

# メモリー・アロケーションのシミュレーションについて (第2報)

菅原 英一・堅固山 幸治

## On the Simulation of Memory Allocation (2nd Report)

Eiichi Sugawara, Koji Kengoyama

(昭和47年10月30日受理)

### 1. 緒 言

計算機システムにおける Queue の問題はいろいろ考えられ、それぞれの Queue は相互に密接な関係を持ち、システムの効率よいリソースの使用に多大な影響をおよぼしている。

前報ではメモリー効率に着目し、Partitionning と呼ばれるメモリー・アロケーションの方式について MEMORY WAIT の JOB Queue を取上げた。その結果、この Queue の平均待ち時間はトラフィック密度が一定ならば JOB の要求する Partition 数が大きくなってもそれほど変わらないという FCFS (First-Come-First-Service) の思想と一致したわけであるが、シミュレーション・モデルとして Partition 数と同じ数だけの CPU と I/O Processor を仮定しており、現実的でない面が多分にあるので、本報告では CPU は1台、I/O Processor は全 Partition 数だけ持つことが可能という新しいモデルに切替えて前報と同様の Partitionning 方式についてシミュレーション

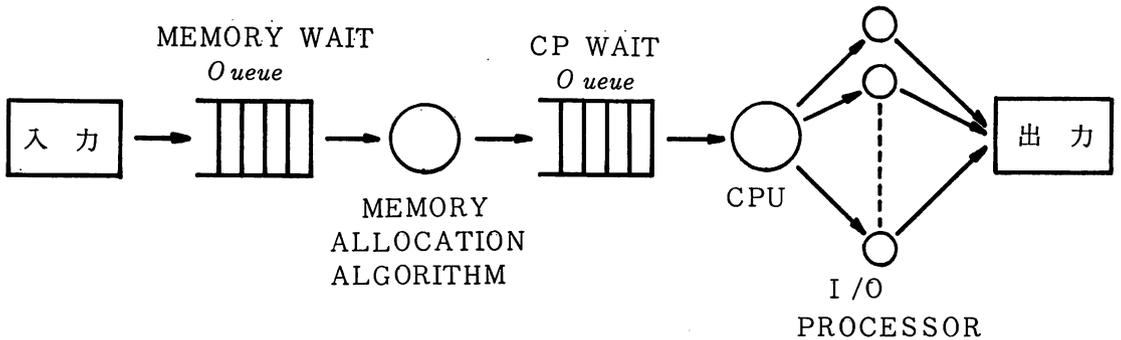
ンを実施した。

システム・パフォーマンスを最適ならしめるようなメモリー・アロケーションの方式を決定するには多くの要素があるが、本報告のモデルではその第一段階として MEMORY WAIT の Queue と CP WAIT の Queue を取上げ、Memory 割当てまでの待ち時間と CP 割当てまでの待ち時間を求め、さらに CP IDLE TIME を求めたので、それに検討を加えて報告する。

### 2. シミュレーション・モデル

[第1図] に本報告で用いたシミュレーション・モデルを示す。

ある確率分布でシステムに JOB が到着したとき、ひとまず MEMORY WAIT Queue に入り、この Queue の先頭 JOB から順に Partitionning 方式によって Memory に入れるだけの JOB に対して Memory を割当てる。したがって、JOB がシステムに到着した時点で Queue があいていなければ、その



第1図 シミュレーション・モデル

JOB は Queue の最後尾で待つことになり、また Queue の先頭に来ても要求する Partition がいなければ、サービス中の JOB の終了と同時に要求する Partition があくまで待つことになる。

つぎに、Memory を割当てられた JOB はその中で CP WAIT Queue をつくることになり、先頭 JOB から順に CP が割当てられる。したがって、Memory を割当てられても CP WAIT の状態で待つことがある。

なお、このモデルでは I/O Processor が Partition 数だけあるので、I/O WAIT の状態は考えない。

このモデルを述べるにあたり、(1) JOB の発生形態、(2) メモリー・アロケーションの方式、(3) CP 割当ての方式、(4) CP のサービス時間等が重要なポイントになるので、これらについて今少し詳しく述べることにする。

(1) JOB の発生形態

JOB がシステムに到着する形態は完全ランダム到着と考えるのが妥当であるから、ある到着とそれに続くつぎの到着との間の時間間隔の確率密度関数は平均値  $1/\lambda$  の指数分布:  $le^{-\lambda t}$  となる。したがって、JOB の到着は指数分布の乱数発生によって定義できる。また、JOB がシステムに到着したという事象発生に伴って JOB の要求する Memory size も到着時間間隔と対になって発生しなければならないが、本モデルでは全 Memory size を 128 Bank としているので、この範囲内に平均値をもつ正規分布の乱数 (偏差 1.0) 発生によって定義した。

(2) メモリー・アロケーションの方式

前報告と同様に 8 Bank を 1 Partition とする Partitioning 方式を採用している。

(3) CP 割当ての方式

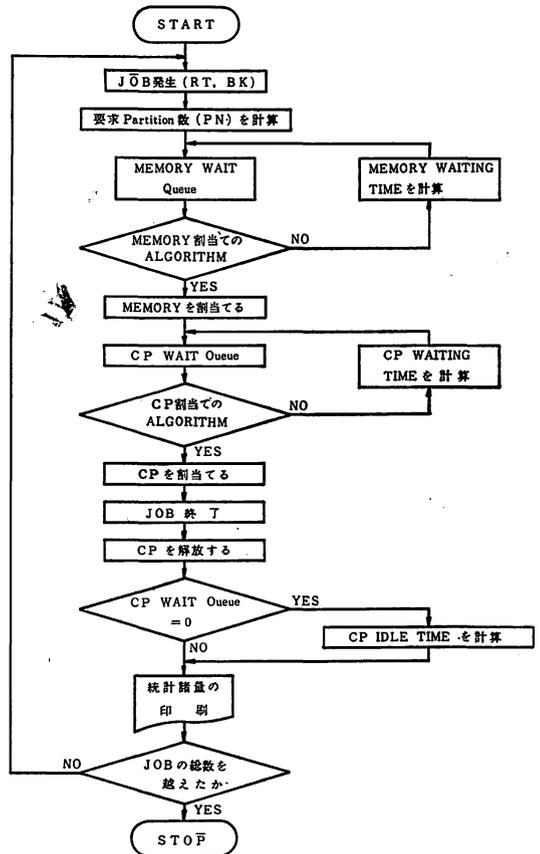
前述のごとく CP は 1 台であるから、CP WAIT Queue の先頭 JOB から順に CP を割当てる。

(4) CP のサービス時間

本モデルでは、CP のサービス時間は JOB の Program size に比例し、1 Bank 当たりの CP の処理能力は 0.5 秒と仮定する。

[第2図] に本モデルでシミュレーションを実施した際のゼネラル・フローチャートを示す。

本モデルを記述する諸変数を示せばつぎのようである。



第2図 シミュレーションのゼネラル・フローチャート

- RT<sub>i</sub> .....第 i 番目の JOB の到着と第 (i-1) 番目の JOB の到着との間の時間間隔
- TRT<sub>i</sub>.....第 i 番目の JOB の到着時刻
- BK<sub>i</sub> .....第 i 番目の JOB の Program size
- PN<sub>i</sub> .....第 i 番目の JOB の要求 Partition 数
- TT<sub>i(i-j)</sub>...第 (i-j) 番目の JOB 終了と同時に Memory が割当てられる時刻
- MWT<sub>i</sub>.....第 i 番目の JOB が MEMORY WAIT Queue に滞っている時間
- CPWT<sub>i</sub>.....第 i 番目の JOB が CP WAIT Queue に滞っている時間
- ST<sub>i</sub>.....第 i 番目の JOB に対する CP のサービス時間
- TT<sub>i</sub> .....第 i 番目の JOB の終了時刻

諸変数を上述のように定めれば、第 1 番目の JOB がシステムに到着したときつぎの関係式が成立する。

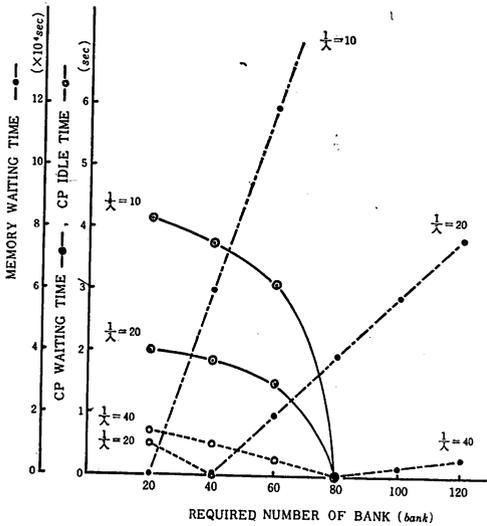
$$\begin{cases} RT_1 = 0 \\ TRT_1 = 0 \\ MWT_1 = 0 \\ CPWT_1 = 0 \\ TT_1 = ST_1 \end{cases}$$

そして、その後が続くすべての JÖB についてはつぎの関係式がシステムの状態を表わす。

$$\begin{cases} TRT_i = TRT_{(i-1)} + RT_i \\ MWT_i = TT_{(i-1)} - TRT_i \\ CPWT_i = TT_{(i-1)} - (TRT_i + MWT_i) \\ CPIDLE = TRT_i - TT_{(i-1)} \\ TT_i = TRT_i + MWT_i + CPWT_i + ST_i \end{cases}$$

3. シミュレーションの実施例

上述のモデルにおいて、JÖB の到着時間間隔 (RT [秒]) の平均値:  $1/\lambda$  をパラメータとし、システムに到着する JÖB の Program size (BK [Bank]) に対する Memory waiting time (MWT [秒]), CP waiting time (CPWT [秒]), および CP IDLE time (CPIDLE [秒]) を [第3図] に示す。



第3図 シミュレーション実施例

4. 検 討

本報告の範囲内では、MEMÖRY WAITING TIME (MWT) は Program size が大きくなると直線的に増大し、トラフィック密度が大きくなるほどその増加する割合が大となる。また、CP WAITING TIME

(CPWT) は逆に Program size が大きくなるにつれて減少する。しかし、CP WAITING TIME は MEMÖRY WAITING TIME に比較して無視できるほど小さいので、この場合は MEMÖRY WAITING TIME を重視して、できるだけ MEMÖRY WAIT Queue を小さくするために Memory の容量を増すことを考えなければならない。

また、CPIDLE TIME は、この結果からはあまりはっきり言うことはできないが、トラフィック密度が小さくなるほど出てくるもので、これもシステム効率の評価の要素としては欠かせないものである。

5. む す び

本報告ではシステム効率を評価する要素として MEMÖRY WAIT Queue と CP WAIT Queue を考えたが、MEMÖRY LÖSS (空き Memory) もまた Memory というリソースを効率よく使うためには欠かせない評価の要素である。また本モデルでは I/O Processor をあまりに多く使ってしまったため I/O IDLE の状態があり、これは効率の悪い使い方になった。したがって、今後は MEMÖRY LÖSS, CP IDLE TIME, それに I/O IDLE TIME の3点をシステム効率を評価する際の主なる要素として取上げ、各種メモリ・アロケーション方式においてシミュレーションを施し、最適のメモリ・アロケーション方式を探し出すことに努めるつもりである。

最後に、本研究を行なうに際し、種々お手伝いいただいた本校電気工学科 第5学年学生 佐藤幸三君に感謝します。

文 献

- 1) D.E.Knuth: Fundamental Algorithms, 1966
- 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