

# 4H-01 COMET 互換プロセッサ用 ITRON 仕様 OS

樋口 正雄 蛸井 基明 宮内 新 石川 知雄  
武蔵工業大学

## 1 はじめに

マイクロプロセッサは、現在までに多種多様の製品に組み込まれている。このような用途におけるソフトウェアシステムの開発においては、リアルタイム OS(以下 RTOS)を利用する事で、プログラムの生産性、保守性の向上を図ることが可能である。本学において、計算機アーキテクチャ教育用の「COMET 互換プロセッサ」が開発された。本稿では、同プロセッサ上で動作する  $\mu$  ITRON3.0 仕様の RTOS 「ITRON FOR COMET」を開発したので報告する。

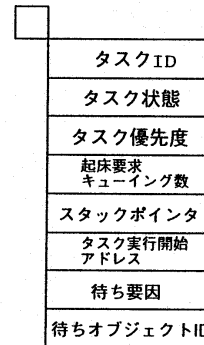


図 1: タスク制御ブロック (TCB) の構造

## 2 目的,用途

COMET 互換プロセッサの周辺ボードには、メモリ、キーボード、LED 表示機構、シリアルインタフェース等が搭載されている。本 RTOS は応用用途として、シリアルインタフェースを介した、小型の実験用ロボットの制御を想定している。

使用するロボット「Khepera」\*には、2 個の DC モータと 8 個の赤外線近接センサが搭載されている。OS のサポートする機能の選定には、「Khepera」を制御するために必要とされる機能を搭載することを目標とした。

サブルーチンコールを用い、オーバーヘッドを最小限にとどめた。ロボット制御に十分なタスク数を確保し、且つメモリ容量や動作速度等、システム全体の性能の低下を防ぐという観点から、最大 3 2 タスクの同時実行を可能と設定した。搭載されているシステムコールを表 1 に示す。

## 3 ITRON FOR COMET

COMET 互換プロセッサはその仕様上、動作速度、命令セット、メモリ空間、入出力等の点において厳しい制約がある。このような環境下においても  $\mu$  ITRON3.0 仕様 RTOS は、ハードウェアの性能を十分に生かすよう最適化した形で実装することが可能である [1]。

機能	システムコール
タスク管理	cre_tsk sta_tsk del_tsk ext_tsk rot_rdq dis_dsp ena_dsp
タスク付属同期	slp_tsk wup_tsk
同期通信機能	cre_sem del_sem wai_sem sig_sem cre_flg del_flg set_flg wai_flg
タイマハンドラ	def_cyc act_cyc ret_tmr

表 1: 搭載システムコール

### 3.1 基本仕様

カーネル全体を、アセンブリ言語 CASL で記述した。システムコールの呼出はソフトウェア割り込みを用いず、

\*スイスのローザンヌ連邦工科大学にて開発された研究用ロボット

ITRON-Specification OS for COMET Compatible Processor  
Masao Higuchi, Motoaki Takoi, Arata Miyauchi, Tomo Ishikawa  
Musashi Institute of Technology

### 3.2 タスク管理機能

本 RTOS のタスク制御ブロック (TCB) の構造を図 1 に示す。各タスク実行中のコンテキストの退避は全てスタックに行う事とし、スタック領域も TCB 外部に設けたため、TCB 内部にはスタックポインタのみを有する。「タスク優先度」には 1 から 8 までのいずれかを指定可能である。タスクの状態は WAIT, READY, RUN, DORMANT

の4つがサポートされる(図2参照).

「待ち要因」,「待ちオブジェクトID」は,そのタスクが WAIT 状態になる要因となったオブジェクト(本RTOSにおいてはセマフォ,イベントフラグのいずれか)とそのIDを示す.

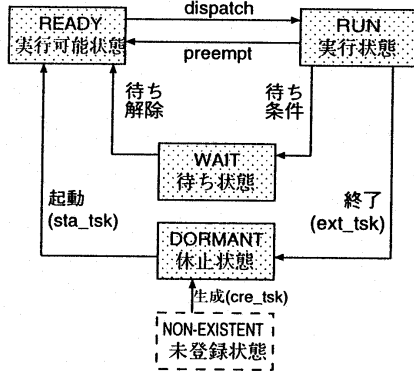


図2: タスク状態遷移図

### 3.3 レディーキュー

レディーキューは,単方向リンクの線形リストを基本とした構造である(図3参照).各優先度ごとの先頭を指すポインタ(図中の HEAD)を設けることにより,優先度ごとにレディーキューを持つことと等価となる.また,優先度ごとの最後尾を指すポインタ(図中の TAIL)も設けることで,レディーキュー内を線形に探索する操作が不要になる.各セルには実行可能状態にあるタスクのTCBが,レディーキュー全体としては優先度の高い順に,各優先度ごとでは到着順にリンクされる.

あるタスクの優先度を一時的に高くする必要がある場合,優先度の変更を行うシステムコールを実行せず,dis\_dsp システムコールを発行し他のタスクへのディスパッチを禁止する事で,等価的に優先度の変更が可能である [2].

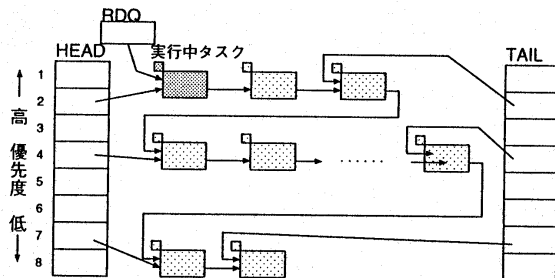


図3: レディーキューの構造

### 3.4 タスク付属同期機能

タスクを起床待ち状態に変化させるシステムコール(slp\_tsk),起床待ち状態を解除させるシステムコール(wup\_tsk)により,最小限のオーバーヘッドでタスク間の同期を取ることが可能である.wup\_tsk システムコールによる起床要求はキューイングが可能である.

### 3.5 同期・通信機能

タスクの同期制御,排他制御を行うためにセマフォを実装した.また,タスク間通信機能としては,イベントフラグを実装した.

### 3.6 タイマハンドラ

COMET ボード上には,システムクロックが搭載されていない.そのため,外部タイマ(クロックカウンタ)のオーバーフローで割り込みを発生させることで周期起動ハンドラを実現した.この機能は特に,ミニロボット「Khepera」の赤外線近接センサのポーリングを行うために搭載した機能である.

## 4 評価

高速動作の実現のため,高級言語を使用せずアセンブリ言語で記述した.しかしながら,メモリ上のワークエリアを削減するため処理が複雑となった箇所も存在する.一例を挙げると,タスク切替え時のオーバーヘッドは約400ステップである.

カーネルサイズ(システムコール処理部,ワークエリア等)は全体で約3.5Kワード(7KB),COMETボードのメモリ容量は全体で64Kワードである.

## 5 おわりに

本稿では,目的用途をミニロボットの制御とした,COMET互換プロセッサ用 $\mu$ ITRON3.0仕様OSの開発について報告した.今後の課題としては,処理速度向上等が挙げられる.

## 参考文献

- [1] 坂村 健 監修: "ITRON 標準ガイドブック 2", パーソナルメディア,1994
- [2] 坂村 健 監修: " $\mu$ ITRON3.0 標準ハンドブック 改訂新版", パーソナルメディア,1998