デッドラインを考慮したメモリ削減スケジューリングLMCLFの改善

組込みデザイン研究室　新井　諒介　(指導教員　中田　明夫)

## １　まえがき

　スマートフォン,家電製品,医療機器などの組込みシステムは大量生産されることが多いため,製造コストの削減は重要な課題であり,メモリ消費量を削減することが,組込みシステムの開発目標の一つとして挙げられている[1].そこで我々は,マルチタスクシステムのヒープメモリ消費量を動的解析によって削減するスケジューリングアルゴリズムLeast Memory Consumption First (LMCF)スケジューリングを提案した[2]．さらに先行研究[3]では,消費メモリ増分だけでなく,実時間制約を共に考慮したLeast Memory, remaining Computation-time, and Laxity First (LMCLF) スケジューリングが提案されている.しかし,メモリ増分と余裕時間,残余実行時間に大きなばらつきがある場合αの値を設定するのは困難である.それに加えてαの値が最適でない場合,最適である場合よりもメモリ削減量が減ってしまう.本研究では,そのαの値のより最適な値の導出法を提案する.これを行うことで,αを事前に定める必要が無くかつ,αの値が最適でない場合の従来手法よりもメモリがより削減される.

## ２　ヒープメモリと実時間制約を共に考慮したスケジューリング手法LMCLF

LMCLFスケジューリング[3]では，次のステップの式(1)のθiを計算し,θi が小さいτi から順に優先度を付与する.ただし,式(1)のαは，設計者が任意に定めるパラメータである．

## ３　提案手法

　従来では,式(1)のαの値が任意で与えられていて事前に求める必要があった.本研究では、そのαの値の最良な値の導出法を提案する．提案手法をＬＭＣＬＦスケジューリングに組み込むことで従来よりもメモリ削減をすることが可能となる．以下,提案手法のアルゴリズムを掲載する.

## ４　実験

提案したメモリ削減スケジューリングを評価するために， ランダムなタスクセットを文献[6][7]に基づいて生成した．1)プロセッサ数 p(2 or 4)とし，2) 消費メモリ増分 の時系列変化を [−10000, 10000] の一様分布で決定し，3) 個々のタスクのプロセッサ利用率 δi(= Ci/Ti) を平均 1/λ(= 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9) の指数分布で決定し，4) 最小リリース 間隔 Ti を [100, 1000] の一様分布で決定し，5) 与えられた δiとTi から実行時間Ciを算出する．これらのパラメータに対して，文献[6] [7]と同様の方法に従い，プロセッサ利用率が一様分布に従うタスクセットを100個生成する．

## 5. あとがき

本研究では,[3]で提案されたLMCLFスケジューリングにおけるαの値の最適な値の導出法を提案した.これにより,これを行うことで,αを事前に定める必要が無くかつ,αの値が最適でない場合の従来手法よりもメモリがより削減することができると考えられる.

## 参考文献

[1]R. Zurawski, “Embedded Systems Handbook, Second Edition: Embedded Systems Design and Verification”, CRC Press, 2009.

[2] Y. Machigashira and A. Nakata, “An improved LLF scheduling for reducing maximum memory consumption by considering laxity time”, In Proc. of 12th Int. Symp. on Theoretical Aspects of Software Engineering, pp.144–149, IEEE Computer Society Press, 2018.

[3] 町頭優輝, 中田明夫, 「ヒープメモリ確保・解放量と実時間制約を共に考慮しマルチプロセッサシステムのメモリ消費量を削減するリアルタイムスケジューリング」, 電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会報告(SS2019), 信学技報(SS2019–45), pp.25–30, 2020.

[6] T. P. Baker, “Comparison of Empirical Success Rates of Global vs. Partitioned Fix-Priority and EDF Scheduling for Hard Real Time”, Technical Report TR-050601, Department of Computer Science, Florida State University, pp.1–14, 2005.

[7] J. Lee, “Time-Reversibility for Real-Time Scheduling on Multiprocessor Systems”, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Vol. 28, No. 1,