

# 粗に配置したカメラマトリクスによる3次元画像表示\*

6H-4

北原 格 佐藤 清秀 大田 友一†

筑波大学 電子・情報工学系‡

## 1 はじめに

我々の提案する3次元画像表示方式は図1に示すように、格子点上に配置したカメラマトリクスによって撮影された画像より、シーンの3次元形状情報を多眼ステレオ法を用いて復元する[1]。この情報をもとに観察者の動きに従った任意視点位置からの見え方画像を生成し提示することを可能とした[2]-[3]。

観察者に高い臨場感を与えるためには、適切な見え方の変化、実写レベルの画質、広い視域（観察者の移動可能範囲）、広い視野角（提示画像サイズ）などを再現する必要がある。そのためには、小間隔で多数のカメラを並べたカメラマトリクスによって撮影した画像が必要であり、撮影部の実現時の問題となる。カメラの台数を少なくするためにカメラ間隔を大きくした場合、3次元情報の復元のためのステレオ対応精度の低下や、共通に撮影される部分の減少による生成画像の視野角減少などの問題が生じる。

本稿では、3次元情報復元の精度が保証されている範囲内にカメラ間隔を設定した3×3のカメラマトリクスを一組とし、それらを粗に配置することで比較的少数枚の入力画像によって広範囲の見え方画像を生成の可能にする手法を提案する。

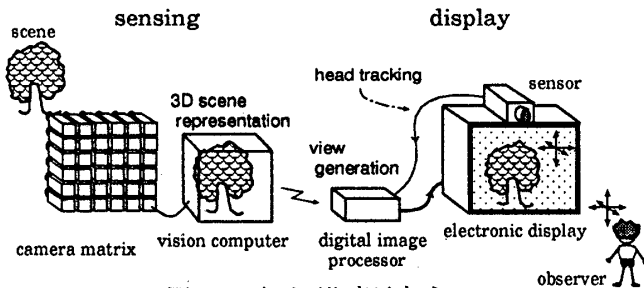


図1: 3次元画像表示方式

## 2 粗に配置した場合の画像生成

### 2.1 カメラマトリクスの配置

図2に、本研究で設定したカメラマトリクスの配置を示す。間隔 $b$ の格子点上に3×3台のカメラを配置したものを一組のカメラマトリクスとする。中心カメラの視点位置をカメラマトリクスの位置として、カメラ光軸と垂直な平面上の間隔 $B$ の格子点上に $I \times J$ 組のカメラマトリクスを配置する。中心カメラの視点位置 $V_{i,j}$ において撮影される画像を $I_{i,j}(i = \frac{-I}{2}, \dots, \frac{I}{2}; j = \frac{-J}{2}, \dots, \frac{J}{2})$ と表記する。

\*3D image using sparsely located camera matrices

†Itaru KITAHARA, Kiyohide SATOH, Yuichi OHTA

‡University of Tsukuba

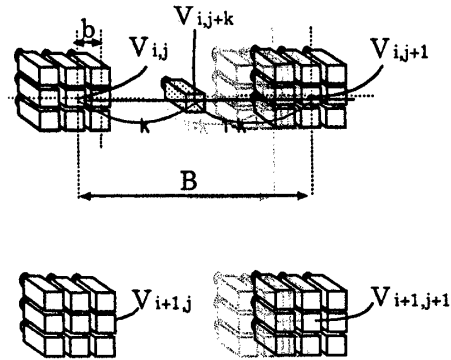


図2: 粗に配置したカメラマトリクス

### 2.2 見え方画像の生成

視点位置 $V_{i,j}, V_{i,j+1}$ の二組のカメラマトリクスによって撮影された画像を用いて視点 $V_{i,j+k}$ で観測される画像 $I_{i,j+k}(0 < k < 1)$ の生成を考える。この時、視点位置 $V_{i,j}, V_{i,j+1}$ で撮影される画像 $I_{i,j}, I_{i,j+1}$ の各点における視差画像 $D_{i,j}, D_{i,j+1}$ が得られているとする。

視点 $V_{i,j+k}$ における見え方画像の各点 $I_{i,j+k}(x)$ の輝度値は、各点の視差情報 $D_{i,j+k}(x)$ により定まる入力画像中の対応点の輝度値によって推定される。正確な輝度値を推定するためには正確な視差情報が必要である。

視点 $V_{i,j+k}$ における見え方画像中の点 $I_{i,j+k}(x)$ の真の視差が $\tilde{d}$ のとき、その $I_{i,j}$ での対応点は、 $I_{i,j}(x + \tilde{d} \times (\frac{b}{k \times B}))$ となる。 $\tilde{d}$ は未知なので、様々な値 $d$ を仮定した時の対応点の視差情報 $D_{i,j}(x + d \times (\frac{k \times B}{b}))$ から、その真偽を判定する。 $D_{i,j+1}(x - d \times (\frac{(1-k) \times B}{b}))$ からも同様な情報を獲得できる。いずれかの画像で対応点の視差が $d$ であれば、その仮定は正しいと判断される。このような $d$ のうち最大の $d$ を $\tilde{d}$ とする。

奥行き分解能を表す視差画像の解像度は対応探索時の基線長 $b$ に依存する。入力画像の視点位置 $V_{i,j}$ から画像を生成する視点位置 $V_{i,j+k}$ までの距離が $b$ に比べて大きくなる場合、見え方の変化が視差画像の解像度では表せなくなるために、視点位置 $V_{i,j+k}$ における視差画像 $D_{i,j+k}$ に歪みが生じる。その歪みの補正手法を次に述べる。

図3において視差画像 $D_{i,j}$ 中の視差 $d1$ の領域と $D_{i,j+1}$ 中の視差 $d1$ の領域を比較すると、 $D_{i,j+1}$ では $R$ だけ視差 $d1$ の領域が新たに観測される可能性がある。これは視差画像 $D_{i,j+1}$ 中の視差 $d1$ は実際は、 $d1 \pm 0.5$ の範囲の視差を量子化したものであり、視点位置変化が基線長 $b$ に比べて大きい場合には、 $|R| \leq \frac{B \times 0.5}{b}$ の幅の見え方の変化が生じるためである。

視点 $V_{i,j+k}$ における視差画像 $D_{i,j+k}$ の補正は、視差

$d1$  の量子化誤差を考慮に入れて、 $D_{i,j}$  に比べて  $R \times k$  だけ視差  $d1$  の領域が新たに観測されるようにすることで行われる。この補正によって正確な見え方の変化が再現可能となる。負の方向への視点移動についても同様な補正が行われる。

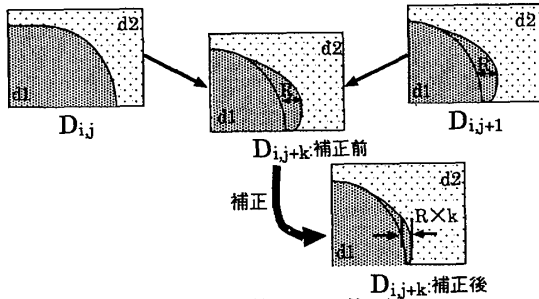


図3: 視差画像の修正

$I_{i,j+k}(x)$  の輝度値としては、対応点が両方の画像で観測されている場合は各々の観測値の視点の距離に応じた重みつき平均を、いずれかの画像のみで観測されている場合はその観測値を与える。

以上のアルゴリズムを二次元に拡張することで、カメラマトリクス平面上の任意の視点位置から観察した見え方画像の生成が可能となる。

### 3 実験結果

以上のアルゴリズムを用いて、図4に入力例を示す実画像に対する実験を行った。このとき、入力画像サイズは  $240 \times 320[\text{pixel}]$  であった。各々のカメラマトリクスに対して多眼ステレオ法 (SEA) を適用し視差画像を得た。カメラ間隔  $b = 30[\text{mm}]$  のとき、物体の視差の範囲は  $9 \sim 24[\text{pixel}]$  であった。マトリクス間隔を  $B = 240[\text{mm}]$  とし二組のカメラマトリクスを配置し、視点位置  $V_{0,0.5}$  に対して画像生成を行った結果を示す。図5-a), b) は補正前と補正後の視差画像である。図6-a) は本手法による生成画像、b) はカメラ間隔  $b = 80[\text{mm}]$  とした等間隔のカメラマトリクスで同じ視域を撮影した場合の、視点位置  $V_{0,0.5}$  における生成画像である。a), b) ともに入力カメラ台数は18台である。

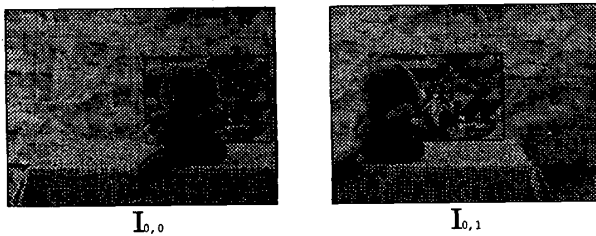


図4: 入力画像例

カメラ間隔  $b$  を  $80, 60, 40, 30[\text{mm}]$  として、同じ視域を等間隔で撮影した場合に生成される画像との比較実験を行った結果を図7に示す。図7-a) は視点位置  $V_{0,0.5}$  における生成画像と実際にその視点で撮影した画像に対する正答率を示している。b) は入力カメラ台数の変化に伴

う生成画像のサイズの変化を示している。各グラフとも本手法によって生成された画像の値は棒グラフで示す。

これらの結果より、本稿で提案する手法によって、少ない入力画像枚数の場合でも、実写レベルの画質で画像サイズを損なわない画像が生成できることが確認された。

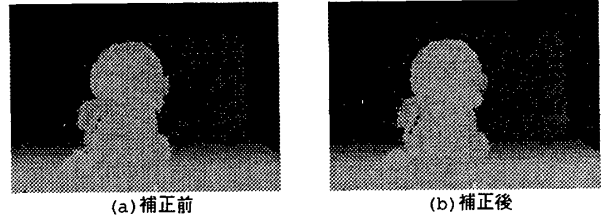


図5: 補正前後の視差画像

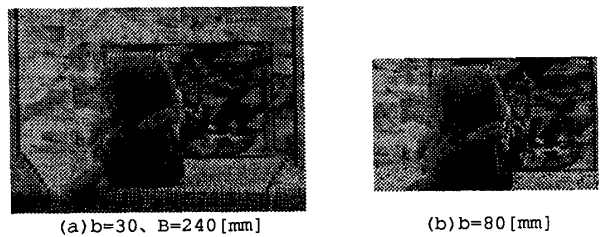


図6: 生成画像: 視点位置  $V_{0,0.5}$

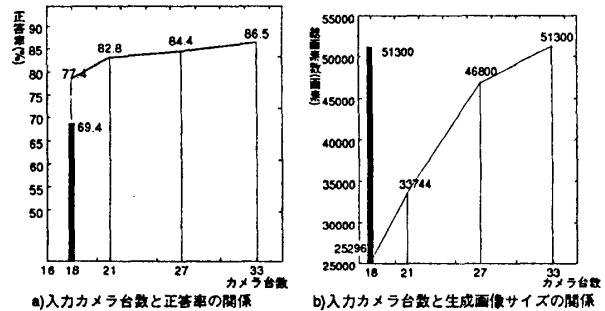


図7: 生成画像比較実験結果

### 4 まとめ

本報告では粗に配置したカメラマトリクスによって撮影された画像からの見え方画像生成について述べた。また、画像枚数を少なく、かつ広い範囲を撮影する場合に本手法が有効であることを示した。今後は生成画像の画質の改善、本手法の適用限界などの定量的測定を行う予定である。

### 参考文献

- [1] Satoh, K., and Ohta, Y., "Occlusion Detectable Stereo Using A Camera Matrix," *Proc. 2nd Asian Conf. on Computer Vision*, pp.331-335, 1995
- [2] 片山, 田中, "多視点画像データの補間処理による視点追従型立体画像表示", 3次元画像コンファレンス'94, pp.7-12, 1994.
- [3] 佐藤, 北原, 大田, "多眼ステレオ法を用いた運動視差の再現可能な3次元画像表示", 3次元画像コンファレンス'95, pp.178-183, 1995.