リアルタイムシステム

第二回レポート課題

課題内容

EDF アルゴリズムでスケジューリングした場合にデッドラインミスが発生するようなタスク集合を考え、その時間属性と、デッドラインミスの発生時刻を含むタイミングチャートを示せ（p.186 図 5(b)のようなタイミングチャート）。

ただし、タスク集合は周期的でプリエンプト可能、デッドラインが周期と等しいとする。

用語

■ EDF アルゴリズム

EDF とは、Earliest Deadline First の略であり、非周期的に起動されるタスクについては絶対デッドラインの早い順にプライオリティを付けるという動的スケジューリングアルゴリズムである。また、最大遅れ時間を最小化する最適化スケジューリングアルゴリズムでもある。

あるタスク集合がスケジュール可能であれば、EDF は必ず実行可能なスケジュールを生成するという特徴を持つ。

■ デッドラインミス

あるタスクが、デッドライン時刻までに処理を終えられない状態のこと。

■ 時間属性

タスク実行時間：C_i

プリエンプトやブロックされない純粋な処理に必要な時間

起動時間：a_i

タスクに対して実行要求が出された時刻

デッドライン時刻：d_i

実行終了の締め切り時間。相対デッドライン時間 $D_i=d_i-a_i$ がある。

実行開始時刻：s_i

タスクが実際に running 状態になった時刻。

実行終了時刻：f_i

タスクが実行を終了した時刻。

遅れ時間：L_i

f_i-d_i であり、デッドラインをオーバーした時間。

遊び時間：X_i

D_i-C_i であり、余裕時間とも呼ばれる。

■ 周期的タスク

一定間隔で規則的に起動されるタスク。また、不規則に外部要求があるたびに起動されるタスクを非周期タスクと呼ぶ。

i 番目の周期的なタスクの j 回目のジョブのデッドライン $d_{i,j}$ は、

$$d_{i,j} = \Phi_i + (j-1)\cdot T_i + D_i$$

で与えられる。（Φ_i：フェーズ、T_i：周期、D_i：相対デッドライン）

■ プリエンプト可能

低プライオリティタスク実行中に高プライオリティタスクが起動された際、高プライオリティタスクが割り込んで実行できるスケジューリング方式である。

回答

■ タスク集合

EDF アルゴリズムでスケジューリングした場合にデッドラインミスを生じるタスク集合を以下に示す。

表 1　タスク集合

Task	1	2	3	属性
a_i	0	1	3	起動時間
C_i	1	4	2	タスク実行時間
D_i	3	7	4	デッドライン時刻

■ タイミングチャート

上記のタスク集合を実行した際のタイミングチャートを以下に示す。

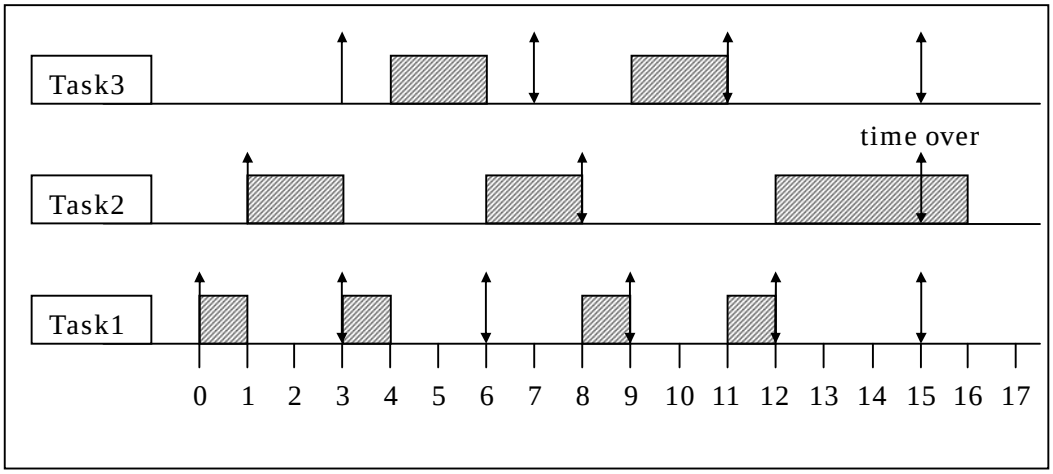

図 1　タイミングチャート

■ 考察

各時刻では、実行可能タスクのうち、相対デッドラインの最も早いタスクが実行される。各時刻での実行可能タスクとその相対デッドライン、実際に実行されるタスクを以下に示す。

時刻	実行可能タスク	相対デッドライン	実行タスク
0	1	$d_{1,1}=3$	1(fin1-1)
1	2	$d_{2,1}=8$	2
2	2	$d_{2,1}=8$	2
3	2,1,3	$d_{1,2}=6<d_{3,1}=7<d_{2,1}=8$	1(fin1-2)
4	2,3	$d_{3,1}=7<d_{2,1}=8$	3
5	2,3	$d_{3,1}=7<d_{2,1}=8$	3(fin3-1)
6	2,1	$d_{2,1}=8<d_{1,3}=9$	2
7	2,1,3	$d_{2,1}=8<d_{1,3}=9<d_{3,2}=11$	2(fin2-1)
8	1,3,2	$d_{1,3}=9<d_{3,2}=11<d_{2,2}=15$	1(fin1-3)
9	3,2,1	$d_{3,2}=11<d_{1,4}=12<d_{2,2}=15$	3
10	3,2,1	$d_{3,2}=11<d_{1,4}=12<d_{2,2}=15$	3(fin3-2)
11	2,1,3	$d_{1,4}=12<d_{2,2}=15=d_{3,3}=15$	1(fin1-4)
12	2,3,1	$d_{2,2}=15=d_{3,3}=15=d_{1,5}=15$	2
13	2,3,1	$d_{2,2}=15=d_{3,3}=15=d_{1,5}=15$	2
14	2,3,1	$d_{2,2}=15=d_{3,3}=15=d_{1,5}=15$	2(time over)
15	2,3,1	$d_{2,2}=15=d_{3,3}=15=d_{1,5}=15$	2

タスク 2 の 2 回目のジョブのデッドラインは時刻 15 である。しかし、時刻 15 までにタスク 2 の 2 回目のジョブは終了しなかったので、そこでデッドラインミスが発生していることがわかる。