

組込みシステム用割り込みスケジューラ REMON の デッドロック防止機能セマフォの提案

松浦 裕哉[†] 南角 茂樹^{††}

† 大阪電気通信大学 総合情報学部 †† 大阪電気通信大学大学院 総合情報学研究科

1. 研究背景

近年, M2M(Machine to Machine)などの通信システムの発展や通信機器の高速化によりセンサ間でのデータ処理や入出力の負荷が増加している. 割り込みハンドラ(以下 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機能を持つ組込みシステム用割り込みスケジューラ Realtime-Embedded MONitor(以下 REMON)[1]により問題解決が可能である. しかし, REMON の標準的なセマフォには, 同じ処理内で同じセマフォの取得を行った場合, デッドロックを引き起こす問題がある. 処理内で多重に同じ資源の取得を行うと既に取得されている資源の開放待ちを行うため, デッドロックを引き起こしてしまう. この問題を解決するため, 本稿にて解決手法の提案を行う.

2. REMON セマフォのデッドロック防止方式

方式 1. カウンティングスルー方式

カウンティングスルー方式とは, 2 回以上 P 操作を行った場合, 起動回数をカウントし, セマフォ獲得処理のスルーを行う方式である. 図 1 に動作例を示す. 図 2 にカウンティングスルー方式の処理の流れを示す. P 操作は既に資源を取得済みの場合, 用意したセマフォ起動回数カウンタをインクリメントし処理を続行する. V 操作はカウンタを確認し, 多重起動している場合はカウンタのデクリメントを行い, それ以外は資源の返却処理を行う. この方式は, 各クリティカルセクション(以下 CS)の共有資源の扱いが全く違う場合, 共有資源の破壊等の不正な動作を引き起こす可能性がある.

方式 2. セマフォナンバー方式

セマフォナンバー方式とは, セマフォの取得順を記憶し, 適切な順番で処理を行わせる方式である. 図 3 にセマフォナンバー方式の処理の流れを示す. P, V 操作にセマフォ番号の付加を行い, P 操作を行った CS から順に処理を行う. 図 1 に示した動作例のように, 2 回目の P 操作は CS 処理ごと実行を遅らせ, 1 回目の V 操作を行った後に実行を遅らせた 2 回目の P 操作の CS 処理を実行する.

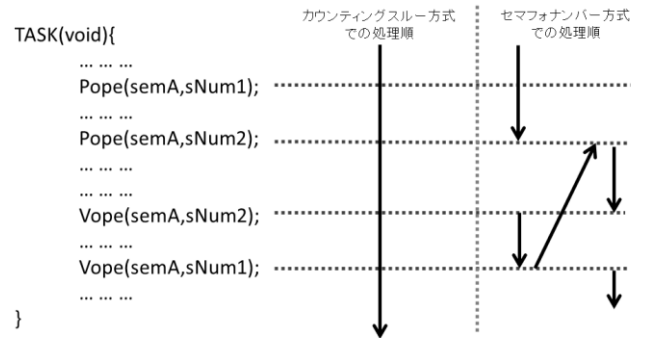


図 1. 各方式でのプログラムの動作例

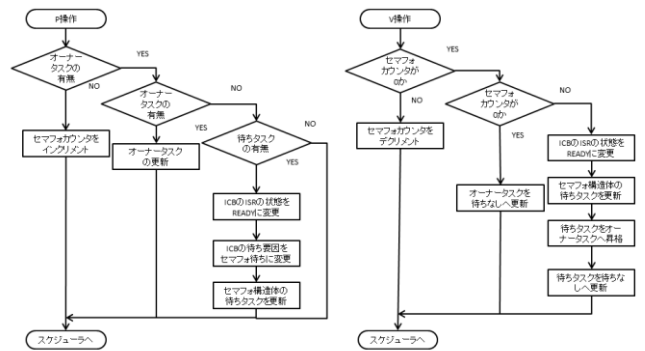


図 2. カウンティングスルー方式の実行の流れ

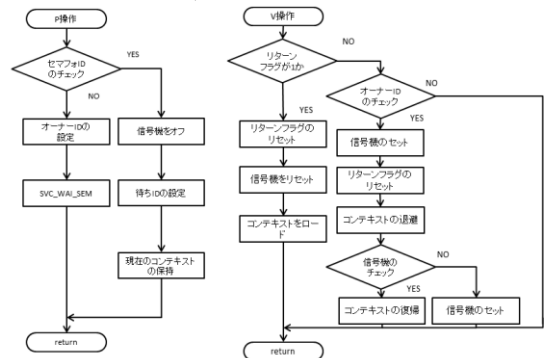


図 3. セマフォナンバー方式の実行の流れ

3. 今後の予定

今後はこれらの方式の実装を行い動作検証を行う予定である.

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)