

# 料理宅配サービスにおける配達員の割当問題

2016SS090 和田涼汰

指導教員：佐々木美裕

## 1 はじめに

新型コロナウイルス (SARS-cov-2) 感染拡大の影響により、クラウドソーシング型配達サービスに対する需要が高くなっている。クラウドソーシング型配達サービスとは、商品を提供する店とは直接契約をしていない配達パートナーが商品を配達するサービスのことであり、このサービスにおいて、商品を配達する人は、配達サービスを提供する会社に事前登録し、配達業務を請け負う。クラウドソーシング型配達サービスの代表例として、UberJapan 株式会社が提供しているフード宅配サービスの UberEats や、株式会社出前館が提供している出前館などがある。UberEats の 2020 年 3 月利用者数は、前年同月比で 197.7 % 増加し、出前館の 2020 年 3 月利用者数は、前年同月比で 23.4 % 増加した [1]。

本研究では、UberEats の配達システムを対象として、配達パートナーと注文者の満足度を上げ、配達コストを最小化する問題を考える。

## 2 UberEats の宅配サービスの説明

本研究では、UberEats サービスをモデルとして考える。UberEats を構成する要素は 4 つある。1 つめが注文者である。注文者は UberEats のアプリから商品を発注することができる。2 つめが店である。UberEats に会員登録して加盟店となると、発注が届くようになっている。3 つめが配達パートナーである。配達パートナーとは、UberEats に登録した商品を配達する人のことである。各配達パートナーは配達可能な時に UberEats のアプリ上でオンライン状態にしておくと、配達可能パートナーとみなされ配達依頼がサーバから届く。依頼が届いた配達パートナーは、割り当てられた依頼に対して実行するか否かの選択権を持っており、依頼を受諾した配達パートナーは、指定された店に商品を受け取りに行き、その商品を注文者へ届ける。4 つめがサーバである。サーバとは商品と配達パートナーをマッチングする管理者である。UberEats でいうと、UberEats を管理している UberJapan 株式会社のことである。ある商品の注文が入った時、その商品を扱う店舗がチェーン店である場合、チェーン店のどの店舗から配達してもらうか、またどの配達パートナーに配達依頼を出すかを UberEats が決める。

配達パートナーは、配達するルートが指定され、どのルートで注文者まで届けるかは指定され、定められたルートの距離に応じて注文 1 件ごとに報酬が UberEats から与えられる。配達パートナーが受け取る報酬は、固定報酬と移動報酬の 2 種類ある。固定報酬は、店に到着し商品を受け取る時に発生する受け取り報酬と、商品を店から注文者に

届けた時に発生する受け渡し報酬がある。移動報酬は、店から配達先までの距離に比例してもらえ報酬のことである。店までの移動距離は報酬に加算されない [3]。

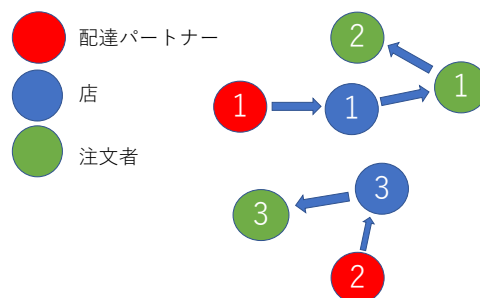


図 1 同時配達と通常配達

## 3 問題の説明

商品を配達する方法には、通常配達と同時配達の 2 種類がある。2 つの配達方法について図を用いて説明する。図 1 は、注文者 3 が店 3 に商品を注文し、注文者 1 と 2 が店 1 に注文した状況を表している。サーバが店 3 に発注し、同時に配達パートナー 2 に配達依頼を出す。依頼を受けた配達パートナーが店 3 に商品を受け取りに行き、注文者 3 に届ける。これを通常配達という。一方で、注文者 1 と 2 からの注文を、サーバが店 1 に発注し、同時に配達パートナー 1 に配達依頼を出す。依頼を受けた配達パートナーが、店 1 に 2 件の注文商品を受け取り、2 件の注文者に順に配達する。これを同時配達という。

松枝 [2] は、配達依頼と配達パートナーの情報が動的にサーバに到着するようなオンラインモデルを考え、通常配達のみで全体のコストが最小となるようなタスク割り当て問題を考えている。本研究では、単位時間あたりに注文されている商品と配達パートナーがあらかじめわかっているオフラインモデルとして考え、同時配達も考慮して割当問題を考える。目的は、配達パートナーの総移動距離を最小化とする。このような目的を設定することで、配達パートナーとサーバの双方にとって満足度の高い割り当てができる。なぜなら、配達パートナーにとっては、無報酬で移動する距離が短い方が満足度が高く、サーバにとっては、店から注文者までの距離が短い方が、配達パートナーに支払う報酬が少なくなり、満足度が高くなるからである。

## 4 定式化

問題を定式化するために、以下の記号を定義する。

$N$ : ノードの集合。

$R$ : 店舗の集合,  $R \subset N$

$D$ : 配達パートナーの集合  $D \subset N$

$C$ : 注文者の集合  $C \subset N$

$M$ : チェーン店のインデックス集合

$R_m = \{1, 2, \dots, n_m\}$ : チェーン  $m \in M$  の店舗の集合

$d_{ij}$ : ノード  $i \in N, j \in N$  間の距離

$$p_{mk} = \begin{cases} 1: \text{注文者 } k \in C \text{ はチェーン } m \in M \text{ に} \\ \text{注文した.} \\ 0: \text{上記以外} \end{cases}$$

次に, 以下の変数を定義する.

$$x_{ijkl} = \begin{cases} 1: \text{配達 } i \in D \text{ は店舗 } j \in R \text{ に商品を取りに行き,} \\ \text{客 } k \in C \text{ と } l \in C \text{ にこの順で配達する.} \\ 0: \text{上記以外} \end{cases}$$

$$y_{ijk} = \begin{cases} 1: \text{配達 } i \in D \text{ は店舗 } j \in R \text{ に商品を} \\ \text{取りに行き客 } k \in C \text{ に配達する.} \\ 0: \text{上記以外} \end{cases}$$

配達パートナーの総移動距離を最小化する問題は以下のように定式化できる.

$$\min. \quad \sum_{i \in D} \sum_{j \in R} \sum_{k \in C} \sum_{l \in C} (d_{ij} + d_{jk} + d_{kl}) x_{ijkl} + \sum_{i \in D} \sum_{j \in R} \sum_{k \in C} (d_{ij} + d_{jk}) y_{ijk} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i \in D} \sum_{j \in R_m} \left( \sum_{\substack{l \in C \\ l \neq k}} x_{ijkl} + \sum_{\substack{l \in C \\ l \neq k}} x_{ijlk} + y_{ijk} \right) \geq p_{mk}, \\ m \in M, k \in C \quad (2)$$

$$\sum_{j \in R} \sum_{k \in C} \sum_{l \in C} x_{ijkl} + \sum_{j \in R} \sum_{k \in C} y_{ijk} \leq 1, \\ i \in D \quad (3)$$

$$x_{ijkl} \in \{0, 1\}, \quad i \in D, j \in R, k \in C, l \in C \quad (4)$$

$$y_{ijk} \in \{0, 1\}, \quad i \in D, j \in R, k \in C \quad (5)$$

配達パートナーが店まで商品を受け取り店から注文者まで配達する時の移動距離の総和を最小化することを目的とする。(2)では, 通常配達または同時配達(1番目または2番目)によって, 注文者が注文した店から商品が配達されることを示す。(3)では, 各配達員に割り当てる配達は, 1件までであることを示す。(4)と(5)はバイナリ制約を示す。上記の定式化において

$$x_{ijkl} = 0, \quad i \in D, j \in R, k \in C, l \in C$$

とすると通常配達のための割当を求められる。

## 5 計算結果

4つのテストデータ p1, p2, p3, p4 を作成し, Gurobi Optimizer 9.1.1 を用いて計算実験を行った。計算に使用した PC に搭載されたプロセッサは, Intel(R)Core(TM)i5-6200U CPU@2.30GHz, メモリは 8GB である。

表 1 に計算結果を示す。また, データ p1 を用いて計算した時の最適解を図 2 に示す。データ p1 において, 注文数は 4 件 (店 A への注文 2 件, 店 B への注文 1 件, 店 C への注文 1 件) であり, 配達パートナーは 5 人である。店 A の注文 2 件は同時配達し, 通常配達 2 件と合わせて配達パートナー 3 人で配達することが最適な割当であることがわかる。データによって, 同時配達導入の効果は異なるが, 同時配達を導入すると通常配達の場合と比較して, 移動距離が約 31% 短くなることを確認できた。

表 1 実行結果

データ	配達パートナー数	店舗数	注文数	同時配達件数	移動距離 (km)		CPU 時間 (秒)
					同時配達あり	同時配達なし	
p1	5	5	4	1	25.91	40.03	0.04
p2	15	30	25	8	114.95	159.38	0.19
p3	10	25	10	2	47.88	54.22	0.12
p4	15	15	15	5	53.17	104.88	0.03

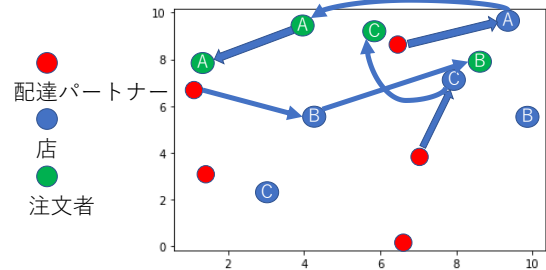


図 2 最適解 (データ:p1)

## 6 おわりに

料理宅配サービスにおいては, 受注してから配達完了するまでの時間が重要である。なぜなら, 注文者の満足度に影響するからである。今後の課題として, 各配達員の移動距離の上限を設定することが考えられる。これによりすべての注文者に一定時間内に商品を届けられる割り当てを求めることが可能となる。

## 参考文献

- [1] マナミナ. <https://manamina.valuesccg.com/articles/835>. 2020年9月15日閲覧。
- [2] 松枝友佳. クラウドソーシング型ピックアップアンドデリバリー問題のモデル化と経済分析. 電気通信大学大学院情報理工学研究科, 2020, 情報・ネットワーク工学専攻情報数理工学プログラム修士論文。
- [3] Uber. <https://help.uber.com/ja-JP/driving-anddelivering>. 2020年9月15日閲覧。