

通信制御ソフトウェアのプロトコル実装効果評価法に関する一提案

1D-8

小澤 武人、宮田 俊介、定兼 良宏

NTT情報通信網研究所

1. はじめに

OSIに代表される標準プロトコルにおいては、実装要否を実装者の選択にゆだねるパラメタ(オプションパラメタ)が多数存在する。このようなプロトコルに準拠したシステムでは、実装の違いによりシステム間の相互接続が不可能な場合が生じる。そのため、同一プロトコルに準拠したシステムでも、システム個々のプロトコル上の特性は必ずしも同一とはならない。こうした特性を定量化すれば、システムを評価する上で有効な尺度の1つになると考えられる。

本稿では、標準プロトコルを実現する通信制御ソフトウェアの評価基準の1つとして、プロトコル上の特性を定量化する尺度について提案する。

2. 「実装効果」の提案

プロトコル上の特性を評価する場合、まず「どれだけ多くの環境で通信可能か」ということを定量化する観点から、システムの適用可能性、すなわち接続可能相手数が評価対象となるが、接続可能相手数を調査するのは、現実には非常に困難である。そこで、その数と相関関係があると推定される実装プロファイル(プロトコルパラメタの選択肢の組み合わせ)数を対象とすると、パラメタ数で表される実装範囲の広さが、システムの評価を左右する要素となる。

ここで、一般に実装範囲を広くするには、それに応じた処理ロジック構築が必要となる。その結果、開発規模は増加する。よって実装範囲のみを評価要素とすると、該範囲が広いソフトウェアならば、たとえ経済性を無視した大規模なものでも高機能と評価される恐れがある。したがって、実装範囲をシステムの評価要素とするならば、該範囲実現のための開発規模をも同時に考慮しないと適切な評価はできないといえる。

以上をふまえ、本稿では定量的評価尺度として、実装範囲から求めたプロファイル数及びソフトウェア開発規模の両方を評価項目とする、「実装効果」という尺度を提案する。3章では、その評価式について具体的に述べる。

3. 実装効果評価式の概要

本章では、まず評価式作成の上で留意すべきプロファイル数算出法についてふれる。そして、その算出法を考慮した上で提案評価式を示す。

3.1 実装プロファイル数算出時の留意点

一般にプロファイル数は、実装パラメタの選択肢数の単純なかけ算によって算出できる。例えば、選択肢数2(使用/未使用)のパラメタを5個実装し

た場合は、プロファイル数は $2^5=32$ (個)となる。ただし、この値は指数的に増加するものなので、評価式の要素としてはその対数値をとって正規化したものを適用することとする。

なお、本稿ではプロファイル数算出の際に、各パラメタの実装手法の差異を反映させることにした。

3.1.1 軽装化実装について

一般に通信制御ソフトウェアでは、あるパラメタに関する処理が必要な場合に、そのプロトコル上の意味(Semantics)を意識する必要がなく、形式(Syntax)のみを意識することで対処可能な場合がある。

一例として、OSIネットワーク層(X.25 PLP)でのQOSの要素であるスルーブットクラスを実装する場合について取り上げる。このとき、一般的には以下の処理を実行するロジックを構築する。

(1) 通信を行う2主体間における、接続(コネクション設定)時の値の折衝。

(2) データ転送フェーズにおける、2主体による折衝値充足状況の監視。

スルーブットクラスをパラメタとする本質的な理由は、処理速度の上限を制限した通信を可能とするためである。したがってこの場合は、(1)がSyntax処理、(2)がSemantics処理に相当する。このうち

(2)は、2主体間の通信で双方の処理速度に差があり、かつ、低速度の方の過負荷を防ぐためにスルーブットに対して切実な制限要求のあるときには、処理として不可欠である。しかし、そうした処理要求のない環境でも、未実装だと処理(1)で接続不可となる場合がある。そこで後者の環境への適用システムでは、Syntax処理である(1)のロジック構築のみで対処すれば、該環境での通信は可能となる。この実装では、システム適用環境において省略可能な処理ロジックを未構築とすることにより、開発規模抑制が可能となる。

以上のようにSyntax処理のみを実施する実装を、本稿では「軽装化実装」と呼ぶ。これに対し、Semantics処理を含めた全処理ロジックを実装する従来方法は、「完全実装」と呼ぶ。

3.1.2 軽装化考慮時のプロファイル数算出法

軽装化パラメタは特定環境に対して最適化したものなので、他環境での正常動作は必ずしも保証されない。したがってプロファイル数算出時に、完全実装/軽装化実装パラメタを同様に扱うのは適切ではない。そこで、実装レベルという概念を導入し、完全実装を1として、各パラメタの選択肢にその実装方法に応じた重み付けを行う。ここでは各軽装化パラメタについて、実際の通信環境へ適用した際に、軽装化の弊害が発生しないと予想される確率を実装レベルと定義する。つまり、

A: 通信時のパラメタ使用(発生確率: P(A))

B: Semantics処理実施(発生確率: P(B))

というパラメタに関する事象を用いると、軽装化時

の実装レベルLは以下で求められる。

$L=1-P(A \cap B)=1-P(A)P(B)$
 $P(A)$ 、 $P(B)$ の算出方法は現時点では検討段階だが、その算出例については4章で示す。

実装レベルを用いると、選択肢数 n_i 個のパラメータによるプロファイル数への寄与度は、以下で表される。

$$1 \cdot L_{i1} + 1 \cdot L_{i2} + \dots + 1 \cdot L_{in_i} = \sum_{j=1}^{n_i} L_{ij}$$

計 n_i (個)

これにより、軽装化を考慮した場合の実装プロファイル数は以下の式で算出できる。

$$(\text{プロファイル数}) = \prod_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^{n_i} L_{ij} \right)$$

・ p : 機能数
 ・ L_{ij} : 選択肢実装レベル

3.2 実装効果評価式の作成

プロトコル機能実現時の経済性考慮の度合を定量化するという観点から、実装効果は単位開発規模当たりのプロファイル数で表すこととする。なお、3.1節でも述べた通り、プロファイル数についてはその正規化した値を用いる。以上から、本稿で提案する実装効果評価式は以下のように表される。

$$(\text{実装効果}) = \log \left(\prod_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^{n_i} L_{ij} \right) \right) / p_step$$

・ p_step : 開発規模[step]

3.3 評価式の利用法について

提案評価式は、実装のコストパフォーマンスを定量化するものである。したがって開発段階で本評価式を利用することにより、サポート要求の低いパラメータについて実装を行うか否かを決定するような場合に、経済的観点からの判断指標を得ることができる。

4. 評価実施例

4.1 実施方法

(1) 評価対象

OSIトランスポート層(X.224準拠、以下T層)のプロトコル処理を行う当社既存製品を対象に、実装クラスを以下のように変化させた場合の実装効果向上率を求める。

- ・ (クラス0) → (クラス0、2)
- ・ (クラス0、2) → (クラス0、2、4)

(2) 実装レベル算出法

実装レベル算出に当たって、3.1節の事象A、Bの発生確率 $P(A)$ 、 $P(B)$ を定量化する必要がある。それについて本稿では、次に示すように求めることとする。

まず、各通信環境での実施有無の判断を左右する外部要因は特に無いと思われる。そこで両者の発生

頻度はほぼ同程度と予想し、 $P(B)=0.5$ とみなす。

次に事象Aに関しては、標準的なプロトコル実装規約が発生確率を左右すると思われるので、それについて考慮する。具体的には、 $P(A)$ 算出の際に規約(本稿ではINTAP実装規約を利用)のパラメータ実装条件記述(PICS)を考慮する。まず、必須条件(m)は必ず要求されるので1とする。また、オプション条件(o)については、要求有無はほぼ半々と判断して0.5とみなす。

以上より、T層における $P(A)$ 、 $P(B)$ 、及びそれから求められる実装レベルについては、表1に示す通りの値となる。

表1 実装レベル見積もり

記述形式	P(A)	P(B)	L
mm	$1 \times 1 = 1$		0.5
mo	$1 \times 0.5 = 0.5$	0.5	0.75
oo	$0.5 \times 0.5 = 0.25$		0.875
その他	0		0

注) $L=1-P(A)P(B)$

4.2 実施結果

各パターンの実装効果向上率は、以下のように算出される。

- (1) クラス0 → クラス0、2
 $\frac{\text{実装効果(クラス0,2)}}{\text{実装効果(クラス0)}} = 1.24$
 → 約2.4 [%] 向上
- (2) クラス0、2 → クラス0、2、4
 $\frac{\text{実装効果(クラス0,2,4)}}{\text{実装効果(クラス0,2)}} = 0.91$
 → 約9 [%] 低下

算出値は、T層クラス実装について以下のことを定量的に示している。

- ・ (0) → (0,2) : 増加規模と比較して機能性向上。
- ・ (0,2) → (0,2,4) : 増加規模と比較して機能性低下。

5. まとめ

本稿では、通信制御ソフトウェアの定量的評価基準として実装効果という概念を導入し、その定量的評価式を提案した。また、提案評価式による評価実施例について示した。

なお現時点の評価式は、通信上重要な機能についても効果が低いと評価してしまう場合がある。例えば前述のT層クラス4については、コネクションレス型通信が必要な環境では不可欠である。こうした機能の重要性の重み付け法を検討することが、今後の課題である。

6. 参考文献

- (1) JIS X 5003 参考 S011(V2.0) WAN 下位層実装規約