

双曲線スリット時空間画像による交通流動画像の解析

1U-7

李春暁

全炳東

坂内正夫

東京大学生産技術研究所

1 はじめに

より豊かな機能が提供できるナビゲーションシステムを目指してわれわれは GIS 支援型カーナビゲーションシステムを提案した<sup>[1]</sup>。さらにわれわれは車に載せたカメラで撮影した画像を双曲線スリットを利用して時空間画像を生成することを提案した<sup>[3]</sup>。本報告はこの双曲線スリットで生成した時空間画像から道路上にたっている歩道橋、先行車両などの情報獲得について検討し、その実験結果を報告する。

2 双曲線スリットの座標系

まず、座標系を生成する。図1のように O-XYZ をワールド座標系に設定し、視軸を Z 軸の正方向にする。シーンは XY 面に平行する視点から f の平面に投影して画像を生成する。投影面の座標系を o-xy とする。投影面座標系の原点 o は視軸との交点で、座標軸方向はワールド座標系座標軸の方向と一致している。

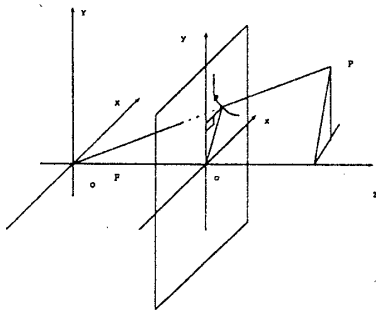


図1: 座標系

3 論理分析と三次元座標の推定

車両が道路を走る時、カメラが車両の移動に従って Z 軸の上で Z 軸の正方向に車速 v で移動する。この時、時刻 t の視点位置の Z 座標は、vt になる。

Analysis of Traffic Flow's Image Using Spatiotemporal Image Created with a Hyperbolic Slit  
Chunxiao Li, Heitou Zen and Masao Sakauchi  
Institute of Industrial Science, University of Tokyo

対象面上の点 P (X、Y、Z) は投影面上の点 p(x,y) に式 (1) で写像される。ここで、f は焦点距離である。車両の運動は水平直線運動と考えられるので、この場合、路面上の歩道橋の三次元情報を獲得するために図2のように双曲線スリット(式2)を投影面に設けて DP 像<sup>[2]</sup>を生成する。

$$\frac{X}{x} = \frac{Y}{y} = \frac{Z + vt}{f} \quad (1)$$

$$c = (x + a)y \quad (2)$$

この時、次のように変換すると、式 (3) が得られる。

$$C = \frac{Yf}{c} \quad B = Z \quad s = vt$$

$$C(a + x) = (B + s) \quad (3)$$

ワールド座標系の中で X 軸に平行する直線のスリットとの交点は Y、Z 座標が変わらないので式 (3) によって (x,s) 平面で直線になる。(x,s) 平面からこの直線を検出すればこの直線の傾きによって式 (3) の係数 C が求められる。この係数 C から実際のワールド座標 Y が求められる。これは、歩道橋の高さである。それを式 (1) に代入すると座標 Z も求められる。

また、先行車両に対しては図3のように双曲線スリットを設ける。画像中に車両の影の一番したの道路との境界線の Y 座標がカメラの高さと同じであり、この境界線の DP 画像中の軌跡によって先行車両に関する情報が得られる。ここでは、v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub> をそれぞれ本体車両と先行車両の速度とする。車間距離を d にする。この時、式 (1) と式 (2) から:

$$\frac{Yf(x + a)}{c} = d = Z + \int_{t_0}^{t_1} (v_2 - v_1) dt \quad (4)$$

によって車間距離が求められる。また、本体車両の速度は分かるので次のような変換によって先行車両の速度が求められる。

$$\frac{Yf(x_1 + a)}{c} = d_1 = Z + \int_{t_0}^{t_1} (v_2 - v_1) dt \quad (5)$$

$$\frac{Yf(x_2 + a)}{c} = d_2 = Z + \int_{t_0}^{t_2} (v_2 - v_1) dt \quad (6)$$

$$\frac{Yf(x_2 - x_1)}{c} = d_2 - d_1 = \int_{t_1}^{t_2} v_2 dt - \int_{t_1}^{t_2} v_1 dt \quad (7)$$

$\Delta t = t_2 - t_1$ にすると

$$\frac{Yf(x_2 - x_1)}{c} + \Delta t \bar{v}_1 = d_2 - d_1 + \Delta t \bar{v}_1 = \Delta t \bar{v}_2 \quad (8)$$

ただし、 $d_1, d_2$ は時刻 $t_1, t_2$ の車間距離で、 $\bar{v}_1, \bar{v}_2$ は $\Delta t$ の間の平均速度である。

#### 4 評価実験

上記の推理を検証するため、図2と図3のような人工的な画像から図4と図5のDP像を作成した。これらのDP像から図6と図7のような線を検出した。これらの検出された線から画像中の歩道橋の3次元情報と先行車両に関する情報の獲得ができる。

#### 5 おわりに

以上、カメラで連続的に撮影した画像から双曲線スリットによって生成した2次元時空間画像から

道路上の歩道橋と先行車両の3次元情報の獲得について述べた。今後具体的な認識対象に対してスリットを選んで車両走行情報環境情報を獲得すると考えている。

#### 参考文献

- [1] 全, 李, 坂内, "GIS支援型ナビゲーションシステムの構想", 信学会機能図形情報システムシンポジウム3回 pp93-96, 1992.
- [2] J.Y.Zheng and S.Tuji, "From Anorthoscope Perception to Dynamic Vision", Proc.IEEE Int.Conf.Robotics and Automation(1990).
- [3] 李, 全, 坂内, "双曲線スリットによるナビゲーション向きの時空間画像の生成", 電子情報通信学会1993年秋季全国大会.

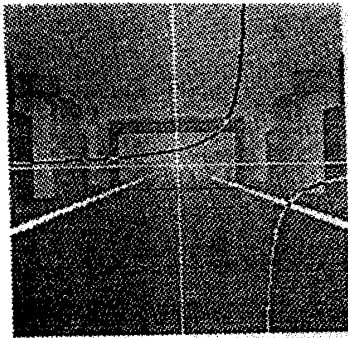


図 2: 人工道路画像



図 4: 2次元時空間画像

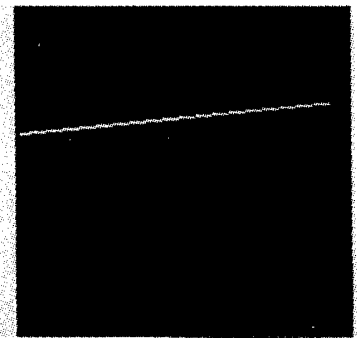


図 6: DP 画像から検出した直線

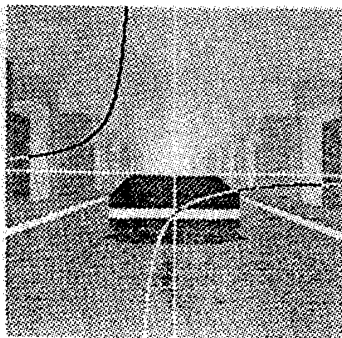


図 3: 先行車両



図 5: 2次元時空間画像

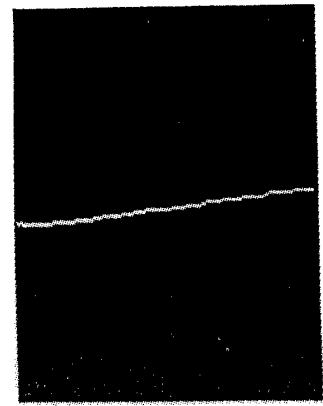


図 7: 境界線軌跡