

IV-129 ビデオを用いた交通流の計測法について

広島大学 正会員 ○今田 寛典
フジタ工業 菊谷 久嗣
広島大学 正会員 門田 博知

1. はじめに

従来より、交通流の計測および解析に写真を用いる方法が提案され、実行されてきている。最近、撮影画像の再生の容易さ、再生速度の多様さ、画像への時間の挿入の容易さ等により、写真計測にビデオを用いる方法が数多く提案され、実用化されている。本論では、交通流の計測にビデオを用いる方法について様々な角度から検討を行った結果について述べる。

2 ビデオを用いた計測・解析

本研究では、ビデオレコーダーとパーソナルコンピュータを結合し、ビデオ画面上より計測対象物の座標値を読み取り、さらに簡便な座標変換法による解析方法を提案するものである。このシステムは単に交通だけではなく、様々な分野にも適用できるものと考えられる。

2-1 ビデオによる撮影と座標の読み取り

ビデオカメラによる交通流の計測は高い建物から撮影する必要がある。撮影時には、図-1に示されるように適当な地点を原点とし、数地点の位置関係を計測しておく。道路は直線の場合が多いので、道路沿に計測すればよい。一方、道路の横断方向の位置関係は道路端に直角に計測しておくことが望ましい。同時にビデオカメラに内蔵されているタイマーを利用して時刻も挿入しておく。ただし、

タイマーが内蔵されていないカメラではビデオタイマーを用いて編集する必要がある。さらに、必要な情報を音声入力することも可能である。次に撮影したビデオ画面上の交通主体を座標値として読み取る。図-2に示すように、パーソナルコンピュータのグラフィック画面上にビデオの画面を合成させ、各交通主体の

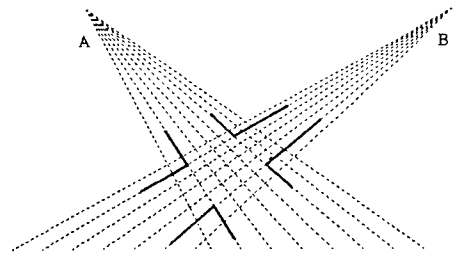


図-1 交差点の俯瞰図

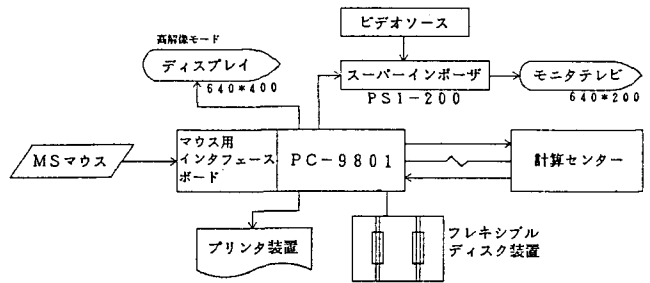


図-2 座標読み取りシステム

単位時間毎の座標値を外部記憶装置に出力する。本システムでは、画像の合成にはスーパーインポザを、座標値の読み取りにはカーソルを容易に移動できるマウスを用いる。

座標の読み取り単位はグラフィック画面の分解能力であるドットが基本である。パーソナルコンピュータのグラフィック画面の分解能力は横方向 640ドット、縦方向 400ドットである。しかし、ビデオ画面とグラフィック画面を合成する際ディスプレイとして用いるテレビモニターの分解能力は 640×200 ドットである。後述する式5)～8)が成立するためには、縦横のドット比をパーソナルコンピュータのグラフィック画面のそれに揃えることが必要である。縦方向 (y 座標値) を 2 倍にし、640×400 の分解能力にする。

3-2 レンズディストーションの考慮

図-3に示すように本来の光線と光軸のなす角度 θ 、現実の光線と光軸のなす角度を $\theta + d\theta$ とする。角度のずれ $d\theta$ は次の関数で表される。

$$d\theta = f(\theta) = a_1 \cdot \tan^2(\theta) + a_2 \cdot \tan^4(\theta) \quad 1)$$

画像のずれ dr は $d\theta$ が微小であるため、

$$\begin{aligned} dr &= f \cdot \tan \theta - f \cdot \tan(\theta + d\theta) \\ &\approx f \cdot d\theta \cdot (1 + \tan^2 \theta) \\ &\approx 1/f \cdot d\theta \cdot (f^2 + r^2) \end{aligned} \quad (2)$$

式1)、2)より、 $t=r/f$ とすれば、

$$dr = 1/t (a_1 t^2 + a_2 t^4) (1 + t^2) r \quad (3)$$

となる。主点を原点とした座標を考えると、点

$P_0(x, y)$ は、

$$X = (1 + c)x, \quad Y = (1 + c)y \quad (4)$$

本来あるべき座標 $P(X, Y)$ に修正することができる。

ただし、 $c = 1/t(a_1 t^2 + a_2 t^4)(1 + t^2)$ である。

図-3 像のずれ

しかしながら、上記の関係は一般の写真の場合成り立つものである。ビデオカメラの場合、この関係は対象点とビデオカメラ内の撮像管との間で成立する。しかし、我々は被写体を撮像管ではなく、テレビモニター画面上でみることができる。そこで、レンズとモニター画面との間に仮の画面距離： f を定義し、実際の画像の大きさを求め、3)式のパラメータ (f 、 a_1 、 a_2) を推定する。本実験では建物の壁面を計測対象とした。

4 座標変換

テレビモニター画面上の座標を実平面上での座標に変換するための数値計算法を示す。直交した交差点を近傍の高所より撮影すると図-1のような撮影画面が得られる。透視図的には道路端は1点Aに集中する。交差道路についても同様に点Bに集中する。しかし、図上ではX軸、Y軸は直交していないので、まずX軸Y軸のいずれかを回転させ直交するよう座標軸の回転を行う。いま図-4に示すようなモデル画面を考える。A、B、C、D点の実画面上での各座標を既知とすれば、幾何学的な問題より、

$$\tan \alpha = H_2/H_1 \quad (5)$$

$$\tan \beta = H_2/(H_1 - X_2) \quad (6)$$

$$\tan \theta = H_2/(H_1 - x_i) = y_i/(x_i - X_i) \quad (7)$$

となる。求める X_i は、1)、2)、3)式より

$$X_i = (H_2 \cdot x_i - H_1 \cdot y_i)/(H_2 - y_i) \quad (8)$$

となる。ただし、 $x_{1,2,3,4}$ 、 $y_{1,2,3,4}$ は点A-Bを通る直線がx軸と一致するように、X軸を回転した後の座標である。同様にY軸に関して、A-Dがy軸と一致するようY軸を回転させた後に変換式を適用する。

しかしながら、上記の手続きを経て求められた座標は、実平面では直交しているX-Y座標軸ではあるが、テレビモニター画面上では直交していないX-Y座標軸を直交変換したものであり、縮尺率を考慮していない。そこで、図-5に示すように直線上の座標値の関係より、X軸、Y軸別に画面上の座標から実平面上の座標に変換してやる。

5 まとめ

数ケースについて実験を行い、数値計算を行った。具体的な数値計算結果は当日口頭で発表する。

今後、ビデオ機器の一層の改良により、ビデオを用いた計測法が多くの分野で有効なものになる。

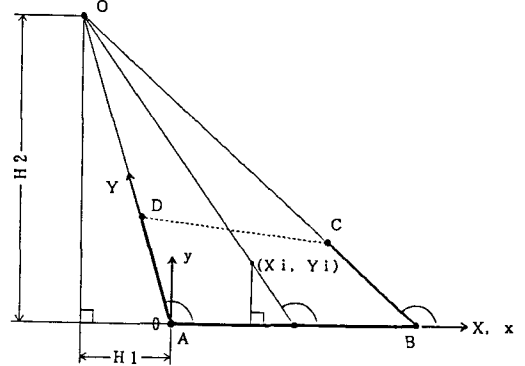
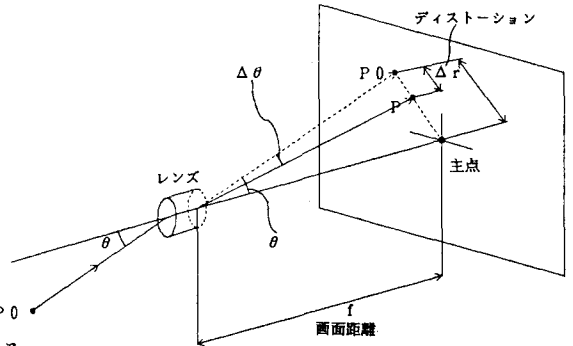


図-4 座標軸回転の概念

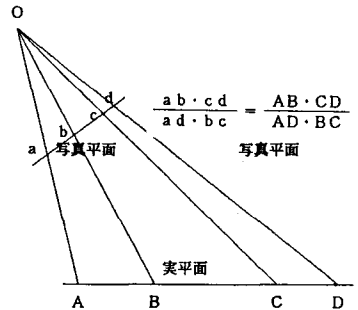


図-5 実平面と写真平面との関係