

＜講演記録＞

スケジューリング・システムにおける問題点†

— スケジューリング応用研究部会 —

原 亨*
下 城 康 世**

1. スケジューリング理論の未開発の問題

1.1 現在のスケジューリング理論

現在のスケジューリング理論の対象分野とアプローチの仕方には、次のようなものがある。

① ジョブ・ショップにおいて、仕事 (job) とその加工時間が与えられている場合 (いわゆる静的で確定論的な場合)、機械ごとに最適の加工順序 (スケジュール) を求める問題 (順序づけ問題)。判定基準は、主として最大滞留時間または平均滞留時間の最小化で、一般的には分岐限界法や整数値 LP で解けるが、仕事数や作業数が増すと速度が加速度的に遅くなる。特殊な場合にはもっと早く解ける解法がある。最適でなく比較的良好な加工順序を求めるアプローチとして、比較的良好なスケジュール群からのサンプリングによる発見的方法がある。なお、この分野の変形としてサイクリック・スケジューリングがある。

② ジョブ・ショップにおいて、仕事の到着と加工時間が確率的な場合 (いわゆる動的で確率論的な場合)、待ち仕事の中からどれを選ぶかの選択基準によって、待ち時間、滞留時間、納期遅れ等の統計的結果がどう変わるかの問題 (待ち行列問題)。待ち行列理論やシミュレーションで解かれる。1 作業工程の場合には比較的良好な解があるが、複数作業工程の場合は、特殊な場合を除いて、ほとんどない。

③ 複雑な工程を有する仕事またはプロジェクトに対するネットワーク理論の適用。単一プロジェクトで確定論的な場合に研究が進んでいる。単一プロジェクトで確率論的な場合 (GERT 系) や、複数プ

プロジェクトが競合する確定論的な場合 (RAMPS 系) も研究されているが、複数プロジェクトで確率論的な場合の研究はあまりない。

④ 特定作業が複数の異種類機械で加工可能の場合における仕事-機械の割当問題、LP 等で解かれる。

1.2 スケジューリング理論の問題点

(1) 問題の大きさのギャップ

NC 機を採用すれば、見積加工時間と実績値の差はほとんどなくなり、確定論的順序づけ問題の適用が現実となった。しかし、現在の最大の計算機で最適解を求められるのは、10 仕事×10 機械くらいが限度である。実際の工場では、小規模な工場でも 1000×100 以上にもなる。2 機械、3 機械問題や 2 仕事問題の実用上の価値はほとんどない。待ち行列問題も、3 作業工程以上にはほとんど使えない。

(2) 仕事の到着の動的性

仕事は普通 1 回でなく断続的に到着する。到着や加工時間が確定的であっても、順序づけ理論によるスケジュールでは、加工開始時に仕事に到着していなかったり (ある期間内に到着する仕事全体を組みこむ場合)、加工開始時にはさらによいスケジュールが得られたり (ある時点で到着している仕事だけを組み合わせる場合) する。

(3) 待ち行列過渡解

待ち行列理論で得られる解は大部分定常解である。しかし現実には、待っている仕事 (さらには近く到着する仕事) とその特性がわかっており、その情報を入れた場合のよい選択基準と、定常状態におけるよい選択基準とは違うことが考えられる。また、結果の値もかけ離れている。しかし、過渡解はほとんど得られていない。

(4) 評価尺度

スケジュールを評価する尺度にはいろいろある。大部分の理論の評価尺度は時間に関するものであ

† この講演は、昭和 46 年秋季研究発表会のスケジューリング研究会終了報告である。

* 富士通(株) EDP 通信部。

** 成蹊大学。

る。しかし実際には、それ以外とくに費用である。また、複数の尺度の組合せが要求される。

(5) 純粹のスケジューリング問題以外の問題を含んだ複合問題

たとえば、納期遅れを最小にする選択基準問題は、納期決定問題と切り離すことはできない。しかし、同時に決定する理論はない。

(6) 理論モデルと現実とのギャップ

順序づけ問題では、各仕事は同時には複数の機械では加工されない(ロット分割はしない)、各機械(作業員)は、同時には1仕事のみを加工する、制約のある資源は1種類である等の仮定が置かれるのがふつうであるが、現実にはこれらの仮定は破られることが多い。

1.3 従来のアプローチへの疑問と人工知能との関連

以上のような問題点、とくに最適解を得ようとするアプローチと現実とのギャップは、アルゴリズムを洗練することによって埋めるには、あまりにも大きい。本質的にまったく別のアプローチを考えなければならぬのではなかろうか。

その一部は、比較的良好な解が得られる作成基準を求めると、それによるスケジュール群からのサンプリングでよりよい解を選択すること、および、待ち行列過渡解の研究であるかもしれない。また、まったく未知のものから得られるかもしれない。

機械翻訳、定理の証明、ゲーム、パターン認識等は、ふつう人工知能(Artificial Intelligence)と呼ばれる分野を形成している。これらはいずれも組合せ的な問題として定式化できる。しかし、コンピュータにより大きな成果があがることが期待されていたにもかかわらず、この方向での努力は、実用的な規模の問題に対してはほとんどすべて失敗であった。このむずかしさは、パターン認識がむずかしいことと等価であるらしく、人工知能の問題の根底には、このパターン認識の問題が存在しているらしいと広く予想されている。

スケジューリング問題の活路は、人工知能問題の活路と同じであるかもしれない。

2. ハードウェア上の問題点

2.1 リアルタイム・システム

スケジューリング理論を実用化するには待ち行列定常解問題を除けば、データ収集-計算-計画実施の期間を短くし、またひんばんに計画する必要がある。

このためには、リアルタイムの情報処理システムが必要である。現在のリアルタイム・システムは、まだ遅く、小さく、高価で、むずかしい。

2.2 スケジューリング用端末機器

スケジューリング・システムに適した端末機器は、まだ市場に出ていない。データコレクター、稼動記録計、工程管理盤は、それぞれスケジューリング・システム用端末が具備すべき機能の異なった一面を満足させているにすぎない。

2.3 第4世代コンピュータ

生産管理情報処理システムが完成の域に達していないのは、現在のノイマン流コンピュータの限界であるのかもしれない。第4世代とは、LSIを使いさえすれば達成できるものではないであろう。

3. ソフトウェア上の問題点

3.1 生産管理情報処理システムの未発達

スケジューリング・システムは、生産管理情報処理システムの一部をなす。生産管理情報処理システムは、IBM社のMOS, PICS以後、あまり統一的な構想は公表されていない。MOS, PICSにしても、ローカル・システムの寄せ集めという感じは否定できないし、あまりにも単純で荒っぽい。ほんとうに統一的な構想に基づいてインテグレートされた、きめのこまかい生産管理情報処理システムはまだ出現していない。

このようなシステムの根幹をなすものは、データ・ベースであろうと思われる。しかし、データ・ベースについても、今日まだ、決定的な構想はあらわれていない。いずれも、実用化するには、まだまだ非効率なものが使われている段階である。これがまた、ほんとうの生産管理情報処理システムが出現できない理由である。

3.2 スケジュールと実際とのずれの修正

加工時間の見積誤差や、欠品や故障による事故のため、スケジュールどおりの実施が不可能になることがよくある。この場合のスケジュールの訂正や組みかえのシステムが不完全で、混乱を生ずることが多い。また、スケジューリングのフレキシビリティ不足のため、またはコントロール・システムの不備によって、訂正や組みかえがやたらに多くなることがある。

4. 人間の問題

無人工場が実現するまでは、スケジューリングと

スケジュール実施は、人間によって行なわれなければならない。スケジューリング問題は、人間の問題を避けることは当分できない。

4.1 スケジューリング理論とその実施機械に対する作業者等の反感

スケジューリング理論に基づいて、コンピュータ等を用いて機械的にスケジューリングを行なうシステムでは、作業者や場合によってはスケジューリング担当者までが、次のような理由で反感を持つことがある。

- 1) 直観的に理解できず、疎外感と孤独感を生ずる。
- 2) 人間がスケジュールする場合にくらべて、フレキシビリティが不足しているため信用できない。
- 3) 仮定と実際とのギャップによる理論不信感。
- 4) フレキシビリティ不足のため、スケジュールの離脱を強く統制されるので、自主性をそこなわれ

たと感ずる。

- 5) 人間陳腐化のおそれへの抵抗。

4.2 作業者・監督者のスケジューリング担当者への不信感

スケジューリング担当者の生産現場の知識不足や、現状データの不足のため、現状無視のスケジューリングを行なう場合、不信感を生じ、現場で別のスケジューリングが行なわれる。しかし部分最適であり、全体としては悪いスケジュールとなる。

4.3 作業者のレベル

作業者（監督者も）が理解できないシステムは動かない。作業者の理解できた部分のみが利用される。したがって、作業者の理解度に合わせたシステムをつくらなければ意味がない。

4.4 解決方法

現場の作業者・監督者に参画意識を持たせる以外に方法はない。

“15周年記念” 会員の声特集のおしらせ

念願の法人化を達成した本学会は、1957年の設立から数えて今年で15周年を迎えました。これを記念して、本誌では「会員の声」を特集してみたいと思います。

オペレーションズ・リサーチおよびその周辺分野や本学会の活動について、会員の皆様から日頃の研究や実践の状況、抱えている問題点、抱負、希望、意見など数多くの発言をしていただくようお願いします。たとえば、すでに研究発表会に関する会員の声なき声の反映の一つとして、札幌の秋期大会は従来にない新しい発表方式が採用されようとしております。

また、学会誌としての『経営科学』『JORSJ』についても、体裁、内容、構成などにさまざまなご意見があるかと思ひます。この機会に会員

相互の意見交換を活発にし、1975年の IFORS 国際会議を迎える OR 学会がより発展をとげるよすがともなればと、編集担当者一同希望しております。なおスペースの関係で特集号に掲載できない投稿は、次号以後の「会員の声」欄に掲載させていただきます。

特集号原稿締切 8 月末日

” 原稿字数 200字以内

(誌上匿名は結構ですが、原稿には必ず氏名をお書きください)

原稿送付先

113 東京都文京区弥生 2 の 4 の 16

(学会センタービル内)

(社) 日本オペレーションズ・リサーチ学会

編集委員会・会員の声担当