駐車監視員の巡回経路作成に関する研究

発表構成

1. 研究背景
2. 研究目的
3. 問題の概要
4. グラフ化
5. オイラーグラフ
6. 解法
7. 実験
8. まとめ
9. 今後の課題

参考文献

沼田研究室

4403082　藤井 啓允

1.本研究の背景①

- 違法駐車が都市部を中心に増加し,常態化.
- 違法駐車の取締りに投入できる警察の執行力の限界.

- 道路交通法一部改正により違法駐車の取締りが強化.
  - 警察は民間企業に違法駐車取締りの一部を委託.
  - 民間企業の**駐車監視員**が違法駐車の取締りを開始.
  - 駐車監視員が取締りをする道路網を**駐車監視員活動ガイドライン**（以下,ガイドライン）と呼ぶ.

本研究の背景② (民間委託に伴う問題点)

- 民間委託されている国では,駐車監視員に対する暴力事件が多発し社会問題化.

ー駐車監視員の(取締り台数)給料出来高制による,巡回の際の**偏った取締り**.

[1]駐車違反監視員制度を見直しへ---イギリス
[2]報道STATION-特集

- この事態を改善するには,駐車監視員は**偏りなく**巡回する必要がある.

2.研究目的

- ガイドラインで示された道路網上の**全ての道路をまんべんなく**巡回する経路を求める問題について考える.
- **総移動距離**ができるだけ小さくなるものを求める.

図1：ガイドラインで示された道路網の一例

3．問題の概要

駐車監視員は複数のグループで巡回する．

2つの問題に分かれる．

1. ガイドラインで示された道路網を駐車監視員のグループ数に分ける問題．
2. グループごとに担当するガイドラインで示された道路網の巡回経路を求める問題．

4. ガイドラインのグラフ化①

•交差点 ⇨ 頂点

•道　路 ⇨ 枝

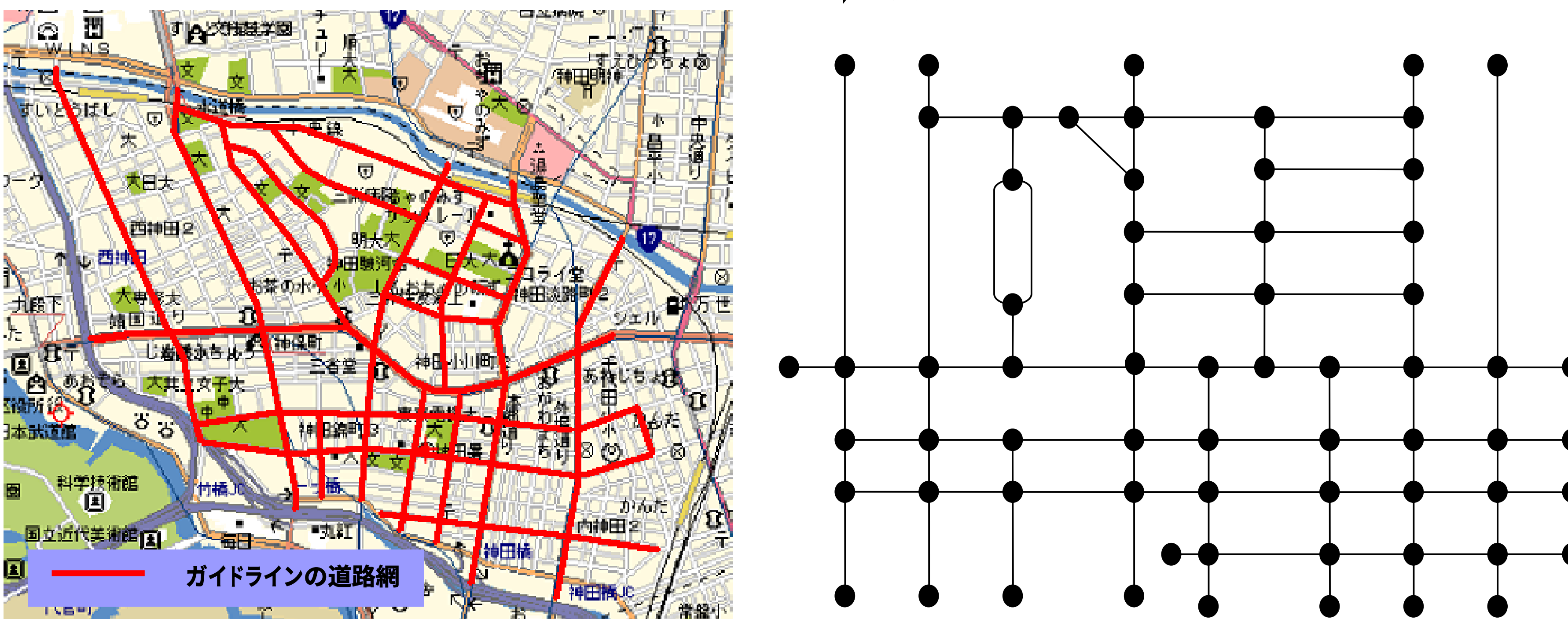

図2：ガイドラインのグラフ化

ガイドラインのグラフ化②

- 1グループの巡回経路長を**移動距離**.
- 各グループの移動距離の合計を**総移動距離**.

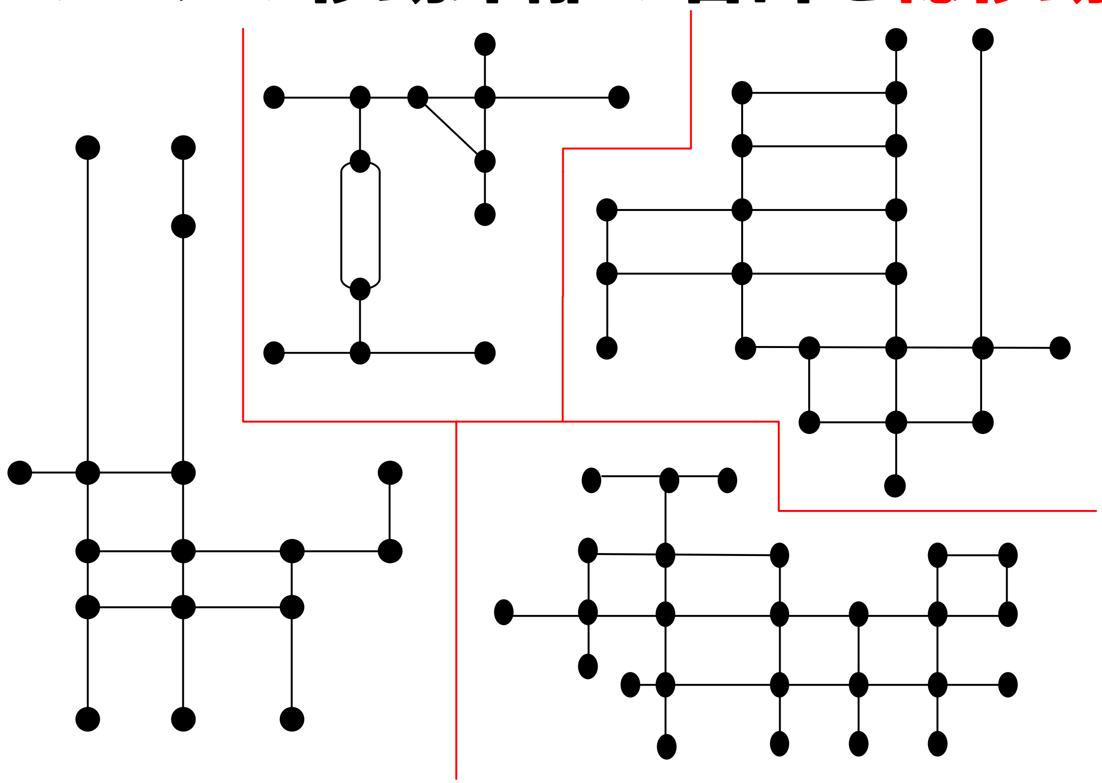

図3：分割パターン1例

5.各グループにおける巡回経路の作成

- 各グループは担当するガイドラインで示された道路網の全ての道路を1度ずつ通過する事.
- その際の経路は途切れることが許されない事.

分割グラフを**オイラーグラフ**にする必要がある.

オイラーグラフ①

全ての辺を1回ずつ通って出発点に戻る道順が存在するグラフ.

一筆書き可能グラフ！

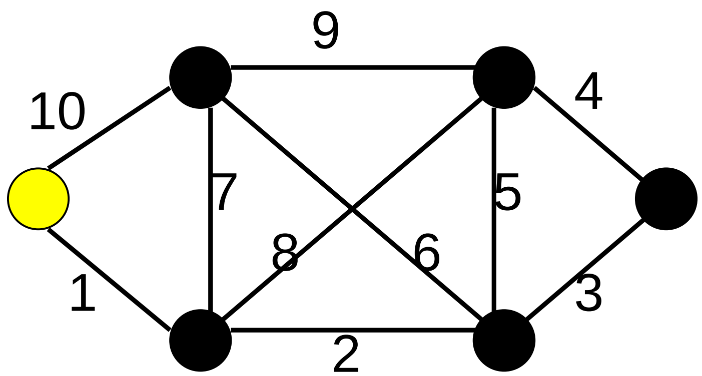

図4:オイラーグラフ

オイラーグラフ②

条件

連結で,頂点の次数が全て偶数であること.

- 連結グラフ・・・どの2つの点も道で結ばれているグラフ.
- 次数・・・頂点に接続する枝の本数

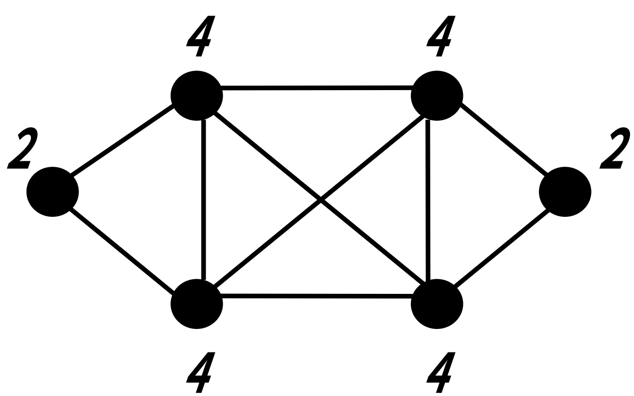

図5:オイラーグラフ

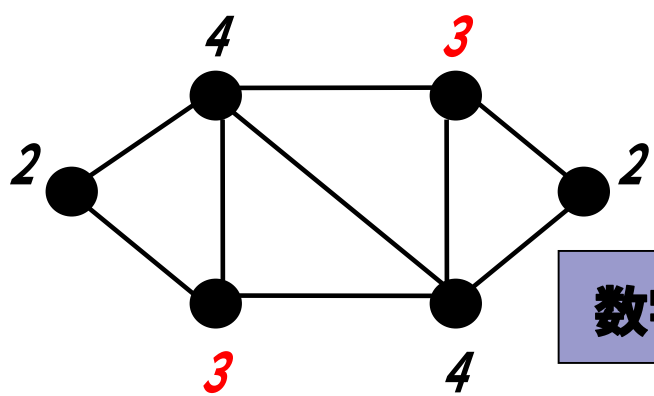

図6:非オイラーグラフ

数字・・・次数

6．オイラーグラフ構成方法（記号）

$G=(V,E)$ ：各グループが担当するガイドラインで示された道路網をグラフ化したもの．

$\tilde{G}$ ：ガイドラインで指定された以外の道路を含む，道路網をグラフ化したもの．

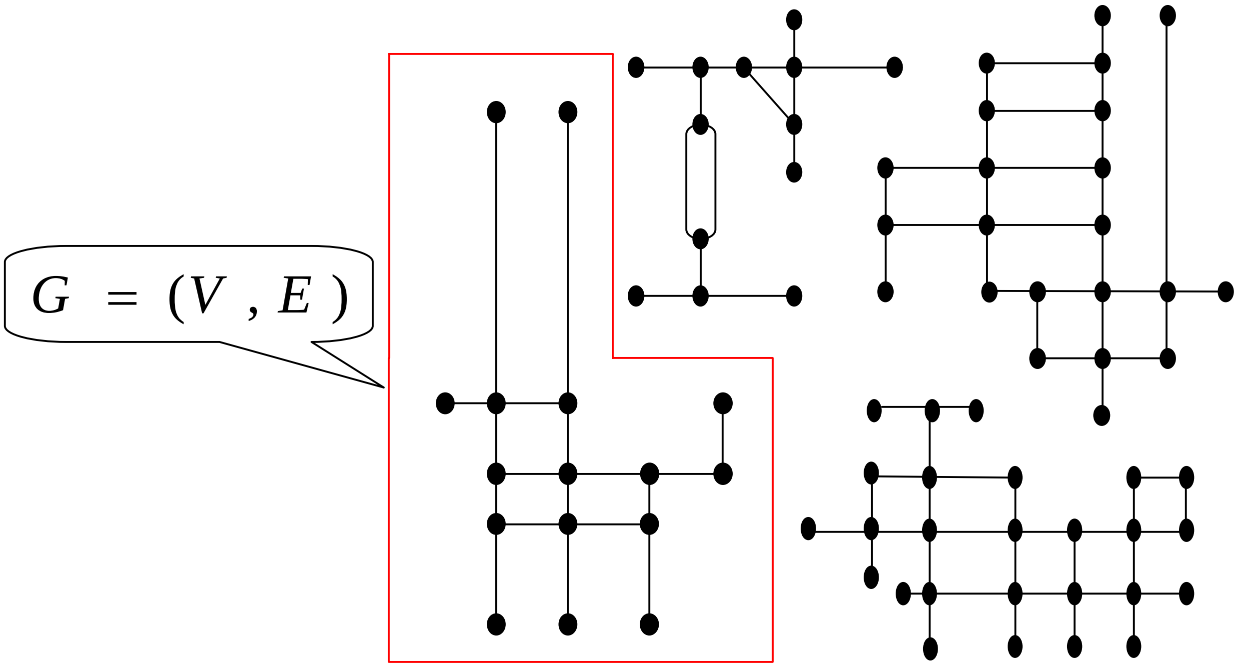

図7：分割グラフ例

オイラーグラフの構成方法

- Step１：Gにおいて，奇数の次数を持つ頂点集合をV_0求める．
- Step２：Step１で求めた頂点集合V_0の任意の2頂点をv_i, v_jとし，$v_i, v_j (\in V_0)$の$\tilde{G}$における最短経路長c_{ij}を求め記憶する．
- Step３：頂点集合V_0からなる完全グラフ$G_0 = (V_0, E_0)$を作る．また，枝$(v_i, v_j) \in E_0$のコストは対応する2頂点の最短経路長c_{ij}とする．
- Step４：グラフG_0上の最小コスト完全マッチングMを求める．
- Step５：Mに含まれる全ての枝(v_i, v_j)をGに付加して，オイラーグラフH_Gとする．

最小コスト完全マッチング問題

完全マッチングの中でその枝集合に含まれる枝のコストの合計が最小であるものを求める問題.

- マッチング・・頂点を共有しない枝の集まり.
- 完全マッチング・・マッチングがグラフの全ての頂点を枝の両端として含むマッチング.

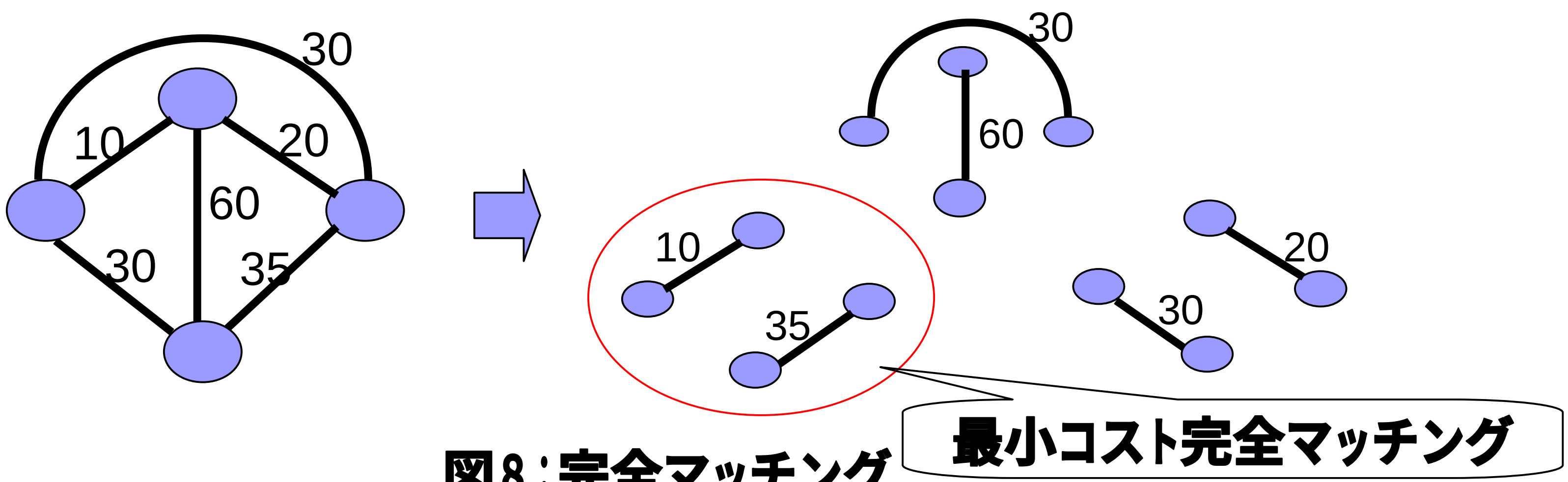

図8:完全マッチング

最小コスト完全マッチング問題（定式化）

0-1整数計画問題として定式化する.

c_{ij} ：頂点 v_i, v_j 間の最短経路長

x_{ij} ：マッチングMが枝 (v_i, v_j) を含む場合1,含まない場合0の変数

目的関数

$$\min \sum_{i<j} c_{ij} x_{ij} \qquad (1)$$

移動距離

制約条件

$$\text{s.t.} \quad \sum_{h=1}^{i-1} x_{hi} + \sum_{j=i+1}^{k} x_{ij} = 1 \quad (i = 1, \ldots, k) \qquad (2)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \qquad (3)$$

頂点 i の次数1

0-1変数制約

7．実験概要

- 東京都千代田区神田警察署管轄地域の道路網データを用いる．
- 頂点数65,枝数92．
- 駐車監視員のグループ数4．
- 分割パターン12
- 出発点を駿河台下交差点．
- 最小コスト完全マッチングMはlp-solveを用いて解た．

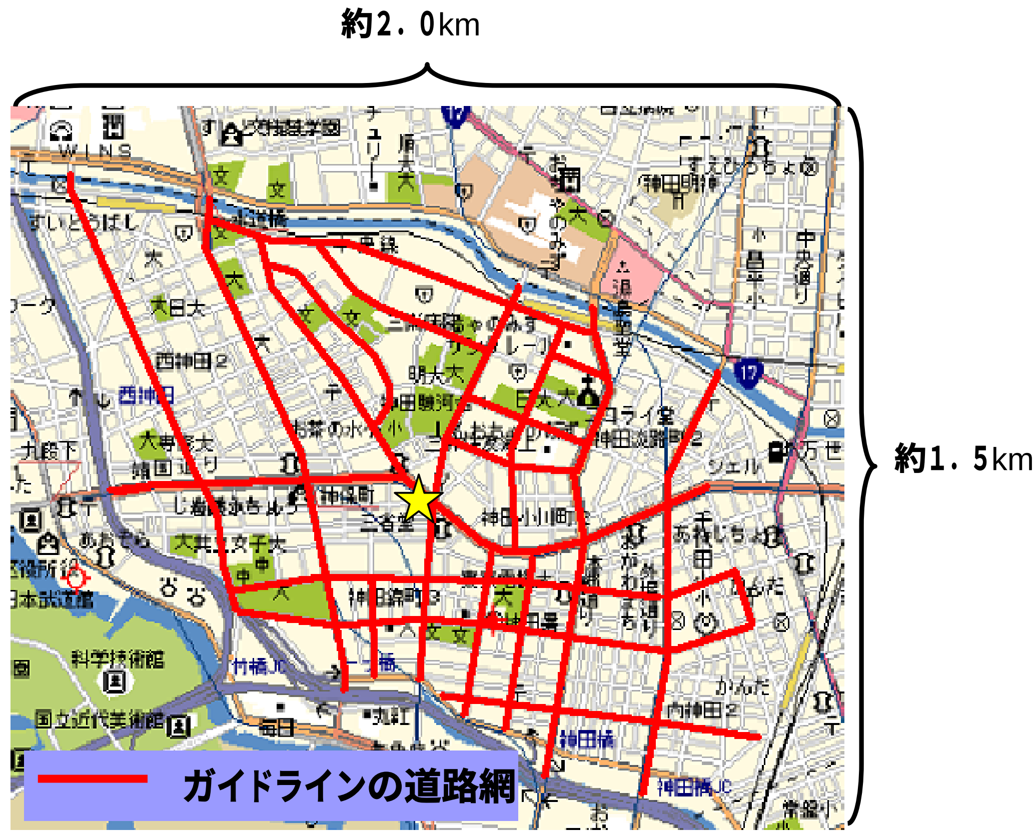

図9：道路網データ

実験結果

- (総移動距離＝4グループの移動距離の合計)
- (グループ間の移動距離の差＝最大移動距離－最小移動距離)

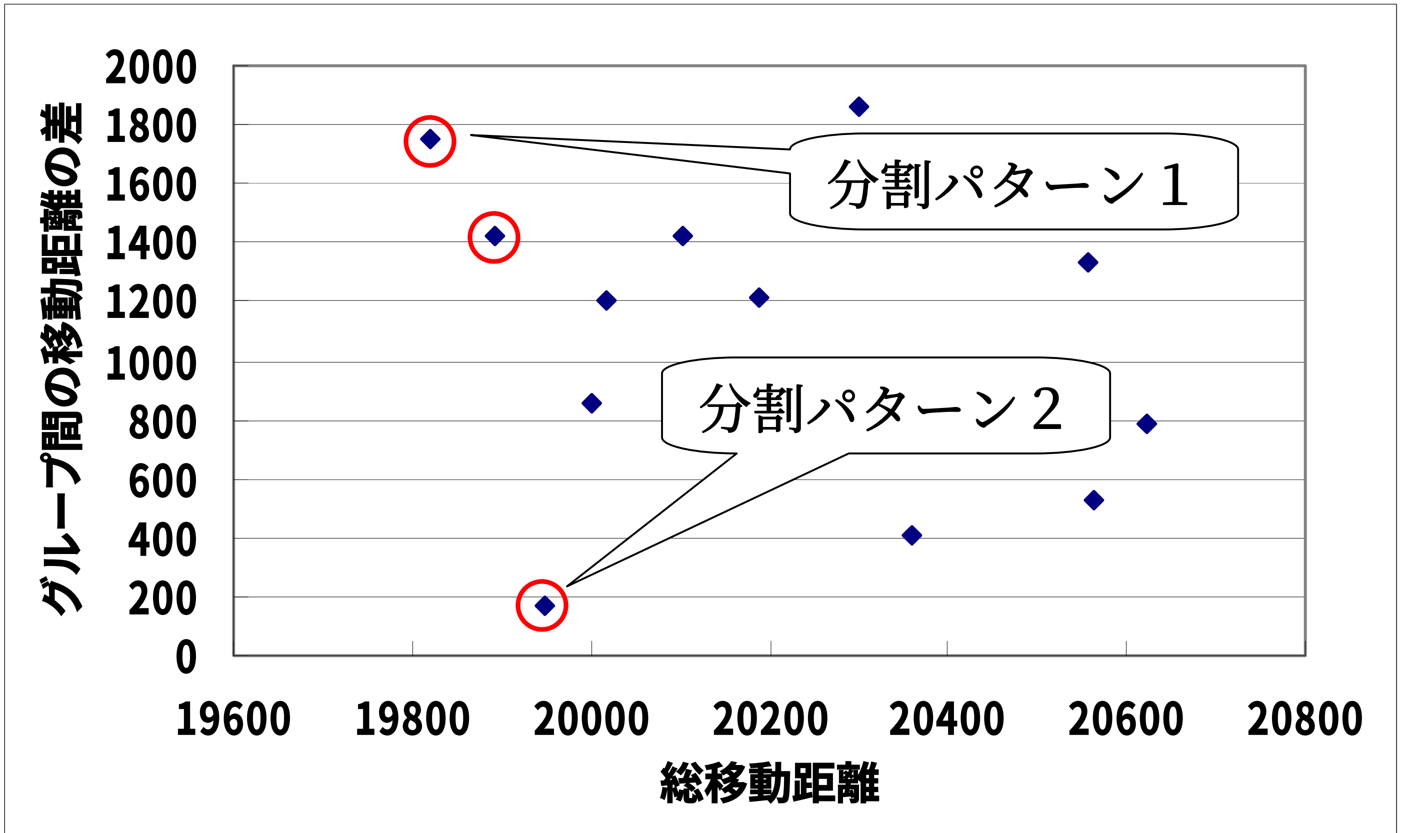

図10：総移動距離とグループ間の移動距離の差

実験結果 (分割パターン1)

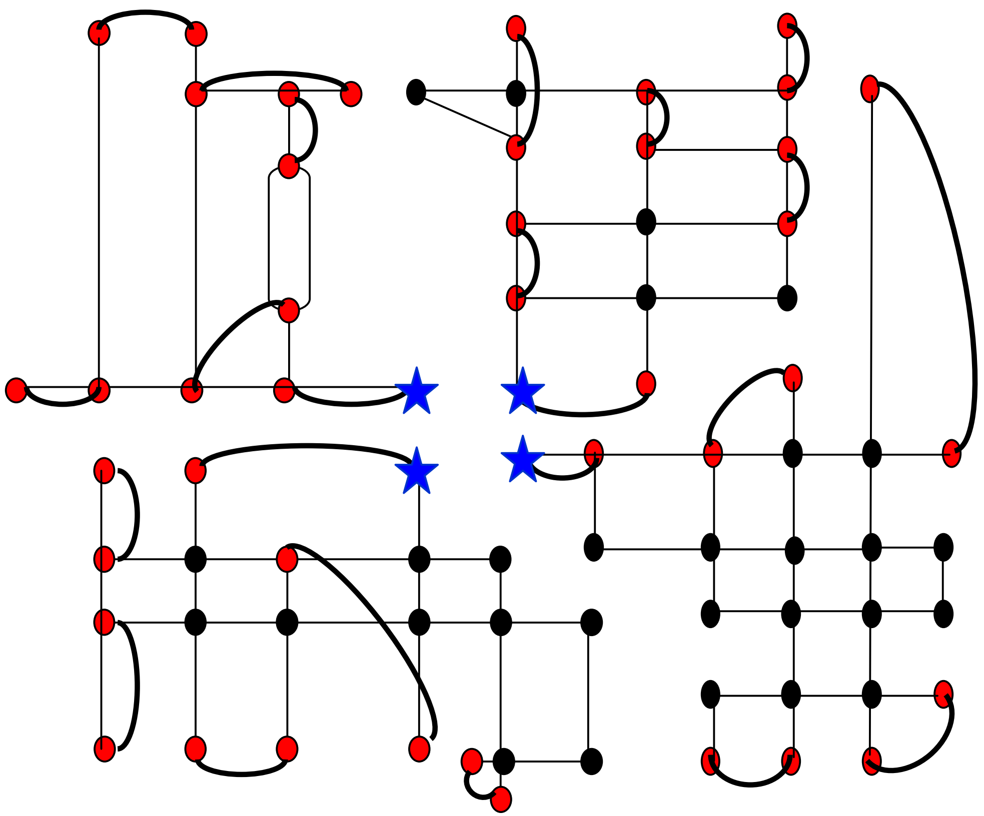
図11：分割パターン1

表1：結果

分割パターン1		
総移動距離	19819(m)	
	付加道路長	移動距離
分割グラフ1	1267(m)	5062(m)
分割グラフ2	819(m)	4268(m)
分割グラフ3	1069(m)	4465(m)
分割グラフ4	1448(m)	6024(m)

- 巡回時間，コストの面ですぐれた解といえる．
- グループ間の移動距離の差は大きかった．

実験結果（分割パターン2）

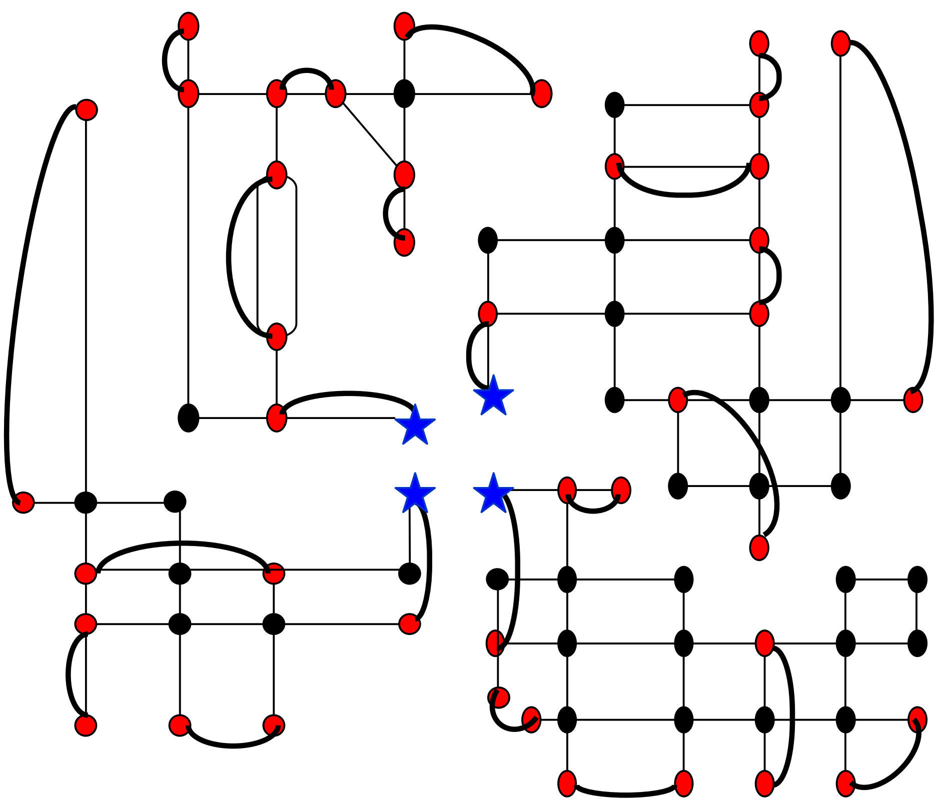

図12：分割パターン2

表2：結果

分割パターン2		
総移動距離	19949(m)	
	付加道路長	移動距離
分割グラフ1	1094(m)	5044(m)
分割グラフ2	1207(m)	5078(m)
分割グラフ3	1707(m)	4913(m)
分割グラフ4	1147(m)	4914(m)

- グループ間の移動距離の差が小さい．
- 巡回の際の偏りが小さく，取締りを受ける側の平等性が高い．

8. まとめ

本研究ではグループごとに駐車監視員が担当道路網をまんべんなく移動し，余分に歩く道路の延べ距離を最小化する問題を提起した．

全体のグラフをグループ数に分割した後に完全マッチング問題を解くことによって最適化することができた．

9. 今後の課題

グラフを分割した時点で，それぞれの分割グラフの最小移動距離が決まるので，分割の仕方を自動化し，全分割パターンを実験すること．

参考文献

[1]F．Harary，池田貞雄，1971：グラフ理論pp.92~101
[2]久保幹雄，田村明久，松井知己，2002：応用数理計画ハンドブックpp.1081~1102
[3]新たな違法駐車対策について
http://www.npa.go.jp/koutsuu/shidou27/(最終閲覧日2006/8/20)
[4]駐車違反監視員制度を見直しへ---イギリス
http://response.jp/issue/2006/0622/article83122_1.html(最終閲覧日2006/9/6)
[5]報道STATION-特集
http://www.tv-asahi.co.jp/hst/contents/special2/060531.html(最終閲覧日2006/9/6)
[6]生活地図サイト　マップファンウェブ　http://www.mapfan.com/(最終閲覧日2006/12/10)