

高低の混在を考慮に入れた資源配分

申請中 工学院大学 *伊藤潤一 ITO Junichi
01204141 工学院大学 椎塚久雄 SHIIZUKA Hisao

1. はじめに

限られた資源を的確に配分する事は、資源の有効活用を行うにあたって非常に重要な要素となる。限られた個々の能力は最大限に発揮されるべきである。ここでは、各資源の能力に注目して警官の配分について行う。現代社会において複数の事件が同時に発生した場合、その現場へ警官を急行させることは重要な問題である。

本論文では、そのような場合に警官を現場に向かわせる最適な資源配分^[1]についてのシミュレーション技法を、ニューラルネットモデル(Neural Network Model:NN)^[2]を適用し、警察活動の効率化に利用可能であることを提案している。

2. シミュレーション

城東警察署の管轄エリアの略図を図1に示す。各オブジェクトは以下のように記号化して示す。

- ⊗ : 交番
- ☆ : 警官を必要とする地点
- PO : 交番内の警官
- PC : パトカー
- PM : 白バイ

また、同一記号が複数の場合を考え、各記号にはそれぞれ番号を与えておく。

通常何らかの問題が発生した場合は、基本的にまず交番の警官(現場に近い警察車両含む)が外向することになっている。従って、警察署はシミュレーションの対象外とする。城東警察署の管轄内には6つの交番が配置されており、図1の地図上には、6つの交番に加え、任意にパトカー・白バイ及び警官を必要とする地点を配置した。ここでは、4地点で警官が必要になった場合をシミュレートする。常時交番内には2~3人の警官が常駐している(例外あり)。ここでは、交番内に2人駐在しているものとし、呼び出しがあった場合、交番を空けるわけにはいかないので1人が残り、各地点へは各交番から1名が外向するものとする。パトカーについては、通常約2名以上で乗車しているが、一度に何箇所も移動不可能なため、パトカー1台につき1名と考え、乗車している人数は考慮しない。各地点において、必要な警官数はわかってはならず、できるだけ平等に配分するものとする。また、現在はナビゲーションシステムが発

達しているため、各経路の選択にあたってはナビゲーションシステム等により、目的地に向けて最短時間で到達できる経路を選択させるものとする。よって、必ずしも最短距離を選択するとは限らないが、今回は最短距離を選択したものとする。

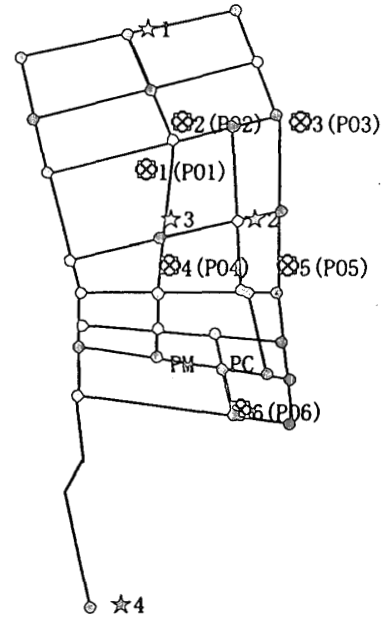


図1 シミュレーションエリアのグラフ化

3. 制約条件及び解の表現

制約条件は、「 m 箇所の警官(警察車両含む)(以下警官等)の地点 x と n 人の警官を必要とする地点 y (以下目的地 y)があり、警官等の地点 x に存在する警官数を S_x 人、目的地 y で必要とする人数を D_y 人とする。警官等の地点 x から目的地 y へ警官1人を送るコストを C_{xy} とすると、全体のコストを最小にする配分を考える。」ここで、警官等の地点 x から目的地 y へ送る警官数を f_{xy} とする。

次に制約条件を定式化する。

$$S_x = \sum_y f_{xy} \quad (x = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

$$D_y = \sum_x f_{xy} \quad (y = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$Cost = \sum_x \sum_y C_{xy} f_{xy} \quad (3)$$

式(1)は、警官等の地点 x からすべての目的地へ警官を送ると考えて、その総和をとれば警官等の

地点 x に存在する警官数 S_x に等しいことを表現している。式(2)は、目的地 y から見た場合で目的地 y が必要とする警官数は、すべての交番から出向してきた警官の総和である。式(3)は、最小にすべき全体のコストである。Hopfield ネットではアルゴリズムの繰り返し部分を繰り返すことによって、式(4)の形で表現できるネットワークのエネルギー値を減少できるということである。(1)、(2)、(3)式を目的関数化し、(4)式に組み込むことにより最適配分を行う。

$$E = -\frac{1}{2} \sum_x^m \sum_y^n \sum_i^q \sum_{x'}^m \sum_{y'}^n \sum_{i'}^q W_{xyi, x'y'i'} X_{xyi} X_{x'y'i'} - \sum_x^m \sum_y^n \sum_i^q h_{xyi} X_{xyi} \quad (4)$$

4. 複合要素のコスト化

各警官は自転車、パトカー及び白バイにより各地点へ出向するものとし、コストの算出にあたっては、目的地までの到達時間、警官の処理能力及び天候の要素を考慮に入れる。これらの要素は、さらにいくつかの要素に細分化される。到達時間は各車両の平均速度(自転車: 18km/h、パトカー・白バイ: 36km/h)と距離(警官等-目的地)から求める。処理能力を決定づける各要素は、●=5、▲=2.5、×=0 の3段階で評価し、警官ごとに各要素の和を求め、PC、PMについては乗車している警官を評価対象とする。同様に、天候についても●=3.3、▲=1.7、×=0.8として求める。導かれた各要素の数値をそれぞれ10段階区分し、最終的に要素全体の算術平均をとり、これをコストとする。

表2 総合コスト

		目的地			
		1	2	3	4
警官等	P01	2	3	3	5
	P02	3	3	3	6
	P03	4	3	4	6
	P04	3	3	2	4
	P05	5	3	3	6
	P06	7	6	6	7
	PC	3	3	3	4
	PM	4	4	3	4

5. 飛び石法との比較結果

ニューラルネットと飛び石法による配分結果は、双方とも近似した結果となった。

このシミュレーションでは、複合要素をコストとしており、一対比較法(Paired Comparison)により到達時間・処理能力・天候の各要素間の比率を求めた。これによると、P06を除く全ての警官等は、天候の影響を最も多く受けるという結果が出た。

上記2手法による配分結果では、P04・P05・P06・PCの配分先に違いが見られたが、1要因として資源-目的地間のコストが近似していたことが考えられる。

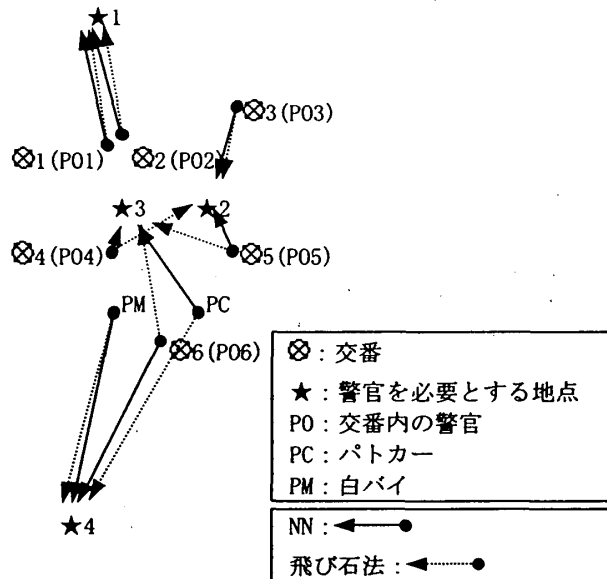


図2 ニューラルネット、飛び石法によるシミュレーション結果

6. おわりに

本論文ではニューラルネットモデルによっても最適配分がある程度有効であり、このシステムが警察活動の効率化に利用できる可能性は十分にあることを提案した。しかし一定の結果に落ち着かない場合もあり、原因としてエネルギー値がうまく最小値に収束せず、近似解に陥ってしまったことが考えられる。また、今回のシミュレーションには制約があり、いくつかの課題が残されている。コスト決定法の問題点やシミュレーション内容をより現実的にするための、コスト要素の増加及び数値を厳密にする等の必要性が挙げられる。

参考文献

- [1] 木戸陸彦 著: “現代数学レクチャーズ A-6 線形計画法”、培風館、1984
- [2] 馬場則夫、小島史男、小澤誠一 著: “ニューラルネットの基礎と応用”、共立出版株式会社、1995