
ソフトウェアプロジェクト予測におけるトービットモデル適用の試み

Applying the Tobit model to software project prediction

角田 雅照* 戸田 航史†

あらまし 本稿では、欠陥数などのソフトウェアプロジェクト予測に対しトービットモデルを適用し、その効果を確認した。ISBSG データセットを用いて欠陥数を予測した結果、トービットモデルは従来法である最小二乗法よりも高い精度を示した。

1 はじめに

近年、ソフトウェアはより大規模化しており、納期の遅れ、品質の低下、コストの超過などのソフトウェアプロジェクトの失敗を避けることの重要性が高まっている。プロジェクトの失敗を避けるためには、定量的プロジェクト管理は欠くことができない要素の一つである。定量的プロジェクト管理では、数学的モデルを用いてプロジェクトのコストや品質などを予測し、テストや人員配置などの計画を立案することが行われる。

予測のために用いられる数学的モデルとして重回帰分析などがあり、予測モデルは過去のプロジェクトにおいて得られたデータに基づいて構築される。ただし、ソフトウェアプロジェクトのデータでは、ソフトウェアの欠陥数など、最小値が0となる変数があり、そのまま最小二乗法によりモデルを構築した場合、適切なモデルが構築されない可能性がある。例えば、(対数変換を行わずに) 最小二乗法によるモデルで欠陥数や開発工数を予測した場合、予測値が負の値となる可能性がある。この問題に対処するために、本稿ではトービットモデルをソフトウェアプロジェクト予測に適用することを提案するとともに、その効果を確認する。

2 トービットモデル

トービットモデルとは、データの分布の偏りを考慮したモデルである。データの偏りの分布は以下の3つに分類される [1]。

- 打ち切り (censored)
- 切断 (truncated)
- 付随的切断 (incidental truncation)

打ち切りとは、ソフトウェアの欠陥数など、変数の最小値が0以上など、値域があらかじめ決まっている場合である。切断とは、欠陥数が0の場合のデータを除外する場合である。付随的切断とは、例えばレビューが省略されたためにレビュー指摘数が0になった場合など、本来0でない数値が何らかの理由で0とされた場合である。打ち切り、切断についてはタイプIのトービットモデル、付随的切断についてはタイプIIのトービットモデルが用いられる。本稿では、ソフトウェアの欠陥数を予測するために、タイプIのトービットモデルを適用し、その効果を確認した。

これまでソフトウェアプロジェクトの予測に対し、様々な数学的モデルが適用されているが、我々の知る限り、トービットモデルを適用した研究は存在しない。従って、モデルによりソフトウェアプロジェクトの予測精度が高まるかどうかは明らか

*Masateru Tsunoda, 近畿大学理工学部情報学科

†Koji Toda, 福岡工業大学情報工学科

ではなかった。

3 実験

トービットモデルと最小二乗法（以降 OLS）それぞれを用いて、ソフトウェア開発プロジェクトにおける欠陥数の予測を行い、予測精度を比較した。分析に用いたデータセットは、ISBSG（International Software Benchmarking Standards Group）が 20ヶ国の組織から収集したものである。用いたデータセットは Release 9 と呼ばれるバージョンであり、1989 年から 2004 年に実施されたソフトウェア開発プロジェクトが 3026 件、変数が 99 個含まれている。データには欠損値が含まれている。欠損値とは値が記録されていないことを指す。

分析に用いた変数は総欠陥数、未調整 FP、開発種別（新規開発など）、業種（製造業など）、開発プラットフォーム（メインフレームなど）であり、総欠陥数を目的変数とした。開発種別などのカテゴリ変数はダミー変数化した。予備分析において、OLS と AIC による変数選択を行い、モデルにおいて説明変数として用いる変数を絞り込んだ。具体的には、未調整 FP、新規開発、金融業、メインフレーム、ミッドレンジを説明変数として採用した。

分析対象のプロジェクトの条件を整えるため、データ品質評価が A または B、FP 計測法が IFPUG のデータを抽出した。また、分析で用いた変数に欠損が含まれているデータを除外した。その結果、221 件のプロジェクトが分析対象となった。

モデルの予測精度を評価するために、2-fold cross validation を用いた。予測精度の評価指標として、絶対誤差（以降 *AE*）と Balanced Relative Error（以降 *BRE*）[2] の平均値、中央値を用いた。各予測精度は値が小さいほど精度が高いことを示す。

実験結果を表 1 に示す。*BRE* の平均値はトービットモデルのほうが OLS よりもわずかに劣っていたが、その他の評価指標はトービットモデルのほうが高くなっていた。特に、*AE* 中央値と *BRE* 中央値が大きく改善していた。OLS の予測結果を個別に確かめると、予測値が負の値となっているプロジェクトが 24 件あったが、-2 よりも小さいプロジェクトは 1 件のみであり、予測値が 0 を大きく下回っている場合はほとんどなかった。従って、OLS により構築させたモデルは正常に構築されていると考えられるが、それにも関わらずトービットモデルよりも予測精度が低かった。

表 1 各モデルの予測精度

	<i>AE</i> 平均値	<i>AE</i> 中央値	<i>BRE</i> 平均値	<i>BRE</i> 中央値
OLS	10.9	4.6	353%	186%
トービットモデル	9.5	1.8	361%	100%

4 おわりに

本稿では、ソフトウェアプロジェクトの予測にトービットモデルを用いることを提案した。実験では欠陥数の予測に対し、トービットモデルと従来法である最小二乗法を適用し、それぞれの予測精度を比較した。その結果、トービットモデルは従来法よりも高い精度を示した。ただし、実験では各変数に対して対数変換を行っておらず、その場合には結果が異なる可能性がある。今後の課題は対数変換を行うなどし、結果の信頼性を高めることである。

参考文献

- [1] 水落正明. 打ち切り・切断データの分析. 理論と方法, Vol. 24, No. 1, pp. 129–138, 2009.
- [2] Y. Miyazaki, M. Terakado, K. Ozaki, and H. Nozaki. Robust regression for developing software estimation models. *Journal of Systems and Software*, Vol. 27, No. 1, pp. 3 – 16, 1994.