

適応的なスリットによる平面時空間画像の生成

5M-1

李春暁

柳沼良知

全炳東

坂内正夫

東京大学生産技術研究所

1 始めに

近年、移動カメラで連続的に撮影した画像から走行環境情報を獲得する研究は進んでいる。山本さんは3次元時空間画像から検出した直線によって目標物体の3次元情報を獲得している^[1]。さらに、安野さんはカメラの運動自由度を拡張するため、同心球時空間球画像から検出された曲線によって3次元情報を獲得するのを提案している^[2]。これらの方法では3次元時空間画像から直線あるいは曲線を検出しなければならない。それはかなり時間がかかる。Zhengさんは移動カメラで撮影した各枚の画像にスリットを利用して一枚の平面画像に変換するのを提案した^[3]。さらにこの平面画像に3次元情報や時間情報を含んでいるのを証明した。本報告ではこの平面画像を平面時空間画像（PSI）と呼ぶ。

目標物体として我々の生活の中に人工的なものは多く存在している。これらの物体は直線などの特定なエッジを多く持っている。これらのエッジ部分の3次元情報が獲得できたらこの目標物体が決められる。そこで、直線のエッジに対して我々は双曲線スリットによって平面時空間画像の生成と3次元情報の獲得を行なった^[4]。本手法は平面時空間画像から検出した目標物体のエッジの軌跡によって目標物体の3次元情報を獲得する。そのため、目標物体の3次元情報を持つエッジ部分をより認識しやすい形に変換するのは非常に重要である。目標物体のエッジの本来の形状、スリットの選択、カメラの運動など要素は平面時空間画像中の目標物体の形状に影響を与える。本報告では平面時空間画像の生成について一般的に論じる。さらに具体的な例をあげる。

2 平面時空間画像の生成

移動カメラで連続的に撮影した画像は非常に膨大なデータであり、冗長さも大きい。処理、分

析するのに時間がかかる。そこで連続的に撮影した各枚画像の中にあるスリットという曲線にのっている選択された画素だけがある順番で整列して1枚の平面時空間画像を生成する方法はある。目標物体の特徴部分であるエッジの平面時空間画像の軌跡によって目標物体の3次元情報を獲得するのは考えられる。そのため、目標物体のエッジをより検出しやすい形で平面時空間画像に移す必要がある。次は平面時空間画像の生成に関係するいくつかの要素の影響を検討する。

(1) 目標物体

目標物体がどのような特徴を持っているのが重要である。その特徴に応じてスリットなどの要素を考えて平面時空間画像を生成する。また、目標物体が時間的に運動するのも考えられる。

$$f_1(X, Y, Z, t) = 0 \quad (1)$$

(2) カメラの運動

カメラの運動は目標物体の平面時空間画像中の軌跡に影響を与える。カメラの3次元空間中の運動、速度の不同によって目標物体は異なる形で平面時空間画像の中に現れる。カメラの運動は式(2)の3次元空間中の座標と時間の4つのパラメータで表現できる。また、カメラの運動は2通りが考えられる。その1はカメラが水平直線のようなある典型的な運動する。この場合、カメラをある典型的な運動をする機械などに載せるのは考えられる。その2はカメラが能動的に運動する。ロボットの視覚としてのカメラのような周囲環境を認識するために能動的に動くのは上げられる。

$$f_2(X, Y, Z, t) = 0 \quad (2)$$

(3) スリットの選択

スリットは連続的に撮影された各枚の画像に選ばれた曲線のことである。目標物体の特徴とカメラの運動によってスリットを選んで目標物体をより認識しやすい形で平面時空間画

像に変換する必要がある。さらにスリットは時間的に変化するのも考えられる。

$$f_3(x, y, t) = 0 \quad (3)$$

(4) 平面時空間画像の座標軸の選択

式(3)の x, y, t は次のような変換が考えられる。

$$G = q(x, y) \quad (4)$$

$$x = g_1(r, \theta) \quad (5)$$

$$y = g_2(r, \theta) \quad (6)$$

$$t = f(t') \quad (7)$$

平面時空間画像の軸として x, y, G, r, θ と t, t' が考えられるだろう。軸の選択によって目標物体の投影が変わる。

平面時空間画像から目標物体の3次元情報を獲得するために各要素の影響を考えて目標物体をより検出しやすい形で平面画像に変換するのは重要である。

3 双曲線スリットによる PSI

ここでは、カメラが等速水平直線運動する場合、双曲線スリットによって平面時空間画像を生成する例をあげる。カメラがZ軸の上で水平運動するとする、この時式(2)は式(8)になる。時間と無関係の式(9)の双曲線を選択する、カメラは3次元空間中でZ軸の上でZ軸の正方向に運動するとして投影画像はレンズ中心から焦点距離 f のZ軸に垂直する平面で原点が軸にのっている o - xy 平面とする。この時、式(10)が成り立つ。ただし、 X, Y, Z は3次元空間座標で、 x, y は投影面座標である。 t は時間で V は速度である。

$$Z = Vt \quad (8)$$

$$x(y+a) = C \quad (9)$$

$$\frac{X}{x} = \frac{Y}{y} = \frac{Z_0 - Vt}{f} \quad (10)$$

式(9)、(10)から式(11)が得られる。この式から分かるように $y-t$ 平面時空間画像の中に3次元空間中のY軸に平行する直線は直線になるのは分かった。さらに $y-t$ 平面空間画像からこういう直線を検出すればこの直線の傾きによ

つて元の直線の3次元空間中の3次元情報が獲得できる。

$$Xy = \frac{-VC}{f}t + \frac{Z_0C}{f} - aX \quad (11)$$

図1のように連続的な画像に双曲線スリットを設定して図2の $y-t$ 平面時空間画像が生成できる。この平面時空間画像から検出された直線によって元の3次元空間中の直線の3次元情報が獲得できる。

4 むすび

スリットによって連続画像を2次元平面画像に変換するのを一般的に検討した。今後、具体的なカメラ運動に対して適応なスリットを選択して平面時空間画像を生成する。また、具体的な目的物体に対してカメラを能動的に動かして撮影した画像を適切なスリットで平面時空間画像に変換する。そして、こう生成された平面時空間画像から3次元情報を獲得する。

参考文献

- [1] 山本."連続ステレオ画像からの3次元情報の抽出"、信学論D、Vol.J69-D、No.11、pp.1631-1638、1986.
- [2] T.Yasuno and T.Hamano. "3D Structure from motion using homocentric spherical spatiotemporal image analysis". *Proceedings of IAPR Workshop on Machine Vision Applications*, pp. 371-374, Tokyo, November 1990.
- [3] J.Y.Zheng and S.Tuji, "From Anorthoscope Perception to Dynamic Vision", *Proc.IEEE Int. Conf.Robotics and Automation(1990)*.
- [4] 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"、電子情報通信学会秋季大会(1993).

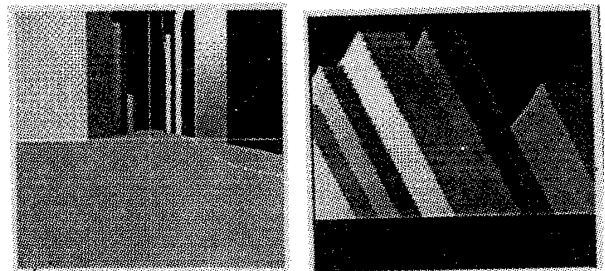


図1: 双曲線スリット 図2: 平面時空間画像