

マラソン大会における交通規制時間を用いたコース設計

2013SE001 足立陽平

指導教員:三浦英俊

1 はじめに

マラソン大会が開催されるとマラソン大会周辺の一般道路に長時間の交通規制が発生する。交通規制が発生することで周辺道路に迂回しなくてはならなくなる。そのため、迂回道路ではその道路を利用する人が増えて普段以上の交通渋滞が発生してしまう。

今回の研究では、マラソン大会時における交通規制で発生する交通量を減らすために新コースを作成し、最終的に既存のコースよりも少ない交通量になるようにすることを目的とした研究を行う。

2 名古屋ウィメンズマラソン概要

今回の研究テーマの題材として名古屋ウィメンズマラソンを題材とする。この名古屋ウィメンズマラソンのコースを元に新しいコースの作成をしていく。

名古屋ウィメンズマラソンとは、オリンピックや世界陸上のマラソン代表選考会としての歴史ある名古屋国際女子マラソンが2012年に女性限定15000人参加のフルマラソンにリニューアルされたものである。ナゴヤドームをスタート・ゴール会場として名古屋のさまざまな名所を巡るコースはアップダウンも少なく、記録を狙いやすいと好評である。マラソン大会の制限時間を約7時間に設定している。マラソン初心者でも十分完走できる大会になっており、2016年大会の完走率は97.5%となった。

2012年の第1回大会には13,114人が参加、世界最大の女子マラソンとして「ギネス世界記録」に認定され、毎年記録を更新している。マラソンコース及び周辺道路では、最長約10時間車両の通行が規制される。規制時間は目安のため時間は変動する [2]。

また、図2は2017年に行われたマラソンコースを示したものである。

3 使用するデータ

交通規制の少ないマラソンコースを作成するためには各道路ごとの交通量を用いて考える。そのため平成22年度道路交通センサス、名古屋市一般交通量概要を用いる。このデータを用いる理由は最小の交通量からなるマラソンコースを求めるためには各道路間の時間ごとの交通量データが必要である。そのため、平成22年度道路交通センサス、名古屋市一般交通量概要から交通量をそれぞれ求めていく。道路交通センサスは、道路に関する国勢調査ともいえるべきもので、各種調査を5年ごとに実施している。 [1]。

この道路交通センサス、名古屋市一般道路交通量概要のいくつかのデータのうち、休日の一般国道の交通量データを元に研究に取り組む。

4 研究について

過去の卒業研究 [3] では、名古屋市の観光スポットをより多く回り、交通規制をなるべく抑えるという研究を行っていたが今回の研究では、既存の名古屋ウィメンズマラソンのコースよりも規制される交通量を減らすための新しいコースを作成を目的とした研究を行う。今回作成していくコースは既存のコースに沿いつつ道路交通センサスの各道路の交通データ間でデータを取る。次に、そのノードから別のノードへとつなぐことが可能な線をとったものを作成する。さらにこの作成したものから、片道約20kmとなるコースを作成する。片道約20kmのコースとする理由としては、マラソン距離の42.195kmの約半分の距離の往復にすることで、今までのコースよりも規制時間をかけた少ない交通量を目指すことが目的である。

このコースを導出するため01整数計画問題として導出を行う。まず、制約条件としていくつかの区間を作り、それらの区間をあわせたものの合計が約20kmになるようにする制約と一度通った区間が他の区間で通らない制約を作る。

これらを元に制約式を作る。また、これらを元に図として表すと次の図になる。始点とする y_i^{l-1} から終点となる y_i^l 間での区間を作成し、一区間の終点を次の区間の始点としてその始点から終点までの区間を導出していくものを、模式図では区間数を4つとした導出を行った場合の図としている。

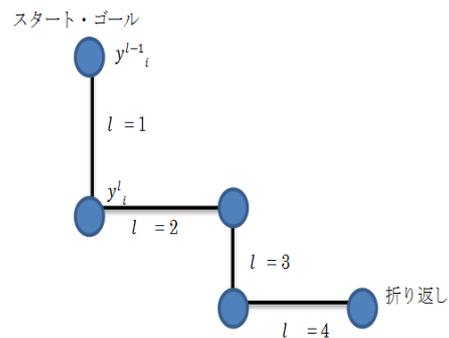


図1 模式図

4.1 記号と変数の定義

まず、以下のように記号と変数を定義する。

V : ノードの集合

a_{ij} : ノード i とノード j 間での道路交通量

c_{ij} : ノード i からノード j までの距離

L_1, L_2 : 各区間の距離範囲

L'_1, L'_2 : マラソンコースの距離範囲

N_l : 区間数

l : 区間 ($l = 1, 2, \dots, N_l$)

t^l : 各区間 l における交通規制時間

$$x_{ij}^l = \begin{cases} 1 & \text{ノード } i \text{ からノード } j \text{ は区間 } l \text{ のコースに含む} \\ 0 & \text{コースに含まない} \end{cases}$$

$$y_i^l = \begin{cases} 1 & \text{ノード } i \text{ は区間 } l \text{ の終点} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$$

4.2 定式化

定義した記号と変数を使用し以下のように定式化を行う。

目的関数

minimize

$$\sum_{l \in N_l} \sum_{(i,j) \in V} a_{ij} t^l x_{ij}^l \quad (1)$$

制約式

$$\sum_{j \in V} x_{ij}^l - \sum_{j \in V} x_{ji}^l - y_i^l + y_i^{l-1} = 0 \quad (2)$$

$$\sum_{l \in N_l} \sum_{j \in V} x_{ij}^l \leq 1 \quad (3)$$

$$L_1 \leq \sum_{(i,j) \in V} c_{ij} x_{ij}^l \leq L_2 \quad (4)$$

$$L'_1 \leq \sum_{l \in N_l} \sum_{(i,j) \in V} c_{ij} x_{ij}^l \leq L'_2 \quad (5)$$

式 (1) の目的関数は全区間の交通量と時間をかけたものが最小となる目的関数、式 (2) がノード i, j 間の流量保存で y_i^{l-1} を始点 y_i^l がその区間の終点となり、次の区間が前の区間の終点を始点として区間を決め複数の区間の導出を行う制約、式 (3) が一区間が通った枝を別の区間が同じ枝を通らない制約、式 (4) が各区間におけるマラソンコースの距離制約、式 (5) が全区間を合わせたマラソンコースとしての距離を決める制約となる。

5 結果

各区間の数は4つとし、各区間ごとに規制する時間を10時間、8時間、6時間、4時間とした。また、各区間の距離範囲を $L_1 = 1\text{km}$, $L_2 = 6\text{km}$, マラソンコース全体の距離範囲を $L'_1 = 18\text{km}$, $L'_2 = 25\text{km}$ として定式化を行い導出を行った結果が下の図3のようなコースとなった。距離は約18km、このコースの交通量は546,836台/時という結果となった。既存コースの交通量は1,123,852台/時になっており、既存のコースに比べて、各規制時間における通るリンク数を少なくすることが出来た。



図2 2017年の名古屋ウィメンズマラソンコース



図3 導出されたコース

6 まとめ

今回導出したコースは、今までのコースにあった交通量の多い部分を避けることが出来たこと、データのない部分を多く通ったのもあるが今までのコースの約半分の交通量となるコースを求めることが出来た。

今後の課題としては、対象としたリンクから導出した今回の結果はデータのない枝を通ったためこのような結果となったので、対象とするリンクを交通量データがある場所のみかつ巡回路が作ることが可能なリンクを作ることが出来るもので導出をしていきたい。また、今回導出するにあたり、コースのみで考えておりコースを横切る道路に対しての制約を考えていなかったなのでその部分も考えていきたい。

参考文献

- [1] 平成22年度道路交通センサス、名古屋市一般交通量概要、国土交通省、2010.
- [2] 名古屋ウィメンズマラソン
<http://womens-marathon.nagoya/result-all/>
 2017年5月 アクセス
- [3] 田畑亜紀斗, 田口峻 南山大学 2015年度卒業研究「名古屋市における市民マラソンコースの最適ルート解析」