

右折を避けることによる効用について

2014SS030 柏木伸哉

指導教員：三浦英俊

1 はじめに

世界には、右側通行の国と左側通行の国が存在しているが、右側通行であるアメリカにある運送会社 UPS はコスト削減の問題に直面していた時期があり、コスト削減の対策として行っていた配送時に左折を避けた経路設定を行っている。この経路設定を日本で考えると左側通行であるため、右折を避けることになる。そこで、アメリカと日本では道路状況は異なるが、日本で UPS のように右左折の回数を考慮することでの効用があるかを検討する。

2 UPS について

2.1 概要

UPS はユナイテッド・パーセル・サービス株式会社の略であり、1907 年に設立され、世界 200 以上の国と地域において、主に貨物の輸送を取り扱っている会社で本社はアメリカのジョージア州にある。航空機を利用した輸送もしているが、その他の輸送として利用されている配送車両の総数はバンやトラクター、オートバイなど全て合わせて 99,984 台と約 10 万台の配送車両が準備されている [1]。

2.2 実例

文献 [2] によれば、UPS は左折を避ける経路設定をしているが、左折を一切せず配送をしているわけではない。従来の経路を見直し、左折の回数を減らして極力左折をしないようにしている。また、左折をするにあたって対向車を待たなければならないが、その間、燃料は消費し続けているため、環境問題にも取り組んでいる UPS は、コスト面と環境面の 2 つの課題を同時に解決しようと努めたのである。その課題を解決するための施策が、配送時に左折を避けた経路設定であり、結果として従来の配送経路から年間走行距離を約 4800 万 km 削減することに成功し、約 1135 万リットルの燃料を節約、二酸化炭素の排出量も 32,000 トンの削減に成功した。

3 交差点の通過時間と使用データ

交差点は左折、直進、右折のいずれかで通過するが、UPS の実例から右左折または直進において交差点を通過する時間にどれほどの差があるかを調べた。データとして使用したのは NAVITIME が公開している信号交差点通過時間 [3] であり、NAVITIME が運営している携帯カーナビサービスの利用者のうち、データ提供に同意している利用者から GPS によって取得されたデータである。このデータにより 1 つの交差点において何秒の間に何台が通過したかがわかる。また、今回は十字路の交差点に限定し、丁字路や多叉路の交差点は除いており、平日の朝 7:00-10:00 の間で

のデータである。調べた交差点の数は 12 で、本来は 48 方向のデータが得られるのだが、データに欠損部分があり、42 の方向のデータを得た。その結果、42 方向のうち 24 方向で右折に時間がかかることがわかり、ほとんどが青から赤に変わった際に右折可の矢印信号が現れる信号であった。それ以外では左折の方が時間がかかるというデータが観測されたがその交差点の信号は右左折直進全てを矢印信号で制御しているものであった。その上で右折に時間がかかる信号として名古屋市内にある 1 つの交差点に注目をした。この交差点は図 1 の地図を見ると、国道 19 号線に位置し、東は栄、西は名古屋駅、南は金山、北は名古屋城と、この交差点から行ける場所は多い。そして、表 1 をみるとどの方向から交差点を通過しようとしても右折に時間がかかっていることがわかる。

表 1 1 台あたりの交差点通過時間 (単位: 秒)

交差点	方角	左折	直進	右折	(左折) - (右折)
日銀前	西	6	13	57	-51
	北	22	36	28	-6
	東	29	60	75	-46
	南	26	44	88	-62

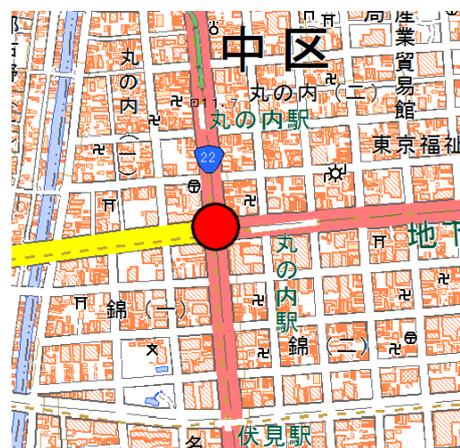


図 1 日銀前交差点の場所 [4]

4 格子状道路網による時間損失

図 2 のような 3×3 の格子状道路網を考え、その道路網で考えられる 72 通りの全ての始終点について、均等に道路を利用した場合と、右左折の回数を考慮して経路選択をしている場合で時間損失に関する比較を行う。また、格子状道路網での交差点の設定であるが、図 2 をみると 1, 3, 7, 9 の地点は交差しているとは考えられないため 2, 4, 5, 6, 8 の 5 つの地点を交差点として設定をした。

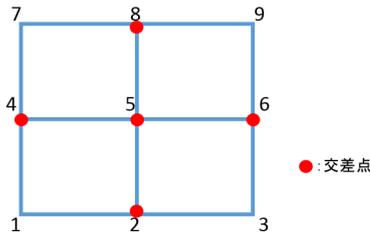


図2 3×3の格子状道路網

4.1 交通量の計算

はじめに道路網における交差点周辺の交通量を計算する。計算する交通量はある交差点に進入して次の行動に移る交通量であり、全ての始終地点のパターンで考えられる経路の交通量において、ある交差点で右折する交通量、左折する交通量、直進する交通量、その交差点で移動が終わる交通量の4つの交通量を計算する。その際、各交通量の値は、総交通量を単純に方向の数で割った値ではないことに注意しなければならない。そして、交通量の計算を全ての経路において均等にリンクを利用した場合と、曲がる回数を考慮して経路を選択した場合の交通量を計算する。ここでいう曲がる回数を考慮するというのは、図2の格子状道路網において右折する回数が1回以下の経路を使用するということである。そのことをふまえ、交通量を計算をした結果を表2と表3にまとめた。

表2 均等利用した場合の交通量

地点	方角	総交通量	直進	左折	右折	移動終了	対向するリンクの直進+左折	損失
5	南	7.33	2.67	1.33	1.33	2	4	5.33
	西	7.33	2.67	1.33	1.33	2	4	5.33
	東	7.33	2.67	1.33	1.33	2	4	5.33
	北	7.33	2.67	1.33	1.33	2	4	5.33
2	西	5.33	2	1.5	0	1.83	0	0
	東	5.33	2	0	1.5	1.83	3.5	5.25
	北	7.33	0	1.5	1.5	4.33	0	0
4	南	5.33	2	0	1.5	1.83	3.5	5.25
	東	7.33	0	1.5	1.5	4.33	0	0
	北	5.33	2	1.5	0	1.83	0	0
6	南	5.33	2	1.5	0	1.83	0	0
	西	7.33	0	1.5	1.5	4.33	0	0
	北	5.33	2	0	1.5	1.83	3.5	5.25
8	南	7.33	0	1.5	1.5	4.33	0	0
	西	5.33	2	0	1.5	1.83	3.5	5.25
	東	5.33	2	1.5	0	1.83	0	0

表3 右左折数が1回以下の場合の交通量

地点	方角	総交通量	直進	左折	右折	移動終了	対向するリンクの直進+左折	損失
5	南	6	3	0.5	0.5	2	3.5	1.75
	西	6	3	0.5	0.5	2	3.5	1.75
	東	6	3	0.5	0.5	2	3.5	1.75
	北	6	3	0.5	0.5	2	3.5	1.75
2	西	6	3	1	0	2	0	0
	北	6	0	1	1	4	0	0
	東	6	3	0	1	2	4	4
4	南	6	3	0	1	2	4	4
	東	6	0	1	1	4	0	0
	北	6	3	1	0	2	0	0
6	南	6	3	1	0	2	0	0
	西	6	0	1	1	4	0	0
	北	6	3	0	1	2	4	4
8	南	6	0	1	1	4	0	0
	西	6	3	0	1	2	4	4
	東	6	3	1	0	2	0	0

どちらも交差点周辺のリンクにおいて、右左折直進及び移動終了いずれかの行動の交通量の値を計算し、それらを

全て足すと総交通量になる。また、対向するリンクの交通量は表2の地点5の南での行を例にすると、対向するリンクは図2からわかるように北側であり、南から右折する際の対向する交通量は北から直進する交通量と北から左折する交通量の和であり $2.67+1.33=4.00$ が対向する交通量となる。

4.2 交差点周辺と道路網全体の時間損失

4.1節において交差点周辺の各行動の交通量を計算した。そこで右折の交通量と対向する交通量を利用して交差点を右折しようとするどれほどの時間損失となるのかを計算する。時間損失は、(対向する交通量)×(右折する交通量)×(交差点通過時間) という計算式で表現されると考え、表2と表3において各リンクの(対向する交通量)×(右折する交通量)の値を損失の列に対応させている。そして、図2での各交差点の通過時間は一定と仮定した上で交差点通過時間を a 秒とし、表2の地点5の南での損失を計算すると $5.33a$ 秒となり、この道路網全体での損失は $42.3a$ 秒の損失が発生していることになる。また、表3において道路網全体の損失を計算すると $23.0a$ 秒となる。したがって、均等利用の場合の表2、右左折数が1回以下の場合の表3の損失を比較すると、中心部ほど曲がる回数を考慮した場合の方が損失が少なく、さらに道路網全体で見ても曲がる回数を考慮すると損失が少ないということがわかる。

5 おわりに

格子状道路網において全体の経路で考えた場合、曲がる回数を考慮した方が都市全体での時間損失も小さくなり、道路を均等に利用した場合よりも交通量は少なくなったため、少なからず混雑が解消されることもわかった。しかし、これは信号が青になると同時にその交通量が一気に右折をした場合であり、信号のサイクルを考えていない。今後の発展としては、信号のサイクルを考慮して、均等利用した場合と曲がる回数を考慮した場合で都市全体での時間損失の比較が出来るのではないかと考える。

参考文献

- [1] UPSのホームページ:
<https://www.ups.com/jp/ja/Home.page>
2017年9月 アクセス
- [2] HowRightTurnsSavedOneCompany\$3Million:
<http://alicia-arnold.com/2012/01/20/creativity-how-right-turns-saved-one-company-3-million/>
2017年7月 アクセス
- [3] NAVITIME 全国版移動ビッグデータ公開サイト
<https://consulting-app.navitime.biz/public/>
2017年7月 アクセス
- [4] 地理院地図(国土地理院):<https://maps.gsi.go.jp/>
2018年1月 アクセス