

3ZC-01

高臨場感ディスプレイ環境における 非均一分解能映像表示方法

生井 仁[†] 守屋俊夫^{†‡} 武田晴夫^{†‡}

[†](株)日立製作所システム開発研究所 [‡]通信・放送機構 奈良リサーチセンター

1 はじめに

高臨場感ディスプレイ環境は、広視野角で高精細な映像を提供する。この広視野角、高精細な映像データを伝送する場合、伝送容量は一般に膨大となるため、臨場感を保ちつつ、映像データ量を削減する様々な方法が研究されている[1][2]。

本稿では、映像データを伝送するための前処理として、予め高臨場感ディスプレイを複数の領域に分割し、人間の視力を模擬したモデルを用いて、各分割領域の映像データの空間分解能を変更して表示する方法について、被験者の移動や見まわしを考慮した空間分解能の決定手法について述べる。

2 提案手法の概要

2.1 人間の視野と視力のモデル

目を固定して見える範囲を一般に視野(静視野)という。片目での最大視野は水平角にして約 150°にもなるが、その視野全体を一様の精度で見ることが出来ない。視角にして約 1°20'の大きさを持つ中心窩と呼ばれる部分の視力が大きく、中心視ものを注視して詳細な情報を得る機能を持っている。

それに対して中心窩以外に相当する部分は周辺視と呼ばれているところで、中心視に比べると視力は大きく低下する。中心窩から 30°ずれただけで半分になり、5°を超えると 1/10 以下になる。また、周辺視は、光の点滅を感じる能力、あるいは運動する物体を発見する能力をもつといわれている。[3][4]

そこで、上記記述の事実をもとに式(1)のような視野角に対する人間の視力のモデルを仮定する。

$$S_{\theta} = S_{\max} \times 0.05 + \frac{S_{\max} \times (1 - 0.05)}{1 + \theta} \quad (1)$$

ここで、 S_{\max} : 中心視における最大視力、 θ : 視野角(°)、 S_{θ} : 視野角 θ における視力である。

2.2 提案手法の概要

人間が視野全体を一様の空間分解能で見ることが出来ないことは前節で述べたが、これに対して一般

の映像表示環境では、スクリーン上で表示映像の空間分解能が一樣になるように投影される。人間の空間認識能力を考慮すると、この表示方法は画像解像度として必ずしも効率的とはいえない。

本提案手法では、予め高臨場感ディスプレイを複数の領域に分割し、3次元計測装置を用いて視点位置、および視線方向を検出し、その時の視力のモデルに基づいて、分割した各領域の映像データの空間分解能(画像解像度)を求める。

前節で述べた視力のモデルは、静止状態で正面方向を注視した時のモデルであり、移動や見まわし時の空間認識能力は視力のモデルより低下すると考えられる。また本提案手法では、正面方向を視線方向とみなしているが、移動時には、視線は動的に変化する。例えば見まわし時には、人間の視線は正面方向よりもさらに先の見まわし方向を見ている。

本提案手法では、被験者の視線方向の予測と移動による被験者の空間認識能力の低下を考慮して、現在の視点位置・視線方向だけでなく、過去の視点位置・視線方向および、次の時点の視点位置・視線方向を算出して、これらの視点位置・視線方向における視力のモデルを適用した結果を統合(平滑化)して各分割領域の映像データの空間分解能を決定する。

3 処理フロー

本提案手法の処理フローを以下に示す。

3.1 視点位置・視線方向取得

被験者の視点位置および視線方向を求める。また、移動および見まわし動作における、加速度ベクトル \vec{a} 、速度ベクトル \vec{v} および、角加速度ベクトル $\vec{\beta}$ 、角速度ベクトル $\vec{\omega}$ を求める。今回は、これらの情報の取得に3次元計測センサ(Intersense社 IS-600 Mark2)を用いる。図1に高臨場感映像提示システムの幾何を示す。

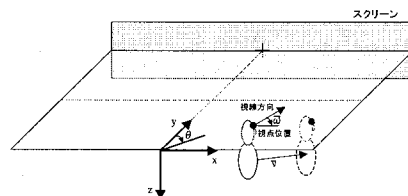


図1 : 高臨場感映像提示システムの幾何

Immersive Projection Method using Multi-resolution Images

Hitoshi NAMAI[†], Toshio MORIYA^{†‡}, Haruo TAKEDA^{†‡}

[†]Hitachi, Ltd. Systems Development Laboratory

[‡]Nara Research Center, Telecommunications Advancement Organization of Japan

3. 2 被験者位置算出

過去(時刻 $t-k \sim t-1$) および現在(時刻 t) の視点位置・視線方向および、速度ベクトル、加速度ベクトルから次の時点(時刻 $t+1 \sim t+k$) における被験者の視点位置・視線方向を算出する。この時、時刻 $t+1$ における移動による直線変位量 $\Delta x(t+1)$, $\Delta y(t+1)$, および見まわしによる角変位量 $\Delta \theta(t+1)$ は以下の式により求めることができる。

$$\Delta x(t+1) = \frac{1}{2} \alpha_x(t) \Delta t^2 + v_x(t) \Delta t \quad (2)$$

$$\Delta y(t+1) = \frac{1}{2} \alpha_y(t) \Delta t^2 + v_y(t) \Delta t \quad (3)$$

$$\Delta \theta(t+1) = \frac{1}{2} \beta(t) \Delta t^2 + \omega(t) \Delta t \quad (4)$$

ただし、

- $\alpha_x(t)$: 時刻 t における x 方向の加速度,
- $\alpha_y(t)$: 時刻 t における y 方向の加速度,
- $v_x(t)$: 時刻 t における x 方向の速度,
- $v_y(t)$: 時刻 t における y 方向の速度

3. 3 視力モデル統合

3. 1 および 3. 2 で求めた、時刻 $t-k \sim t+k$ までの各時刻における視点位置・視線方向から、視力のモデルを用いて、スクリーン上の各点における空間分解能を求め、これらの結果の平均値を統合した以下の式を用いて、現時点(時刻 t) における各分割領域の空間分解能を決定する。今回は $k=2$ として $\tilde{g}_t(x)$ を求めた。

$$\tilde{g}_t(x) = \frac{1}{2k+1} \sum_{i=t-k}^{t+k} g_{(x(i), y(i), \theta(i))}(x) \quad (5)$$

ただし、

$g_{(x(i), y(i), \theta(i))}(x)$: 時刻 i における視点位置 $(x(i), y(i))$ ・視線方向 $(\theta(i))$ から視力のモデルをスクリーン面上に投影した投影関数

図2に同一地点において等速度(角速度 $10^\circ/s$) で見まわし動作を行った際の提案手法による投影関数の統合の例を示す。

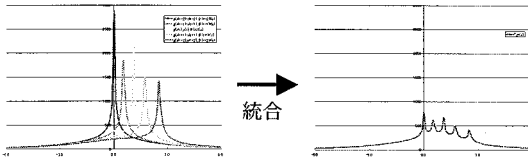


図2：提案手法による投影関数の統合

4 検証実験

通信・放送機構 奈良リサーチセンター内の既設の設備を利用して、移動および見まわしによる表示効果の検証を行った。大型スクリーン(縦 $13m \times$ 横 $2.5m$) に 5472×1024 ピクセルの映像を縦2台、横6台並べた各プロジェクタに分割して投影する。ス

クリーン前面の $3m \times 3m$ の空間内を、前後左右への移動および見まわしに応じて、表示映像の画像解像度を変更する。今回は、 1024×768 , 800×600 , 640×480 , 480×360 の4種類の画像解像度を用意し、上記手法によって求めた画像解像度に近いものを選択する。色分解能及び時間分解能はそれぞれ 24bit カラー, 24fps に固定して実験を行った。(図3)

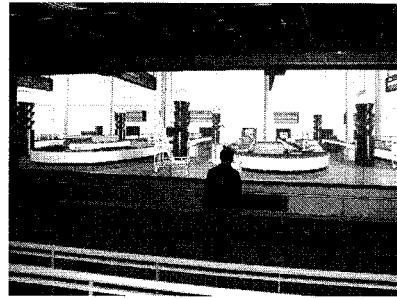


図3：実験設備

5 結果と考察

提案手法による表示映像は、映像データ量が約40%削減されているにもかかわらず、被験者の位置から見た目視評価では、分割領域の画像解像度の変化が分からない程度の連続性を保っていた。移動や見まわし時の表示映像も、目視では静止時の表示映像と差異が見られなかった。

6 おわりに

高臨場感ディスプレイ環境において、被験者の視点位置と視線方向に応じて表示映像を削減する方法について、視力のモデルと、被験者の位置予測を考慮して各分割映像の画像解像度決定する方法について述べ、表示効果の検証を行い、有効性を確認した。

今後は、色分解能に関しても同様の検証を行っていく。

参考文献

- [1] 廣瀬通孝, 佐藤慎一, 横山賢介, 広田光一, "人工現実感技術を用いた視覚的臨場感の伝達", 計測自動制御学会論文集, Vol.33, No.7, 716-722, 1997
- [2] Kazunori Shidoji, "Digital Stereoscopic Video System with Embedded High Resolution Images", VR 2001 Conference, pp. 191-197, 2001
- [3] 日本建築学会編, "建築設計資料集成3集", 丸善, 1980
- [4] 川人光男, 行場次朗, 藤田一郎, 乾敏郎, 力丸裕, "視覚と聴覚", 岩波書店, 1994