

日程計画における作業履歴を活用した ファジィ・ランダム多目的最適化の 並列分散解法

平成 31 年 2 月 19 日

富山県立大学 電子・情報工学科 情報基盤工学講座
奥原研究室 杉山桃香

目次

- 1 : はじめに
- 2 : 研究目的
- 3 : 建築業界と日程計画
- 4 : 実問題への対応
- 5 : 提案手法
- 6 : まとめと今後の課題

1: はじめに

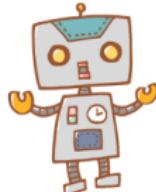
社会的課題

少子高齢化による労働人口の減少 → 人手不足

問題の対策



出生率増加



ロボットの導入



最適な資源の追加



- 特に人手不足が深刻 →

建築・土木工事の現場

- 建築・土木工事の作業は長期にわたる

→事前にプロジェクト全体の流れを掴むことが重要

しかし



不確定で不確実な要素

による工程の変更や作業の中止

→現場におけるスケジューリング管理は非常に困難

2: 研究目的

問題点

- ・現場作業における不確定で不確実な要素の見積もり問題
- ・職人さんの工事スケジュールの把握と割り振り問題



研究目的

- ・作業履歴を活用 → 不確定で不確実な要素の見積もり
- ・最適な作業員の割り振りを補助する日程計画問題の提案

3: 建築業界と日程計画

建築業界における日程計画の現状

- ・事前に開かれる工程会議にて日程計画を立てる
→活用されておらず、翌日には紙切れに…

その結果 

事前に立てた計画からズレが積み重なり
→「工期遅れ」に陥ることが多々ある

何故活用できていないのか？

（建築現場における原因）

- ・天候や事故などによる
作業の中止・延期
- ・人手不足による「着工遅れ」

（従来の日程計画問題）

- ・動的かつ不確定な値を前提としない
- ・不規則かつ不確実な値を前提としない

（建築現場に必要な仕組み）

- ・不確定で不確実な要素を考慮した日数・費用の見積もり
- ・職人さんの工事スケジュールの把握

作業履歴の活用

IT技術を用いた作業員の負担を減らす工夫もされている



現場コミュニケーションアプリ

機能

- ・現場作業の進捗報告
- ・各工程の開始終了時刻の管理
- ・作業員ごとのスケジュール管理

リアルタイムなデータを用いた進捗状況の管理

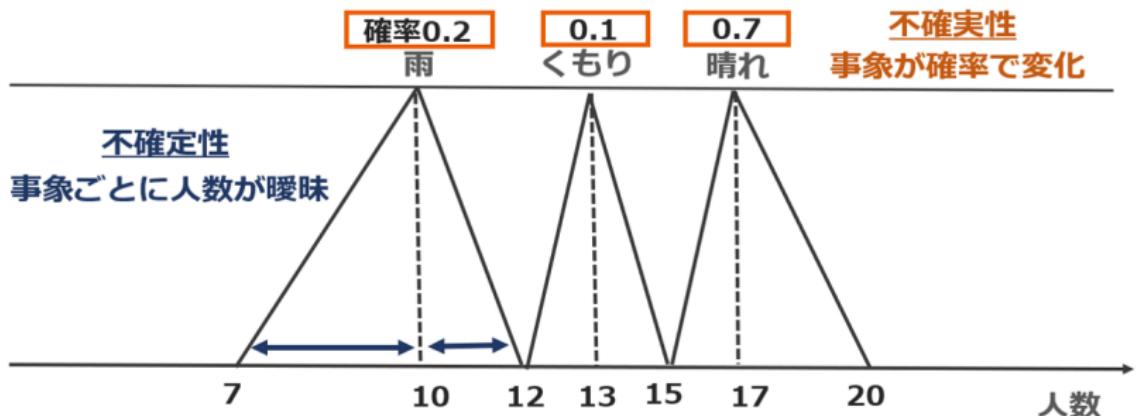


過去の作業履歴を活用したスケジュール管理

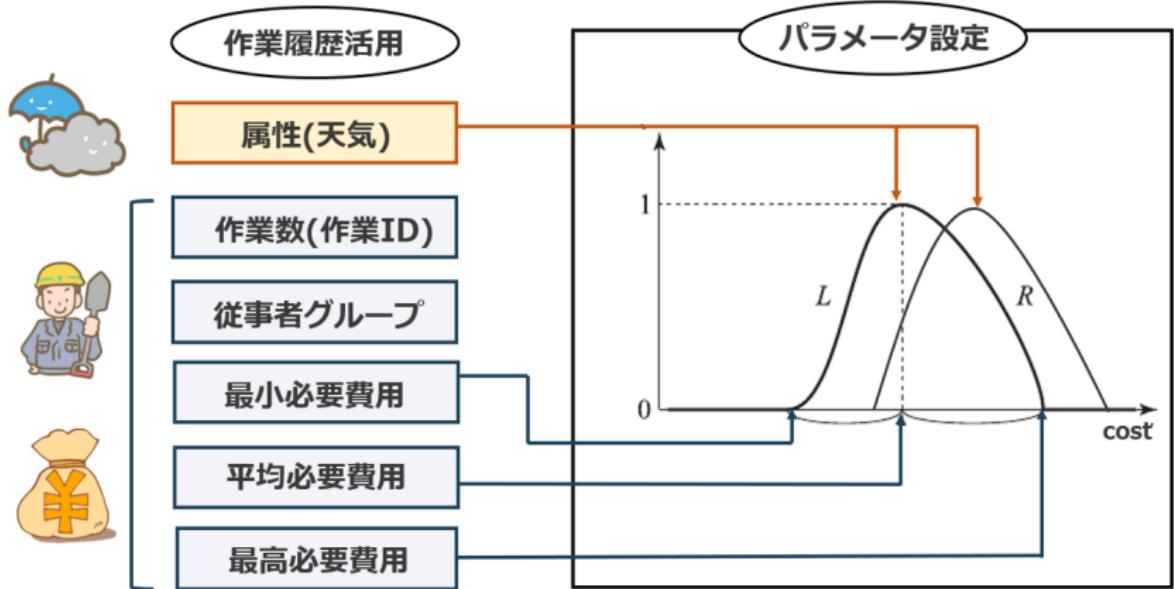
4: 実問題への対応

ファジィ・ランダム変数

不確定性と不確実性の両方を表現することができる変数



データの活用例



並列分散GAと高速化

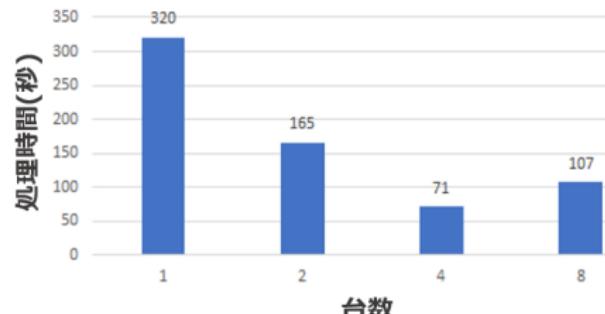
実用するための課題

複雑な問題やビックデータの
処理に伴う膨大な計算時間

並列分散環境の構築

Raspberry Pi 3とMPIを用いた
処理時間の高速化を検討

遺伝的アルゴリズムを用いた TSP問題の処理時間



台数を増やした処理時間の高速化

5: 提案手法

【従来モデルの課題】



【提案モデルの目的】



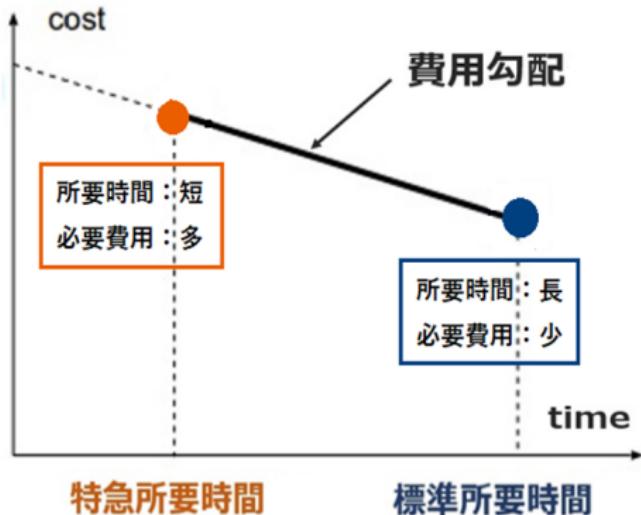
ファジィ・ランダム多目的日程計画問題

不確定・不確実な要素を考慮し

最適な日程や費用を考えることを目的とした日程計画問題

時間費用関数

クリティカルパスの最小化(最大所要時間の最小化) \Rightarrow 費用の追加が伴う



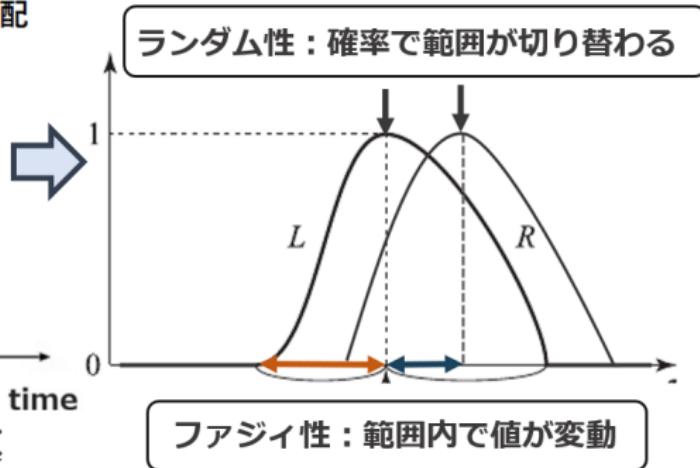
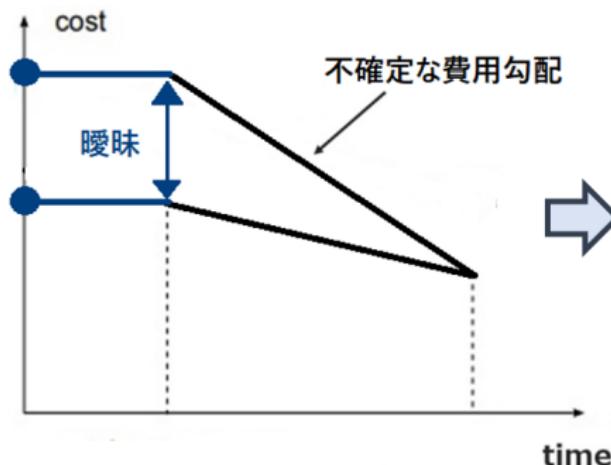
目的1: 最大所要時間の最小化

目的2: 必要費用の最小化



多目的日程計画最適化問題

ファジィ・ランダム変数の導入



提案モデルの定式化

$$\text{minimize} \quad \max \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j \in N_i} \sum_{k=1}^w t_{ijk} x_{ij} y_{ik} \right\}$$

目的1: 最大所要時間の最小化

$$\text{minimize} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j \in N_i} \sum_{k=1}^w \tilde{c}_{ik} x_{ij} y_{ik}$$

目的2: 必要費用の最小化

ファジィ・ランダム変数

subject to

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in N_i} x_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j \in N_i} x_{ji} = \begin{cases} 1, & (i = s), \\ 0, & (i \neq s, t), \\ -1, & (i = t). \end{cases}$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n;$$

$$y_{ik} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, w;$$

i 先行作業

j 後続作業

k 従事者

t_{ijk} 作業の所要時間

\tilde{c}_{ik} 費用

x_{ij} 作業工程を選択する変数

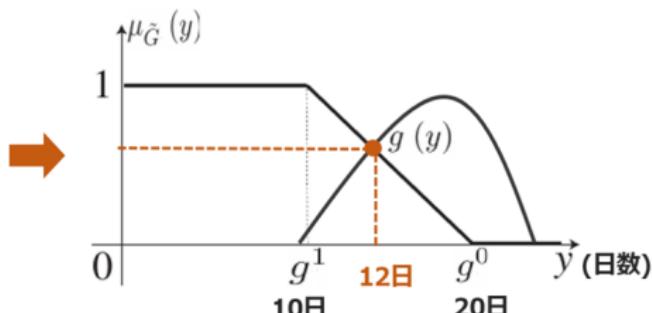
y_{ik} 従事者を選択する変数

等価確定変換

【ファジィ目標の設定】

$$\mu_{\tilde{G}} = \begin{cases} 1, & \text{if } y < g^1, \\ g(y), & \text{if } g^1 \leq y \leq g^0, \\ 0, & \text{if } y > g^0. \end{cases}$$

g^1 最良値 g^0 最悪値

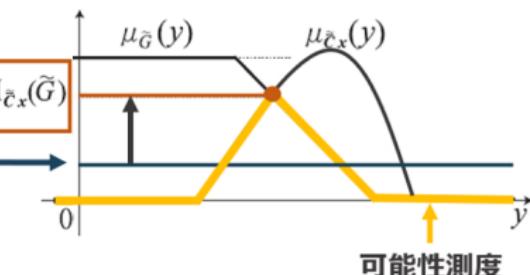


ファジィ目標が満たされる可能性の度合い

最大化

$$\text{maximize } \Pi_{\tilde{c}_{ij} x_{ij}}(\tilde{G})$$

$$h \text{ (満足基準値)}$$



等価確定変換により得られる数理モデル

$$\begin{aligned} & \text{minimize} \quad \max \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j \in N_i} t_{ijk} x_{ij} y_{ik} \right\} \\ & \text{maximize} \quad F \left(\frac{-\{d^1 - L^*(h)\beta^1\}x_{ij}y_{ik} + \mu_{\tilde{G}}^*(h)}{\{d^2 - L^*(h)\beta^2\}x_{ij}y_{ik}} \right) \end{aligned}$$

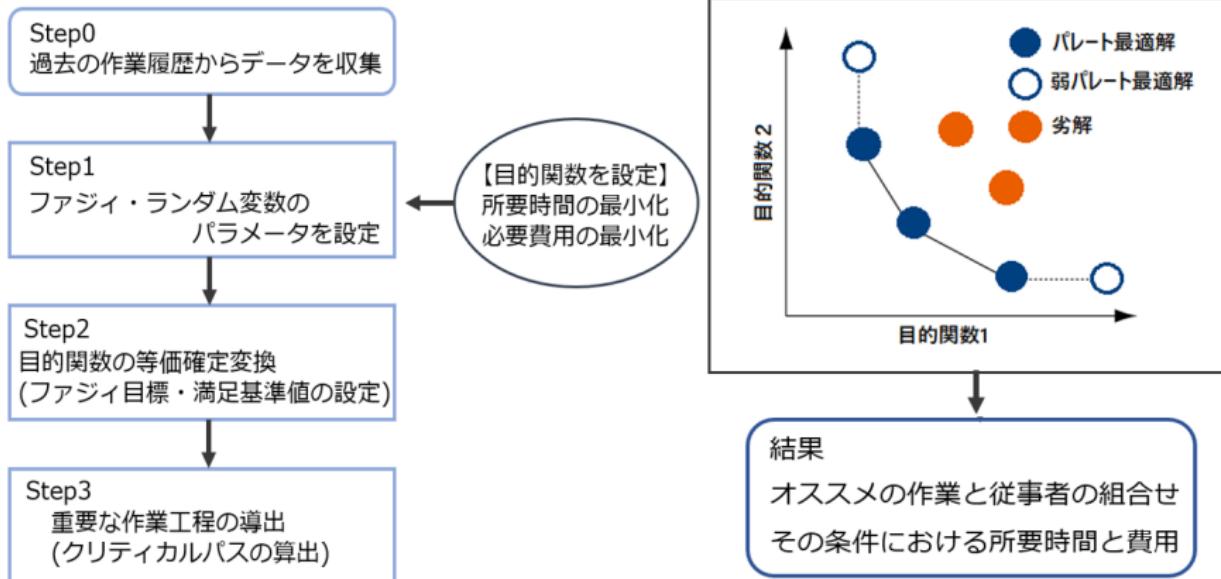
$$\text{subject to} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j \in N_i} x_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j \in N_i} x_{ji} = \begin{cases} 1, (i = s), \\ 0, (i \neq s, t), \\ -1, (i = t). \end{cases}$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \in X \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n;$$

$$y_{ik} \in \{0, 1\}, \in Y \quad i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, w;$$

d 費用の平均値 β 最小費用 F 確率変数の分布関数 $L^*(h)$ $\mu_{\tilde{G}}^*(h)$ 擬逆関数

提案手法のアルゴリズム



まとめと今後の課題

まとめ

- ・建築現場における不確実で不確定な要素を考慮する
ファジィ・ランダム多目的日程計画問題のモデル化
- ・モデルに対して等価確定変換を行いGAによる並列分散処理によりモデルを解くアルゴリズムを提案

今後の課題

- ・従来の日程計画問題と比較し提案手法の有効性を示す