

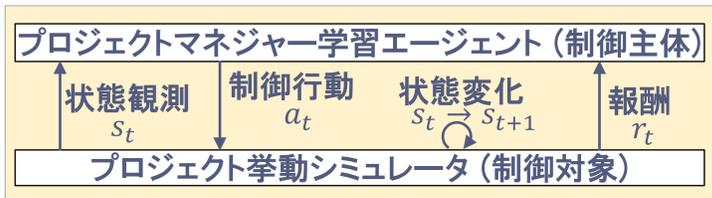
1. 背景および目的

プロジェクトを制御対象として捉えれば「観測されたプロジェクト状態に基づき、制御操作としてプロジェクトマネジメント行動を意思決定し実行することで、目標状態に近づけていく一連の活動」としてプロジェクトマネジメントをモデル化できる。簡易プロジェクト挙動シミュレータを制御対象とし、プロジェクトマネジメント行動ルールを自律的に機械学習するエージェントを実装することで、プロジェクトマネジメント分野への強化学習の適用可能性を明らかにする。

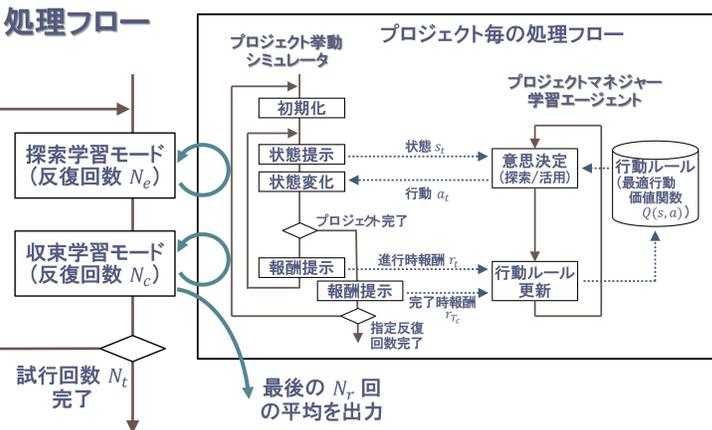
2. システム構成と簡易プロジェクト挙動シミュレータの実装

一般的な強化学習の枠組みを用いたシステム構成とし、制御対象として簡易プロジェクト挙動シミュレータを実装

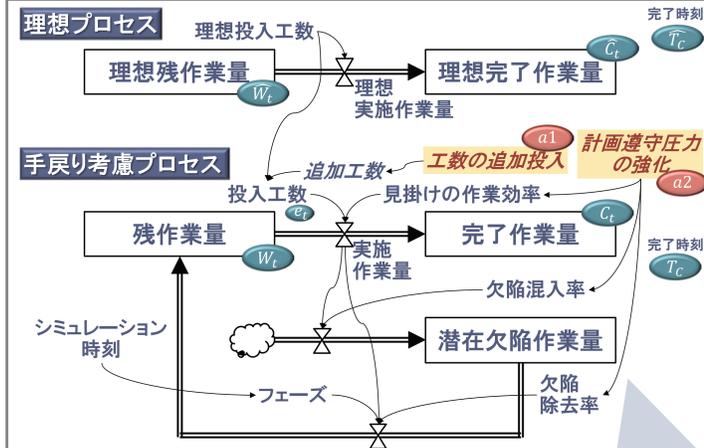
一般的な強化学習の枠組みへのマッピング



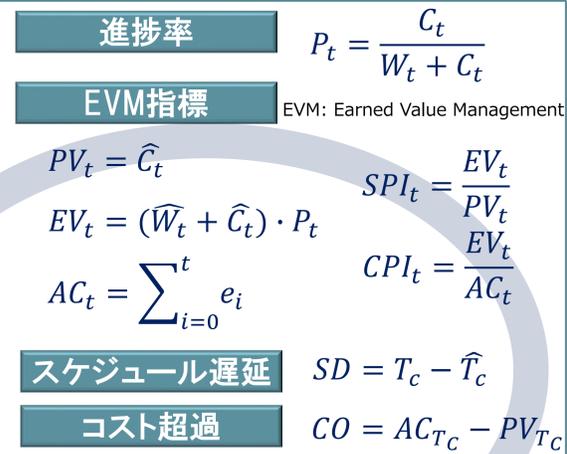
単純な Q学習アルゴリズムを用い処理フローを実装



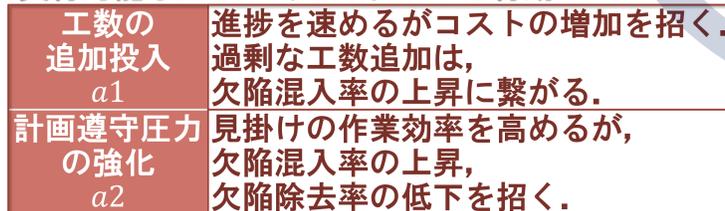
簡易プロジェクト挙動シミュレータ



観測されるプロジェクト状態量



実行可能なプロジェクトマネジメント行動



3. 機械学習エージェントの実装と実験結果

報酬関数

重み係数 $w_{SD}, w_{CO}, w_{SPI}, w_{CPI}$ によりスケジュール重視/コスト重視を切替え

$$r_t = \begin{cases} -SD \cdot w_{SD} - CO_{wCD} \cdot w_{CO} & \text{プロジェクト完了時 where } t = T_c \\ SPI_t \cdot w_{SPI} + CPI_t \cdot w_{CPI} & \text{プロジェクト進行時 where } t \neq T_c \end{cases}$$

最適行動価値関数 Q の更新

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow Q(s_t, a_t) + \alpha [r_t + \gamma \max_{a_{t+1} \in A} Q(s_{t+1}, a_{t+1}) - Q(s_t, a_t)]$$

α 学習率 γ 割引率

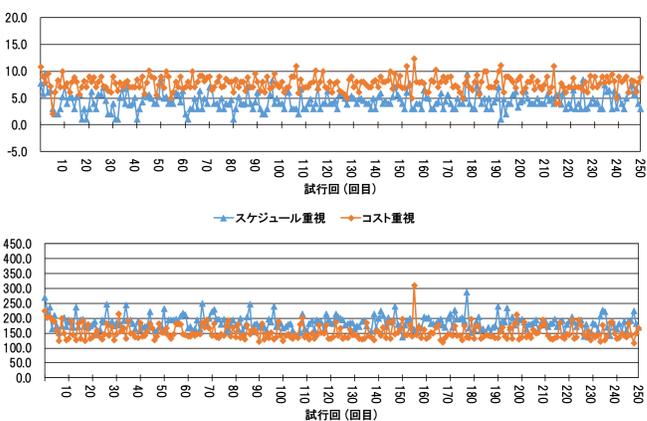
効果的な学習の前提条件として **マルコフ性** を満たす必要がある
マルコフ性：行動 a_t による状態変化 $s_t \rightarrow s_{t+1}$ は、直前の状態 s_t にのみ依存

週1回の指示でプロジェクト期間を50週間とすればプロジェクトマネジメント行動の組合せは $(4 \times 4)^{50} = 2^{200} \approx 1.6 \times 10^{60}$ となり、このような単純化したモデルにおいてさえ、厳密最適解を求めることは現実的に不可能

実装1: 観測されたプロジェクト状態量を使用

最適行動価値関数をプロジェクト状態量とプロジェクトマネジメント行動から構成

最適行動価値関数 Q
 $Q(s_t, a_t) = Q(P_t, SPI_t, CPI_t, a1_t, a2_t)$
観測された状態量 PM行動



PM行動ルールを学習できたとは言い難い何故か?

観測状態量が全く同じでもプロジェクト内の隠れ状態量(プロジェクトの歪み)が異なる場合があり、前提とするマルコフ性が満たされていない

内部状態量を推定し使用することで疑似的にマルコフ性を確立

内部状態量は推定可能か? 現実のプロジェクトの歪みは様々
●品質の低下 (潜在欠陥)
●メンバの疲弊ややる気の低下
●ステークホルダ間の不信感 等従って、個別の推定は困難

プロジェクトの歪みはこれまでのPM行動に起因従ってPM行動来歴から推定可能なはず

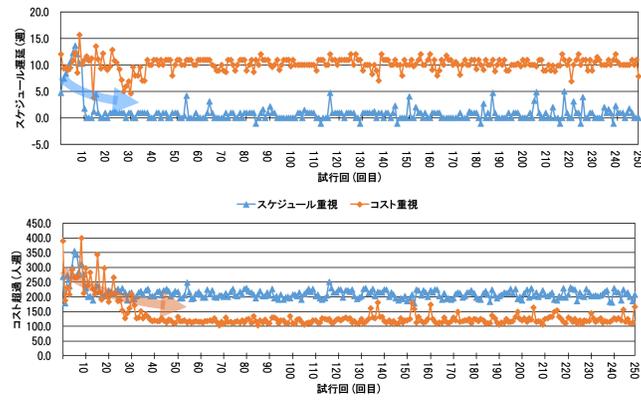
実装2: 観測されたプロジェクト状態量+内部状態量推定値を使用

最適行動価値関数 Q 最適行動価値関数の構成に推定内部状態量を追加

$$Q(s_t, a_t) = Q(P_t, SPI_t, CPI_t, A1_t, A2_t, a1_t, a2_t)$$

$$A1_t = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t a1_i \quad A2_t = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t a2_i$$

推定内部状態量 (過去のPM行動の平均値)



評価基準(スケジュール重視/コスト重視)に応じ準最適なPM行動ルールを学習できている

人間の場合であってもプロジェクトの歪みを考慮すること無しに適切なPM行動を取ることは困難

4. 結論

目標とその達成評価方法に応じて準最適なプロジェクトマネジメント行動決定ルールを学習エージェントが学習可能であることを確認できた。また、実装を通じて、(1) 効果的なプロジェクトマネジメント行動決定ルールを習得するためには、観測されるプロジェクト状態量に加え、プロジェクト内部状態量の推定が重要であること、(2) プロジェクト内部状態量の推定には、プロジェクトマネジメント行動来歴が活用可能であることが明らかとなった。