

IV-216

GPSによる信号時間を
考慮したルート選定モデル

茨城大学大学院 正員 堀 勝也
茨城大学工学部 正員 星 仰

1. はじめに

グローバルポジショニングシステム(GPS)は空・海域の3次元位置決定に利用され、航空機や船舶のルート検証に重要な計測法とされている。陸域においては光波測距儀による距離測定の代用に固定点を用いたGPS測量がなされたり、移動体の位置決定やルート選定・検証に用いられてきている。前者は誤差が±1m程度、後者は、±30～100m程度が許容される場合の例である。本研究は後者の誤差がかなり大きくても使用できる場合を考えており、自動車のナビゲーションシステムを活用して目的の位置に誘導することを前提にしている。このナビゲーションシステムには簡易的な地図を表示するシステムが組み込まれているのが一般的であり、地図によるナビゲーションシステムを研究の対象とする。

2. 地図表示ナビゲーションシステム

この地図表示ナビゲーションシステムの容易なシステムとしてはGPSによって移動体の緯度 ϕ と経度 λ をリアルタイムに求めて、 $P(\lambda, \phi)$ を中心にして小型ディスプレイに略地図を表示する方法があり、移動体が進行するに当たりCRT上の地図もある一定の間隔でスクロールすることになる。これをさらに発展させたのが目的 $P(\lambda, \phi)$ を入力することによって、最短距離を選定し、移動体に進行方向を指示するナビゲーションシステムである。しかし、この最短距離をルート選定するシステムでは、必ずしも時間が最小になるとは限らない。例えば、道路工事による片側通行の発生や故障、迂回等は最短ルート選定以外の要素である。これらをいかにシステム化するかということが問題である。この様な問題を解決するには少なくとも移動体の所用時間 T を最小にする最適化問題を研究することになる。そこで、本研究はまず交差点における信号待ち時間を考慮したルート選定モデルを考えることにする。ルート選定モデルには何らかの道路網モデルが不可欠なことから、ここでは茨城県の日立市の渋滞の激しい地域を選ぶことにする。

3. 分岐点間の信号待ち時間

これまでの我々の研究の動的計画法では交差点での信号待ち時間が考慮されていないので、ここでは出発点から目的地までの総ロス時間を算定する確率モデルを考えてみる。信号はすべて同期していると仮定して、青信号時間 t_1 、赤信号時間 t_2 、その区間のスタートからの距離を d_1, d_2, d_3 とし、移動体の速度 v とする。移動体が交差点 i を通過するとき、 $x_i(w) = 0$ (停止のとき1)とすると交差点での信号待ちする(停止する)確率 $P(x_1 + x_2 = n)$ は式(1)で与えられる

$$P(x_1 + x_2 = n) = \sum_{m=0}^n P(x_1 + x_2 = n | x_1 = m) \cdot P(x_1 = m) \cdots (1)$$

また、式(1)の右辺の第1項の確率 P は式(2)となる

$$P(x_1 + x_2 = 0 | x_1 = 0) = T_{red} / t_1 \cdots \cdots (2)$$

ここで、 T_{red} は下記のようになる。

$$\begin{array}{lll} 0 \leq T \leq t_2 & \rightarrow & T \\ t_2 \leq T \leq t_1 & \rightarrow & t_2 \\ t_1 \leq T \leq t_1 + t_2 & \rightarrow & t_1 + t_2 - T \end{array} \quad \begin{array}{l} | \\ | \\ | \end{array} \quad \begin{array}{l} \\ T_{red} \\ \end{array} \quad \cdots \cdots (3)$$

したがって、

$$P(x_2 = 0 \mid x_1 = 0) = T_{red} / t_1 \quad |$$

$$P(x_2 = 1 \mid x_1 = 0) = 1 - T_{red} / t_1 \quad | \quad \dots \dots \dots (4)$$

これらから、 $P(x_1 + x_2 = n \mid x_1 = m)$ が求められ、同時に $P(x_2 + x_1 = n)$ が求められる。これより平均値 $E(x)$ が算定されるので、区間の停止回数の平均値が得られる。

4. ルート選定用道路網の例

茨城県日立市付近は道路が山地と海に面した位置にあり、平行な道路を複数建設困難な地形にある。このため、長距離に平行する道路が少なく、これに反し交叉する道路が多く、直進車がますます渋滞する傾向にある。図-1 はこれらのルートを含んだ道路網を示したものである。地点0を出発点として地点16を目的地とする。ここでは、動的計画法(DP)を用いることを前提にしているネットワーク化するので、地点0から地点16の間の交差点に各地点番号を1~15配置している。地点0から16の地名は、下記の通りである（茨城大学工学部、鮎川派出所、城南町、鮎川町、森山町、滑川町、馬場坂下、大和田町、山下町、日立南太田c c、常陸太田駅）。図-2のネットワーク図の地点間の数値は時間（分）を示していて、最適経路とその時間は0→1→3→8→13→16（31分）である。なお、具体的な数値の当てはめ例は紙面の都合上講演時に譲る。

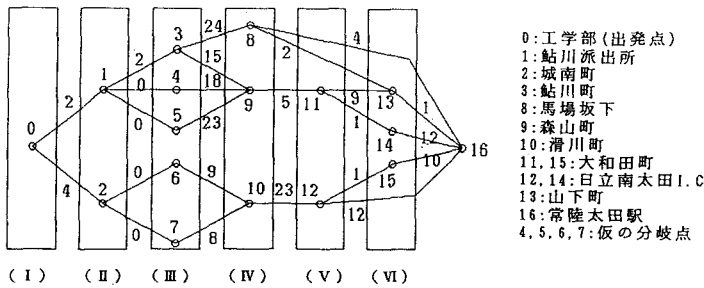
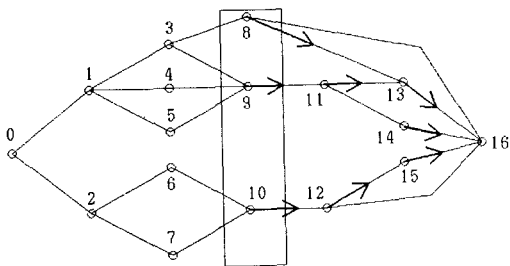
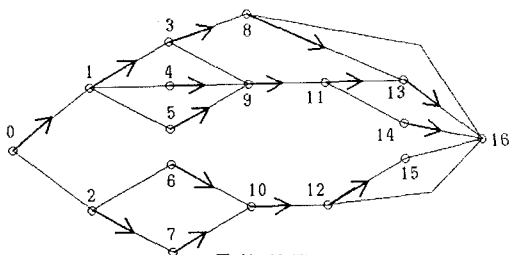


図-2 ネットワーク図



段階(Ⅳ)における最適な経路



最終段階の段階図

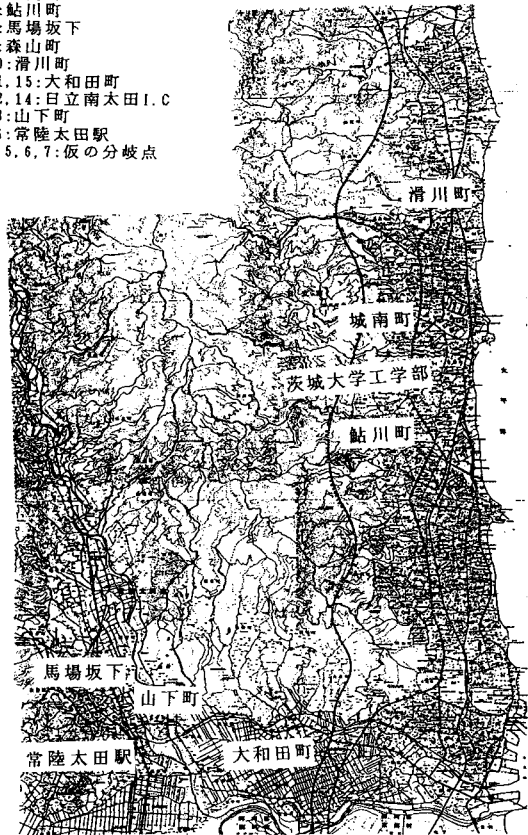


図-1 モデル地域の道路網