

## ⑩システムの性能と信頼性

### ⑩システムの性能と信頼性

高度OS2013年度

### 問1 スループット

システムのスループットに関する説明文として、適切なものは以下のどれか。(基本情報 平成18年度・春期 問31)

- A. オペレータの操作によって、ジョブの実行の合間にシステムが動作していない時間が発生しても、スループットには影響が無い。
- B. カードリーダーからの入力データをスプーリングによって、磁気ディスクを経由させることで、スループットが向上できる。**
- C. マルチプログラミングは、ターンアラウンドタイムを短縮するが、スループットにはあまり影響しない。
- D. スループットは CPU 性能の指標であり、入出力の速度、オーバヘッド時間などによって影響を受けない。

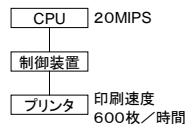
スループットは、与えられた時間内にコンピュータシステムによって遂行される仕事の量である。たとえば、1時間あたりに処理できるジョブの個数などをいう。基本的には、ボトルネック資源の性能によって決まる。スプーリングはボトルネックになりやすい入出力装置の負荷を軽減させる効果がある。

### 問2 使用率(1)

スライド【添付ファイル】のようなシステムに、処理に必要なCPUの命令数が18億ステップ、プリンタの印刷枚数24枚のジョブを1時間に10ジョブ与える。プリンタの使用率を求めよ。尚、以降の設問において、制御装置の性能は十分に高いものとする。【単位は%とし、数値のみを半角で記入】

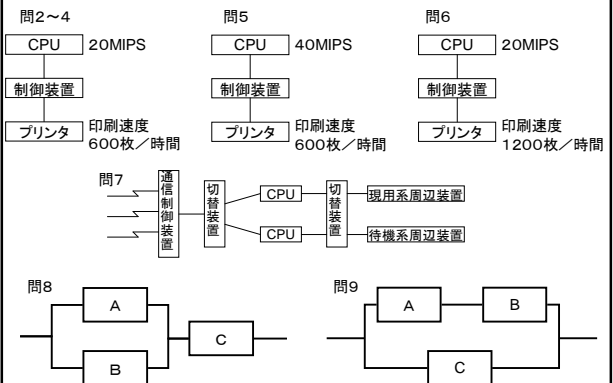
答 40 [%]

$$\text{使用率} = \frac{\text{使用量}}{\text{資源の容量}} = \frac{\text{使用量(ジョブあたり)} \times \text{ジョブ数}}{\text{資源の容量}}$$



分子は1時間に印刷する枚数  
ジョブあたりの枚数 × 1時間あたりのジョブ数  
プリンタ使用率 =  $\frac{24 \times 10}{600} = 0.4 (40\%)$   
分母は1時間に印刷できる枚数

### スライド(添付ファイル:問2~10)

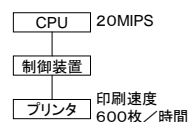


### 問3 使用率(2)

問2のシステムに同じジョブ(命令数が18億ステップ、印刷枚数24枚)を同じ数(1時間に10ジョブ)与える。CPUの使用率を求めよ。【単位は%とし、数値のみを半角で記入】

答 25 [%]

$$\text{使用率} = \frac{\text{使用量}}{\text{資源の容量}} = \frac{\text{使用量(ジョブあたり)} \times \text{ジョブ数}}{\text{資源の容量}}$$



分子は1時間に実行する命令数  
ジョブあたりの命令数 × 1時間あたりのジョブ数  
CPU使用率 =  $\frac{18 \times 10^8 \times 10}{20 \times 10^6 \times 3600} = 0.25 (25\%)$   
分母は1時間に実行できる命令数

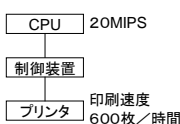
従って、ボトルネック資源はプリンタ(同じジョブ数なのに使用率が高い(40%))

### 問4 スループットの計算

問2と同じシステムに同じジョブ(命令数が18億ステップ、印刷枚数24枚)を与える場合のスループットを求めよ。【単位は1時間あたりのジョブ数とし、数値のみを半角数字で記入】

答 25 [ジョブ/時間]

スループット: ボトルネック資源の使用率が100%(=1)となる時間あたりジョブ数



$$\frac{\text{使用量(ジョブあたり)} \times \text{時間あたりジョブ数}}{\text{資源の容量}} = 1$$

$$\text{時間あたりジョブ数(ジョブ/時間)} = \frac{\text{資源の容量}}{\text{使用量(ジョブあたり)}}$$

参考

スループット負荷時のCPU使用率

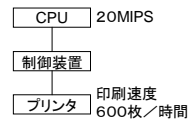
$$\text{CPU使用率} = \frac{18 \times 10^8 \times 25}{20 \times 10^6 \times 3600} = 0.625 (62.5\%)$$

プリンタがボトルネック資源なので、スループット =  $\frac{600}{24} = 25$   
10ジョブ/時間の負荷で40%であったので、その2.5倍の負荷をかければ、使用率が100%になると考えても良い。  
(100/40=2.5, 10×2.5=25)

## ⑩システムの性能と信頼性

### 参考 問4の計算方法

問2と同じシステムに同じジョブ(命令数が18億ステップ、印刷枚数24枚)を与える場合のスループットを求めよ。【単位は1時間あたりのジョブ数とし、数値のみを記入】



前スライドでは問1によって、ボトルネック資源が分かったから、プリンタの処理能力のみを求めた。  
【直接スループットだけを計算したい場合】  
→各装置の処理能力[ジョブ/時間]を計算し、最も小さい値がシステムのスループットとなる

使用率が100%になる時間あたりジョブ数  
処理能力[ジョブ/時間] =  $\frac{\text{資源の容量}}{\text{使用量(ジョブあたり)}}$

プリンタの処理能力 =  $\frac{600}{24} = 25$  [ジョブ/時間]

CPUの処理能力 =  $\frac{20 \times 10^6 \times 3600}{18 \times 10^8} = 40$  [ジョブ/時間]

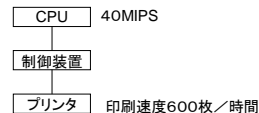
従って、システムのスループットは、小さい方の  
25 [ジョブ/時間]

### 問5 スループットの計算

スライド【問2の添付ファイル】のように、問2～4のシステムにおいて、CPUの性能を2倍にする。問2と同じジョブ(命令数が18億ステップ、印刷枚数24枚)を与える場合のスループットを求めよ。【単位は1時間あたりのジョブ数とし、数値のみを記入】

答 25 [ジョブ/時間]

ボトルネックでない資源の性能を高くしてもスループットは変わらない。



参考

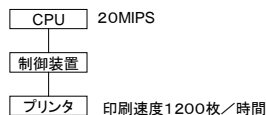
CPU使用率 =  $\frac{18 \times 10^8 \times 25}{40 \times 10^6 \times 3600} = 0.3125$  (31.25%)

性能を倍にしたので使用率が半分になった。

### 問6 スループットの計算

スライド【問2の添付ファイル】のように、問2～4のシステムにおいて、プリンタの性能を2倍にする。問2と同じジョブ(命令数が18億ステップ、印刷枚数24枚)を与える場合のスループットを求めよ。【単位は1時間あたりのジョブ数とし、数値のみを半角数字で記入】

答 40 [ジョブ/時間]



前問までのスループット25ジョブ/時間だとプリンタの使用率は50%になる  
→CPUがボトルネック資源

スループット=CPUの性能  
=  $\frac{20 \times 10^6 \times 3600}{18 \times 10^8}$   
= 40ジョブ/時間

このときのプリンタの使用率  
=  $40 \times 24 / 1200 = 0.8$  (80%)

因みに  
プリンタの性能 =  $\frac{1200}{24} = 50$

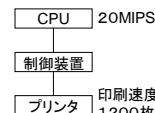
装置の性能(使用率が100%になるジョブ数)を求め、その小さい方がスループットになる。

### 参考 問6の計算

問2～4のシステムに対し、プリンタの性能を2倍にする。問1と同じジョブ(命令数が18億ステップ、印刷枚数24枚)を与える場合のスループットを求めよ。【単位は1時間あたりのジョブ数とし、数値のみを記入】

答 40 [ジョブ/時間]

前スライドでは問2～5によって、ボトルネック資源がCPUになることが分かったから、CPUの処理能力のみを求めた。  
【直接スループットだけを計算したい場合】  
→各装置の処理能力[ジョブ/時間]を計算し、最も小さい値がシステムのスループットとなる



使用率が100%になる時間あたりジョブ数  
処理能力[ジョブ/時間] =  $\frac{\text{資源の容量}}{\text{使用量(ジョブあたり)}}$

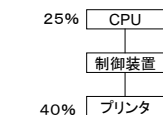
プリンタの処理能力 =  $\frac{1200}{24} = 50$  [ジョブ/時間]

CPUの処理能力 =  $\frac{20 \times 10^6 \times 3600}{18 \times 10^8} = 40$  [ジョブ/時間]

従って、システムのスループットは、小さい方の40 [ジョブ/時間]

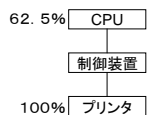
### スループット説明

問1, 2 10ジョブ/時間<スループットの負荷



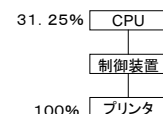
ボトルネック資源

問3 25ジョブ/時間(スループット)



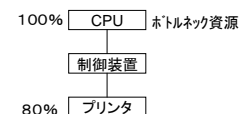
ボトルネック資源の使用率100%

問4 25ジョブ/時間(スループットの負荷)  
CPUの性能を2倍



ボトルネック資源

問5 40ジョブ/時間(スループット)  
プリンタの性能を2倍



### 問7 システムの信頼性

スライド【問2の添付ファイル】に示すように、現用系と待機系の2系統のシステムを用意し、現用系が故障した場合は、待機系に切り替え、オンライン処理を続行するシステムはどれか。(基本情報 平成17年度・春期 問32改)

- A. デュプレックスシステム
- B. デュアルシステム
- C. マルチプロセッシングシステム
- D. シンプレックスシステム

Aが正解。デュプレックスシステムは、同じ装置を複数設置し、片方でオンライン処理を行う。オンライン処理側の機器に障害が発生すると、待機系に切り換えることで信頼性を高める。待機系は通常は優先度の低いバッチ処理等を行っており、切り換え中はシステムダウンとなるが、短時間で回復する。

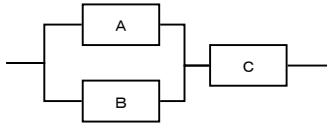
B: 全く同じ構成、機能のシステムを二重化し、互いの処理結果を照合しながら処理を行う。一方が故障しても、それを切り離すことで、停止することなく運用を続行できる。高価であるが、信頼性は非常に高い。システムダウンや誤動作が許されないシステムに用いられる。  
C: CPUを複数設置し、複数の処理を並列で行い、性能を向上させる。  
D: 1台のCPUで構成する単純なシステムで、経済的であるが、1つの機器が故障するとシステムダウンになるため、信頼性は低い。

## ⑩システムの性能と信頼性

### 問8 システム構成(稼働率)

3 台のコンピュータ A, B, C がスライド【問8の添付ファイル】のように接続されている場合、システム全体の稼働率を求めよ。ここで、A, B, C の稼働率は、すべて 0.8 とする。また、コンピュータ A, B によって構成されている並列接続部分については、A, B のいずれか 1 台でも稼働していれば、当該並列接続部分は稼働しているものとする。(基本情報 平成16年度秋期 問39改) 【小数点以下第3位までの数値のみを半角数字で記入】

答 0.768

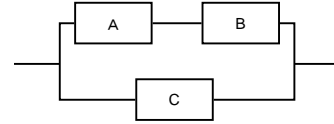


A, B 部分(AとBの並列)の稼働率  
 $1 - (1 - 0.8) \times (1 - 0.8) = 1 - 0.04 = 0.96$   
 これとCが直列なので、  
 $0.96 \times 0.8 = 0.768$

### 問9 システム構成(稼働率)

3 台の装置 A, B, C が図のように接続されている場合、システム全体の稼働率を求めよ。ここで、A, B, C の稼働率は、すべて 0.9 とする。また、装置 AとB または装置Cのいずれか一方が稼働していれば、システムは稼働しているものとする。(基本情報 平成16年度秋期 問39改) 【小数点以下第3位までの数値のみを半角数字で記入】

答 0.981



A, B 部分(AとBの直列)の稼働率  
 $0.9 \times 0.9 = 0.81$   
 これとCが並列なので、  
 $1 - (1 - 0.81) \times (1 - 0.9) = 1 - 0.019 = 0.981$

### 問10 MTBF

6 台の磁気ディスクを同時に使用し、1 週間に 120 時間連続運転するシステムがある。磁気ディスク1台の MTBF が 18,000 時間のとき、このシステムは平均何週間に1回の割合で故障が発生するか。ここで、MTTR は MTBF に対して無視できるほど小さく、磁気ディスク以外の構成要素の故障は考慮しないものとする。【数値のみを半角数字で四捨五入に記入。問・3問間に1空白あり】 ヒント: ディスク装置が6台なので、故障回数は1台の場合の6倍。(基本情報 平成20年度春期問33)

答 25

MTBF(Mean Time Between Failures)は平均故障間隔とよばれ、隣接した故障と故障の間の時間の平均値のことである。MTBFの値が大きいほど、システムの信頼性は高い。

磁気ディスク1台の MTBF が 18,000 時間であるが、6 台の磁気ディスクを使用しているので、18,000 時間に6回故障すると考えられる。つまり、 $18000 \div 6 = 3,000$  時間に1度故障する。

1 週間に 120 時間連続運転するシステムなので  
 $3,000 \text{ 時間} \div 120 \text{ 時間} = 25$  週  
 となり、平均 25 週間に1回の割合で故障が発生する。

尚、MTTR (Mean Time To Repair) は平均修理時間とよばれ、故障の修理などに要する時間の平均値のことである。MTTR の値が小さいほど、システムの保守性は高い。