

Title	設計モデル上でのメモリ量見積もりに関する研究
Author(s)	山下, 幸之輔
Citation	
Issue Date	2009-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/8109
Rights	
Description	Supervisor: 岸知二特任教授, 情報科学研究科, 修士

設計モデル上でのメモリ量見積もりに関する研究

山下 幸之輔 (710074)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2009 年 2 月 5 日

キーワード: メモリ量見積もり, UML, MARTE, モデル検査, リアルタイム OS.

1 はじめに

組み込みソフトウェアでは、ハードウェアのリソースの制約が厳しい場合が多い。プロセッサやメモリなどのハードウェアは、パーソナルコンピュータに比べて性能が低い場合が多く、ハードウェアリソースに注意しながらソフトウェアを作成する必要がある。また、近年、組み込みソフトウェアは大規模化が進んでおり、10 万ステップや 100 万ステップといった規模になってくると、ソフトウェアの設計がより重要になってくる。後工程で不具合が見つかることによって発生する手戻りコストは、規模が大きくなればなるほど大きくなる。そのため、ソフトウェアの設計をいかに高品質にするかが重要になってくる。

ソフトウェアの設計においては、機能要求だけでなく、非機能要求も考慮しなければならない。機能要求とは、提供するサービスのことで、例えば「印刷する」「表示する」「計算する」などのことである。これに対して、非機能要求とは、「性能」「保守性」「資源効率性」など、ソフトウェアの品質に関わる特性に対する要求である。この品質に関する特性は、ISO9126 で定義されている。一般的には、ある機能を実装するときの設計方法は複数考えられ、設計ごとに非機能要求が異なってくる。要求されている非機能要求を満たす設計方法を選択する必要がある。さらに、要求を満たす設計方法の中でもより良い非機能要求を満たす設計方法を選択する必要がある。

本研究では、設計段階における品質特性に注目する。品質特性の中でもメモリ使用量に注目し、設計段階で最大メモリ使用量を見積もることで、どの設計方法を選択すればよいかの指標にしたいと考えた。

2 研究の目的

本研究の目的は、設計段階における最大メモリ使用量の見積もり手法を提案することである。特にタスク設計の段階で、タスク分割などに関わる設計判断に活用することを狙っ

ている．設計情報に含まれる振る舞い情報を活用することで，余分な作業を最小限に抑えながら，静的見積もりよりも精度の高い見積もりを行うことができると考える．なお，見積もる対象は，タスクと割り込みの最大メモリ使用量とする．

提案する手法では，システムの構造を記述したクラス図とシステム全体の振る舞いを表したステートマシン図をタスク設計モデルとして与え，そのタスク設計モデルから網羅的に動的な振る舞いを調べ，最大メモリ使用量を見積もる．タスク設計モデルは，タスク設計段階で，その時点で通常定義されている情報をできるだけ活用しながら記述する．なお，設計の記述には，組み込み向け UML プロファイルである MARTE を拡張したものをを用いる．また，今回は，具体的な検討は μ ITRON4.0 を対象として行った．

3 最大メモリ使用量見積もり手法の提案

本研究では，タスクと割り込みに関する最大メモリ使用量を対象とする．リアルタイム OS によって差異があるが，一般的には以下の式で最大メモリ使用量は表され则认为る．

$$MM = \sum_{it=0}^{nt} TM_{it} + \sum_{ii=0}^{ni} IM_{ii} + \sum_{ir=0}^{nr} RM_{ir} + OM$$

$$TM = TCM + \sum_{i=0}^m FM_i$$

$$IM = ICM + \sum_{j=0}^n FM_j$$

MM ：最大メモリ使用量

TM ：タスクのメモリ使用量

IM ：割り込みのメモリ使用量

RM ：OS リソースのメモリ使用量

OM ：それ以外のメモリ使用量

TCM ：タスクコンテキストのメモリ使用量

ICM ：割り込みコンテキストのメモリ使用量

FM ：関数のメモリ使用量

本研究では，上記で述べた式の $\sum_{it=0}^{nt} TM_{it}$ と $\sum_{ii=0}^{ni} IM_{ii}$ を対象としている．一般的には， TCM と ICM は使用する OS が決定すれば静的に決まるメモリ量であり，関数のネストのメモリ使用量である $\sum_{i=0}^m FM_i$ が動的な振る舞いを見ないとわからないものである．この関数のネストのメモリ使用量を見積もる方式を以下に示す．

設計者がそれぞれの関数にメモリ使用量を与え，それぞれのスレッドに現在のメモリ使用量と最大メモリ使用量の値を保持するための変数を持たせる．そして，関数呼び出しを全てのスレッドの動的な振る舞いを考慮して網羅的に調べ，このとき，現在のメモリ使用量が過去に最大であったメモリ使用量よりも値が大きくなるたびにその値を保持しておくことで最大メモリ使用量を求める．

今回対象とする μ ITRON4.0 においては，タスクと割り込みがスレッドに当たるものである．そのため，見積もりの際は， μ ITRON4.0 におけるスケジューリング方式は FCFS 方式であるので，スレッドの実行順序や停止などを考慮しなければならないことに注意する必要がある．

見積もりに必要な情報を記述するためのモデルとしてタスク設計モデルを定義した．具体的にいうと，このモデルでは，タスク，同期・通信機能，ランダム割り込み，周期割り込み，関数，オブジェクト初期化処理に関する情報を表現している．

提案するメモリ量見積もり手法に基づき，タスク設計モデルから最大メモリ使用量を見積もるツールを開発した．なお，網羅的な振る舞いの確認にはモデル検査ツールである SPIN を利用した．

4 評価

タスク分割を行ったときに，作成した見積もりツールの見積もり値と実際に実装しての実測値に同じ傾向が見られるかどうかを評価した．タスク分割が異なる 2 つの設計方法に対して，作成した見積もりツールによって見積もった最大メモリ使用量と実際に実装を行い実測した最大メモリ使用量を比較した．その結果，対象とした例題においては見積もりでも実測でも同様のメモリ量の傾向が得られた．関数のメモリ使用量が不明な場合の見積もりにおいても評価を行い，同様の傾向を捉えることが可能なことが確認された．