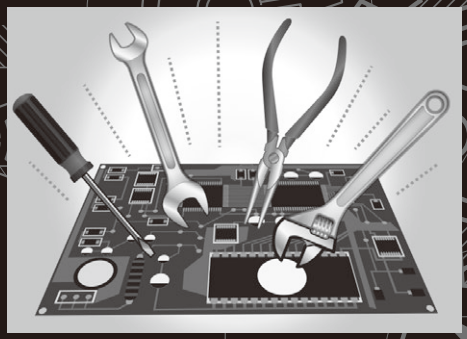
短期連載

組み込みOSチューニング・テクニック



第3回　割り込み応答速度の向上

鹿取 祐二

リスト1　μT-Kernel 3.0のソースコードによる割り込みの処理

```
        mov.l   #Csym(knl_int_nest), r4
                        ; R4に変数のアドレスをロード
        mov.l   [r4], r3 ; その内容(値)をR3に読み出す
        mov.l   r3, r6   ; R6に値をコピー
        add     #1, r3   ; 1を加算
        mov.l   r3, [r4] ; 変数に書き戻す
; R6に割り込み発生時の割り込みネスト数を保存
; その後，スタックの切り替え処理を実施
```

（a）入口処理（変数knl_int_nestのインクリメント処理）
Rn（nは0～15）は汎用レジスタ

```
; 手前でスタックの復帰処理を実施
        mov.l   #Csym(knl_int_nest), r1
                        ; R1に変数のアドレスをロード
        mov.l   [r1], r2 ; その内容(値)をR2に読み出す
        sub     #1, r2   ; 1を減算
        mov.l   r2, [r1] ; 変数に書き戻す
```

（b）出口処理（変数knl_int_nestのデクリメント処理）

2023年7月号特集「ゼロから作るOS」で取り上げたTry Kernelは,1500行で学習するため機能を絞り込んであります．ここで紹介するμT-Kernelは，Try Kernelの発展版と言うこともでき，多くの製品に導入されています．本連載はあるマイコン向けに作り込んだOSおよび動作プログラムを,ほかのマイコンに載せ替える際に，先人がどのような工夫を施しているのかを紹介します．

今回は，リアルタイムOSで割り込み応答性を向上させる方法を紹介します．解説にあたり，例としてトロンフォーラムと筆者が公開している組み込みシステム向けのリアルタイムOS μT-Kernel 3.0[1]のソースコードを取り上げます．（編集部）

割り込み応答速度は改善の余地あり

● OSのコードも機種依存部は完ぺきとは言えない

外部から割り込みが入ってからタスクをディスパッチするまでの応答速度は，リアルタイムOSを使う上では気になる数値です．

タスクのディスパッチ処理は，μT-Kernelでも他のOSでも，それほど処理内容は変化しません．基本的にディスパッチで実施する処理内容はCPU内部レジスタの切り替えなので，CPUコアごとには変化しますが，OSごとの違いはほとんどありません．

一方，割り込みハンドラを呼び出してからタスクを切り替えるまでの処理は，CPUコアごと，OSごと，実装仕様ごとに大きく変化します．OS設計者の立場から言わせてもらえば，この部分のコード開発が腕の見せどころです．

その点ではμT-Kernel 3.0のソースコードも機種依存部は必ずしも完ぺきであるとは言えません．従って，その機種依存部分が改善できれば応答速度を向上できます．

● μT-Kernel 3.0コードによる割り込み発生時のスタック切り替え

具体的な例を挙げてみましょう．μT-Kernel 3.0のソースコードには，割り込みの入口処理と出口処理に変数（領域）knl_int_nestを使った処理があります．この変数は初期状態0であり，割り込みの入口で＋1され，割り込みの出口で－1されます．つまり，名前の通り，割り込みのネスト数を表す変数となっています．**リスト1**はRX63Nマイコン（ルネサス エレクトロニクス）での例です．

この変数を使ってμT-Kernel 3.0が行っている処理は，割り込み発生時のスタックの切り替えです．マルチタスク環境下では，タスクはタスクごとのスタック領域を持ちます．一方，割り込みハンドラは割り込み専用のスタック領域を持ちます．そして，タスク実行中に割り込みが発生すると，タスクのスタック領域から割り込みハンドラのスタック領域へ，スタックの切り替えを行います．

ただし，スタックを切り替えるのはタスク実行中に割り込みが発生した時のみです．多重割り込みのときは，既に割り込みハンドラ用のスタック領域に切り替えているため，さらなるスタックの切り替えは行いません．結果，**リスト1**のスタック切り替え処理は**リスト2**のようになっています．

第1回　移植性：作ったOSの対象とするマイコンを切り替える（2023年8月号）
第2回　省メモリ設計への対応（2023年9月号）