

# マルチコア REMON での排他制御問題解決の提案

松浦 裕哉<sup>†</sup> 南角 茂樹<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 大阪電気通信大学 大学院 総合情報学研究科

## 1. 研究目的

近年、通信システムの発展や通信機器の高速化によるセンサ間でのデータ処理や入出力の負荷の増加が懸念されている。更にクロック数の上昇の限界からマルチコアに対応することにより問題の解決を行ってきた。ISRで実現されるセンサ等の入出力処理は、ISR間の処理の管理やセマフォの実装を行える組込みシステム用割り込みスケジューラ REMON(Realtime Embedded Monitor)[1]を実装することにより問題の解決が可能である。しかし、REMON はマルチコアに対応しておらず、マルチコア対応するにあたりコア間の排他制御問題を解決しなければならない。

## 2. コア間の排他制御問題

シングルプロセッサ環境では、CS(クリティカルセクション)において割り込み禁止を行うことで割り込み処理や周期割り込みによるディスパッチを防いでいる。マルチプロセッサにおいては、複数のプロセッサが同時に割り込み許可/禁止を行えないため、TAS(Test and Set)命令や LL/SC(Load Link/Store Conditional)命令などを用いてスピンロックを実現し、コア間の排他制御を行っている。

しかし、割り込み許可/禁止、ロックの取得/解放の順番によって割り込み遅延や他プロセッサの動作阻害等を引き起こしてしまう問題や、LL/SC 命令において、後に命令を実行した処理が先に実行されてしまうという問題点がある。

## 3. 提案手法

本研究において、コーディネータを各 CPU に設け、コーディネータによって CS を動かすタスクを決定する方法を提案する。図 1 に本研究の提案手法の図を示す。具体的には、コーディネータは各フラグのチェックを行い、共有資源がロックされていなければ取得処理を行い、ロックされていればロック待ちキューにタスク ID の格納を行う。ロック待ちキューに格納されたタスクはロック解放待ちとなり、スピンロックを行う。CS 実行を終えたタスクはコーディネータを介して共有資源の解放を行う。

本研究では、REMON の割り込み間の処理の切り替えが可能という特性を生かす。図 2 に REMON での提案手法の設計例を示す。まず、ロック待ちキューに格納されたタスクはロック解放待ちに遷移し、他の実行可能状

態の処理や割り込み処理の動作が行われる。共有資源が解放された後は、ロック待ちキューに格納されている情報を基にロック解放待ちを行っているコアへ通知を行う。解放通知を受け取ったコーディネータは、動作中の処理や割り込み処理を CS 終了待ち状態に推移させ、ロック解放待ちを行っている処理の起動を行う。

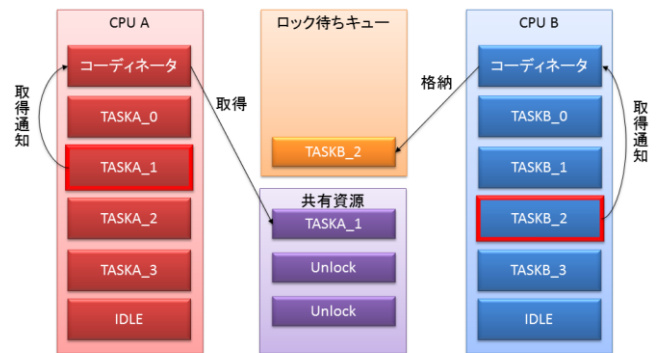


図 1. 提案手法の図

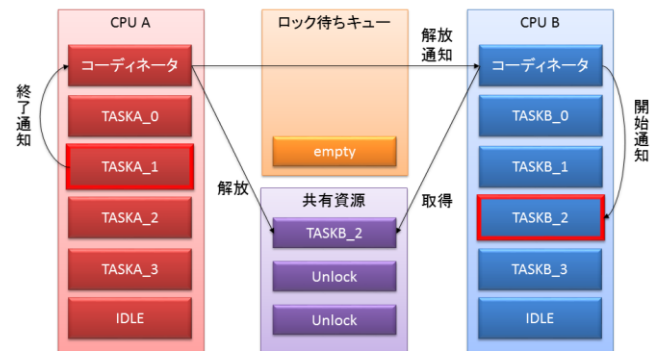


図 2. REMON での設計例の図

## 4. 今後の課題

本提案手法を用いて REMON のマルチコア対応を行い、コーディネータを介した時のオーバーヘッドの評価を行いたいと思う。

## 参考文献

[1] 南角茂樹, 水篠公範, 小泉寿男, 福田晃: 「組込みシステム用割り込みスケジューラREMON」, 電気学会論文誌C (電子・情報・システム部門誌), Vol.133No.2 pp.316-325(2013-2)