

寿命が不確実な時の更新と供用時間に関する基礎的研究

東京大学 学生会員 ○佐藤 潤一
東京大学 正会員 松本 高志

1. 目的

現在、公共事業に対してより多くのコストの削減が求められている。そのため、公共事業のライフサイクルコスト全体を扱う研究が、多くの事業者や研究者によって取り組まれている。しかし現在、工法や材料によって異なる寿命の平均とそのばらつきが、ライフサイクルコストにどのような影響を与えるのかが詳しく判明していない。

一般に、機能の寿命は不確実であり更新を繰り返すことにより供用すべき期間を満たす。本研究では状況を単純化したゲームを設定し、以下の二つの問題について研究・考察した。ゲームの主体は、設定された期間内で機能を提供するが、提供する機能には寿命があり、更新により機能の回復を行うが、その際に、

- ・問題1 AとBという選択肢があり、Bと比較してAの寿命の平均値が長く分散も大きい場合、どちらの選択肢が総機能供用時間に関する得点を大きくするか？
- ・問題2 AとBという選択肢があり、両方の寿命の平均値と分散は等しいがAは機能劣化が時間に比例的であり、Bは加速度的である場合、いずれの選択肢が総機能供用時間に関する得点を大きくするか？

2. モデル化

機能について

機能を $s(t)$ とする。 $s(t)$ は以下のように表される。

$$s(t) = 1 - at - bw(t)$$

— at は不確実な要素が無いときの劣化の様子を示すトレンド項である。

— $bw(t)$ の $w(t)$ は平均 0、分散 t で正規分布する関数で、機能の劣化のばらつき

を表現するランダム項である。 a, b は任意の正の定数である。 $s(t)$ は更新するとき、負になったとき、ゲーム終了時にだけ判明する。

ゲームの得点方法について

ゲームの期間を $0 \leq t \leq 1$ とし、10000 の区間に割り、それぞれの区間に得点を付与する。各区間に付与されるポイントを P_n は機能 $s(t)$ が正であれば 1 負であれば -1 という値を取る。また、更新を行う際に更新を行う直前の機能 $s(t_{rm} - \Delta t)$ が負にであった場合は $E_m = -10000 * s(t_{rm} - \Delta t) / a$ が課される。ゲームの期間の終了時に更新は行わない。しかし同様のペナルティを課す。得点の総計は

$\sum_{i=1}^{10000} P_i + \sum_{i=1} E_i$ とする。一つの条件で 100 回ずつゲームを試行し、その得点の分散・平均を求める。

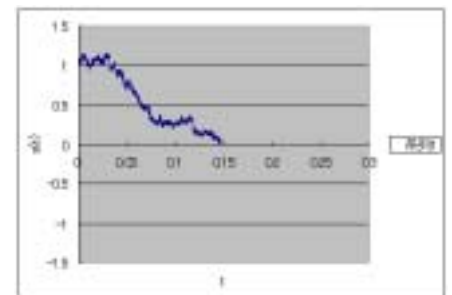


図 1 $s(t)$ の動き

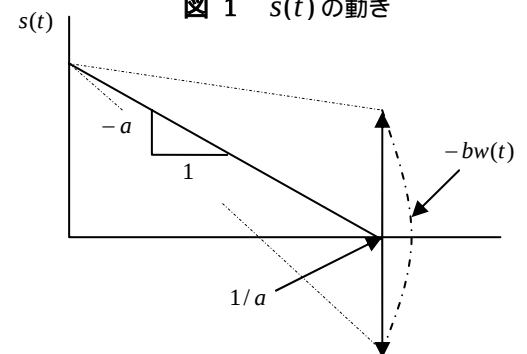


図 2 項の意味

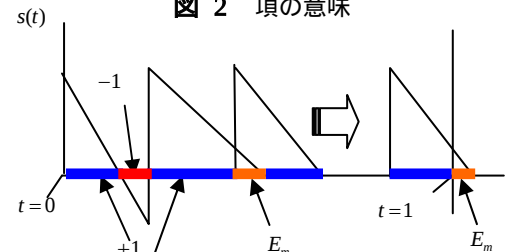


図 3 採点方法

キーワード 維持管理，

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻

電話：03-5841-6083

3．問題1

多数の平均寿命とその標準偏差の組合せでゲームを行い、その結果を分析した結果、得点の平均と分散について図4、図5のような等高線図を得た。得点の平均と得点の分散の大小は等高線を境界線にして判定することが

できると言える。なお、更新する時期は機能の平均寿命で固定してある。

4．問題2

問題2は、時間に比例的に機能が減少していくトレンド項と機能が加速度的に減少していくトレンド項ではどちらを選択すべきであるかという問題である。それぞれの平均得

点と、得点の分散の関数を求め、差をとることでこの問題を考察した。図6・図7からわかるように、二つの傾向の得点平均と分散それぞれが等しくなるような更新回数があるため、その線を境界線にして有利な傾向を選択できることが判った。

5．まとめ

1 平均寿命とそのばらつきが異なるA、Bどちらを選択すべきかという問題については、ゲームの平均得点と分散それぞれに等高線が引けるので、そこを境界線にして、A、Bどちらを選択すべきか判断できる。

2 時間に比例して劣化するトレンド項と、加速度的に劣化するトレンド項のどちらを選択すべきか、という問題については、平均得点が等しい線と得点の分散が等しい線とがそれぞれに引け、そこを境界線にしてどちらを選択すべきか判断できる。

7．今後の課題

今回は限定された瞬間にしか機能の値を把握できなかったが、観測することができるようなルールを導入することで、より効率的な維持管理計画を考察することができるであろう。また、今回は供用している時間のみをゲームの成績に反映したが、更新に関わるコストなどを導入することで、より現実に近いモデルにすることができるだろう。

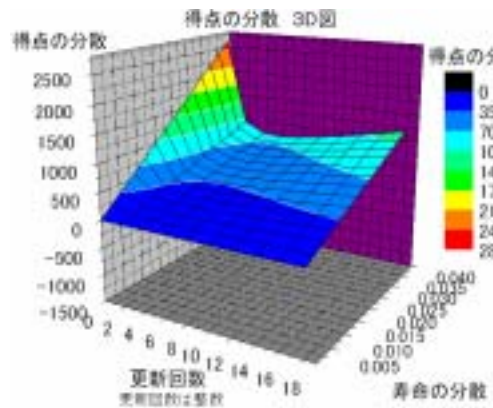


図4 得点分散の等高線図

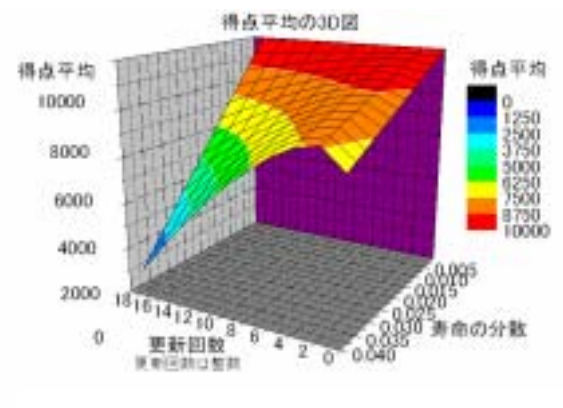


図5 得点平均の等高線図

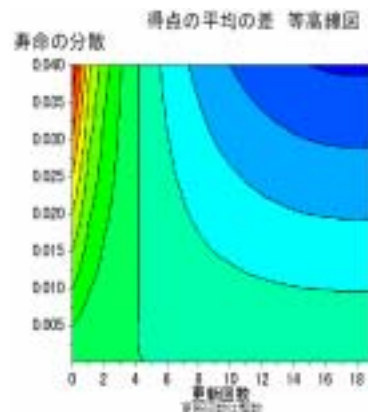


図6 得点平均の差

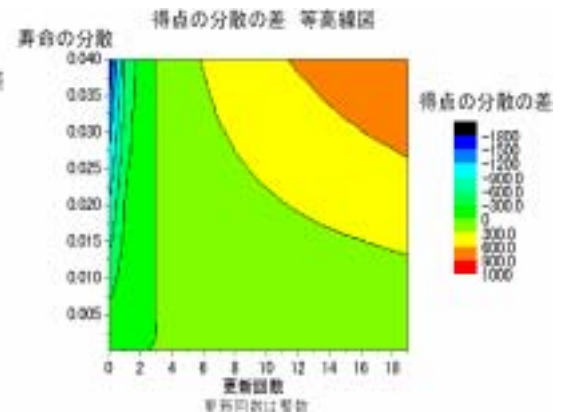


図7 得点の分散の差