

# 数理最適化による農業用マルチロボットの圃場間移動最適化に関する研究

環境資源学専攻 生物生産工学講座 ビークルロボティクス 西井 建人

## 1. 緒言

我が国の食料自給率を解決するためには、農産物の収量増加や品質向上、生産コストの削減といった課題に取り組む必要がある。それらの大きな解決策となる農業用マルチロボットの自動走行技術に関して、本研究室においてもGPS等を用いた自動走行技術は実用化に向けて開発が進んでいる。しかし、マルチロボットの圃場までの移動経路の意思決定に関しては未だに農家の方々の経験と勘に依存していることが現状である。また、近年担い手不足により、大規模農家や営農法人への農地の貸し出しが増えており、複数圃場に渡って農業ロボットを扱う生産者が増えている。そのため圃場間移動の最適化により、より農業を省力化することが不可欠である。本研究では「圃場位置情報・ロボットの台数・ロボットの拠点」を与えた場合の複数台の農業用ロボットの圃場間移動の最適経路精製方法の開発を目的とする。

## 2. 方法

1) 問題のモデル化 実際の農地を想定して、作業モデルを作成した。ロボットの総作業時間の最小化を目的として、条件として農業用ロボット4台と地図上に位置する16圃場と各圃場間の最短移動時間を与えた。 2) モデル化した問題の解法 本研究は巡回セールスマン問題(以下TSP)の応用問題と捉えることができる。TSPを解く際にすべての経路を計算して最適経路を算出することは圃場数の増加に伴い計算量が急速に増加するため現実的でなく、計算量理論においてもNP困難と呼ばれている。そのため計算量を少なくするために以下2つの手法を用いた。  
 ① 問題の定式化と分子限定法による最適経路の算出 本研究のモデルの定式化を行い、Google OR-Toolsというソルバーを用いて算出した。 ② 動的計画法を用いた最適経路算出アルゴリズムの開発  $dp_{i,j} \cup \{k\} = \min(dp_{i,j} \cup \{k\}, dp_{i,j} + dist_j)$   $dp_{i,j}$ : 集合*i*に属する頂点は訪問済み。今*j*にいるときの移動距離の最小値  $dist_j$ : *j*から*k*の距離 として更新を行うアルゴリズムを開発した。

## 3. 結果と考察

農業用マルチロボットの圃場間の移動経路最適化を2つの手法どちらでも実装することができた。図1は想定したモデルの最適経路出力結果である。分枝限定法による解法は演算速度が0.7秒と解を高速に導き出せたが、動的計画法による解法は演算速度が120秒と長く、圃場の数やロボットの数が増えると実際に活用することは難しいと考えられる。また、実際の農業においては作業時間やロボットの性能なども考慮しなければいけないため今後アルゴリズムの改良が必要であると考えられる。

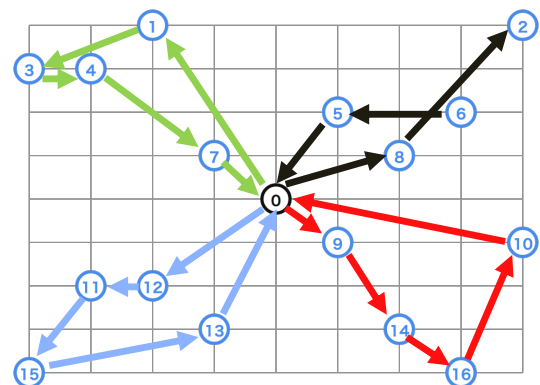


図 1. 経路最適化の出力結果