

撮影条件の推定法を用いた実写とCG画像の合成

6H-3

朝海雄基<sup>†</sup> 宮間三奈子<sup>‡</sup> 近藤邦雄<sup>†</sup> 佐藤尚<sup>†</sup> 島田静雄<sup>†\*</sup>  
 埼玉大学<sup>†</sup> 大日本印刷株式会社<sup>‡</sup>

1 はじめに

撮影等によって得られた画像をデジタル情報に変換して、修正、編集、合成を施すことが技術的に可能になってきたため、画像合成は日常化してきており1台のワークステーション上で企画、CGを作成、編集、合成、保管等一連の作業が可能な環境が映像産業では望まれてきている。

合成技術で残る技術課題は、実写された映像から3次元CGデータを生成する技術であり、限定された条件下でもこれができるれば、合成シーンは格段に適用範囲が広まると言われている。

違和感の無い合成画像を生成するために必要な要素技術は、以下の2点を満足する必要がある。

- 幾何学的整合：背景画像中の被写体と前景画像の被写体との幾何学的整合
- 光学的整合：背景画像と前景画像の光学的整合

この2点を満足するためには実写画像を撮影した時の視点位置情報（対象物の位置関係、視距離）、光源情報を実写画像から推定し、それを基にCG画像を生成する技術が必要となる。

2 視点位置情報の推定方法

写真画像を作成した時の視点の位置を求めるための必要条件は次の通りである。

- 消失点を求められる平行線分が存在する
- 長さが既知の線分が存在する

写真画像内の平行線分が3次元空間においても平行であると推定できる時、線分の延長上に消失点は存在しない。

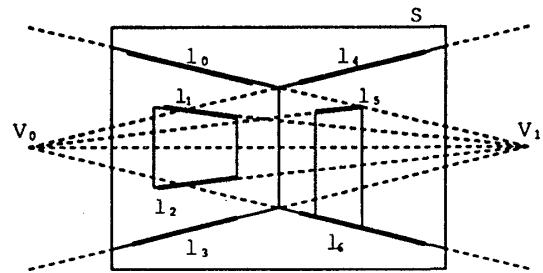


図1: 画像内の消失点の位置

2.1 消失点座標の抽出

3次元空間の図形を2次元平面に写像するときに見える消失点は2次元画像内の直線の延長上にある。3次元空間では平行線であるが、画像内では平行線にならず1点に向かう直線になる。

図1で画像Sにおける直線 $l_0 \sim l_3$ は消失点 $V_1$ で交わり、直線 $l_4 \sim l_6$ は消失点 $V_0$ で交わる。

2.2 トリミングされた画像の視心の推定

視線を上下方向に動かさずに左右方向にのみ向きを換えて透視投影する場合、その画像は2点透視図になる。

2点透視図の写真において視心は写真の中心にあるが、トリミングがなされているときには視心は中心からずれる。

2点透視図で寸法が既知の長方形がある場合、画像がトリミングされていても次の方法で視心を推定できる。

1. 図2で画像Sにおける消失点 $V, V'$ を、3次元空間での平行線分のS内の交点として求める。
2. 長方形ABCDの対角線BDの延長線と水平線 $VV'$ との交点が対角線の消失点Fである。
3. 点F, V'の2点を通り、円周角が $\angle CBD$ の円を描く。

\*Yujin ASAKAI, Minako MIYAMA, Kunio KONDO, Hisashi SATO, Shizuo SHIMADA

<sup>†</sup>SAITAMA University

<sup>‡</sup>Dai Nippon Printing Co,Ltd

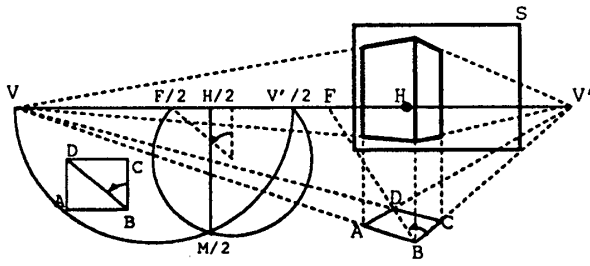


図 2: 視点位置情報の推定

4. この円と点  $V, V'$  を直径とする水平円との交点が視点  $M$  である。
5. 視点から水平線へ下ろした点が視心  $H$  である。

### 2.3 実写画像の3次元復元

視点  $E$ , 視心  $C$ , 消失点  $V$ , 3次元の線分  $A'B'$  の距離  $D$  が既知であり, 視線  $EC$  が投影面  $S$  に直交するとき  $S$  上の線分  $AB$  は次の方法で3次元復元できる。

投影面  $S$  において視心  $C_2(x_c, y_c)$ , 視距離  $F$ , 消失点  $V_2(x_v, y_v)$ , 点  $A_2(x_a, y_a)$ , 点  $B_2(x_b, y_b)$  とすれば, これらを視線が投影面に直交する前提で3次元化する

$$\begin{aligned} A_3(0, (x_a - x_c), (y_a - y_c)) \\ B_3(0, (x_b - x_c), (y_b - y_c)) \\ V_3(0, (x_v - x_c), (y_v - y_c)) \\ C_3(0, 0, 0), E_3(F, 0, 0) \end{aligned}$$

となる。

図3において  $A', B'$  はそれぞれ直線  $EA, EB$  上にあり, 線分  $A'B'$  と  $EV$  が平行であることから, 点  $A'(x'_a, y'_a, z'_a), B'(x'_b, y'_b, z'_b)$  の座標は次のように表される。

$$\begin{bmatrix} x'_a \\ y'_a \\ z'_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F(1-s) \\ s(x_a - x_c) \\ s(y_a - y_c) \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} x'_b \\ y'_b \\ z'_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F(1-t) \\ t(x_b - x_c) \\ t(y_b - y_c) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} t \\ s \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} y_a - y_c & x_c - x_a \\ y_b - y_c & x_c - x_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_v - x_c \\ y_v - y_c \end{bmatrix}$$

$$k = \frac{D / ((x_c - x_b)(y_a - y_c) - (x_a - x_c)(y_c - y_b))}{\sqrt{F^2 + (x_v - x_c)^2 + (y_v - y_c)^2}}$$

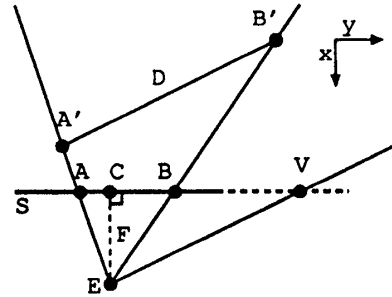


図 3: 3次元復元

### 3 光源情報の推定方法

推定した視点位置情報を基にして2次元平面内に3次元の物体を新たに追加するためには, 物体のある1点の基準面からの高さや物体のサイズが既知の値であればよい。

例えば, 室内空間の実写画像の場合, 室内のサイズを入力した後に床面から何メートルの位置に既知のサイズの蛍光灯があるといった推定になる。

既に壁などの面を入力済みでその面上に面光源が存在する場合には, 入力する面の対角の2点を指示するだけでよく, サイズが既知である必要はない。

写真画像内のみ光源が存在する場合には以上の方法で推定できるが, 撮影時に使用される照明などの写真画像内に存在しない光源については写真画像内の輝度の情報を用いて推定を行う。

### 4 まとめ

本研究では, 実写画像を撮影した時の条件を, 視点位置情報の推定法を用いることによって2次元上の物体を3次元復元した。違和感のない合成画像を生成するために, 複数の光源を推定した。

### 参考文献

- [1] F. ホーエンベルク著, 増田祥三訳: 技術における構成幾何学 (上巻), pp.147-151, 技術評論社 (1968)
- [2] S. SUGISHITA, K. KONDO, H. SATO, S. SHIM. and F. KIMURA: Interactive Freehand Sketch Interpreter for Geometric Modelling, Symbiosis of Human and Artifact (1995)
- [3] 渡辺正規, 椎谷秀一: 実写画像に基づくCGモデリングツール SketchVision におけるユーザ支援機能, グラフィクスとCADシンポジウム (1995)