

④並行プロセスと状態遷移

高度OS2015年度

問1 プロセスの状態遷移

新規状態のプロセスで生成が完了し、レディ状態となった。その後、以下の順番でこのプロセスに事象が発生した。各事象に対するOSの処理が終わった後のプロセスの状態は何か。

(1)CPU割当て、(2)プリエンプション、(3) CPU割当て、(4)I/O要求、(5)I/O完了

【(1)～(5)の順に半角のコンマ「,」で区切り、状態名のみを全角文字で解答欄に記入。文字種の違いや空白などの余計な文字を入れたると不正解となる(以下同様)。(例 新規レディ,待機,実行中,待止)】

実行中,レディ,実行中,待機,レディ

発生した事象	状態
(新規状態で生成が完了)	レディ
(1)CPU割当て	実行中
(2)プリエンプション	レディ
(3)CPU割り当て	実行中
(4)I/O要求	待機
(5)I/O完了	レディ



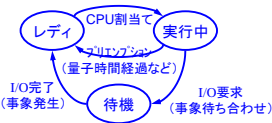
問2 プロセスの状態遷移

以下に示す状態遷移で、有り得ないものはどれか(複数解答)。

- A. 実行中状態のプロセスがI/O命令を発行した。  
**B. CPUを割当てられた待機状態のプロセスが命令の実行を開始した。**  
C. 実行中のプロセスからCPUを取り上げた。  
**D. レディのプロセスが発行していたI/O命令が終わった。**  
E. I/Oが完了してレディ状態になった。

- A: 実行中にI/O命令の発行⇒I/O要求(OK)  
(I/O要求が発生し得るのは実行中状態のみ)  
B: 待機状態のプロセスにはCPUを割当てない  
(事象が発生するまで実行できない) (NG)  
C: 実行中状態でプリエンプション(OK)  
D: I/O命令の発行⇒I/O要求  
レディ状態ではなく待機状態のはず(NG)  
E: I/O要求を行って待機状態のプロセスに  
おいてI/Oが完了し、レディ状態となる(OK)

各状態において発生し得る事象を理解すること



問3 並行プロセスの状態遷移

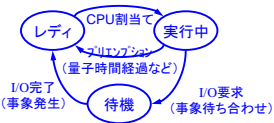
システム内に2つのプロセスP1、P2が並行して動作している(他にはプロセスは無い)。P1:レディ、P2:実行中のときに、P2がI/O要求を行った。OSの処理が終わった後の各プロセスの状態は何か。【P1、P2の順に半角のコンマ「,」で区切り、状態名のみを全角文字で解答欄に記入。(例 新規レディ)】

答 実行中,待機

P2は実行中にI/O要求を行った。  
(I/Oのためのシステムコール命令を実行した)  
そのため、OSはP2を待機状態にする。  
(I/O完了まで、次の命令を実行できない。)

その結果CPUが空いたので、OSはレディ状態のP1にCPU割り当てを行う。そのため、P1は実行中となる。  
(レディ状態のプロセスはCPUが割当てられれば実行できる。)

OSはCPUを有効利用するために、CPUが空けば、レディ状態のプロセスにCPUを割当てて、実行中状態にする。



問4 並行プロセスの状態遷移

システム内に2つのプロセスP1、P2が並行して動作している(他にはプロセスは無い)。P1:待機、P2:実行中のときに、P2がI/O要求を行った。OSの処理が終わった後の各プロセスの状態は何か。【P1、P2の順に半角のコンマ「,」で区切り、状態名のみを全角文字で解答欄に記入。(例 新規レディ)】

答 待機,待機

実行中状態でP2はI/O要求を行った。  
(I/O要求のシステムコール命令を実行した)  
そのため、OSはP2を待機状態にする。

その結果CPUが空くが、レディ状態のプロセスが無いので、CPUを割当てない。

例えば、I/O要求のシステムコール命令を実行したプロセスは、I/O完了まで、次の命令を実行できない(このプロセスにCPUを割当てても無駄)。  
待機状態は、プロセスが実行できないことを表すための状態である。  
(待機状態のプロセスにはCPUを割当てない)



問5 並行プロセスの状態遷移

システム内に2つのプロセスP1、P2が並行して動作している(他にはプロセスは無い)。P1:待機、P2:待機のために、P2のI/O要求に対する処理が完了した。OSの処理が終わった後の各プロセスの状態は何か。【P1、P2の順に半角のコンマ「,」で区切り、状態名のみを全角文字で解答欄に記入。(例 新規レディ)】

答 待機,実行中

P2が待機状態のときにI/O完了の事象が発生した。  
そのため、OSはP2をレディ状態にする。

また、CPUが空いているので、OSは今、レディ状態となったP2にCPUを割当て。その結果P2が実行中になる。

I/O要求のシステムコール命令を実行したプロセスは、I/O完了により、次の命令が実行可能になる。レディ状態は、プロセスがこのような実行する準備ができていことを表すための状態である。  
(レディ=ready:用意が整って、準備ができて)



高度OS④

スライド(問6の添付ファイル)

問6～10

セマフォの定義

P(S):  
Sの値を1減らす;  
S ≥ 0 → nop;  
S < 0 → 発行元プロセスを待機状態に;  
戻る;

V(S):  
Sの値を1増やす;  
S > 0 → nop;  
S ≤ 0 → 待機プロセスをレディ状態に;  
戻る;

消費者: (以下を繰り返す)

(1)P(S2);  
(2)nextc = buffer[out];  
(3)out=(out+1) % n;  
(4)V(S1);  
(5)write(printer, nextc);  
/\*変数nextcのデータをプリンタに印刷\*/

生産者: (以下を繰り返す)

/\*ディスクのデータを変数nextplに読み込む\*/  
(6)read(disk, nextp);  
(7)P(S1);  
(8)buffer[in]=nextp;  
(9)in=(in+1) % n;  
(10)V(S2);

高度OS2015E

問6 セマフォ変数の初期値

スライド【添付ファイル】の消費者プロセス、生産者プロセスはセマフォ変数S1, S2によって排他制御を行う。また、nはバッファ(buffer[ ])の数を表し、n=2、変数in, outはバッファのポインタであり初期値はin=0, out=0とする。S1, S2の初期値は幾つか。  
【S1, S2の値に半角のコンパチで区切り、変数値を半角数字で解答欄に記入。(例 3、4)】

答 2,0

セマフォ変数の初期値は使用可能な共有資源数である。  
この問題の共有資源はバッファ(buffer[ ])である。

S2は消費者が使用する資源で入力済みバッファ数(fullに相当)、  
S1は生産者が使用する資源で空きバッファ数(emptyに相当)  
開始時点では、バッファは2つとも空きなので、空きバッファが2  
(S1=2)、入力済みバッファが0(S2=0)。

高度OS2015E

問7 セマフォによる状態遷移

スライド【添付ファイル】のプログラムにおいて、生産者、消費者の生成が完了した後、CPUが割り当てられた消費者は(1)のシステムコールを発行した。OSの処理が終わった後の各プロセスの状態は何か。【生産者、消費者の値に半角のコンパチで区切り、状態のみを全角文字で解答欄に記入。(例 レディ、レディ)】

答 実行中,待機

空きバッファ数

入力済みバッファ数

実行サイクル	事象の発生と命令の実行	生産者	消費者	S1	S2
	生産者、消費者生成	レディ	レディ	2	0
(a)消費者	消費者にCPU割り当て	レディ	実行中	2	0
(b)生産者	(1) P(S2), CPU割当て	レディ	待機	2	-1
		実行中	待機	2	-1

生成直後は、入力済みバッファが無いので、消費者の実行を止める必要がある。  
消費者による(1)P(S2)の実行により、S2=-1となる。OSは消費者を待機状態にする。  
また、CPUが空くので、OSはレディ状態の生産者にCPUを割当て、実行中状態にする。  
以上の処理は、P命令の発行を契機に、連続して実行される。

高度OS2015E

問8 セマフォによる状態遷移

前問に続いて、生産者が(6)を実行した。続いて生産者のreadが完了して生産者が再び実行中になり、(7)～(10)を実行した。(10)に対するOSの処理が終わった後の各プロセスの状態とセマフォ変数の値は何か。【生産者、消費者の値に半角のコンパチで区切り、状態のみを全角文字で解答欄に記入。(例 レディ、レディ)】

答 実行中,レディ,1,0

実行サイクル	事象の発生と命令の実行	生産者	消費者	S1	S2
	生産者、消費者生成	レディ	レディ	2	0
(a)消費者	消費者にCPU割り当て	レディ	実行中	2	0
	(1) P(S2),	レディ	待機	2	-1
(b)生産者	CPU割当て	実行中	待機	2	-1
	(6)read(disc, nextp)=I/O要求	待機	待機	2	-1
(c)生産者	read完了, CPU割当て	実行中	待機	2	-1
	(7)P(S1), (8), (9)	実行中	待機	1	-1
	(10)V(S2)=消費者1事象発生	実行中	レディ	1	0

(b)問7の後、生産者は、(6)readにより、待機状態となる。  
(c)生産者はread完了とCPU割当てにより、実行中となる。(10)のV(S2)の実行により、OSは消費者をレディ状態にする。生産者はまだ実行中のままである(この後、(6)を実行して待機状態になる)。

高度OS2015E

問9 セマフォによる排他制御

前問に続いて、生産者が(6)を実行し、続いて消費者が(2)～(4)を実行し、(5)システムコールを発行した。(5)のシステムコール発行に対するOSの処理が終わった後の各プロセスの状態とセマフォ変数の値は何か。【生産者の状態、消費者の状態、S1, S2の値に半角のコンパチで区切り、状態のみを全角文字で解答欄に記入。(例 レディ、レディ)】

答 待機,待機,2,0

各実行サイクル終了時の状態(詳細な状態遷移は次スライド)

実行サイクル	命令の実行	生産者	消費者	S1	S2
	生産者、消費者生成	レディ	レディ	2	0
(a)消費者	(1)←ここで中断(問7)	レディ	待機	2	-1
(b)生産者	(6)read=I/O要求	待機	待機	2	-1
(c)生産者	(7)(8)(9)(10)←ここまでが問8 (6)	待機	レディ	1	0
(d)消費者	再開後 (2)(3)(4)(5)	待機	待機	2	0

問8の後、生産者は(6)の実行(システムコールを発行)により待機状態となる(CPUが空く)。レディ状態の消費者は、CPUが割当てられて実行中となり、中断していた(1)から戻り、(2)～(4)を実行する。さらに、(5)の実行(システムコール発行)により待機状態となる。  
CPUは空いているが、プロセスは実行可能(レディ状態)ではないので、待機状態のまま。  
この状態(生産者はread中で待機、消費者はwrite中で待機)が定常状態

高度OS2015E

問7～9 セマフォによる状態遷移

生成直後からの状態遷移

実行サイクル	事象の発生と命令の実行	生産者	消費者	S1	S2
	生産者、消費者生成	レディ	レディ	2	0
(a)消費者	消費者にCPU割り当て	レディ	実行中	2	0
	(1) P(S2),	レディ	待機	2	-1
(b)生産者	CPU割当て	実行中	待機	2	-1
	(6)read(disc, nextp)=I/O要求	待機	待機	2	-1
(c)生産者	read完了, CPU割当て	実行中	待機	2	-1
	(7)P(S1), (8), (9)	実行中	待機	1	-1
	(10)V(S2)=消費者1事象発生	実行中	レディ	1	0
	(6)read(disc, nextp)=I/O要求	待機	レディ	1	0
(d)消費者	CPU割当て,	待機	実行中	1	0
	(2), (3), (4)V(S1)	待機	実行中	2	0
	(5)write(printer, nextc)=I/O要求	待機	待機	2	0

問7

問8

問9

問10の参考

問9の状態から、問10の初めの状態までの状態遷移例

実行サイクル	事象の発生と命令の実行	生産者	消費者	S1	S2
	[(5)write, (6)readで入出力中]	待機	待機	2	0
(A)生産者	Read完了, CPU割り当て	実行中	待機	2	0
	(7) P(S1), (その後(8)(9))	実行中	待機	1	0
	(10)V(S2)	実行中	待機	1	1
	(6)read(disc, nextp)=I/O要求	待機	待機	1	1
(B)生産者	Read完了, CPU割り当て	実行中	待機	1	1
	(7) P(S1), (その後(8)(9))	実行中	待機	0	1
	(10)V(S2)	実行中	待機	0	2
	(6)read(disc, nextp)=I/O要求	待機	待機	0	2

問9

上記のように、問9の状態から、(A)生産者、(B)生産者の順で実行中になると問10の初めの状態になる(空きバッファが無い)。

問10 セマフォによる排他制御

前問の後、消費者、生産者は、何回かの実行を繰り返して(5)、(6)によって待機状態にあり、S1=0、S2=2とする。この後、生産者IにCPUが割当てられた。生産者の実行が終わり、OSの処理が終わった後の各プロセスの状態とセマフォ変数の値は何か。【生産者の状態、消費者の状態、S1、S2の欄に半角のコンマ(「,」)で区切り、状態名(全角文字)と変数値(半角数字)のみを縦書き欄に記入。(例: 監視LEDは3-4)】

答 待機,待機,-1,2 生産者は(7)によりS1<0なので、直ぐに待機状態になる。

実行サイクル	事象の発生と命令の実行	生産者	消費者	S1	S2
	[(5)write, (6)readで入出力中]	待機	待機	0	2
(C)生産者	read完了, CPU割り当て	実行中	待機	0	2
	(7) P(S1),	待機	待機	-1	2
(D)消費者	write完了, CPU割当て	待機	実行中	-1	2
	(1)P(S2), (その後(2)(3))	待機	実行中	-1	1
	(4)V(S1)	レディ	実行中	0	1
	(5)write(printer, nextc)=I/O要求	レディ	待機	0	1
(E)生産者	CPU割当て, (その後(8)(9))	実行中	待機	0	1
(C)の残り	(10)V(S2)	実行中	待機	0	2
	(6)read(disc, nextp)=I/O要求	待機	待機	0	2

問10

その後の動作