

コンピュータ・グラフィック鳥瞰図における景観写真を用いた立体像構成法による制作アルゴリズム

Algorithm of Cubic Image Construction Using Scenery Photos for Computer Graphic Bird's Eye Panorama

宮崎保光

Yasumitsu Miyazaki

あらまし

地理情報である同時に、美術的観点からも芸術性を有する伝統的鳥瞰図の制作方法について、従来のスケッチの集合とした制作過程に、補助的な有効手段を与える景観写真に基いた数理的手法を示している。コンピュータを用いた、平面景観写真による立体像再構成手法を展開した、コンピュータグラフィック制作法として、鳥瞰図制作についてのアルゴリズムを数理的に論じている。平面写真と景観の地理的距離情報を組み合わせることにより、対称とする物体、立体構造、建造物などの景観の3次元情報を抽出し、3次元情報を基に、景観の新しいイメージを提供する再構成法を示す。任意方向により撮影された写真を、目的とする方向からの立体についての2次元像に再構成することにより、コンピュータ・グラフィックとしての鳥瞰図の制作アルゴリズムを示す。

Abstract

For production method of traditional bird's eye panorama that is geophysical information and visual art, mathematical technique consisting of effective help means using scenery photos, to production process using traditional collections of sketches, is shown. Algorithm is mathematically discussed for production of bird's eye panorama, as production process of computer graphics concerned with cubic image reconstruction technique using computer with planar scenery photos. Combining planar scenery photos with geophysical distance information of scenes, reconstruction method giving new scenery images is studied, based on three dimensional informations of objectives, cubic structures and buildings that are derived by this algorithm. Reconstructing two dimensional image containing cubic structures with required directions, by use of photos taken with arbitrary directions, production algorithm of bird's eye panorama is

shown, as one of computer graphics.

1. まえがき

コンピュータの処理能力が向上するに従い、大型のマルチプロセッサを持つコンピュータと同等の性能を有するパーソナルコンピュータが出現するようになってきている。画像合成、画像処理には、音の世界にくらべ、非常に多くの情報の処理が必要であるが、現在すでに、パーソナルコンピュータの機器で十分処理が可能になってきている^{1,2)}。コンピュータ・グラフィックスは代表的な例であり、また、GISなどの地理情報についても、個人レベルで処理が可能となってきている^{3,4)}。

地図は、古くから、絵図として表現されており、とくに計測技術の発展により18世紀以後、精密な地図が示めされてきている。15世紀前後には、ヨーロッパにおいて、絵図としての鳥瞰図が多く描かれており、日本においても14世紀初頭の行基図をはじめとして、16世紀には多くの絵図が生れている。

鳥瞰図は、ヨーロッパの都市図として主要な都市について、15~17世紀に示されており、日本でも、雪舟の「天橋立図」(1502年)などが知られている。近年では、大正から昭和にかけて、吉田初三郎の作品が知られている。最近では航空写真を基にした作品が、ボルマンおよび石原正により等角投影図法によって制作されている^{6,7)}。

鳥瞰図は、地理情報としての正確というよりも、写実的な芸術性を有する作品としての価値があり、描かれている自然、建物の特徴が、実際の物理尺度を変化させることにより、図中において強調されている。航空写真を用いた投影図法では、物理尺度に忠実であるため、特徴を強調する芸術性が失われている^{8,9)}。本論文では、本来の鳥瞰図の持つ芸術性を失なうことなく、コンピュータ処理により、オブジェクト写真を変換することによって制作する再構成のアルゴリズムを示す。

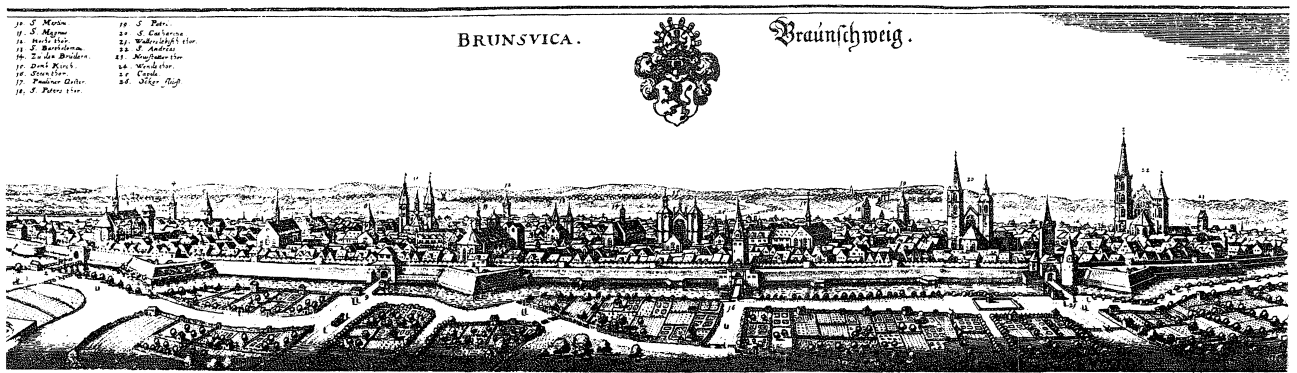


図1 ブラウンシュバイクの鳥瞰図 (1635)
(Braunschweig)

2. 鳥瞰図の作図法

鳥瞰図は、大空より鳥が地上の景観を眺めた様子を絵にしたものである。景観を作図する手法には、平行投影法の正投影法、消点を持ち、斜めから透視する透視投影法が代表的である。透視投影法である遠近法は、15世紀のルネッサンス期にレオナルド・ダ・ヴィンチなどによって考案され、中国の蘇州版画などを生み、日本では浮絵として知られ、18～19世紀、司馬江漢などにより用いられている。多くは、奥行きが1点に収斂し、消点は1点である。横線は、平行になっている。

視点を高所に置き、遠方を上部に描く上下法、遠方を小さく描く大小法、さらに、遠方を簡略した消失法、遠方を薄く描く空気遠近法、視線を一定方向に固定した線遠近法が、鳥瞰図の作成法の代表例である。変形として、1点より広い角度に視線を取った方法、視線を曲線、U字形にした屈折透視法が用いられている。上下法を用い、詞書を間に入れ、時間的に連続した場合を描く絵巻は、日本の代表例である。高所に視点を取った中心透視図法がよく用いられている。ボルマン、石原正の作図は、上下法を用いており、田中初三郎はU字形の視線を用いている。

中世ヨーロッパの都市の絵図、鳥瞰図は、フランクフルト、ミュンヘンなど15～19世紀に渡り、広く制作されており、多くが銅版画によって刷れている。図1は、17世紀に北ドイツの中都市ブラウンシュバイクの街の鳥瞰図であり、上下法、線遠近法によって作成されている。田中初三郎は、1937年名古屋市で開催された汎太平洋平和博覧会用に、鳥瞰図をU字形視線を用い、上下

法、遠近法によって制作している。

3. 鳥瞰図の数理特性

図2に示されるように、景観と画像面が光学中心Cを通して関係を持つ光学系において、光学中心Cと画像面の距離を焦点距離 f とする。光学中心は、視点（ビューポイント）である。光学中心からの画像面に垂直な直線は光軸である。また、光軸と画像面との交点は、画像中心である。光学中心を原点とし、光軸をZ軸としたカメラ座標学において、3次元空間の景観に関して(X, Y, Z)座標を定義し、画像面上に(x, y)座標を、図3のように定義する。画像面については、齊次座標、同次座標を(y, x, 1)と定義する。

3次元図形を2次元の画面に表示する投影変換を考える。投影には、平行投影と近視投影、透視投影がある。透視投影において3次元座標 $\mathbf{R} = (X, Y, Z)$ の点が画像点 $\mathbf{r} = (x, y)$ に投影される時、

$$x = \frac{X}{Z}, y = \frac{Y}{Z} \quad (1)$$

設計製図で用いられる正射影では、Z座標依存がなく、

$$x = X, y = Y \quad (2)$$

透視投影と対象物近傍での正射影を用いた弱透視投影が実際のカメラ光学系に近い。弱透視投影において、対象物近傍で、正射影に代り、平行投影したものが平行透視投影である。

透視投影において、各直線の投影像は、1つの点（消失点）に交わる。これは、直線上の無限遠点の投影像で

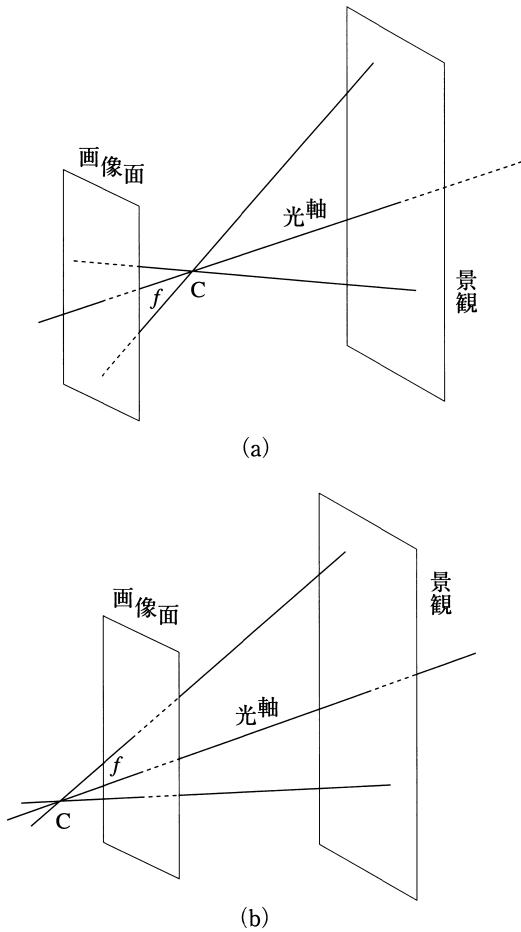


図2 景観と画像面

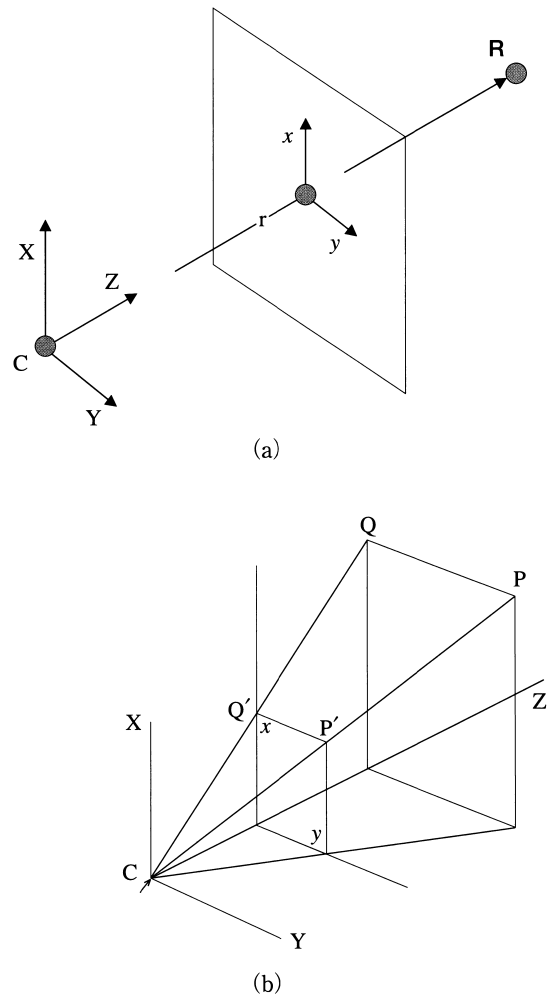


図3 透視投影

ある。空間中の平面上で無限遠方にある直線群は、消失線に投影される。図4は、投影の画像面における無限遠点と消失線を示す。

透視投影における実空間と画像面の投影関係において、画像面上の2直線の交わりは、実空間の平行線に対応する。この際、画像面上の幾何、座標変換は、実空間のユークリッド幾何ではなく、射影幾何である。射影平面、射影空間は、斉次座標によって表現される。

3次元の実空間のP点座標 $R = (X, Y, Z)$ と $R' = (X', Y', Z')$ において、平行移動ベクトル $T = (T_x, T_y, T_z)$ とすれば

$$R' = R + T \quad (3)$$

座標表現では、単位行列 I を用いて、

$$R' = IR + T$$

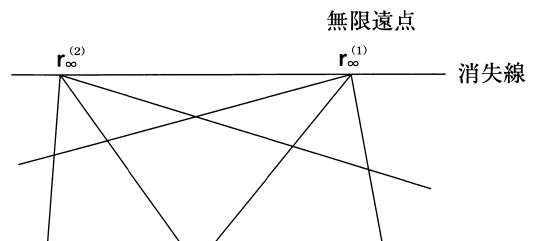


図4 無限遠点と消失線

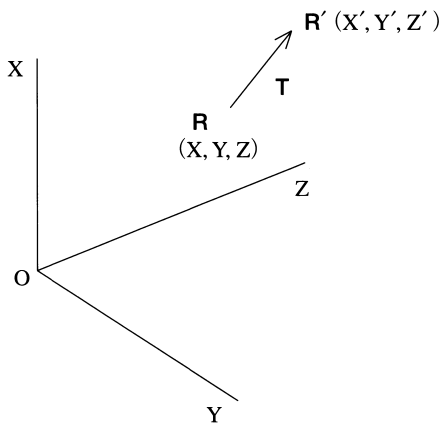


図5 平行移動ベクトルT

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{pmatrix} \quad (4)$$

P点の拡大、縮小は、x, y, z軸方向の倍率を A_x, A_y, A_z とすれば、倍率の行列を \mathbf{A} として、

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} A_x & 0 & 0 \\ 0 & A_y & 0 \\ 0 & 0 & A_z \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{R}' = \mathbf{A}\mathbf{R} \quad (5)$$

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_x & 0 & 0 \\ 0 & A_y & 0 \\ 0 & 0 & A_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

P点の回転については、X軸を中心とした回転の場合、X軸の正方向に向って時計回りを、回転角 θ_x の回転の正の向きとして、回転行列を \mathbf{S}_x として、

$$\mathbf{S}_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta_x & -\sin \theta_x \\ 0 & \sin \theta_x & \cos \theta_x \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{R}' = \mathbf{S}_x \mathbf{R} \quad (6)$$

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta_x & -\sin \theta_x \\ 0 & \sin \theta_x & \cos \theta_x \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

とくに、2次元面における回転は、画像の回転の変換は、回転角を θ として、図6のように、

$$\mathbf{S}^{(0)} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{r}' = \mathbf{S}^{(0)} \mathbf{r} \quad (7)$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{r}' = \mathbf{S}^{(0)} \mathbf{r}$$

正方形の画像を変換する場合、図7に示されるように、辺の平行性を変え、台形状に変換する射影変換では、 $a_i, b_i, c_i, i = 0, 1, 2$ をパラメータとして、

$$x' = \frac{a_1 x + b_1 y + c_1}{a_0 x + b_0 y + c_0}$$

$$y' = \frac{a_2 x + b_2 y + c_2}{a_0 x + b_0 y + c_0} \quad (8)$$

の変換を用いることができる。ここでは、独立した未知数は、8個であり、8元連立方程式により、4角形の各頂点 $P_j(x_j, y_j, z_j), P'_j(x'_j, y'_j, z'_j)$ の関係によって、未知パラメータが求められる。

3次元空間の座標 $\mathbf{R} = (X, Y, Z)$ に対して、斉次座

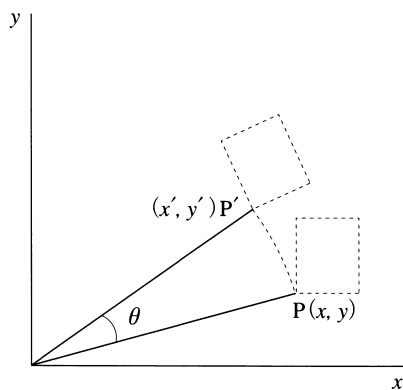


図6 回転の画像変更

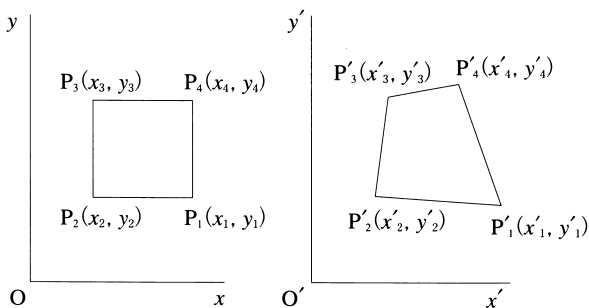


図7 画像の射影変換

標 $\tilde{\mathbf{R}} = (X_1, X_2, X_3, X_4)$ を用いて、

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1/X_4 \\ X_2/X_4 \\ X_3/X_4 \end{pmatrix} \quad (9)$$

と示すことができる。画像面を2次元射影平面とし、齊次座標を、 $x = x_1/x_3$, $y = x_2/x_3$ として、

$$\tilde{\mathbf{r}} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

と定義すると便利である。

また、3次元空間を射影空間として、

$$\tilde{\mathbf{R}} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} \quad (11)$$

ここで、 $X = X_1/X_4$, $Y = X_2/X_4$, $Z = X_3/X_4$ 。

透視投影は、齊次座標 $\tilde{\mathbf{r}}$, $\tilde{\mathbf{R}}$ を用いて、

$$\lambda \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{pmatrix} \quad (12)$$

として示される。ここで、 λ はパラメータである。

式(3)で示される平行移動は、齊次座標を用いることにより、行列表現が可能となる。すなわち、

$$\tilde{\mathbf{r}} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\tilde{\mathbf{r}}' = \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix}$$

とすれば、

$$\tilde{\mathbf{T}}_m = \begin{pmatrix} 1 & 0 & T_x \\ 0 & 1 & T_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (13)$$

として、 \mathbf{T}_m を平行移動の行列として

$$\tilde{\mathbf{r}}' = \tilde{\mathbf{T}}_m \tilde{\mathbf{r}}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & T_x \\ 0 & 1 & T_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (14)$$

変換を組合せた合成変換として、 $P(x_0, y_0)$ の周りについての回転 \mathbf{W} は、点 $P(x_0, y_0)$ を原点に平行移動し、原点での回転変換、原点から P 点に平行移動することに

よって与えられる。

$$\tilde{\mathbf{W}} = \tilde{\mathbf{T}}_{m2} \tilde{\mathbf{S}} \tilde{\mathbf{T}}_{m1}$$

ここに、

$$\tilde{\mathbf{T}}_{m1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -x_0 \\ 0 & 1 & -y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (15)$$

$$\tilde{\mathbf{T}}_{m2} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & x_0 \\ 0 & 1 & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\tilde{\mathbf{S}} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

すなわち、

$$\tilde{\mathbf{r}}' = \tilde{\mathbf{W}} \tilde{\mathbf{r}} = (\tilde{\mathbf{T}}_{m2} \tilde{\mathbf{S}} \tilde{\mathbf{T}}_{m1}) \tilde{\mathbf{r}} \quad (16)$$

拡大、縮小は、齊次座標を用いて、

$$\tilde{\mathbf{A}} = \begin{pmatrix} A_x & 0 & 0 \\ 0 & A_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (17)$$

$$\tilde{\mathbf{r}}' = \tilde{\mathbf{A}} \tilde{\mathbf{r}}$$

として与えられる。また、 $P(x_0, y_0)$ を基点として、 x 方向に A_x 倍、 y 方向に A_y 倍する合成変換 $\tilde{\mathbf{W}}'$ は、

$$\tilde{\mathbf{W}}' = \tilde{\mathbf{T}}_{m2} \tilde{\mathbf{A}} \tilde{\mathbf{T}}_{m1} \quad (18)$$

によって与えられる。

図形を平面上で回転し、 x 方向に拡大あるいは縮小し、さらに逆回転する合成変換した変換 $\tilde{\mathbf{W}}''$ は、平面アフィン変換であり

$$\tilde{\mathbf{r}}' = \tilde{\mathbf{W}}'' \tilde{\mathbf{r}} \quad (19)$$

ここに、

$$\tilde{\mathbf{W}}'' = \tilde{\mathbf{S}}(-\theta) \tilde{\mathbf{A}} \tilde{\mathbf{S}}(\theta)$$

$$\tilde{\mathbf{S}}(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (20)$$

$$\tilde{\mathbf{S}}(-\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\tilde{\mathbf{A}} = \begin{pmatrix} A_x & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

この平面アフィン変換で変形した図形を図8に示す。

理想的なレンズによる投影は、レンズの焦点距離 f 、対象物までの距離を Z としたとき、大きさ A の対象物は、

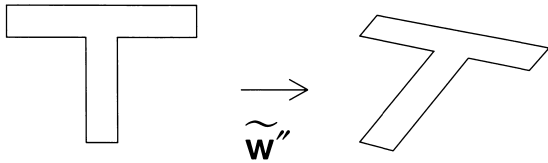


図8 平面アフィン変換による変形

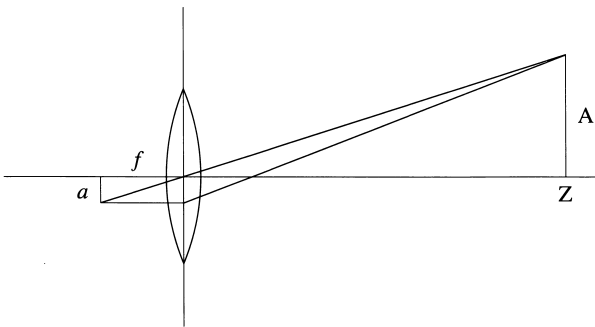
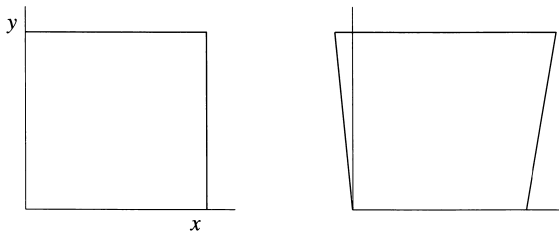


図9 レンズによる投影



(a) カメラ歪が無い画像

(b) カメラ歪のある画像

図10 カメラ歪による画像

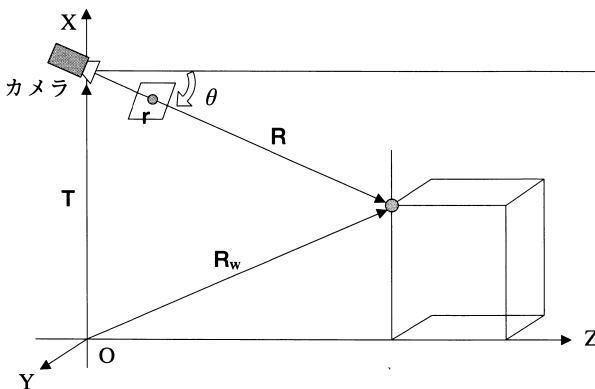


図11 カメラ座標Rとワールド座標R_w

投影像の大きさaに変換される。このとき、

$$\frac{a}{f} = \frac{A}{Z} \quad (19)$$

すなわち、 $\mathbf{R} = (X, Y, Z)$ としたとき、

$$\tilde{\mathbf{r}} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{f}{Z} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{f}{Z} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{Z} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad (20)$$

物理座標 \mathbf{r} からカメラレンズの特性を含んだ画像座標 \mathbf{r}_a に変換されることを考えれば、その変換行列を \mathbf{A} として、

$$\tilde{\mathbf{r}}_a = \mathbf{A} \tilde{\mathbf{r}} \quad (21)$$

ここに、

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} fA_x & fA_s & x_0 \\ 0 & fA_y & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

画像の中心を (x_0, y_0) 、 x 、 y 方向の倍率を A_x 、 A_y 、平行性は保つが直角性が歪む変形の係数を A_s としている。

画像座標から3次元物理座標への変換は、

$$\tilde{\mathbf{r}} = \mathbf{A}^{-1} \tilde{\mathbf{r}}_a \quad (22)$$

$$\mathbf{R} = Z \tilde{\mathbf{r}} = Z \begin{pmatrix} \mathbf{A}^{-1} \mathbf{r}_a \\ 1 \end{pmatrix}$$

によって示される。

カメラの座標を \mathbf{R} 、3次元空間での基準座標をワールド座標 \mathbf{R}_w とすれば、カメラの並進、回転に関する変換を \mathbf{T} 、 \mathbf{S} として、図11のように、

$$\mathbf{R} = \mathbf{S} \mathbf{R}_w + \mathbf{T} \quad (23)$$

ここに、写真撮影時のカメラの位置座標とカメラの各位置、対象物に対する基準座標との間の変換のうち、回転変換については、

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta_x & -\sin\theta_x \\ 0 & \sin\theta_x & \cos\theta_x \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\theta_y & 0 & \sin\theta_y \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta_y & 0 & \cos\theta_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\theta_z & -\sin\theta_z & 0 \\ \sin\theta_z & \cos\theta_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (24)$$

画像座標 $\tilde{\mathbf{r}}_a$ をワールド座標に変換する関係式は、図12に関して、

$$\mathbf{R}_w = \mathbf{S}^{-1} \left[Z \begin{pmatrix} \mathbf{A}^{-1} \mathbf{r}_a \\ 1 \end{pmatrix} - \mathbf{T} \right] \quad (25)$$

したがって、式(25)によって、 \mathbf{R}_w が決定される。また、この \mathbf{R}_w を用いることによって、式(22)、(23)によって、異なるカメラ位置からの画像が導かれる。

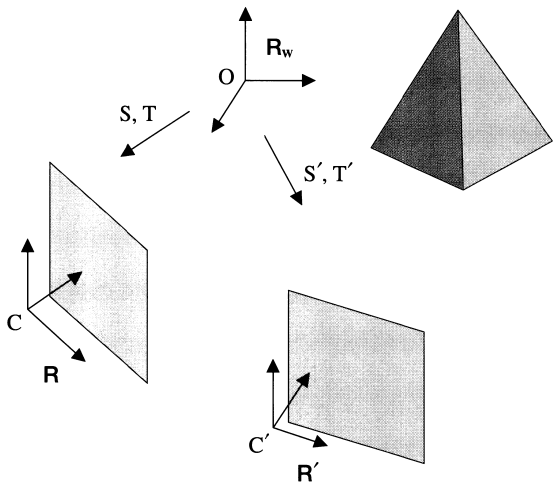


図12 カメラ座標とワールド座標の変換

4. 景観写真を用いたコンピュータ手法による鳥瞰図制作

自然、建物、施設などの環境の特徴を明示し、また、芸術的観点から意義深い伝統的鳥瞰図の特質を有したコンピュータ処理法は、前節までの数値的特性により展開できる。スケッチあるは、デフォルメした全景下書画をもとに、2次元景観写真を合成変換することによって、コンピュータ画像処理を行なう。最終段階では、美的視点を重視した、手書トレーシング手法を混合したプロセスにより、現代的鳥瞰絵図の制作手法を示す。

2次元画像と地理情報の配置データより物体の3次元形状を復元し、さらに、3次元データより方向可変になるビューワーである2次元画像を制作し、全体としての

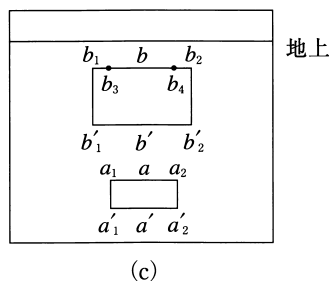
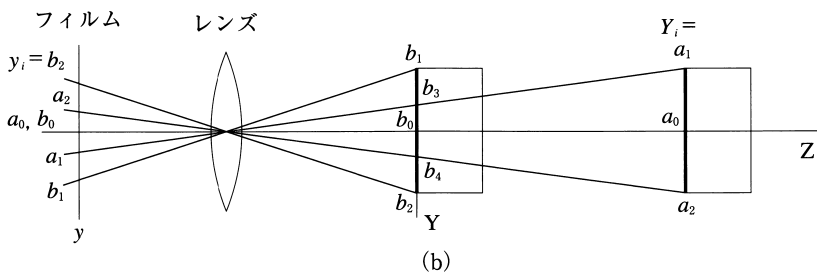
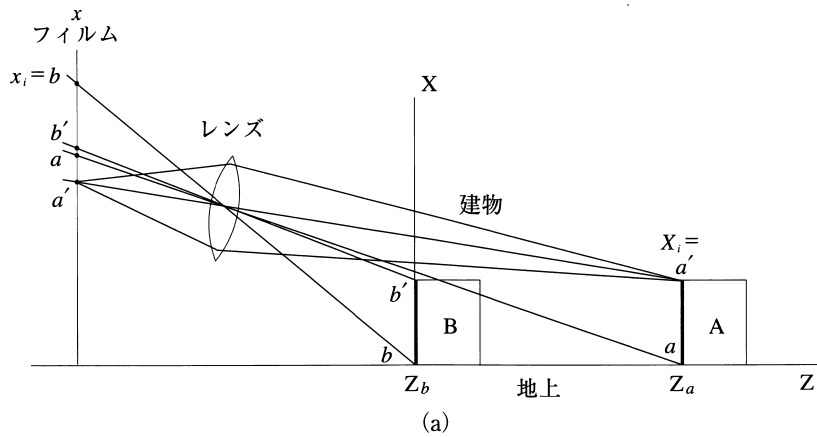


図13 景観と写真画像の位置関係

統一性を整える。鳥瞰図の作成アルゴリズムを図13、14、15に示す。

ここで、景観についての画像の投影関係を図13、14に示す。近くに存在する物体をB、遠方に存在する物体をAとしたとき、フィルム上の画像は、遠方は中心軸近傍に存在し、近傍の物体の画像は広く存在する。距離 Z_b 、 Z_a 、フィルム上の位置 x_i 、 y_i より、 X_i 、 Y_i が求まる。とくに、 Z 、 Y_i は地理情報によって求められるため、画像(c)によって X_i がすべて求められる。したがって、写真画像と平面の地理情報によって3次元座標が求められる。図13は、物理座標と画像座標の関係を示す。図14は、物理座標Eを決定するに必要な関係を示す。

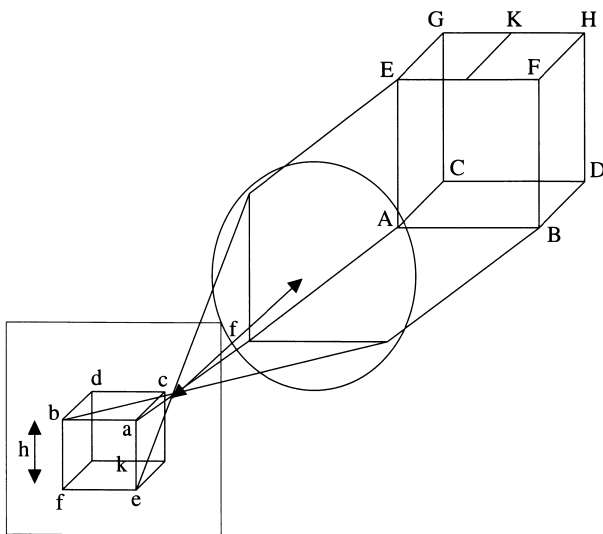
図15において、現代鳥瞰図の制作に関するアルゴリズムは、手書のスケッチデッサン図 (A_1) および全体の航空写真および観光写真 (B_1) をもとに、概観を示すデフォルメしたアートのデッサン図を出発とする。つき

に、出発の原図中に、主たる施設、自然造形物の各地理的位置を配置する (C_1)。強調したい個々の自然環境、建物、施設を撮影した2次元近傍写真により、各3次元情報を推定誘導し、要求方向の2次元絵図を画像ソフトにより作成する (E_1)。最後に、全体の鳥瞰図を美的観点により、コンピュータ画像処理あるいは、手書により手直しする (F_1 、 F_2)。

手順 E_1 のプロセスは、注目している多くの対象物の各不統一な方向からの2次元写真を基に、3次元情報に変換し、ついで、要求方向にマッチングした2次元投影図を得ることにより、それぞれを配置に分布する作業である。このプロセスが本研究の核心となる数理手順であり、コンピュータの画像処理を用いる効率的手法を与えている。

5. 立体像の再構成例

2次元画像から3次元座標の復元と視点変更のシミュ



座標Eの決定法 $A : (A_x, A_y, 0)$

$$E : (A_x, A_y, \frac{\overline{AB}}{ab} h)$$

$$H = \frac{\overline{AB}}{ab} h$$

$$K = \frac{\overline{CD}}{cd} k$$

図14 画像座標と物理座標

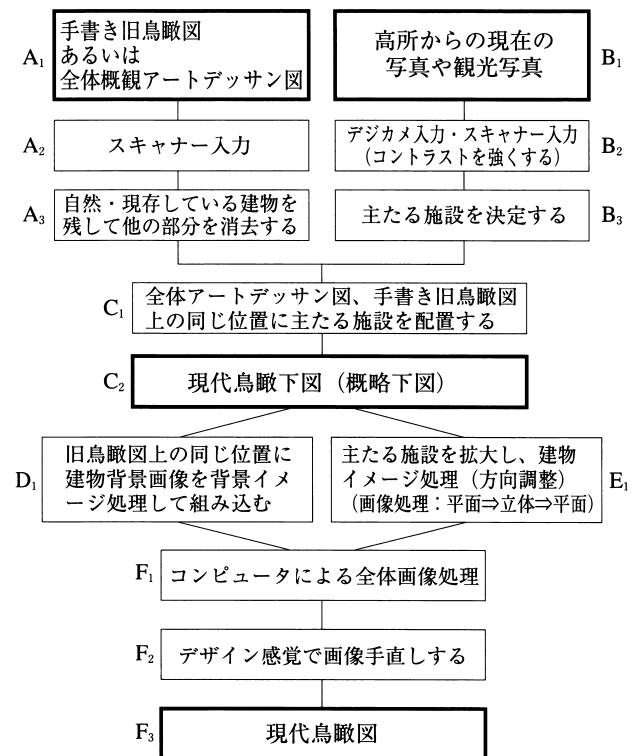


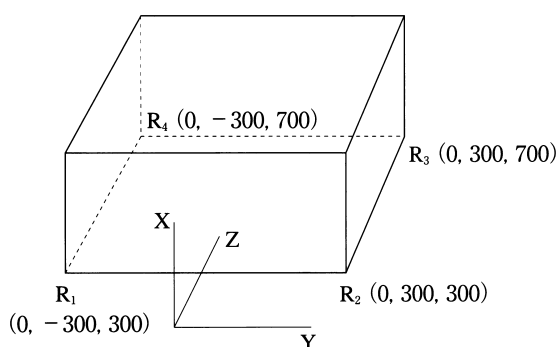
図15 現代鳥瞰図作成手順

レーションの例を簡単な直方体モデルを用いて示す。図16 (a) に示される簡単な直方体モデルの視点変更結果を図16 (b) に示す。ここで、入力データとして、地図情報から得られる地平面上の4つの頂点の座標、およびカメラの並進成分 T と回転成分 S である。この結果からしられるように、任意のカメラ視点から見た対象物の2次元画像から得られることが示される。

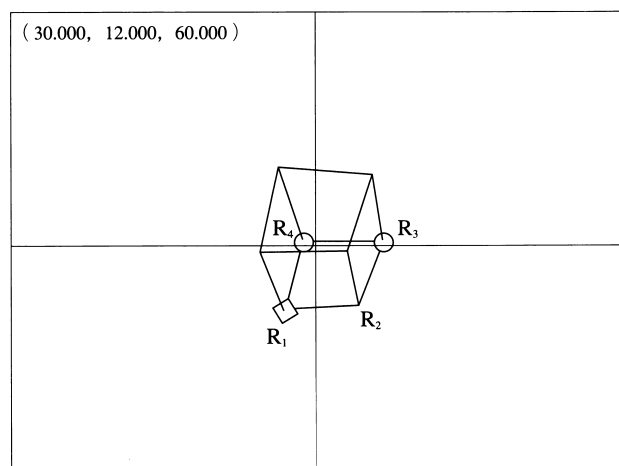
図16は、特定方向からの投影の2次元画像から、要求された視点、要求された方向からの透視投影の2次元画像が得られることを示すカノニカルな例である。

$$T = (1000, -1000, 3000)$$

$$\theta_x = 0, \theta_y = -0.7, \theta_z = 0$$



(a)

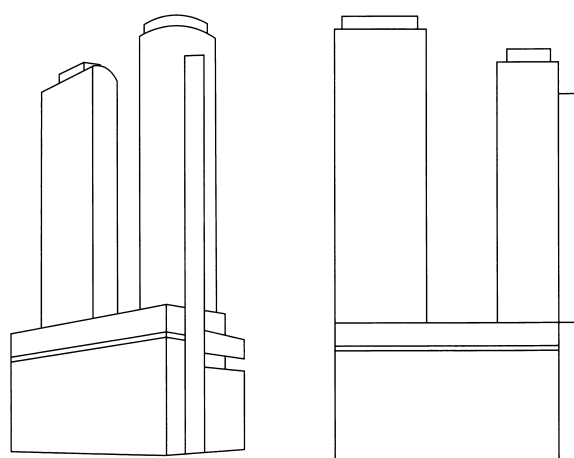


(b)

図16 直方体モデルの3次元座標復元と画像変換

6. 現代鳥瞰図作成の構成例

パーススペクティブなパノラマ絵図の代表例として、名古屋駅のJRセントラルタワー（245m）について検討した。JRセントラルタワーは、近傍の地上より撮影した2次元写真を基に、3次元立体の再構成を経て、鳥瞰図の構成部として、名古屋西部の高所の視点からの透視投影図として変換された。シミュレーション結果を図17に示す。図18は、2年後の名古屋駅周辺の高層ビルの画像である。これらは、鳥瞰図の一部として取込むことにより名古屋市の新しい絵図が制作され、視点の位置と方向を変える場合、画像変換によって各種の鳥瞰図が作成可能となる。



(a)

(b)

図17 JRセントラルタワーの画像変換

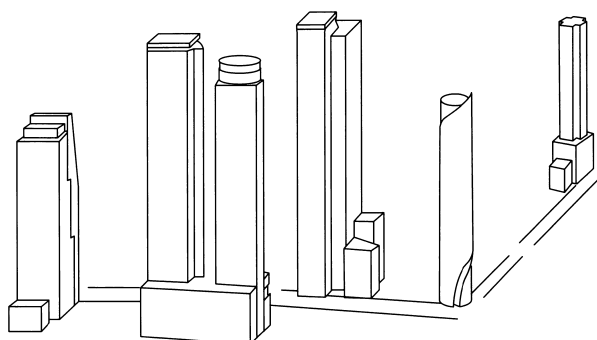


図18 名古屋駅周辺の透視絵図

7. まとめ

景観のデッサン図、あるいは古い鳥瞰図を下絵として用い、各建物、施設について各方向が独立な2次元写真より、適当な一方向視点の2次元画像を推定構成することにより、地理情報に基いた配置をし、全体の絵図画像作成によって現代鳥瞰図が制作可能となる。2次元景観写真を基礎にコンピュータ画像処理を用い、最終的には、美的観点を重視した、鳥瞰絵図の制作手法を提案した。2次元画像と地図情報より、建物構造物、自然環境の3次元データを取得し、方向変換可能なビューワーを作成した。さらに、複雑な形状、壁面、表面状態の構造、テクスチャも扱えるよう、方向可変プログラムの改良、アト視点の改善が今後の残された課題である。

文献

- 1) 宮崎保光：CG、VRに関する造形情報の光波理論による考察、名古屋造形芸術大学紀要第3号 pp.73-83 (1997)
- 2) 宮崎保光：画像の空間フィルタによる情報処理と再構成、名古屋造形芸術大学紀要第3号 pp.83-96 (1993)
- 3) 勝田、宮崎：現代鳥瞰図の2次元写真を用いたコンピュータ画像処理による制作、電子情報通信学会2002年総合大会、D-11-133 (2002)
- 4) 宮崎、勝田、佐々木：2次元写真に基いた現代鳥瞰絵図の制作に関する画像数値処理アルゴリズム、2002年電気関係学会東海支部連合大会621 (2002)
- 5) F. Schnack : Matthaeus Merian Deutsche Städte, Hoffmann and Campe (1962)
- 6) 吉田初三郎のパノラマ地図、別冊太陽、平凡社 (2002)
- 7) 鳥瞰図絵師の眼、INAX出版 (2001)
- 8) J. D. Foley, A. van Dam, S. K. Feiner and J. F. Hughes : Computer Graphics, Addison-Wesley (1997)
- 9) 佐藤淳：コンピュータビジョン、コロナ社 (1999)