

# シミュレーションによる 計算機システムの評価 (第1報)

菅原 英一・堅固山 幸治

Estimation of Computer System by Simulation (1st Report)

Eiichi Sugawara and Koji Kengoyama

(昭和48年10月31日受理)

## 1. 緒言

前報では、計算機システムのメモリ効率に着目し、パーティショニング方式と呼ばれるメモリ割当て方式におけるジョブの動作をシミュレーションによって解析することを試みたが、本報告では、システム資源の効率よい利用という立場から、前報同様のシミュレーション・モデルについてシステム評価を試みた。

計算機システムの評価には種々の分野があり、大別すると以下に述べる三つに分類される。

- (1) 計算機システムの性能の評価
- (2) 計算機システムの価値論を基盤にした評価
- (3) 計算機システムの存在によるさまざまな影響を考えた評価

この三種類のシステム評価のうち、システム資源の効率よい利用という立場からのシステム評価は(2)の価値論を基盤にした評価ということになる。すなわち、本報告は、システム資源のコストとそれらの利用効率とから、ジョブの動作をどのようにコントロールしたら利用効率をもっともよくなるかを見いだそうとするものであり、さらに進んでは、企業等における計算機システム導入の採算性の問題にも取組もうとするものである。

## 2. シミュレーション・モデル

シミュレーション・モデルについては前報とまったく同じなので、ここでは詳細な説明を省き、要点のみを述べる。

- (1) ジョブの発生形態については、ジョブの到着時間

間隔は平均値  $1/\lambda$  の指数分布とし、ジョブの大きさは偏差 1.0 の正規分布とする。

- (2) メモリ割当ての方式としては、8バンクを1パーティションとするパーティショニング方式とする。
- (3) CP割当ての方式としては、CP割当て時間はジョブの大きさに比例(1バンク当たり0.5秒)し、バッチ形態の単独処理方式とする。
- (4) I/Oプロセッサ割当ての方式としては、システム内には常に最大ジョブ数だけのI/Oプロセッサが存在し、I/O待ちの状態は考えないものとする。
- (5) キュー内のジョブの動作は、すべて先着順とし、優先権は与えないものとする。

[図1] にシミュレーション・モデル、[図2] にそのゼネラル・フローチャートを示す。

## 3. コスト・パフォーマンス

計算機システムはきわめて高価なものなので、その利用効率を高めるために大きな努力がはらわれなければならない

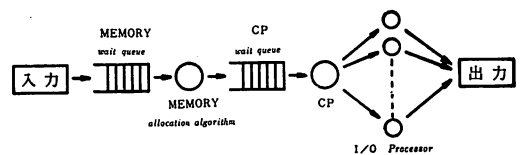


図1 シミュレーション・モデル

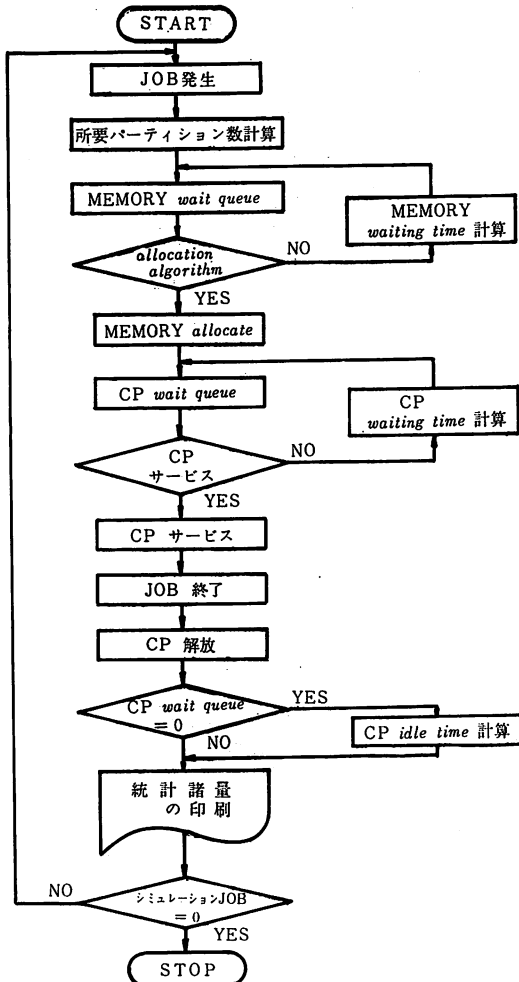


図2 ゼネラル・フロチャート

らないが、そのコスト当たりの利用効率の目安を与えるものとしてコスト・パフォーマンスと呼ばれる用語がある。

一般に、計算機システムのコスト・パフォーマンス $\eta$ は次式で表わされる。

$$\eta = 1 - \frac{\alpha \cdot a + \beta \cdot b + \gamma \cdot c}{a + b + c}$$

ただし、上式の各記号はつぎのような意味を持つ。

- { a : メモリの価格
- { b : CPの価格
- { c : I/Oプロセッサの価格

- {  $\alpha$  : メモリ・ロス
- {  $\beta$  : CP アイドル率
- {  $\gamma$  : I/O アイドル率

本報告では、前述のようにI/O待ちの状態を考えないモデルについてシミュレーションを実施したので、上式において $\gamma = 0$  (すなわち $c = 0$ )として算出することになる。すなわち、このモデルの場合のコストパフォーマンス $\eta$ は次式で与えられる。

$$\eta = 1 - \frac{\alpha \cdot a + \beta \cdot b}{a + b}$$

#### 4. シミュレーションの実施例

上述のモデルにおいて、ジョブの到着時間間隔の平均値 $1/\lambda$ をパラメータとし、システムに到着するジョブのプログラム・サイズPSに対するコスト・パフォーマンス $\eta$ を[図3]に示す。ただし、メモリのコスト: $a$ とCPのコスト: $b$ との比は1:1の場合を示している。

#### 5. 検 討

このモデルについてコスト・パフォーマンスを述べる場合、その要点はつぎに述べる2点である。

- ① ジョブの平均到着率: $1/\lambda$ とCPの処理速度との関係
- ② ジョブの平均プログラム・サイズ:PSとメモリ効率との関係

まず、CPの処理速度が1バンク当たり0.5秒であるから、たとえば $1/\lambda = 10$ 、 $PS = 20$ の場合にはジョブの到着時間間隔とCPの処理時間とがほぼ一致して、CPのアイドル状態がなくなり、それより大きいプログラム・サイズにおいてはメモリ・ロスのみがコスト・パフォーマンスに関係してくる。同様のことが $1/\lambda = 20, 30$ の場合にもいえる。したがって、 $1/\lambda = PS/2$ の場合にコスト・パフォーマンスはほぼ最大値に達し、 $PS = \text{全メモリ}/2$ 付近まで高いコスト・パフォーマンスを維持する。すなわち、 $PS$ が全メモリ/2を越えるとメモリ中には1個のジョブより存在できなくなるので、メモリ・ロスが上がり、したがってコスト・パフォーマンスが低下する。そして、 $PS$ が全メモリ/2を越えて徐々に大きくなると、メモリ・ロスは下がり、したがってコスト・パフォーマンスは上昇する。

結論としては、ジョブのプログラム・サイズPSは全メモリ/2以下で、しかもその平均到着率 $1/\lambda$ はできるだけ小さい方がコスト・パフォーマンス $\eta$ は大きくなる。すなわち、計算機システムの運営に当たっては、上

述のようなジョブの分布（プログラム・サイズ，到着率）の場合に効率のよいシステムの運営が可能となる。

## 6. む す び

本報告では，メモリ中の最大ジョブ数に等しいI/Oプロセッサが常に存在するというI/O待ちの状態を考えないモデルのシミュレーションに終わったので，次回はI/Oプロセッサをも加えたモデルとし，メモリ・ロス，CPアイドル率，I/Oアイドル率の3つの要素によるコスト・パフォーマンスを算出し，より現実的なモデルの解析に取組みたいと考えている。

## 文 献

- 1) D. E. Knuth: Fundamental Algorithms,
- 2) T. H. Naylor, J. L. Balintfy, D. S. Burdick: Computer Simulation Techniques, 1966
- 3) Hiroshi Hagiwara, Hajime Kitagawa, Tetsuzo Uehara: On the Simulation of Time Sharing System
- 4) 安井 裕, 北浦 隆, 福本真憲: 阪大MACシステムの利用者習性とその解析, 日本電気技報, No. 95, 1969
- 5) D. R. Cox, W. L. Smith: Queues, 1961
- 6) 三浦大亮: シミュレーション入門, 1970, オーム社
- 7) 山本欣子: コンピュータ・システムの評価(1), bit, Vol. 5, No. 11, p. 1209, 1970

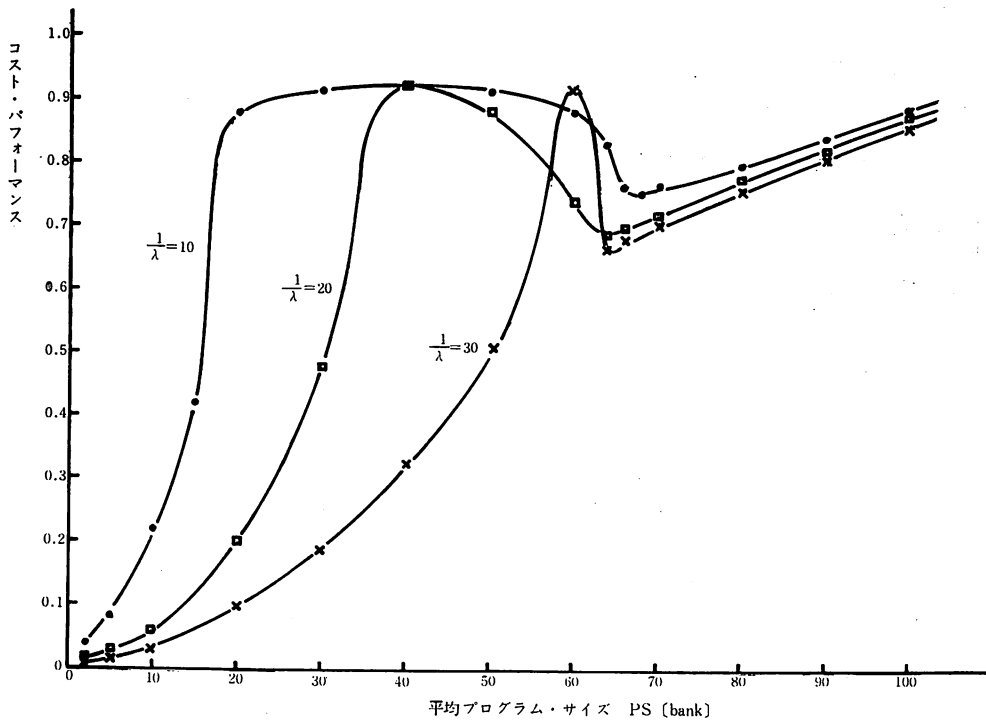


図 3 コスト・パフォーマンス