

# ドローンを用いたピザ宅配のシミュレーション

機械制御システム学科 BQ12077 肥田 峻暁  
指導教員 武藤 正義

## 1. 研究背景と目的

現在, 小型無人機「ドローン」は, 各方面で商業的な利用に向けた取組みが進みつつある. 具体的な例として千葉市が積極的に取り組んでいるドローンを使った宅配事業がある. 2015 年 12 月に政府より規制緩和対象となる「国家戦略特区」に指定されたほか 2016 年 4 月 11 日に, 品物を空輸する実験が行われるなど急ピッチで実現に向けて動いている. 海外では英ドミノピザ社がドローンを用いたピザの宅配サービスを検討している. このように世界では, ドローンの商業的な利用は世界的に需要がある. 本研究では, ピザの宅配におけるドローンの有用性を検証する.

## 2. シミュレーション

### 2.1 シミュレーション内容

検証 1) ドローンとバイクそれぞれ同じ移動速度とピザの受け渡し時間でシミュレーションを行う.

検証 2) ドローンの性能を低性能と高性能に分けてシミュレーションを行う.

### 2.2 ピザの店舗モデル

ピザ店の営業設定は以下の通りである. 本研究では, ピザハット大宮大和田店を例にとりてシミュレーションを行う. まず, 1 日あたりの注文件数を設定する. 1 日あたりの配達件数は平成 28 年 3 月期 決算参考資料記載されている平均 1 か月あたりの売上から推定すると約 65 件となる.

- 営業時間 11:00-23:00
- ピーク時間 11:00-14:00 18:00-20:00  
注文件数 8-10 件
- それ以外 14:00-18:00 20:00-23:00  
注文件数 3-5 件

### 2.3 配達地域のデジタル化

配達 の 目的 地 およ び バイク と ドローン の 経路 探索 の ため Point と Link を artisoc の 描画 ツール を 使う と 図 2.1 とな り point = 1180 Link = 1960 となる.



図 2.1 配達地域を point と Link で表現

### 2.4 運搬車の移動方法

バイクの場合は目的地までダイクストラ法を用いて最短経路を求める. ドローンは道路を使わず, 空を飛行するので目的地まで直線で進める. それぞれの機体の性能を表すと表 2.1 となる.

表 2.1 バイクとドローンの性能

	移動速度 (km/h)	移動方法	1回の配達件数
バイク	30	ダイクストラ法	数件
ドローン	30	直線	1件
ドローン(低性能)	10~30	直線	1件
ドローン(高性能)	30~60	直線	数件

### 2.5 配達シミュレーション

配達シミュレーションの流れを以下に示す. シミュレーションでは到着時間と台数を計測する.

1. 注文発生(ランダムで point を指定)
2. 経路探索(ダイクストラ法か直線)
3. 調理 15 分(900 秒)
4. 配達開始(台数のカウント)
5. 受け渡し 3 分 20 秒(200 秒) (到着時間の測定)
6. 配達完了

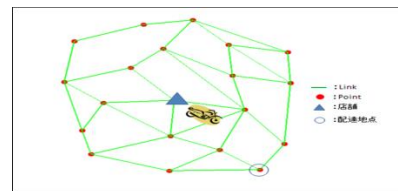


図 2.2 シミュレーションの配達地点の設定

## 3. シミュレーション結果と考察

### 3.1 検証 1 の結果考察

図 3.2 と表 3.1 よりドローンのほうが, 到着時間が標準偏差で 0.8 分, 平均値で 2.1 分短く優れており, ムラのなく早いサービスが提供できる. ドローンの価格を段々と上げていき, これらを人件費 198 万円と比較すると図 3.3 となり, 約 1600 万円までは費用が浮く計算になる. 例として似たような商業用ドローンは約 300 万円ほどなので, 135 万円ほど浮く計算になる. これをピザの価格に反映する場合, 1 件(65 件中)あたり 692 円の値引きができる.

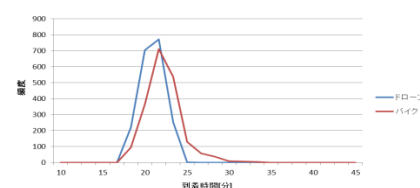


図 3.1 バイクとドローン

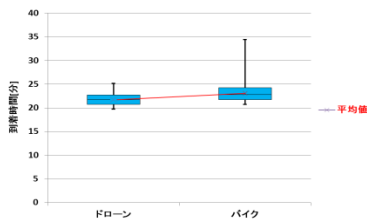


図 3.2 ドローンとバイクの到着時間の分布

表 3.1 平均値と標準偏差

	ドローン	バイク
平均値[分]	21.7	23.8
標準偏差[分]	1.4	2.2

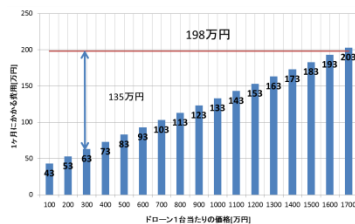


図 3.3 価格ごとの 1 ヶ月にかかるドローンの費用

### 3.2 検証 2 の結果考察

まず、到着時間についてみる。低性能ドローンの場合、図 3.5 と表 3.2 より移動速度が速くなるほど平均値と標準偏差はより小さい結果となっている。高性能ドローンの場合、平均値と標準偏差ともに大きな変化がないことが図 3.5 と表 3.2 よりわかる。よって、高性能ドローンでは移動速度が速くなっても変化が少ないことがわかる。

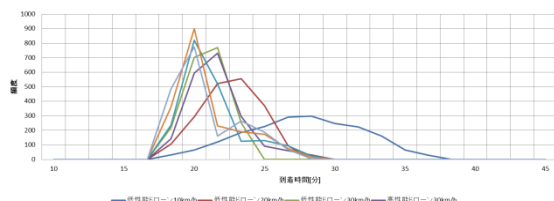


図 3.4 低性能ドローンと高性能ドローン

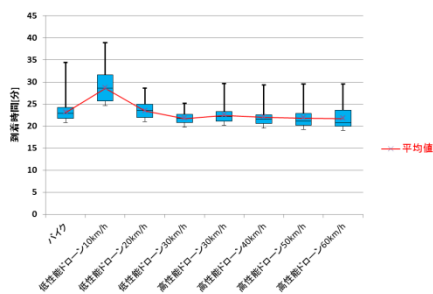


図 3.5 性能ごとの到着時間の分布

表 3.2 平均値と標準偏差

	低性能ドローン 10km/h	低性能ドローン 20km/h	低性能ドローン 30km/h	高性能ドローン 30km/h	高性能ドローン 40km/h	高性能ドローン 50km/h	高性能ドローン 60km/h
平均値[分]	28.5	23.4	21.7	22.4	22	21.8	21.7
標準偏差[分]	4	2	1.4	2	2.2	2.3	2.3

次にドローンの必要台数についてみる。また、わかりやすいようにドローンの価格に差を設ける。低性能ドローン 30km/h を検証 1 のドローンと同性能とし、1 台 300 万円とする。これを基準に価格に差を設けると、3.7 の 1 ヶ月にかかるドローンの費用となる。低性能ドローンの場合、移動速度が速くなるほど台数は少なくなり、費用も大きくなる。性能ドローンの場合、移動速度が速くなっても台数が一定なので移動速度が速くなると、余計に費用が大きくなる。

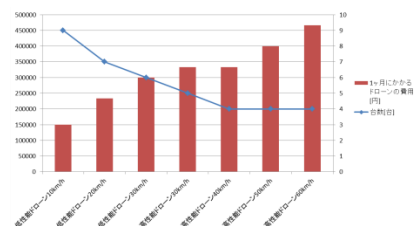


図 3.6 ドローンの必要な台数

## 4. 結論

以上より、低性能ドローンと高性能ドローンについて比較してみる。高性能ドローンの場合、移動速度を速くしても台数の変化がほぼない。また、平均値と標準偏差は、ともに大きな変化がないので台数が少ない高性能ドローン 30km/h で十分であることがわかる。低性能ドローンの場合、移動速度が速くなるほど台数は減っているがにかかる費用は増加している。しかし、低性能ドローン 10km/h の平均値と標準偏差は、ともにバイクの場合より、良くないので 20km/h か 30km/h の低性能ドローンが優れている。高性能ドローン 30km/h と低性能ドローン 30km/h を比較してみると、平均値と標準偏差ともに低性能ドローン 30km/h のほうが優れていることがわかる。このことより、低性能ドローンのほうがピザの宅配において優れていることがわかる。まとめると、半径 3-4km の範囲のピザの宅配では、1 回 1 件の配達を行う低性能ドローンが有効である。

今後の課題として、天候不良時のとき、注文が大量に入ったとき、都心部や田舎など配達地域が多様化したとき、計 3 つの状況を想定し、より正確なシミュレーションを実現する。

## 5. 参考文献

- [1]. 楊, 達川, 松見, 太田. 「キャンパスにおける安全安心な避難誘導対策に関する数値的検証実験」. 土木学会論文集, 2013.
- [2]. 構造計画研究所. artisoc の知恵袋. 03. 「ダイクストラ法を使って、最短経路を自動的に探索しよう」. (オンライン) (引用日: 2017 年 1 月 16 日.) <http://mas.kke.co.jp/tips>