

# 情景画像の知識利用による三次元情報解析

中谷 広正  
(静岡大学)

木村 真也 辰己 昭治 北橋 忠宏  
(豊橋技術科学大学)

おろまし 画像中の無限遠点を利用した三次元情報の抽出に関する研究の一環として、画像中で透視図的変形を受けた建物の復元について実験結果と考察について述べている。画像は1点透視図と見なしているものと仮定した。また、画像中の建物の左右の上・下端点の抽出にも、無限遠点との位置関係を利用し、その抽出を容易にするなど、対象とする画像に関する知識を利用してゐる。

## 1. はじめに

情景解析とは、画像から対象物の配置関係など空間的構造の解析が重要である。

我々は、情景画像中の無限遠点を利用することによって対象物の遠近関係ならびに実際上の大小関係などを決定する画像処理システムの開発を目標として、これまでに無限遠点の抽出法、無限遠点を利用した視線方向の算出について実験を行ってきた<sup>[1]</sup>。

さらに、画像中では透視図的変形<sup>[2]</sup>を受けている建物の実際上の形状の復元を目標として実験を行ってきた。

すなわち、建築関係の用語で言えば「起しし」の実験を試み一応の結果を得たのが、若干の考察を付して報告する。

## 2. 位置算出法

斜めから撮影した建物の一平面上の各点の位置を、画像中の対応する点から算出する方法について述べる。

今、画面の中心を(画面の)原点 $p_0$ とし、建物の平面上の一点 $P_0$ (平面上での原点)が写っていて、 $P_0$ から視点までの距離 $l$ が与えられているものと

する。

図1は画面上と実際の平面上とでの対応する点の位置関係を原点を通る水平断面を用いて表わしている。

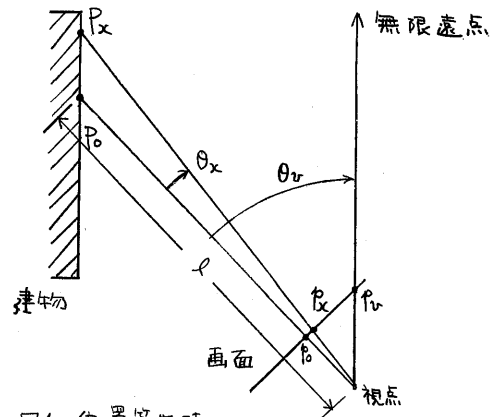


図1. 位置算出法

この時、平面上の一点 $P$ の $P_0$ からの距離 $P_x$ は、画面上の対応する点 $p$ の $p_0$ からの距離 $p_x$ を用いて次式で求めることができる：

$$P_x = \frac{\sin \theta_x}{\sin(\theta_v - \theta_x)} l \quad (1)$$

ただし、

$$\theta_x = \tan^{-1} \left( \frac{P_x}{k \cdot f} \right)$$

$$\theta_v = \tan^{-1} \left( \frac{p_v}{k \cdot f} \right)$$

$f$  はレンズの焦点距離、 $k$  は計測対象画像と原画像（フィルム）との大きさの比率、 $h$  は画面上の無限遠点の座標の値である。

以上の議論より、建物の一平面が1点透視により近似できる時、距離 $l$ を媒介として平面を定まることができ、つまり、正面図が作成できる。多くの対象画像では1点透視による近似が可能である。

距離 $l$ が求まらない場合には実長を求めることはできないが、形状の復元は可能である。

### 3. 画像処理手順

建物の正面図を作成する時に、画像中から抽出する必要があるものは、

- i) 無限遠点。
  - ii) 建物の平面の4つのかど。
- があげられる。無限遠点を求めることにより、平面と画面との傾きの角度の大きさを知ることができ、正面図を作成する部分を決定するために、建物の平面の4つのかどを抽出する必要がある。

無限遠点はHough変換を用いた情景中の無限遠点抽出法<sup>[1]</sup>を用いて抽出した。

4つのかどによる平面の切り出しのために今回新たに、無限遠点との位置関係により形をかえる頂点抽出マスクを開発した。

以下に正面図作成の処理手順を実験例とともに示す。

#### <3-1> 無限遠点の抽出

情景写真をTVカメラで計算機に入力後、すでに開発した無限遠点抽出法<sup>[1]</sup>を用いて建物の平面が形づく無限遠点を抽出する。

図2に入力した情景(a)と抽出した無限遠点(b)を示した。

#### <3-2> 平面の切り出し

建物の平面の4つのかどを輪郭線の組合せによりタイプ1とタイプ2にわけて抽出し、無限遠点との位置関係により4つのかどを抽出する。以下に詳しく説明する。

3-2-1 エッジ像の作成：量子化した画像の空間微分を行なう。値があるしきい値より大きな点をエッジとする。しきい値としては微分値の累積ヒストグラムの上位20%の値を用いた。(図6(a))

3-2-2 細線化：エッジ像の細線化を行なう。

3-2-3 頂点抽出可変マスク(無限遠点参照タイプ)：

平面の4つのかどを遠景側のタイプ1と近景側のタイプ2とにわけて抽出を行なう。

先ず、無限遠点参照型頂点抽出可変マスクについて説明する。図3にタイプ2のマスクの無限遠点との位置関係による形の変化を表わしている。この可変マスクを細線化エッジ像上ぞう走査すると、タイプ2の頂点で極大値

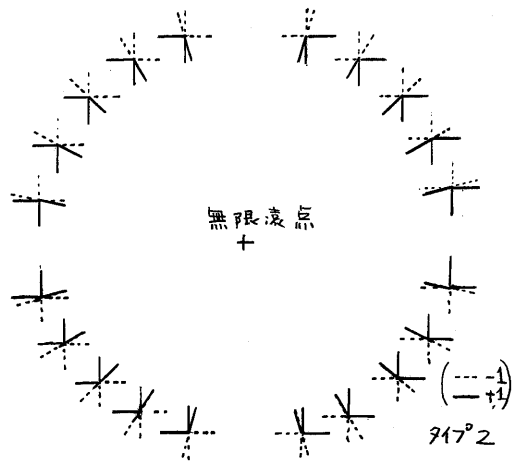
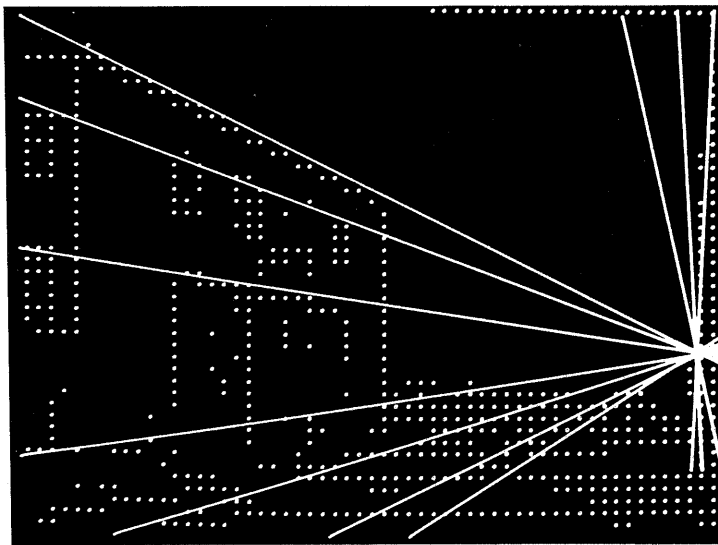


図3. 頂点抽出可変マスク(無限遠点参照型)

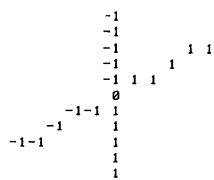


(a) 情景画像

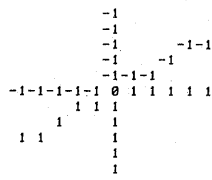


(b) 無限遠点

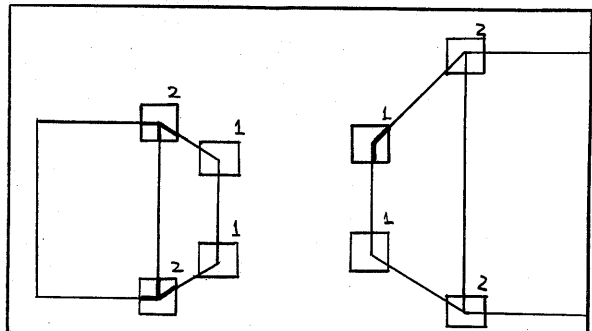
図2. 無限遠点の抽出



(A) タイプ1の例



(b) タイプ2の例



(c) マスクのタイプと極大値をもつ位置

図4. 頂点抽出マスク

を得る。同様にタイプ2の可変マスクを準備し、細線化エッジ像を走査することによりタイプ2の頂点が求まる。

可変マスク中でかどを表わす3本の半直線と点対称な側に-1の重みを与えてあるのは、主に頂点間の輪郭線上で値が大きくなるのを防ぐためのものである。

図3、及び図4(c)において、頂点抽出可変マスクは無限遠点との位置関係により連続的に変わるものであればよいが、実際には一つの象限あたり6つのマスクを用いて不連続に形を変えたものである。

また、マスク内の+1, -1の重みについて、図4(a)(b)に示したように不連続な直線を用いた。

マスクの大きさは入力画像の標本点数を考慮に入れて直径11とした。

### 3-2-3 頂点候補点抽出：

上述の無限遠点参照型頂点抽出マスクを細線化エッジ像上を走査し、各点ごとの値を計算する。

タイプ1マスクでは最低値は-10、

最大値は10であり、タイプ2マスクでは最低値は-15、最大値は15である。

それぞれのタイプについて、値があるしきい値より大きな点を頂点候補点とする。

図5に頂点候補点を示した。1または2の表示は、それぞれタイプ1、タイプ2の候補点であることを示している。

### 3-2-4 輪郭線の抽出：

上で求めた候補点の中から建物の平面を形づくる輪郭線の2端点をそれぞれタイプ1とタイプ2から選ぶ。

このとき、タイプ1とタイプ2とでは次の2条件を満たさなければならぬ：  
i) タイプ1とタイプ2とを通る直線上に無限遠点がある、

ii) タイプ1はタイプ2より無限遠点の近くにある。

この2条件を満足するタイプ1とタイプ2のすべての組合わせを求める。

これで建物の平面の上または下の1辺が求めたことになる。

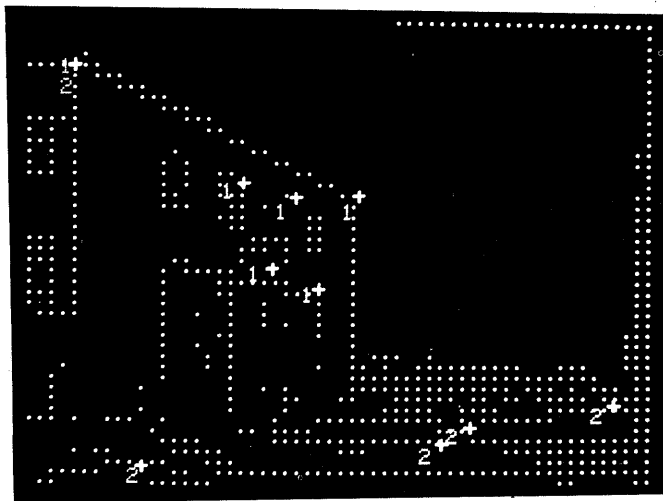


図5. 頂点候補点 1: タイプ1, 2: タイプ2.

### 3-2-5 平面の切り出し:

上で求めた輪郭線の中から一つの平面を形づくる二辺、上の辺と下の辺、を選ばなければならない。このとき、二辺で同じタイプの端点の座標は等しくなければならない。この条件を満たす二辺により一つの平面が決定される。

対応する一辺が見つからないときは、上の条件と3-2-4での条件1)とを同時に満足させながら3-2-3での頂点抽出マスクによる値の二点ごとの和が最大となる点を上から下へ(下から上へ)探し、求めた二点を端点とする辺を加えて平面を決定する。

図6(b)に求めた平面を示した。上の辺は3-2-4により求めたが下の辺は今述べた方法により決定されたものである。

### <3-3> 正面図の作成

<3-1>、<3-2>で求めた無限遠点及び平面の端点の座標を用いて式(1)より平面の各点の水平方向の位置が算出でき、垂直方向の位置を求めることにより正面から見たときの位置がわかる。

変換された位置に原画像の値を与えることにより正面図が作成できる。

図6(c)では微分画像の値を用いて平面を起した例を示した。

## 4. おわりに

屋外の情景画像では透視図的変形が生じ、単純なアフィン変換などでは平面を起すなど三次元情報の解析は困難である。

本報告では無限遠点を利用することにより透視図的変形を受けた平面の復元が可能であることを述べた。

最後に処理上の問題点、今後の課題について述べる

i) 実長の算出精度: 画像入力時のトリミングの誤差や無限遠点抽出誤差により位置算出に誤差が生じる。改良の必要がある。

ii) 1点透視による近似: 一般的な透視にも適用可能にする必要がある。

iii) 表示法: 正面図表示において、多値表示、補間表示が必要である。

iv) 平面性の判定: 平面の前あるいは後に写っている対象物を同時に起こさないように平面性の判定が必要である。などがあげられる。更に、複数画像による三次元構造の解析についても考えていく必要がある。

## 文献

- [1] 中谷, 北橋 "情景中の無限遠点の抽出", 信学技報, PRL 79-42, 1979
- [2] R.O. Duda and P.E. Hart, Pattern Classification and Scene Analysis, New York: John Wiley & Sons, 1973

本研究の一部には文部省科学研究費補助金(55奨励金)を用いた。



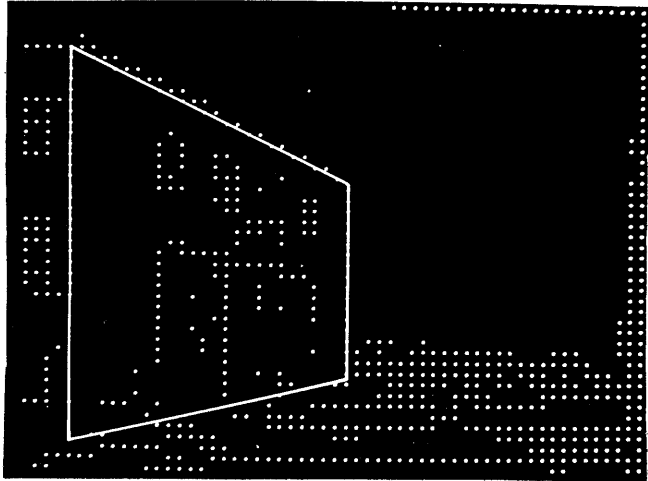
図6. 建物の正面図の作成

(a): 微分画像.

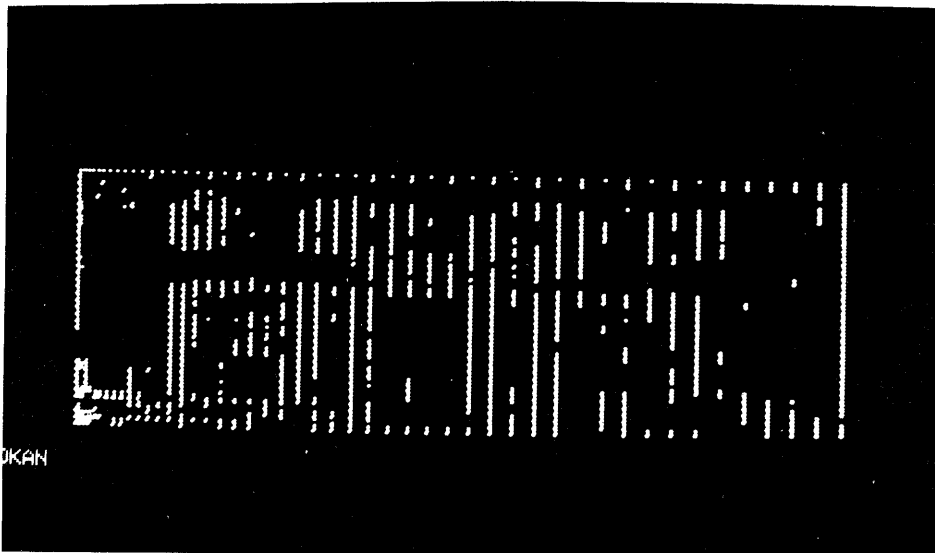
(b): 平面の切り出し.

(c): 正面図の作成 (微分画像  
も起=した場合).

(a)



(b)



(c)