

位置・発話・会計データを用いた配膳待ち時間推定の試み Toward Lead Time Estimation in a Japanese Restaurant using Position, Voice and POS Data

野尻 弘也†

Hiroya
Nojiri

竹原 正矩†

Masanori
Takehara

前山 賢人‡

Kento
Maeyama

田村 哲嗣†

Satoshi
Tamura

蔵田 武志*

Takeshi
Kurata

速水 悟†

Satoru
Hayamizu

1. はじめに

今日、日本の労働者の約7割はサービス産業に従事しており、日本の経済や国民生活においてサービス産業の果たす役割は大きい。しかし、製造業あるいは他の先進国と比較して、日本のサービス産業、とりわけ、外食産業はサービス産業の中でも生産性が低いと言われている。その理由として、顧客が昼食や夕食時などの繁忙期に集中し、業務時間全体を通して安定した利益を上げることが難しいことが挙げられる。いかに、繁忙期に効率よく、そして限られた時間でより満足度の高いサービスを提供するかが、生産性を上げる鍵となる。

本研究では配膳待ち時間に着目する。配膳待ち時間とは、レストランにおいて顧客を注文してから配膳されるまでの時間である。配膳待ち時間を知ることで、効率良くサービスを提供できているかどうかが明らかになる。また、注文伺い、配膳や調理場での作業に関する従業員の労働負荷を計測することにも活用できる。顧客にとっても、配膳待ち時間の短縮化によるサービスの質の向上や、いつ料理が来るのかを知ることができるため待ち時間中のストレスが減るなどの利点がある。

サービスに対する待ち時間を推定する研究として、待ち行列理論が用いられることが多い。柳沢らは、複数窓口の行列に対して平均待ち時間と追い越し頻度の理論解析とシミュレーションを行った[1]。石垣らは、医療機関で可搬型 RFID 端末を用いて患者の診察待ち時間を推定するシステムを提案している[2]。我々が対象とするレストランにおいても、来店から着席するまでの入店待ち時間や料理の配膳待ち時間に対して顧客の来店頻度の解析が可能であるが、本研究の扱う範囲は行動計測との関連のみに限定する。

我々は、レストランの従業員に対して行った行動計測から得た位置データ、発話データや、顧客の会計データを元に、配膳待ち時間の推定を検討している。配膳待ち時間と類似した指標として、顧客の注文を POS 端末に入力してから、料理完成までの時刻を料理の提供時刻として、CMS (Cooking-process Management System) を用いて分単位で計測する試み[3]があり、CMS を導入することにより、料理の提供時刻が短縮されることが確認されている。しかし、顧客側からみた配膳待ち時間には、料理の提供時刻に加え、注文をとってから POS 端末に入力する

までの時間、料理完成から配膳までの時間も考慮されるべきであると我々は考えている。

本研究では、顧客視点での配膳待ち時間を自動で正確に推定することを最終目的とする。本稿では、自動推定に向けて、接客に従事する従業員の位置データおよび発話データ、POS 端末の会計データを題材として注文・配膳に関する時刻の調査と、推定に向けた可能性を分析する。なお、これらのデータの収集には日本食レストランがんこ銀座4丁目店のご協力を頂いた。

2. 行動計測とデータ収集

2.1 行動計測について

産総研のサービス工学センターにて、レストランの接客従業員を対象とした行動計測を行った[4]。従業員には PDR(Pedestrian Dead-Reckoning)センサ、IC レコーダ、マイククロフオンを装着し、従業員の業務中の位置(3軸加速度、方位)と発話に関する音声を収録した。使用した機器と装着の様子を図1に示す。なお、店内には RFID タグを設置し、計測した位置データの補正を行った。この他に、顧客の注文・会計時に従業員が入力する POS 端末の会計データを併せて収集した。会計データは注文時にメニュー1種類あたり1件入力され、注文された個数、テーブル番号、注文完了時刻、会計完了時刻が含まれている。本研究では、位置データ、発話データ、会計データの3種類を用いて、注文・配膳時刻に関する分析を行う。

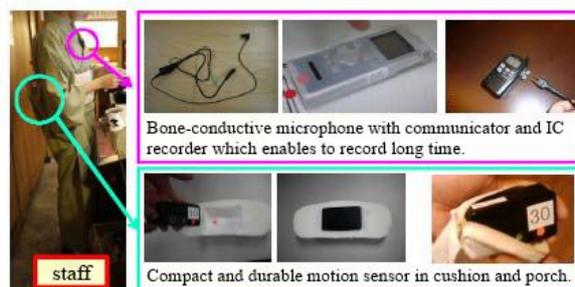


図1: 従業員の行動計測に使用したセンサとマイクロフォン

2.2 店舗について

行動計測が行われたがんこ銀座4丁目店は地下1階と地下2階の2階層から成り、客席数は238席である。地下1階部分の見取り図を図2に示す。地下1階部分はカウンター席、テーブル席、小上がり席、座敷席など一般の(予約でない)顧客が主に利用するフロアである。本稿では地下1階で発生した注文に対して分析する。調理場は図2左側にあり、調理場の出口から最も遠い図2右側の客席ま

† 岐阜大学

‡ 長岡技術科学大学

* 産業技術総合研究所

では約 30m 離れている。そのため、料理の運搬は台車を用いて行われる。お茶やお酒などを用意するパントリーはフロアの中央部分にあり、飲料の準備はそこで行われる。

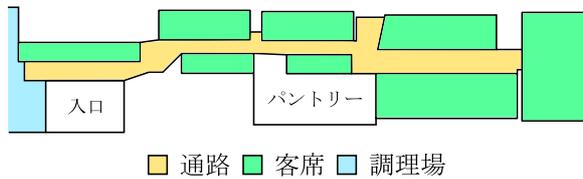


図2: 銀座4丁目店地下1階の見取り図

3. 注文・配膳時刻の決定

3.1 配膳待ち時間の定義

レストランにおいて、顧客がメニューを注文してから配膳されるまでの従業員の作業と流れは図3のようになる。図3の横方向は時間の経過を表す。時刻AとBはそれぞれ注文に関する会話の開始・終了時刻である。以下、時刻Bを注文終了時刻とする。時刻Cは注文内容をPOS端末で調理場に送信した時刻であり、同時に調理場が注文を開始する時刻でもある。時刻Dは料理の調理が終了して客席へ運搬を開始する時刻である。時刻Eは客席への運搬を終えて配膳に関する会話を開始する時刻であり、以下、配膳開始時刻とする。

本稿で扱う配膳待ち時間とは、注文終了時刻(時刻B)から配膳開始時刻(時刻E)までの時間である。時刻Cから時刻Dまでの時間を文献[3]では料理の提供時刻としているが、我々は顧客視点での配膳待ち時間を求めるためにPOS入力や料理を運搬する時間も考慮する。本節では配膳待ち時間推定の前段階として、まず、Bの注文終了時刻とEの配膳開始時刻を「人手」で抽出可能かを調査した。

調査を行うデータは、ある日の11時から15時までの注文48件である。ただし、予約客の注文や、ドリンク・副食の注文は除き、定食・主食など各顧客グループのメイン料理の注文を対象とする。



図3: 注文から配膳までの流れ

3.2 注文終了時刻の決定

会計データ(POS端末)に含まれる注文時刻は図3の時刻Cにあたり、分単位で記録されている。大まかな注文終了時刻を知る場合は、会計データの時刻を使用すればよい。しかし、注文終了時刻(時刻B)からPOS入力終了時刻(時刻C)までの時間が長い場合を考慮すると、注文終了時刻として会計データの注文時刻を使用するのはやや不十分と考えられる。そこで、発話データを元に実際の注文終了時刻を調査した。手順は以下の通りである。

- 手順 1-1 注文を受けた従業員の発話データを聴き、注文に関する発話を探す。範囲は、会計データの注文時刻(時刻C)の前後2分とする。
- 手順 1-2 「ご注文はお決まりですか」「お伺いします」などの注文伺いを開始する発話があった時刻を注文開始時刻(時刻A)とする。
- 手順 1-3 「以上でよろしいですか」「メニューをお下げいたします」などの注文伺いを終了する発話があった時刻を注文終了時刻(時刻B)とする。

3.3 配膳開始時刻の決定

配膳開始時刻は、会計データには含まれていないため、位置データや発話データから推測することになる。また、注文を受けた従業員が配膳しているとは限らないため、その時間帯・エリアで作業していた全従業員のデータを参照する必要がある。注文終了時刻の決定と比較して調査に人手がかかるため、発話データから調査する前に、位置データを用いて配膳区間(時刻EからF)の候補を列挙した。手順は以下の通り。

- 手順 2-1 客席を複数の客席エリアに分類(図4)し、ある時点の従業員の位置データを滞在する客席エリアデータに変換する(図5)。
- 手順 2-2 3.2節で求めた注文終了時刻から15分以内の全従業員の滞在客席エリアデータから、その注文の発生した客室エリアに10秒以上滞在した時間帯を、配膳区間の候補とする。候補が見つからない場合、注文終了時刻から15分以内の発話データをすべて聴く。
- 手順 2-3 配膳区間(の候補)の発話データを聴き、「お待たせいたしました」「(メニュー名)」など配膳開始の発話があった時刻を配膳開始時刻(時刻E)とする。
- 手順 2-4 「以上でお揃いですか」「失礼します」などの配膳終了の発話があった時刻を配膳終了時刻(時刻F)とする。

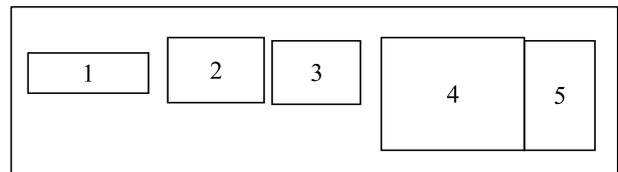


図4: 客席エリアの分割例

Time	Position-X	Position-Y	Area
1012	24.35	6.72	1
1013	24.78	6.21	1
1014	25.62	5.93	2
:	:	:	:

図5: 位置データから滞在客席エリアデータへの変換例

3.4 調査結果

対象とした全ての注文について、発話データ中に注文に関する発話が確認でき、注文終了時刻(時刻 B)を決定することができた。しかし、注文伺いに用いられるフレーズは常に一定しているわけではなく、「はい」しか言わない場合、メニュー名を言わない場合など、人手であっても判断が難しいケースが数件見られた。注文伺いの時間も最短 3 秒、最長 101 秒、平均 24 秒とばらつきがあった。また、注文終了後ほぼ全ての注文に対し、POS 端末の操作音が発話データから確認できた。表 1 に、注文終了時刻(時刻 B)から POS 入力完了時刻(時刻 C)までの時間とその標準偏差を従業員別に示す。従業員によって、POS 入力のタイミングにばらつきが見られるが、POS 端末の操作音も注文終了時刻の推定には有効と考えられる。また、従業員や時間帯によって POS 入力までの時間に違いが大きい場合、それを短縮することもサービスの向上に繋がると考えられる。

表 1: 注文終了から POS 入力完了までの時間

	C-B の平均値	標準偏差
従業員 S	33 秒	20 秒
従業員 T	43 秒	21 秒
従業員 U	14 秒	18 秒

配膳開始時刻(時刻 E)については、手順 2-2 において配膳区間から配膳作業を見つけれない場合もあり、発話データを聞いて配膳開始時刻を決定したものもある。注文 48 件のうち発話データから配膳が確認できたものは 42 件であった。調理時間等の違いから複数回にわたって運搬、配膳する場合もあり、42 件の注文に対して 58 回の配膳を行っていた。配膳中の発話でメニュー名を言っておらず、メニューの説明や運搬開始時(時刻 D)の発話、客数、注文数などを元に決定したデータも約半数ある。

図 6 には配膳待ち時間(時刻 B から E までの時間)の分布を示す。配膳待ち時間の平均は 8 分 2 秒で、標準偏差は 2 分 25 秒であった。全体の約 8 割は配膳待ち時間が 10 分以内であった。

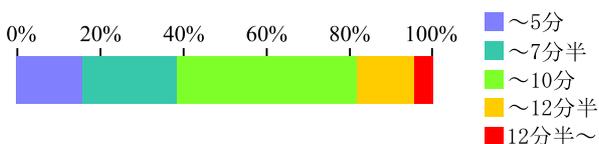


図 6: 注文終了から配膳開始までの時間の分布

4. 正解の配膳時刻と各種データの比較

本節では、正解の配膳時刻と各種データの比較を行い、自動推定の可能性について検討する。まず事前知識として、注文する店のメニューと店の繁忙度によって調理時間はある程度の傾向が見られ、配膳時刻の予測も可能と考えられる。しかし、我々の目的は単なる配膳待ち時間の予測ではなく、位置・発話データなど従業員の行動データから配膳待ち時間を正確に推定することにある。これは、レストランなどメニューが多く配膳方法やルートが複雑で待ち行列理論のような定式化が難しい事象でも、待ち時間を推定できることで様々なサービス分野への応

用が期待されるからである。さらに、従業員の運搬・配膳に関する作業負荷の計測やその効率化といった従業員の行動に着目した配膳待ち時間は現場にとってより意義のある指標と考えられる。

配膳時刻の推定にあたり、我々は図 7 のような 2 段階アプローチを検討している。会計データには、注文メニューや個数が記されている。メニューによって調理プロセスは決まっているため、調理時間(図 3 の時刻 C から D までの時間)はメニューに依存する。すなわち、注文されたメニューからおおよそ何分後に配膳できるか(推定配膳時間帯)は推測可能とみられる。しかし、その時の注文数や客数によって調理作業や配膳作業の時間は前後するため、そのような従業員の忙しさとなる指標を考慮する必要がある。また、正確な配膳時刻の推定については、位置・発話データとの比較が必要となるが、注文して何分後から何分後までの間に配膳するということが分かることは、配膳時刻の候補を探索する際にも重要となる。

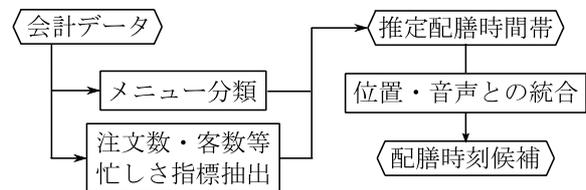


図 7: 配膳時刻推定までのアプローチ(会計データ視点)

4.1 会計データ

配膳待ち時間の大部分を占める調理時間の長短は(1)従業員の忙しさと(2)注文するメニューの種類に大きく左右されると考えられる。会計データからは滞在客数や注文数など、その時の忙しさに関する指標を抽出することができる。メニューと滞在客数や注文数を用いておおよその配膳待ち時間が推定可能であれば、計測においても事前知識として利用できる。

4.2 位置データ

注文・配膳など、何らかの接客作業中は、注文のあった客席テーブル付近に留まる可能性が高く、作業中の位置データは客席テーブル付近に集中するはずである。すなわち、従業員の位置データからどの客席テーブルで作業をしていたかを推測することが可能と考えられる。本稿では位置データを座標データとして使うのではなく、図 4 で示したように滞在客室エリアデータに変換し、目的の客席エリアに滞在しているかどうかを調査した。他のアプローチとして、目的の客席エリアからの距離によってその客席エリアに滞在しているかどうかを確率として表現する手法も考えられる。

例として、客室エリアを図 4 のようにがんこ銀座 4 丁目店の地下 1 階部分を 5 つに分割し、3 節で調査した注文終了時刻および配膳開始時刻付近における滞在客室エリアが一致するかどうかを確認した。結果を表 2 に示す。全体 67 件中 39 件(約 58%)は正解客室エリアと滞在客室エリアが一致した。エリア 3 とエリア 5 は正解率が高く、RFID タグによる位置の補正が有効であったと見られる。反面、エリア 4 は面積が広い割に正解率が低いため、RFID タグによる補正がさらに必要であると考えられる。

位置データからは、従業員の位置だけではなく、移動に関する情報を求めることもできる。例えば、注文・配膳ではテーブル付近で静止していることが多く位置の変動は少ないが、移動の場合には位置の変動も大きい。また、店の構造から運搬する場合は右方向への移動が大きく配膳の直前は右方向への位置の変化量が大きくなるが、配膳時は変化量が少ないことも想定される。移動経路の分析も配膳時刻の推定に有用ではないかと考えられる。

表2: 注文・配膳時の正解客室エリアと推定客室エリア

		推定された滞在客室エリア				
		1	2	3	4	5
正解客室 エリア	1	2	0	0	1	0
	2	0	2	0	1	1
	3	2	2	17	0	0
	4	3	3	5	5	4
	5	0	0	1	5	13

4.3 発話データ

発話データには、従業員の作業に応じた定型文、メニュー名などのキーワードや物音など、様々な音の情報が含まれる。理想は、定型文、キーワード、物音など、注文・配膳時に高い頻度で発生する音声を音声処理で認識できることである。

注文時刻に関しては POS 端末の操作音を検出することで、その直前に何らかの注文があったと仮定することができる。また、「お決まりですか」「お伺いします」といった定型文が頻出する。配膳時刻に関しては、「お待たせしました」「～から失礼します」といった定型文が頻出する。このことから、音声認識技術を用いた定型文の検出を行う方法が考えられる。しかし、これらの定型文は必ずしも毎回使われるわけではなく、従業員による個人差が大きい。一方、メニュー名や注文個数など注文に関するキーワード情報が発話に出てくることも多く、会計データとの比較ができるキーワードを認識することも有力な手がかりになると考えられる。

キーワードを認識する以外にも、文献[5]では発話データから発話区間を検出し、従業員の発話量を求めて行動推定に活用した。注文伺い・配膳については発話が頻出するため、発話量も注文時刻、配膳時刻の推定に役立てられることが期待される。

5. まとめ

5.1 成果

本稿ではレストランでの配膳待ち時間推定に向けて顧客の会計データに加え、従業員の位置・発話データを使用し、注文時刻と配膳時刻の調査を行なった。また、各データと配膳待ち時間の関連について調査を行なった。

注文終了時刻は決定することが難しいケースもあったが、全件決定することができた。また、録音された音声の中には POS 端末の操作音も録音されていた。注文終了時刻の決定にこの操作音を用いることでより容易に決定することができるのではないかとこの発見があった。

配膳時刻は全体の 90% を決定することができた。しかし、配膳に関するキーワードやメニュー名が発話中に現

れず、発話データのみからの決定が難しい場合もあった。位置・発話・会計データの組み合わせから決定することが重要であることがわかった。

5.2 課題

位置・発話・会計データを組み合わせることによって配膳待ち時間の推定をどこまで自動化でき、また、その精度はどれくらいかを検証する。また、より現場が扱いやすい情報量を提供する、他の店舗でも使用することができるようにするといった、推定手法の一般化も目標となる。

配膳待ち時間を推定する問題は、可搬型端末と位置・発話などを計測できる環境があれば、レストランに限らずあらゆる場所に応用可能と考えられる。

謝 辞

本稿の執筆にあたり、データ収集にご協力頂きましたがんこ銀座4丁目店の従業員の皆様に感謝致します。

文 献

- [1] 柳澤大地, 須磨悠史, 木村紋子, 友枝明保, 大塚一路, 西成活裕: 複数窓口の待ち行列における待ち時間と追い越し頻度の研究, 九州大学応用力学研究所研究集会報告, 2009.
- [2] 石垣司, 山本吉伸, 中村嘉志, 赤松幹之: 可搬型端末を用いた患者の可処分時間向上のための診察待ち時間の推定法, 計測自動制御学会論文集, Vol.46, No.4, pp.245-252, 2010.
- [3] 新村猛, 竹中毅, 上岡玲子, 蔵田武志, 大浦秀一: 外食産業におけるサービス工学の導入事例, 精密工学会誌, Vol.78, No.3, pp.208-211, 2012.
- [4] 上岡玲子, 新村猛, 天目隆平, 大隈隆史, 蔵田武志: 従業員行動計測と可視化によるサービス品質管理活動支援, 信学技報, Vol. 111, No. 380, pp. 251-256, 2011.
- [5] M. Takeharam, S. Tamura, R. Tenmoku, T. Kurata, S. Hayamizu, "The Role of Speech Technology in Service-Operation Estimation," in *Proc. O-COCOSDA2011*, 2011.