

立ち寄る場所を含めた経路検索のためのツイート数に基づく混雑予測

永澤 勇樹[†] 服部 峻[†]

[†] 室蘭工業大学大学院 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1

E-mail: [†]14043031@mmm.muroran-it.ac.jp, hattori@csse.muroran-it.ac.jp

あらまし 旅行などにおいて、行程を組む際には様々な要素が考慮される。多くの経路検索エンジンで見られるように、一般的には最短時間経路や最安値経路が最も重要とされるであろう。だが、必ずしも早く行く必要が無い場合や、格安で行く必要が無い場合もあり、それら以外の点を考慮したい事もある。本稿では、他に考慮する要素として、途中で立ち寄る事に着目した。最短時間経路では、休憩できる機会が全く無い場合もあり得る。途中下車して飲食したり、イベントに参加したりできる場所が行程の要素になると考えられる。また、立ち寄りに最適な場所が複数ある場合、選択する判断基準が必要である。途中で立ち寄る場所を選択する判断基準は複数考えられるが、本稿では特に立ち寄る場所における「混雑」に着目した。混雑によって旅行の予定が狂い、またその場所で体験できなくなるという事があるからである。混雑率の測定としてカメラ等を用いて物理的に測る手法もあるが、Web 上での短文投稿サービスであるツイッターを用いて予測する手法を検討した。

キーワード 経路検索, 立ち寄り, 混雑, ツイッター

Tweet-based Crowd Forecast for Path Search with Stop-off Points

Yuki NAGASAWA[†] and Shun HATTORI[†]

[†] Muroran Institute of Technology Mizumoto 27-1, Muroran, Hokkaido 050-8585, Japan

E-mail: [†]14043031@mmm.muroran-it.ac.jp, hattori@csse.muroran-it.ac.jp

Abstract To plan a travel route needs various factors. As seen in many route search engines, most people prefer shortest-time or least-cost routes. However, we are not always necessary to get shortest-time or least-cost routes, and we sometimes want to consider the other factors. This paper focuses on stop-off points as another factor to find routes. The shortest-time routes sometimes have no break time. Therefore, stopover places to eat meals or to join events can become factors to determine a travel route. Also, it needs determination criteria to select suitable stop-off points from some places. Although there are various determination criteria to select suitable stop-off points, this paper focuses on “Crowd” at the points. Due to crowd at stop-off points, a travel plan with stop-off points is sometimes disrupted, or experiences at stop-off points are sometimes dropped. There are some methods to measure the rate of crowd (e.g., physically-sensed by using cameras), while this paper has carried out the evaluation using Twitter, which is a SNS that enables users to send short messages, to estimate the rate of crowd.

Key words route search, stop-off points, crowd, Twitter

1. まえがき

経路を決定する時には、様々な要素が決定要因となる。例えば、目的地まで早く着く、乗り換えが少ない、費用が掛からない等である。また、時刻も要素となるであろう。しかし、多くの経路検索エンジンでは通る経路または乗車する交通機関に関する情報のみ書かれている事が多い。移動中に見られる風景や、乗り換え時間中にできる事は重要視されていない。

特に乗り換え時間の過ごし方、例えば乗り換え駅で 60 分以上

ある場合、その間に何が出来るかはユーザが調べる前提となっている。実際にはその駅ではなく、途中までしか行かない列車に乗って、その先の駅で待つ方が有益という事もあり得る。以上の事から途中で体験できる事、例えば途中で下車して食事する事や途中で見られる風景なども経路を決定する要素と成り得ると考えられる。

途中に立ち寄る場所を決定する判断基準は多数ある。例えば食事のみで考えた場合、立ち寄る時点における時刻、最寄り駅から立ち寄る場所までの距離と所要時間、天候、食べられる食

事、値段、評判、混雑などが挙げられる。以上の多数の判断基準のうち、本稿では混雑に注目した。混雑によって、想定した時間以上に時間が掛かり予定が狂う事、また体験を断念する事があるからである。また、旅行等で寄る場所を決める際に、リアルタイムで得た混雑度が Web サイト等に乗っている事が殆ど無いというのも、混雑に注目した理由である。

混雑を測定する既存手法はいくつかある。カメラ等ハードウェアを用いて、混雑を測定したい場所をその場で物理的に観測する手法である。この方法では、店の許可または事前準備が必要であり、また、来客の許可を得る必要もある。そこで本稿ではツイッター等、Web 上で公開されている情報を用いて、現実世界での物理現象、特に混雑度を予測する手法を検討した [1],[2]。具体的には、単回帰分析に基づいて、その店に居る事を表すツイート数から混雑度を予測するという手法を試みた。

2. 従来手法

本章では、経路検索と混雑度測定に関する従来手法の問題点について挙げ、提案手法の有用性についても述べる。

2.1 経路検索

例えば、札幌～名寄をジョルダンの「18 きっぷ検索 [3]」を用いて経路検索した場合、旭川で 135 分の乗り換え時間が発生する。乗り換え時間がある事以外に情報は殆ど無く、乗り換え時間中の過ごし方については考慮されていない、あるいは、旅行記等を検索してユーザが自分で調べる前提だと思われる [4]。乗り換え駅の周辺情報を知る事は、乗り換え駅について調べる事で得られる。この場合、乗り換え駅を決めてから、立ち寄る施設を決めなくてはならないという事になる。

また、乗り換え駅の周辺施設以外でも待ち時間を過ごすという選択肢はあるはずである。例えば表 1 のように、135 分の待ち時間の間にある、途中までしか行かない列車に乗ってその先で待ち時間を過ごすという選択肢もあるはずである。多くの駅を巡りたい場合や、静かな環境で過ごしたい場合に有効であり、立ち寄る場所を考慮した経路検索の需要はあると考えている。

2.2 混雑度測定

混雑度を測定する手法として、以下が考えられる。

- (1) Wi-Fi 等、端末から発信される電波から店内の端末数 (=客数) を推測 [5],[6]
- (2) 店内カメラの映像から推測 [7],[8]
- (3) 測定要員を配置
- (4) SNS にある今居る事が分かる文章から推測

1 から 3 は、ハードウェアを用いて測る手法であり、測定に必要な機器を用いなければならない。この手法ではいずれも店側が一方向的に客からデータを収集して公開する形となる。プライバシーの問題に関わるため、事前に客への説明が必要となるだろう。また混んでいる情報が提示される事によって、空いている他の店に客が流れる可能性があり、混雑度を公開するのはあまり好ましくないと考える店もあるであろう。

4 つ目の手法は SNS に各ユーザが投稿し公開された内容を用いて混雑度を測る手法である。本稿で想定しているのはツイッターで、自分の居場所を自ら投稿する事がある。また、Swarm [9] 等、位置情報の発信を行う外部アプリがあり、容易に位置情報の発信を行う事ができる。位置情報は GPS による位置情報の他、その場所で見られる風景、場所や住所名を書く等によって表されている。そのため、リアルタイムでそのユーザが今どの辺りに居るかが分かるのである。人気の場所においては同じ場所に居るツイートが複数のユーザから発信される事がある。これを利用して居留守や外出中、自宅の発見に繋がる事が問題となったが、同じ場所から発信しているツイートの多さにより、混雑している事が分かると考えた。また、自ら情報を発信している事から、プライバシーの問題にはならないであろう。自らここに居る事を発信しているツイートを用いて、ある施設における混雑度を測れないかと考えた。

ツイッターは非公開アカウント以外のツイートを検索する事ができる。施設名を用いて検索した結果から、今居る事が分かるツイートのみを抜き出して混雑度を測る。予想としては飲食店の場合、昼食時と夕食時に混む事が多いため、今居る事を示すツイートの数もそれと相関があると考えた。

表 1 待ち時間を減らした経路との比較

従来手法による経路				待ち時間を減らした経路											
駅名	時刻			駅名	時刻			駅名	時刻						
札幌	6:00	発		札幌	6:00	発									
旭川	8:56	着	待ち時間 2:15	旭川	8:56	着	待ち時間 0:32								
	11:11	発													
旭川四条		↓		旭川四条		↓		折り返し			待ち時間				
								旭川四条	10:00	着	→	旭川四条	10:35	発	0:35
永山		↓		永山	9:41	着	→	永山	9:49	発	待ち時間 0:08	永山		↓	
				折り返し											
												比布	10:54	着	待ち時間 0:37
													11:37	発	
名寄	12:31	着						名寄	12:31	着					

3. 立ち寄る場所による経路検索

本章では、立ち寄る場所を含めた経路検索「(仮称)道草サーチ」を提案する。途中で立ち寄る場所を決めるために必要な項目として以下のようなものが考えられる。

- 最寄り駅から立ち寄る場所までの距離または所要時間
- 立ち寄る場所での滞在時間
- 立ち寄る場所での目的(またはその場所でできる事)

立ち寄る場所として「飲食店」に特化した場合、立ち寄る店を選択するのに必要な情報として以下のようなものが考えられる。

- 外観の写真
- 食品の写真とメニュー
- 値段
- 雰囲気
- 評判
- 天候
- 混み具合

これらの情報を取得する手法について説明する。立ち寄る場所については、駅周辺の情報を Web 検索する事で得られる。立ち寄る場所が得られれば、立ち寄る飲食店を選択するのに必要な情報の多くが既存のデータベースから得られる。公式サイトがあるのならはこちらの方が信頼度が高いが、公式サイト情報は殆ど変わる事が無く、既存のデータベースの利用でも問題無いと考えられる。

一方で、天候と混み具合は常に変化しており、立ち寄る時刻毎に測る必要がある情報であるため、データベースを利用する手法が使えない。天候は気象情報からいつでも得られる一方で、混雑具合をリアルタイムで得る手法は殆ど無い。混雑が判断基準となる理由として、混雑が原因で予定よりも時間が掛かり、今後の予定が狂う事、また混雑を理由に途中で立ち寄った場所での体験を断念するという事があるからである。

立ち寄る施設で経路を選ばせるためには、起点と終点を入力すると経路が複数表示されて、立ち寄る施設毎にユーザが経路を選択する形が望ましい。公式サイトまたは既存のデータベースから得た情報と現在または立ち寄る時における予想混雑度を表示して、ユーザに選択させる。最初に混雑度を表示すると、混雑度のみで判断する事がある。ユーザが望む場所や得られる

物によっては、多少混んでいても問題無い場合にも関わらず、混雑度のみで判断してしまうからである。

提案する「道草サーチ」のインターフェースのイメージを図 1 に示す。このシステムは鉄道旅行を想定しており、検索条件として起点と終点、出発時刻または到着時刻の他に、立ち寄る場所を絞る条件である「立ち寄る目的」「要素」「立ち寄り場所における時間の余裕」を入力すると、最初に立ち寄る場所の候補が近くにある駅が表示される。駅を選択すると各施設への所要時間、滞在時間が表示される。次に施設の情報が表示される。例えば営業時間、外観の写真やメニュー等である。最後に混雑度が表示される。これらの情報からユーザが途中で立ち寄りたと思った施設を経由する経路検索結果が出力される。

4. ツイッターを用いた混雑度測定

本章では混雑度と今居る事を表すツイートの定義について説明する。

4.1 混雑度の定義

混雑度とツイート数との相関を調べるうえで、実際に飲食店の混雑度を求めた。混雑度を測るうえで、以下を定義する。

- 座席数…店内にある座席数
- 店内人数…店内の座席に座っている人数
- 座席占有数…空いていない座席

座席占有数は座席配置の都合上、座っている人が居ないのに座れない席である。例えば、4人テーブルで一人で座っている場合は人数は1、座席占有数は4となる。その他に、手荷物が置かれている席も座席占有数として数える。混雑度は人数/座席数で求める。調査においてそれだけのために店内に入る事は好ましくないと考え、店内の座席と来客数両方全てを数えているわけではない。座席数は店全体の座席数ではなく、店外から目視で確認できる数であり、人数と座席占有数も同様である。

4.2 ツイート数に基づく混雑予測

調査した時刻の30分前からその時刻までのツイート数が対象である。食事の時間は30分と仮定し、ツイート開始から30分はその場に居るという前提である。今その場に居る事が分かるツイートを数える。例えば、「～にて」「来た」「居る」等、読

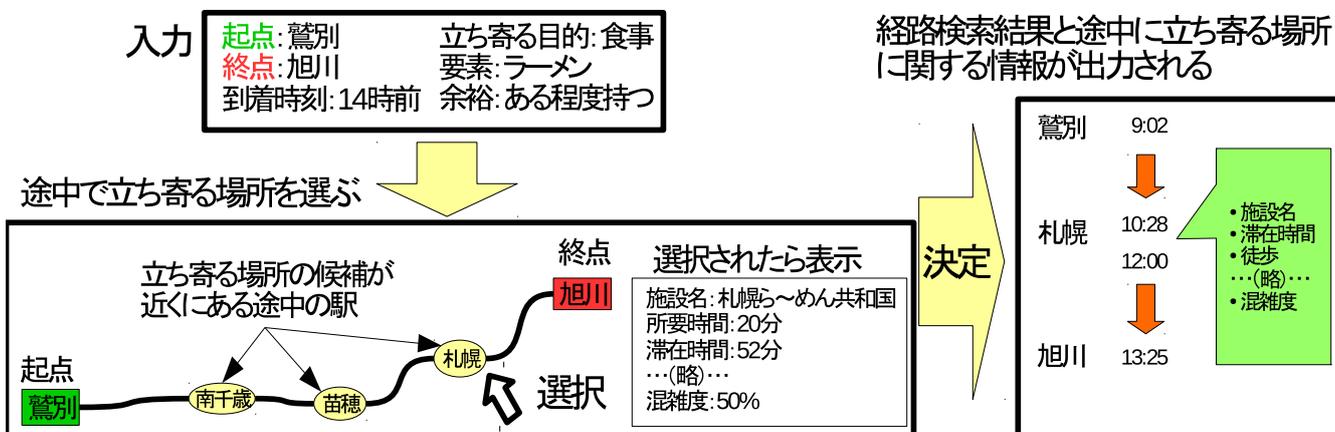


図 1 提案システムのイメージ

Fig. 1 An overview of the proposed system.

んでそこに居る事が読み取れる文章である。他に基準として「～なう」や「I'm at」「@ (場所名)」「(場所名と写真が載っているツイート)」と書かれたツイートを用いる。これから行く事が読み取れるツイートもあり、その場合はツイート時刻から30分後にその場に居ると仮定する。ツイートの内容の他、返信やその後のツイートから判断できる場合がある。キーワード以外でツイートを検索するのは困難であるため、店名が入っているツイートを用いる。しかしこの方法では、ツイートに店名が入っていないと探すのが不可能である。また、非公開アカウントからのツイートは閲覧できない問題もある。そのうえ、今居る事とこれから行く事の表記方法が多数ある事から、ツイート全てから得る事は難しいだろう。また、本当に今そこに居るとい保証は無いが、確かめる方法は無い。

人間がツイートを発信している以上、店内の人が多くと店内に居る事が分かるツイートも多いと思われる。その事から、ツイート数と実際の混雑度から単回帰分析を用いて近似式を求め、混雑度の予測が行えると考えている。

5. 今居るツイート数と混雑度の相関に関する調査

本章では、ある飲食店を対象に人手で実際に測った混雑度と今居るツイート数の調査方法と結果について述べる。

5.1 調査方法

混雑度の調査対象として、札幌駅エスタ 10 階の「ら～めん共和国」を選んだ。「ら～めん共和国」はフードテーマパークで 8 つの店で構成されており、この調査では 8 つの店全て合計した値を用いる。一軒当たりでは十分なツイート数が得られないからである。8 つの店全てを調査した値を用いるため、調査時刻は一瞬ではない。調査開始と終了時刻の中間値を調査時刻とする。一回の調査に掛った時間は約 10 分である。また、総座席数は 250 席である。店内に座っている人のみを数え、列に並んでいる人は数えない。

ツイート数については「ら～めん共和国」の他によく見られる誤表記である「ラ～メン共和国」「らーめん共和国」「ラーメン共和国」を用いて検索した結果の中から、今ら～めん共和国に居る事が分かるツイート数を数える。今向かっている事が分かるツイートについては、30 分後に到着するものとして考える。実際に居るまたは行く保証は無いが、その時間にその場に居るとする。また、同一アカウントによるツイートが調査時間内に複数ある場合は、一つとして数える。リツイートは結果から除外する。ツイートの収集には Twitter4J [10] を用いる。今居るツイートまたはこれから行くツイートの判断基準は明確になっておらず、第一著者の判断によって行われた。

5.2 調査結果

実際に測った店内人数と占有数、同時刻で投稿された 30 分前までのツイート数と今居るツイート数を図 2 から図 6 に記す。調査日は 6 月 10 日, 6 月 12 日, 6 月 14 日, 6 月 15 日, 7 月 29 日である。都合上、各調査日とも営業時間全てのデータを得る事ができなかった。営業時間は 11 時から 22 時であるため、11 時と 22 時の店内人数と占有数を 0 とする。

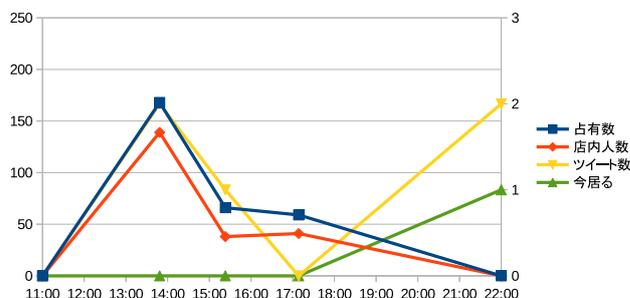


図 2 6月10日の店内人数とツイート数

Fig. 2 The number of customers and tweets on 10th June.

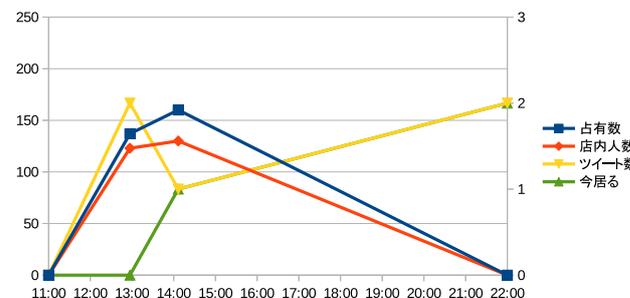


図 3 6月12日の店内人数とツイート数

Fig. 3 The number of customers and tweets on 12th June.

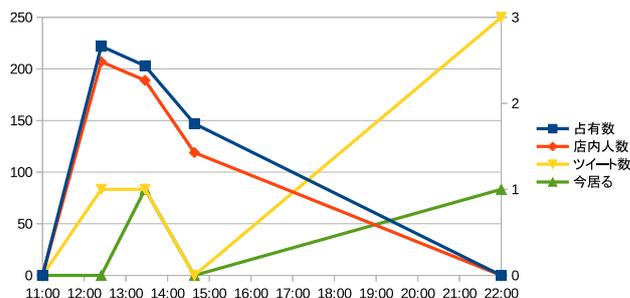


図 4 6月14日の店内人数とツイート数

Fig. 4 The number of customers and tweets on 14th June.

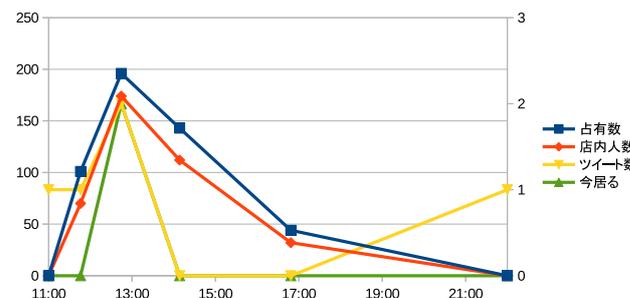


図 5 6月15日の店内人数とツイート数

Fig. 5 The number of customers and tweets on 15th June.

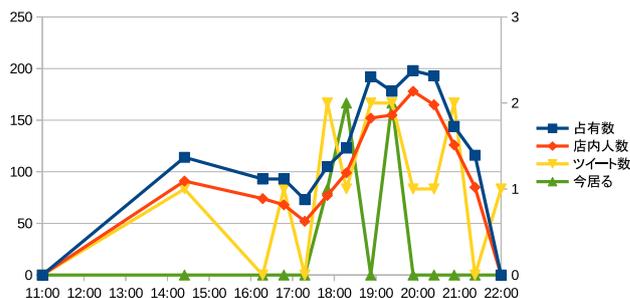


図 6 7月29日の店内人数とツイート数

Fig. 6 The number of customers and tweets on 29th July.

店内人数及び占有数については、各日とも12時から13時と19時から20時30分の間に店内人数が最も多く、200席近くとなっている。昼食と夕食時の影響であると考えられる。店内人数と占有数両方が総座席数の250に達している事は無いが、実際には8つのうち幾つかの店が混んでいる時があった。また各店に空いている席があるにも関わらず満員となり、行列が発生して店があった。実際に店内人数及び占有数が最大数にならなくても行列が発生して混雑すると考えられる。占有数と店内人数の差はあまりないようだが、テーブル席とカウンター席の割合で結果が大きく変わると考えられる。

ツイート数と店内人数及び占有数との関係については、図2のように最も店内人数の多い14時の今居るツイート数が0であるように、最も店内人数が多い時に今居るツイート数が多いとは限らない。その一方で図5のように、店内人数が多い時に今居るツイート数がある場合があり、相関が無いとは言えない。また、得られた30分前までのツイート数は最大3件であり、今居るツイートも最大2件と少ない。店内人数と占有数の変化率と各ツイート数の変化率に大きな差があるため、正確な予測は困難であると考えられる。

6. 考 察

本章では、混雑度とツイート数の関係に関する考察を述べる。

調査時刻から30分前のツイート数が最大3件と少ない理由としては、店名が載っているツイートのみを対象としたからであると考えられる。ツイートの検索手法にキーワード検索があり、この検索手法から今居る事を示すツイートを得るには店名を用いるのが効率が良い。しかし、実際にその場に居る事を示すツイートには写真のみを載せる等文字を用いない、または「着いた」等店名を用いず一単語や動詞のみのツイートが多く、このようなツイートを既存のキーワード検索のみで得るのは難しい。また、ツイートを遡って調査する事が大変であるため、タイムラインやリプライによる判断は考慮しなかった。

各調査日の全調査時間における今居るツイート数と占有数及び店内人数の相関係数を表2の(a)に載せる。調査した時刻に空きがある事や全時間について調査できなかった部分もあり、相関は殆ど無い。理由として、店内人数が最も多い時と今居る

ツイート数が最も多い時が同じとは限らないからであると考えられる。混んでいる時にツイートをする余裕が無いからであろう。その一方で、図5を除くと今居るツイートよりも店名が載っているツイート全体を用いた方が良い結果になる場合がある。また、図2から図6の5つ全ての22時は営業終了時刻で店内人数と占有数が0にも関わらずツイート数がある。21時30分から22時までのツイートなのであり得るが、営業終了時間以降であり店内人数と占有数の両方が0だと分かる事、この時間に店に行く必要は無い事から、終了時間のツイート数を0と見なしても良いだろう。以上から、22時のツイート数を0とした時の相関係数の値も表2の(b)に載せる。また、開店時と閉店時を除外した時の相関係数も表2の(c)に載せる。

全ての時間を用いるよりも、閉店時のツイートを0にする、または開店時と閉店時を除いた結果を用いた方が良いと考えられる。店名を単に含むだけのツイートを用いるか今居るツイートを用いるかについては、6月15日は今居るツイートを用いた方が、7月29日は全体を用いた方が相関係数が大きくなっており、表2のみではどちらが良いとは言えない。但し、7月29日は調査点が多い事と間隔が狭い事を考えると、ツイート全体を用いた方が良いと考えられる。6月10日は22時以外の今居るツイート数が0であるため、計算不可となっている。また、6月12日は調査点が四つしかなく、最初と最後を除外すると調査点が二つになるため、相関係数が1または-1となっている。

図7から図11は単回帰分析の結果である。表2の(a)で、今居るツイート数と店内人数の相関係数が最も高かった6月15日の結果を用いて、単回帰分析によって2つのデータ間の近似式を求めた。この近似式に基づいて、各調査日の30分毎の今居るツイート数を当てはめて求めた店内人数の予測値と、調査した店内人数とを比較した図である。図9と図11からは、実際の店内人数の最大値と単回帰分析で求めた近似式による最大値の時刻が一致していない。最も混んでいる時にツイート数が最も多いとは限らないからであると考えられる。また、図7と図8と図10は後ろ半分が調査結果に似ているが、実際は夜間の調査が全くできずデータが無いため調査結果の通りにはならず、図11のように19時頃に店内人数が多くなるであろう。

表2 ツイート数と店内人数及び占有数の相関係数

		(a) 全時間を対象とした場合		(b) 閉店時のツイートを0件と見なした場合		(c) 開店時と閉店時を除外した場合	
		占有数	店内人数	占有数	店内人数	占有数	店内人数
6月10日 (図2)	今居る	-0.4767	-0.4285	計算不可	計算不可	計算不可	計算不可
	全体	0.3965	0.4307	0.9200	0.9101	0.8933	0.8527
6月12日 (図3)	今居る	-0.2533	-0.2846	0.6628	-0.6088	1.0000	1.0000
	全体	0.2533	0.2846	0.8527	0.8872	-1.0000	-1.0000
6月14日 (図4)	今居る	-0.1090	-0.0779	0.4586	0.4827	0.2739	0.3229
	全体	-0.2778	-0.2439	0.8291	0.8707	0.9699	0.9811
6月15日 (図5)	今居る	0.7067	0.7787	0.7067	0.7787	0.7765	0.8436
	全体	0.2980	0.3657	0.5219	0.5674	0.7029	0.7266
7月29日 (図6)	今居る	0.2064	0.2072	0.2064	0.2072	0.0804	0.0912
	全体	0.6065	0.5955	0.6580	0.6493	0.5206	0.5038

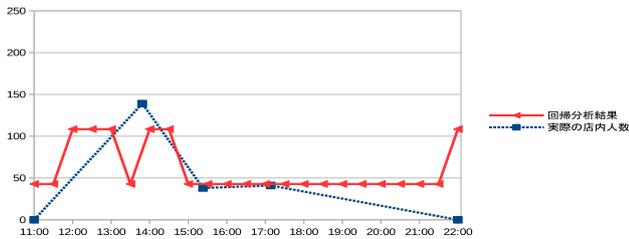


図 7 6月10日の単回帰分析に基づく店内人数と実際の店内人数
Fig. 7 The number of customers based on single regression analysis and manual survey on 10th June.

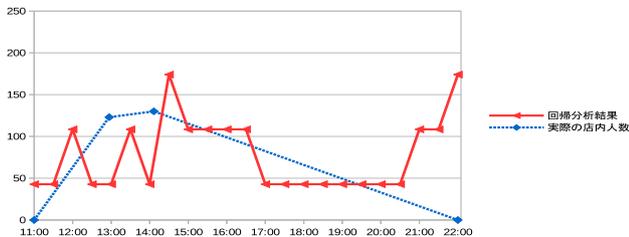


図 8 6月12日の単回帰分析に基づく店内人数と実際の店内人数
Fig. 8 The number of customers based on single regression analysis and manual survey on 12th June.

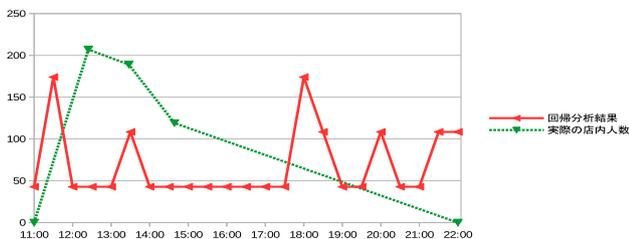


図 9 6月14日の単回帰分析に基づく店内人数と実際の店内人数
Fig. 9 The number of customers based on single regression analysis and manual survey on 14th June.

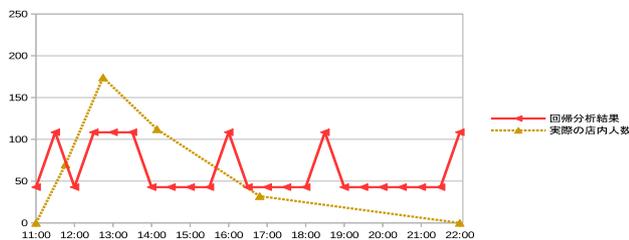


図 10 6月15日の単回帰分析に基づく店内人数と実際の店内人数
Fig. 10 The number of customers based on single regression analysis and manual survey on 15th June.

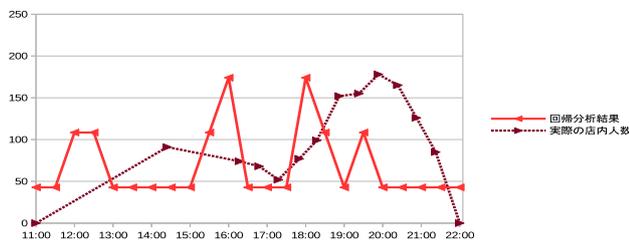


図 11 7月29日の単回帰分析に基づく店内人数と実際の店内人数
Fig. 11 The number of customers based on single regression analysis and manual survey on 29th July.

7. まとめと今後の課題

本稿では、途中に立ち寄る事が旅行の経路を決める要素となる事、また、最適な立ち寄る場所を決めるための判断基準としての「混雑」をツイッターを用いて測る事を提案した。

ツイート数から混雑度を予測する事については、今居る事が分かるツイートを得る必要がある、その手法として店名が入っているツイートからその場に居る事が分かるツイートを選ぶ手法を用いた。今回の調査においては、内容を一切考慮せずに食事前にツイートしたという前提で考え、調査時間から30分前のツイート数を用いた。しかし実際には店名を用いずに今居る事を表すツイートもあり、これらを得る手法が今後の課題になると考えられる。そのためツイート数が少なく、そのうえ相関係数が低いため、正確な値を出す事が難しいと考えられる。また、ツイートするタイミングは食前、食事中、食後のいずれかがあり、明らかに食後のツイートもあった。Swarm [9] のようなチェックインアプリを用いたツイート等、特定できない場合があるが、ツイートの内容から時期を特定してそれぞれ重みを付ける等の必要があるだろう。

今後の課題としては、正確に混雑度を予測する事は難しいため、ランク付けや目安という形で出力する必要がある。そのために、時刻またはツイートの発言内容と混雑度の関係をより詳しく調べる必要がある。また、ツイートの中身に重みを付ける事、今居るツイートの基準を見直す事、ツイートの後のタイムラインや返信をチェックして今居るかどうかを判断する事によって、発見できる今居るツイート数を増やす必要がある。

文 献

- [1] Shun Hattori, "Granularity Analysis for Spatio-Temporal Web Sensors," WASET International Science Index (International Scholarly and Scientific Research & Innovation), Vol.7, No.2, pp.700-708 (2013).
- [2] Shun Hattori, "Spatio-Temporal Web Sensors Using Web Queries vs. Documents," Journal of Automation and Control Engineering (JOACE), Vol.1, No.3, pp.192-197 (2013).
- [3] ジョルダン, 青春 18 きっぶ検索, <http://www.jorudan.co.jp/norikae/seishun18.html> (2015).
- [4] 永澤 勇樹, 吉田 京平, 服部 峻, "モバイル端末における旅行記の理解支援のための行程抽出と地図化," 電子情報通信学会 モバイルネットワークとアプリケーション研究会, 信学技報, Vol.114, No.31, MoNA2014-4, pp.19-24 (2014).
- [5] 中野 隆介, 沼尾 雅之, "無線 LAN アクセスポイントへの検索要求を利用した鉄道車内混雑度推定," 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム DEIM Forum 2012, A10-1 (2012).
- [6] 荻原 崇, 諏訪 敬祐, "Wi-Fi パケットセンサとクラスター分析を用いた屋内での混雑度推定手法," 情報処理学会第 77 回全国大会, 2W-03, pp.3-315-316 (2015).
- [7] 寺田 賢治, 山口 順一, "カラーカメラを用いた通行人数計測システム," 電気学会論文誌 D, Vol.118, No.3, pp.322-328 (1998).
- [8] 庭川 誠, 恩田 寿和, "監視カメラ映像中の局所的な動き検出とイベント累積による時間的かつ空間的な混雑度調査," 電気学会論文誌 D, Vol.124, No.10, pp.1060-1066 (2004).
- [9] Swarm, <https://ja.swarmapp.com/> (2015).
- [10] Twitter4J, <http://twitter4j.org/ja/> (2015).