

## 3P-2

UNIX系OS (SX/UTS) における  
リアルタイムシステム構築プログラム (RTCF)

中井 孝博, 稲田 博, 橋本 剛, 石井 洋明 富士通 (株)

服部 和徳, 今井 辰己, 石川 瑞直

(株) 富士通愛知エンジニアリング

## 1. はじめに

従来より、計算機利用の一形態として様々な分野でリアルタイムシステムが構築されてきた。一般にリアルタイムシステムはハード/ソフト構成の複雑さ、要求性能の厳しさ、そして運用の特殊性などの理由によりシステム構築の手間がかかる。そこで当社はリアルタイムシステムの構築を容易にするためにRTCF (RealTime Control Facility)を提供してきた。

SX/UTSはUNIX System V互換を保ちながら各種のリアルタイム機能を取り込んだリアルタイムOSであり、スーパーミニコンAシリーズ上位機種上で動作する。[1]

今回、SX/UTS上で動作するRTCFを開発した。本稿ではRTCFを使用したリアルタイムシステムの構築方法について説明する。

## 2. リアルタイムシステムの要件

一般的にリアルタイムシステム構築の要件は次のものである。

- 即時応答性
- 優先度制御
- 動作の確定保証
- タスク間同期・排他制御
- 高精度タイマ
- タスク間通信

SX/UTSはこれらの要件を満たすための基本機能を備えており、ユーザはRTCFを使用せずに、基本機能のみを使用してリアルタイムシステムを構築することも可能である。

この方式の利点は柔軟できめ細かい制御が可能である点であるが、リアルタイムシステムは多くのタスクが関係を持ちながら業務を遂行するため、全ての制御をカーネルの基本機能のみで行うことは困難である。また、タスク属性の変更など一部の構成変更時でもシステム全体を考慮した整合性確認を必要とする。

## 3. RTCFによるリアルタイムシステム構築

RTCFは3つの大きな機能から成る。RTSは実行制御部、RCLは環境定義言語、そしてTRTSは会話型デバグである。

RTCF配下のプログラム開発は、RCLによる環境定義と、C言語またはFORTRANによるタスクの記述の2つがある。タスク内でRTSライブラリルーチン呼び出すことにより、リアルタイム機能を使用する。

RTSライブラリルーチンは実行制御、事象操作、資源操作、システム制御といった機能を持つ。

また、運用制御用コマンド、サービスコマンド、翻訳コマンドを用意している。

## 3.1 RTS

RTSはRCLで定義されたリアルタイムシステムの構造定義を基に、システムの実行環境を構築し、その配下で応用プログラムを事象駆動型のタスクという実行単位として、その実行スケジューリング、事象制御/資源制御、リアルタイム機能の制御を行うRTCFの実行制御部分である。

## (1) 即時応答性

RTSは、リアルタイムシステムに要求される即時応答性を実現するために、次の方法を探っている。

## - タスク (プロセス) の事前生成

リアルタイムタスクはSX/UTS上でプロセスとして実行される。プロセスの生成はオーバーヘッドの大きい処理であり、即時応答性を阻害する。原則的に、RTSはRTS配下の全てのタスクに対し、プロセスを運用開始前に生成する。これによりプロセス生成のオーバーヘッドが運用に影響を与えることを避けることができる。

## - 事象駆動型の起動制御

生成されたタスクは起動事象の発生を待ち合わせる。起動事象として外部割り込み、タイマ割り込み、他タスクからの通知、コマンド通知などを定義でき、これらが発生すると直ちにタスクに実行権が渡る。

## (2) タスク動作の確定保証

リアルタイムシステムでは緊急度の高いタスクの実行が中断または停止してはならない。RTSは次の方法により、タスクの動作保証を行っている。

## - 絶対優先度制御

SX/UTSはUNIXのラウンドロビン制御の他に15レベルの実行優先度を持つ。優先度の指定により高

Real-Time system construction program (RTCF) on UNIX (SX/UTS)

Takahiro NAKAI, Hiroshi INADA, Tsuyoshi HASHIMOTO, Hiroaki ISHII FUJITSU, Ltd.

Kazunori HATTORI, Tatsumi IMAI, Mizuma ISHIKAWA

FUJITSU AICHI ENGINEERING LIMITED

レベルの実行優先度を持つタスクが低レベルの要求により中断されないようにシステムを設計できる。

#### ー ページ固定

RTSは常駐タスクに対して、プログラムのテキスト域、データ域をページ固定する。さらに指定により、拡張データ域、スタック域もページ固定できる。このため常駐タスクの実行中にはページングによる実行中断は発生しない。

#### ー SCOM

UNIXでは複数プロセス間で共通領域が必要な場合に共用メモリ機能を使用する。SX/UTSには共用メモリのページを固定する機能があり、RTCFはこれを利用してタスク間で高速にアクセスできるSCOMという共通領域をサポートしており、タスク間の通信に利用できる。

#### (3) 同期排他制御

UNIXでタスク間の同期排他制御を行うには、メッセージ、セマフォ、共用メモリを使う方法が考えられるが、いずれも使用するための準備が多いので、同期排他を頻繁に行うリアルタイムシステムには向かない。RTSは事象、資源を指定するだけで同期および排他共用を行うRTSライブラリルーチンを用意している。これらのルーチンはメッセージ、セマフォを使用している。

#### (4) 高精度タイマ

SX/UTSは $\mu$ 秒単位の高精度タイマを持っており、RCLでタイマ起動タスクの指定をすることにより、指定した時刻にタスクを起動したり、RTSライブラリルーチンにより指定時間待ち合わせることができる。

### 3.2 RCL

RCLは応用システムの実行環境を定義するための言語である。RCLでリアルタイム環境を定義しておくことによって、応用プログラムから環境制御部分を分離できる。また、RCLプログラムをRCLコンパイラで翻訳することによって環境設定情報の矛盾を検出できる。

### 3.3 TRTS

TRTSは利用者タスクで使用するRTSライブラリについて、その呼出し手順、呼出し方法をインタラクティブ環境下で容易にテストするため、RTSライブラリのシミュレーションを可能にした会話型デバッガでありUNIXのシンボリックデバッガsdbを併用できる。

### 3.4 システム編集

システム編集はRTSの動作保証を支援している。通

常、応用システムの構築に伴うシステムパラメタの増分量の見積りは面倒で複雑な作業であるが、この見積りを誤るとシステム資源不足を起こし運用が中断、停止したり、システム資源の無駄使いとなる。SX/UTSはタスク数、事象数などRTCFに固有な要因からシステムパラメタを算出するため、最適な設定ができる。

#### 4. おわりに

RTCFを使用することにより、SX/UTSが持つリアルタイム機能を容易に利用でき、リアルタイムシステムの構築が簡単になることを述べた。

今後は、RTCFの使い勝手、UNIXとの相性、性能を評価していく必要がある。

```

job      job01
common  (scom00, 8b/keep), (scom01, 8kb), (scom02, 4kb)
resource global
         define (1, disk), (2, lp)
event    global
         define ( 1, extrn1, ext, 00008100) +
         (11, gwe01) (12, gwe02) (14, gse01)
event    local
         define ( 1, sndev, send) ( 2, stopev, stop) +
         (14, lse01, sked) (15, lse03)
task     tsk001 priority=2 start=extrn1
task     tsk101 priority=16 start=gse01
         post lse01, lse03
         wait gwe02
task     tsk102 priority=3 tstart=(30, lse01)
         post gwe01
         file (ft00, /dev/icu000)

```

図1 RCLの定義例

```

main(argc, argv)
int  argc;
char **argv;
{
    :
    ARslp("tsk02");
    ARwait(lwestp, &pcd);
    AREclr(lwestp);
    if (pcd != 10) {
        ARwake("tsk02");
    } else {
        ARpost(lse01, k);
    }
    :
}

```

図2 タスク記述の例

#### 参考文献

- [1] 葉袋："リアルタイムUNIXカーネルの実現例"，  
jus 10th UNIX SYMPOSIUM PROCEEDINGS，1987
- [2] 佐藤他："ミニコンソフトのクロス開発"，情報処理学会第30回全国大会，1985
- [3] 池谷他："スーパーミニコンS-3000用システムOVIS/Sにおけるリアルタイム処理ソフトウェア開発支援について"，情報処理学会第28回全国大会，1984