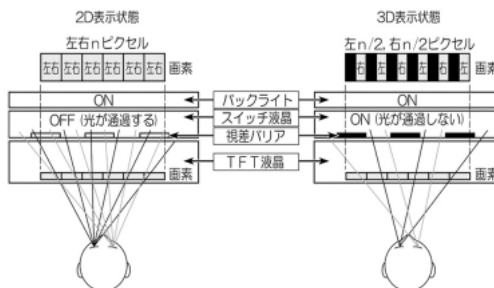


図7 2D表示と3D表示の概念
Fig. 7 2D display and 3D display.

2・2 視差と奥行きの関係

図8は、左右両眼で見ている被写体の視差強度(左右方向への被写体移動)と立体視における奥行き(奥行きがある被写体ではなく、奥行きがない板状の文字にて説明する)の関係を示す。(理解しやすくするため、奥行きがある被写体ではなく、奥行きがない板状の文字にて説明する。)

(a)は、左眼、右眼に見えている被写体には視差が存在しない(両眼のイメージを重ね合わせた場合、一致する状態)。この場合、立体視をした状態において、液晶面に表示され、奥行きのある状態で見ることが不可能である。

(b)は、左眼に見えている被写体を右へ移動、右眼に見えている被写体を左に移動させることで、視差が生じる。この場合、立体視をした状態において、被写体は液晶面より手前に見える。

(c)は、左眼に見えている被写体を左へ移動、右眼に見えている被写体を右に移動させることで、視差が生じる。この場合、立体視をした状態において、被写体は液晶面より奥に見える。

被写体の左右の移動距離と方向は、(1)液晶パネルの物理寸法、(2)液晶パネルの解像度、(3)液晶

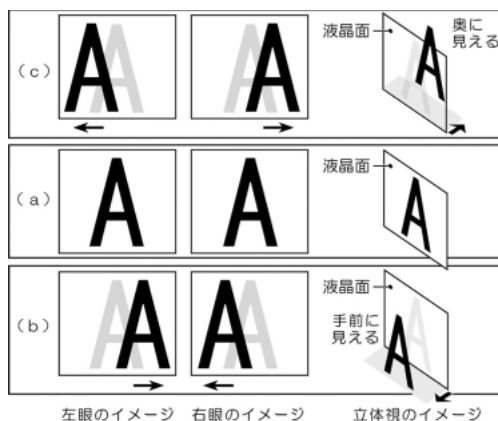


図8 視差と奥行きの関係
Fig. 8 Relation between azimuth difference and depth.

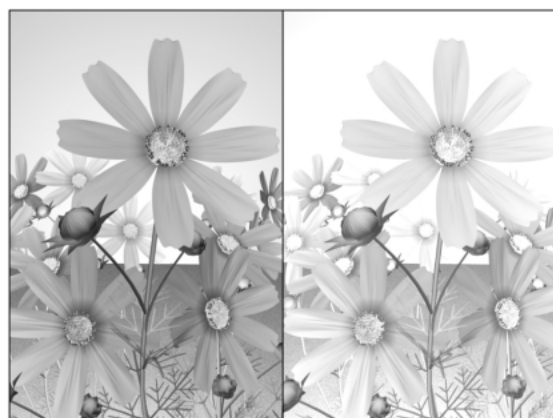
パネル面からの最適視認距離，(4) 人間の両眼間の距離，(5) 被写体の奥行き設定（液晶パネル面を中心とした手前方向，奥手方向の距離設定）で決定される。

2・3 左眼右眼イメージ画像の条件(回避条件)

2・3・1 左眼右眼イメージ画像の明度不一致

図9は，適切な左右の視差はあるが，左右の明るさの不一致を示す図である。(b)が(a)より明るい。

このような場合，端末側の画像処理において生じたイメージは，右目に入ってくるイメージは白く白濁したように見え，適切な立体視イメージには見えない。事例で紹介した以外にも左右イメージの「色相の不一致」等が上げられる。カメラ撮影時に起きる光量の差異が，このような現象が起りやすい。このような明度の不一致は避けるべきであり，再撮出来ない場合など，不具合が生じたイメージはイメージの2次加工（ここでは，(b)右眼イメージ画像に明度補正）を行い適切な画像へ修正が必要である。



(a) 左眼イメージ (b) 右眼イメージ

図9 明るさの不一致

Fig. 9 Disagreement of brightness.

2・3・2 左眼右眼イメージ画像のフォーカスの不一致

図10は，適切な左右の視差はあるが，左右のフォーカスの不一致を示す図である。(b)は(a)より，フォーカスがあまい。このような場合，端末側の画像処理において生じたイメージは，左右に描かれている被写体のエッジライン（被写体の外形ライン）やパターン（テクスチャー）など大きな差異が生じるため適切な立体視イメージには見えない。

被写体撮影時におけるカメラ操作ミス（絞りの不一致，手ぶれ等）や低解像度画像の引き伸ばし等で起きることがある。



(a) 左眼イメージ (b) 右眼イメージ

図10 フォーカスの不一致

Fig. 10 Disagreement of focus.

2・3・3 左眼右眼イメージ画像の高さの不一致

図11は，被写体（花）の高さの不一致を示す図である。(b)は(a)より，被写体（花）が下にある。このような場合，端末側の画像処理において生じたイメージは，適切な左右の視差を生成することができない。左眼用，右眼用には異なるイメージが生じるため適切な立体視イメージには見えない。

このような現象が生じた場合，イメージの2次加工（ここでは，(b)右眼イメージ画像を上へ移動し，(a)と同じ高さまで移動し，(a)，(b)同じ画像サイズにトリミングをやり直す）を行い適切な画像へ修正が必要である。高さの不一致の回避は，画面内に表示されているすべての被写体にいえることである。カメラの撮影時に生じる人為的ミス（回転，移動など条件の不一致）は，できる限り回避すべきである。



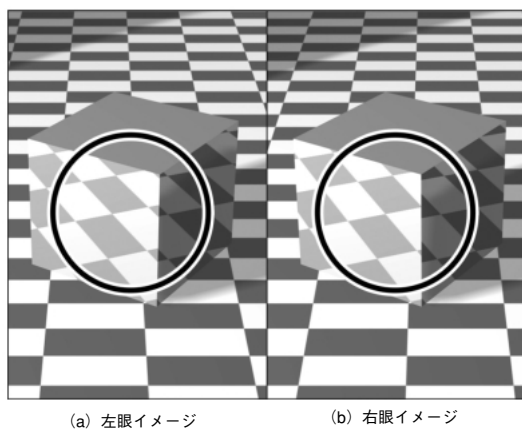
(a) 左眼イメージ (b) 右眼イメージ

図11 高さの不一致

Fig. 11 Disagreement of height.

2・3・4 左眼右眼イメージ画像のテクスチャー（リフレクション）の不一致

図12は、適切な左右の視差はあるが、左右のテクスチャー（リフレクション）の不一致を示す図である。(a)と(b)では、クロムメッキの立方体が置かれており、立方体の面に写り込んでいる床面のテクスチャー（映りこんでいるチェック模様）は、互いに異なり、立体視をした時に、ちらつく現象が起きる。これ以外にも、被写体が透明体である時に起きるリフレクションも同じようにちらつく事があり得る。このように、リフレクションやリフレクションが起きる被写体を表現する上では、注意が必要である。



(a) 左眼イメージ (b) 右眼イメージ

図12 写り込みの不一致

Fig. 12 Disagreement of reflection.

2・3・5 飛び出し画像における被写体の位置に関する注意事項

図13は、裸眼立体視をした時の平面図と正面図をイメージ化した図である。被写体としてトランペットを見ることができる。ただし、右端がイメージ画像として元々の左右両眼の画像として存在していない。このように立体視をした時に、液晶面より手前に飛び出し、画像フレームより外に飛び出す場合には、注意が必要である。

我々の日常的空間では、このような現象は起こらない。液晶面より奥に見える場合は、経験的に、画面フレーム外に出ている部分は見えていないと認知するが、液晶面より手前に飛び出している場合は経験的に理解することが難しく、違和感のある機会が多くある。違和感なく飛び出す立体画像を製作するには、被写体の飛び出す部分は、画面中央部で意図的に使用し、画像フレームにかかる事が無い様、十分に注意が必要である。

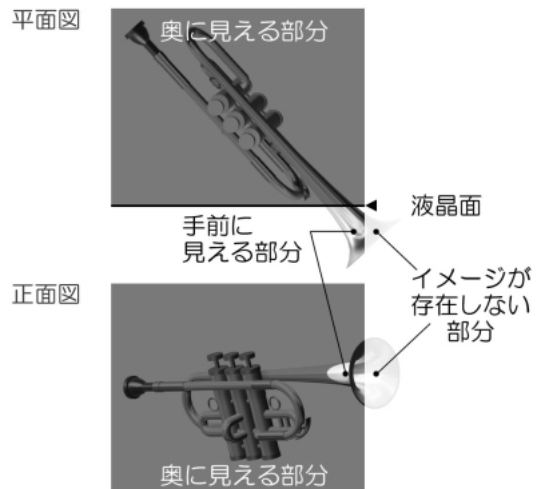


図13 平面図と正面図のイメージ

Fig. 13 The image of a plane view and an elevation view.

むすび

以上のように、両眼視（網膜非対応—retinal disparity または両眼視差—binocular disparity）だけでは自然な立体視は望めないことが多くある。もちろん両眼視は極めて重要な要因ではあるが、人が空間知覚するためには様々な手掛かり（cues）または補助情報によって成り立つ。普段私たちは物の奥行きや立体感を知覚するとき様々な補助情報を統合して立体知覚をしていると私たちは考えている。したがって営々と築かれてきた単眼性情報による立体表現技法や原理は、両眼視立体表現用のビジュアルコンテンツを制作するのに無視できない極めて重要な技法と私たちは考える。

謝辞

最後に、3D液晶ディスプレイシステムのコンテンツ開発にご協力頂いた関連部門とシャープ・ヨーロッパ研究所の関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 相場覚, 鳥居修晃, “知覚心理学” (2001).
- 2) 下條信輔, “視覚の冒険—イリュージョンから認知科学へ—”, 産業図書株式会社 (1995).
- 3) W.メッツガー, “視覚の法則”, 岩波書店 (1981).
- 4) 鳥居修晃, 立花政夫, “知覚の機序”, 倍風館 (1993).
- 5) カンディンスキー, “点線面”, 美術出版社 (1970).

(2003年10月20日受理)