

1. はじめに

近年、組込みソフトウェアの分野において、オブジェクト指向モデルを用いたモデリングが注目されている。UMLを用いてモデル化することで、要求仕様の曖昧さを改善するメリットがある。しかし、初心者には、どのようなUMLを記述すれば良いかわかりにくく、モデルを評価するための基準がないため、UMLの理解度を判断できないという問題がある。そこで本研究では、従来の評価基準に加え新たな基準を提案し得点化する手法を提案する。

2. UML と従来の評価基準

UML(Unified Modeling Language) とは、オブジェクト指向分析・設計の標準記法である。UMLにはクラス図、ユースケース図など12種類の図があり、用途に合わせて使用する。本手法ではUMLモデルの中で最も使用頻度が高く、システムの構造を表現するために重要なクラス図に着目し、評価に用いる。また、本研究における評価用UMLには、ETロボコン参加チームのモデルを対象とする。

UMLのクラス図を対象とした評価法として、既にオブジェクト指向複雑度測定法(COF: Coupling Factor)[1]が提案されている。COFはオブジェクト指向における結合度測定法の一つであり、システムを構成するクラスとクラス間の結合関係に着目し、結合度(複雑度)を測定する。COF値は式(1)(2)より算出する

$$COF(S) = \begin{cases} A & (|S| \neq 0, 1) \\ 0 & (|S| = 0, 1) \end{cases} \quad (1)$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{|S|} \sum_{j=1}^{|S|} isCli(c_i, c_j)}{|S|^2 - |S| - (2 \sum_{k=1}^{|S|} |Des(c_k)|)} \quad (2)$$

c は各クラス、 S はシステムの全クラス数である。 $isCli(c_i, c_j)$ は、 c_i が c_j の属性などを参照しているとき1を返す。ただし、 c_i と c_j が継承関係にあるか、同一のクラスの場合は0を返す。 $Des(c)$ はクラス c のサブクラス数である。式(2)は、参照関係の可能性のある最大数に対する実際の参照関係の割合を表す。COF値は0 $COF(S)$ 1となり、0に近いほど複雑でない判定する。複雑度が低いと、そのクラス図が表現している内容を、読み手が理解しやすい表現を実現していることになる。また、保守性においても変更性、拡張性が高いため、高評価となる。図1と表1に、ETロボコン優秀チームとその他のチームのCOFとクラス数の関係を示す。

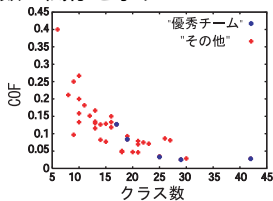


表 1: COF の平均と分散

	優秀チーム	その他
平均	0.0594	0.1249
分散	0.0020	0.0057

図 1: COF とクラス数の関係

青色はETロボコンモデル審査部門の上位5チーム、赤色は評価対象とした全てのチームである。図1から、優秀チームはその他のチームに比べCOF値は小さくなるのがわかる。つまり、理解容易性、保守性が高く、良いモデルであると判定できる。しかし、COFのみではクラス図全体でのクラスとクラス間の結合関係しか表現できないため、新たに評価基準を導入する必要がある。

3. 評価基準の提案

従来のCOFのみでは、クラス図の理解容易性は表現できるが、分割と関連付けが適切かは表現できない。そこで、モデルバランスと責務に着目した基準を提案する。

モデルバランス: モジュール分割には深さと幅の分割がある。深さの分割は、モジュールを段階的に詳細化し独立性の保持のために、幅の分割は、処理手順を逐次的に保ち、並列に構成することで行われる。深さ、幅の分割を増加すると、制御が複雑になり、機能の独立性が不明確になるという問題がある。従って、深さと幅のバランスが優れている中間的構造へ調整することが重要である。クラス図より深さと幅を求め、比率をバランスとし、1に近いほどバ

ランスが良く、高評価とする。図2と表2にモデルバランスの分布を示す。

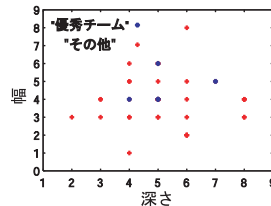


表 2: モデルバランスの平均と分散

	優秀チーム	その他
平均	0.8295	0.6610
分散	0.0110	0.0403

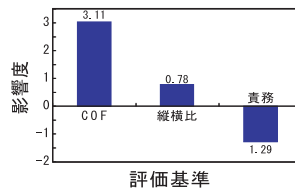
図 2: モデルバランスの分布

優秀チームの平均値はその他のチームに比べ1に近く、バランスが優れていることがわかる。

責務の集中: あるクラスに責務の集中が起こると、そのクラスの負担が大きくなり、保守性が低くなる。これを防ぐ目的で、あるクラスへの参照関係にあるクラスが一定数以上の場合、責務の集中が見られると判定し、減点の対象とする。責務の集中が見られる基準として、全てのチームの平均と標準偏差から5以上の場合とした。評価対象とした45チーム中、11チームに責務の集中が見られた。

4. 各評価基準を統合した得点換算法

各評価基準を統合することで総合得点を算出する。まず、クラス図を構成する各要素それぞれの平均を求める。クラス図の各要素数が平均以上なら1点、平均未満なら0点とし、合計点からランク付けする。COF、縦横比、責務の3点と予備評価でのランク付けから回帰分析を行うことで、各評価基準の影響度を算出する。図3に各評価基準に対する影響度を示す。



$$S = 61.26 + 133.64x_1 + 12.22x_2 - 9.41x_3 \quad (3)$$

x_1 : COF(S)
 x_2 : 縦横比
 x_3 : 責務

図 3: 評価結果

求めた影響度を用いて、式(3)より総合得点Sを算出する。

5. 実験

図4(a)にCOFのみからの得点、図4(b)に提案した評価基準を含めた総合得点の結果を示す。

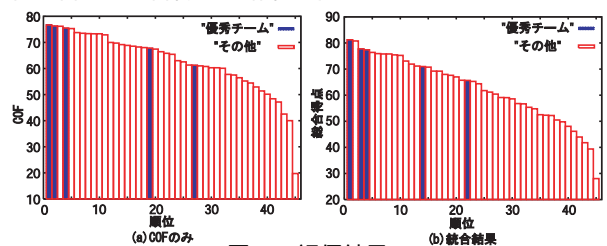


図 4: 評価結果

図4の(a)と(b)を比べると、上位の変化はほとんど見られない。しかし、COFのみでは図4(a)のように優秀チーム同士の差が大きいという傾向がある。一方、統合した結果の図4(b)では、中盤位置の優秀チームの順位が、5位上がっていることがわかる。これは、新たに提案した評価基準の影響により、COFのみでは評価できていなかった観点を考慮することができたと考え、以上よりクラス図の評価基準としての有効性が示されたといえる。

6. おわりに

本研究では、UMLクラス図に対しての客観的評価法を提案した。各評価基準を統合し得点化した結果と、COFのみでの結果を比較し、提案した評価基準がクラス図の評価として有効であることを示した。今後は、クラス図以外のモデルの評価基準の検討を行う予定である。

参考文献

[1] F e Abreu et al, "Toward the Design Quality Evaluation of Object-Oriented Software Systems", Proc.5th ICSQ, 1995.