

1. はじめに

筆者らは、地区内道路上の歩行者・自転車・自動車の混合した流動をメモーションカメラにより観測し、その象態解析を行っているが、本報では、主としてこれら作業を進めて行く上で、電算機をいかに活用したかについて報告したい。本研究のように、8mmフィルムなどに記録した観測結果を分析しようとする際には、

映写した画像をもとにマニュアルな作業だけで行ない得る分析には限界があり、分析範囲を広げるためには、観測結果をデジタル化し、後に電算機による演算処理が可能となるようにしておくことが有効である。一方

こうした映像による観測結果を電算機を用いてデジタル化する試みは、興味がカメラやレーダーにより観測した船舶の航行軌跡に關して既に実施している。そこで本研究でも同様の方法により、フィルムに記録した車や歩行者の行動軌跡を、道路上での (x, y) 座標値にデジタル変換することにした。また、デジタル変換されたデータは、電算機による種々の演算処理が可能であることはもとより、グラフィック・ディスプレイ装置を

活用すればその画面上に行動軌跡として再現図示することも可能であり、歩行者や車の混合した流動の特性を視覚的に検討することもできる。

2. 調査の実施方法および観測結果の電算機による処理

本調査では、道路を見下ろす位置にある沿道建物の屋上に8mmカメラを据え、26秒おきに1コマごとに車や歩行者の行動軌跡を撮影し記録した。なお、フィルムの解像力や撮影場所等の制約により、観測対象区間は約30mが限度であった。

一方8mmフィルムに収められた観測結果からデジタル変換して記録する項目としては、基本的には次の二項目、①交通主体の属性(歩行者の場合は年齢・性別、自転車・自動車の場合は車種等)、②交通主体ごとの道路上での各時刻における位置をとりあげる。たとえば歩行者が道路上で図-1に示すような行動軌跡を描いた場合、図-2のように記録する。

次に撮影された8mm画像からどのような方法で、上述のデータを取り出し記録するかについて、具体的な手順を述べる。

(1) 行動軌跡の作図

図-3に示すように、撮影したフィルムを遠過式スクリーンに1コマずつ映写し、スクリーンの裏側にトレーシングペーパーをあて、これに各交通主体の位置をプロットし行動軌跡を作図する。

(2) 座標読取装置による行動軌跡のデジタル化

(1)で作成した行動軌跡図を図-4に示すように座標読取装置の版上に置き、その下方には交通主体の属性を示すコードなどを入力するための教表をよえる。そして、グラフペンで、①まず標本番号・属性番号・時刻などに対応する教表の数字を指し、②次に各時刻における主体の道路上の位置の座標、③最後に一つの主体の軌跡を描いた終えた時点で、教表中にある区切記号CRを指す。各標本ごとに①～③の手順を繰り返す。

読み取ったデータはすべて磁気テープに格納する。

(3) 行動軌跡の道路上での座標値への変換

[方法1] あらかじめ道路上に一定間隔でつけておいた目印をもとに、座標変換用

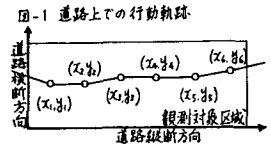


図-1 道路上での行動軌跡

図-2 行動軌跡の記録

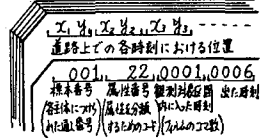


図-3 行動軌跡の作図

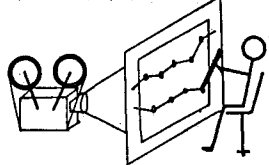


図-4 座標読取装置

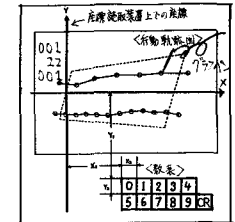
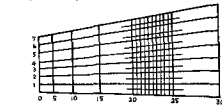


図-5 座標変換用メッシュ



3) のメッシュ(図-5)を作成し、電算機に記憶させる。次にこのメッシュを用いて、(2)で読み取った座標値を実際の道路上的座標値に変換する[方法2] 写真撮影による平面の投影関係は次式で表され、これを利用して座標変換を行う。(注1) x, y ~ 実際の道路上の座標 X, Y ~ フィルム画像上の座標

$$\chi = \frac{a_1 X + b_1 Y + C_1}{a_3 X + b_3 Y + C} \quad \gamma = \frac{a_2 X + b_2 Y + C_2}{a_3 X + b_3 Y + C} \quad \dots (式-1)$$

3. グラフィック・ディスプレイ装置の活用

本研究では、グラフィック・ディスプレイ装置(以後G・Dと略す)の画面上に道路区間の平面図を写し、その道路区間上での歩行者・自転車や車の位置を時々刻々表示することにより、観測された混合交通流動を再現し、分析することと試みた。また、本研究のように大量のデータを処理する場合、2.で述べたデータ加工時に生じる誤りや避けられないが、この際リスト上に打ち込まれた数字をチェックするよりも、G・D画面上に再現された流動を調べる方が誤りをより容易に発見することができる利点もある。

図-6(a)(b)(c)は、デジタル変換したデータを用いて、G・D画面上に交通流動を再現した際の表示例を示している。これは、車が人連れの歩行者を追い越して行く場合の連続した位置を示している。また、同一の場合は、プロッターを用いれば、図-7に示すような行動軌跡図として図化も可能である。これにより、車は歩行者に接近するにつれて速度を低下させ、一方歩行者は路側に寄って車の通過を待つ歩きはじめていく様子が観察できる。なお、こうしたG・D画面上の表示は16mmカメラを用いたコマ撮影により記録でき、これによりリアルタイムで歩行者や車の混合した流動をアニメーション化して再現することが可能である。

4. 混合交通流動の東態解析の方法

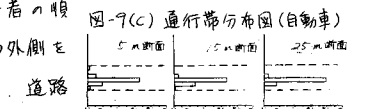
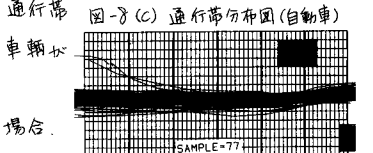
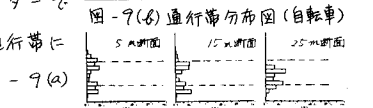
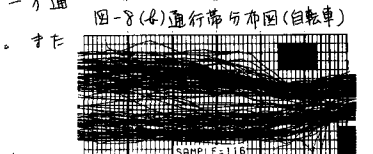
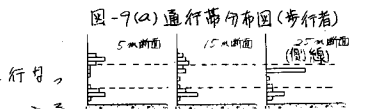
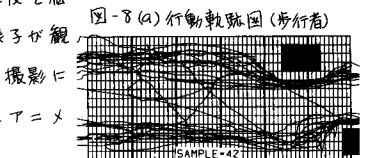
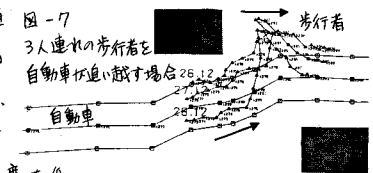
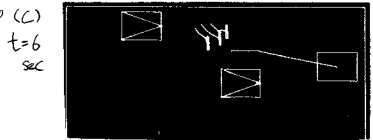
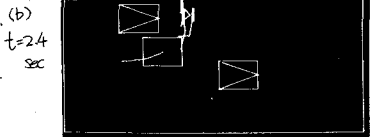
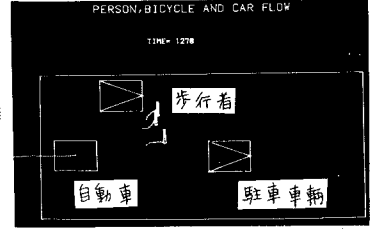
以下では観測データを用いた解析方法の一例について述べるが、観測を行った道路の条件は次の通りである。道路幅員は7m、観測区間は約30mで、一方通行、車の20km/h以下の速度制限、駐車車禁止の交通規制が実施されている。また路側には車道外側線が引かれている。

4-1. 道路における交通主体の通行位置

ある一定の観測時間内に出現した主体の行動軌跡を、主体ごとにプロッターで図化したものが図-8(a)(b)(c)であり、また道路の横断面を0.5mの幅の通行帯に分割して、主体別に通過する通行帯を累計して棒グラフで表示したものが図-9(a)(b)(c)である。なお図-9は、図-8の5m・15m・25mの各断面における通行帯分布と対応している。そして、観測対象の道路区間の一端には2台の駐車車輛が存在している。

これらの図によれば、歩行者・自転車・自動車が混在して通行している場合、各主体の通行位置は、道路中央が自動車、そしてその外側が自転車、歩行者の順となり、ということがわかる。さらに、歩行者の約8割以上は車道外側線の外側を通行し、車はすべて側線内を通行している。また、駐車車輛の存在により、道路の有効幅員が狭められている区間では、通行帯の幅も狭くなっている状況がわかる。

図-6(a) グラフィック・ディスプレイ画面上の表示例 $t=0 \text{ sec}$



4-2. 道路上の障害物と行動軌跡

ここでは路上の駐車車両を障害物と考え、この障害物と行動軌跡との関係について一例を示す。

(1) 歩行者・自転車の行動軌跡

図-10には、駐車車両により生じた路側の間隔と歩行者・自転車の行動軌跡との関係を示している。なお、ケース1では路側に生じた間隔は1.2m、ケース2では1.7mである。このような二つのケースを一例として取りあげたが、図に示されているように、歩行者・自転車の障害物に対する回避行動には明確な差は見られ、自転車が通行に必要とする幅が歩行者のそれ比べて大きいことか分かる。

(2) 自転車の行動軌跡

駐車車両の位置と車の行動軌跡との関係を図-11(a)に示す。本図に示すように、ケース1とケース2を比較した場合、ケース1では駐車車両の間を直線的に先行できるのに対し、ケース2ではハンドルを操作して绕行しなければならぬ。また図-11(b)に示した両ケースの速度分布を見ると、ケース2はケース1にくらべて速度が全般的に低くなっており、平均速度に關して約10km/時の差がある。特にケース1では、平均速度が33.5km/時でほぼすべての車が制限速度を越えて先行しており、通常の速度制限だけでは車の速度を抑えることがあまり期待できず、ケース2のように路上に配置した障害物によって、物理的に高い速度をさせないようにする工夫も必要ではないかと思われる。

4-3. 追い越し・すれ違い行動

図-12(a)には、車の歩行者に対する追い越しおよび自転車に対するすれ違い行動を図示しているが、本研究ではこうした追い越し・すれ違いなどの行動を詳細に解析するため、図-12(a)に示した行動軌跡を図-12(b),(c),(d)の三つの図に分解して表示した。図-12(b)は時間経過にともなう道路縦断方向の位置変化、また図-12(c),(d)は時間経過にともなう横断方向の位置変化および速度変化をそれぞれ図示している。これらの図を利用すれば、まず図-12(b)より主体相互が最も接近した時刻が読み取れ、これをもとに図-12(c)からは主体間の最近接距離、図-12(d)からは接近による速度低下の状況が観察できる。

一方、このようなグラフ群の分析への応用例として、歩行者と走行車両との近接距離の分布を調べた。図-13では、追い越し・すれ違いのそれぞれについて頻度分布を図示している。これらから、全般的に追い越しよりすれ違いの場合の方が近接距離が大きい傾向がみられる。

また、図-14では、自動車の前方で横断する歩行者がある場合の行動軌跡を図示

図-12(b)道路縦断方向の位置変化 図-12(c)道路横断方向の位置変化 図-12(d)速度変化

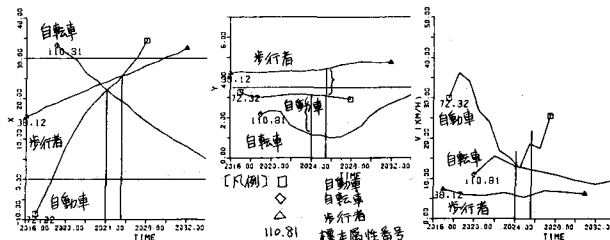


図-10 駐車車両と歩行者・自転車の軌跡

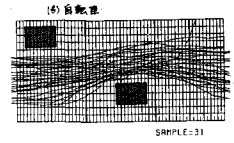
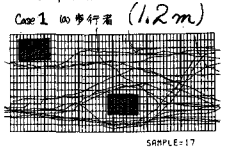
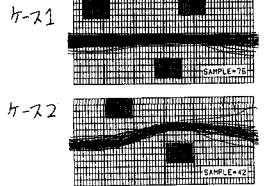


図-11(a) 駐車車両と自動車の軌跡



(b) 速度分布

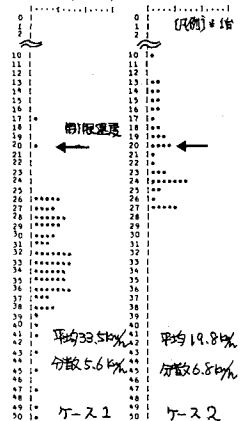


図-12(a) 行動軌跡図

