

## 知識処理とニューラルネットによる 最適スケジューリング手法の検討

○小林 康弘, 野中 久典  
(株)日立製作所 エネルギー研究所

### 1. はじめに

規模の大きなシステムのスケジューリングには、①システムを分割した各部分に対するスケジューリング(部分スケジューリング)を作成し、②それらの部分スケジューリングを統合して全体スケジューリングを立案する階層的な手順が有効である。ステップ①に対しては、前報[1]で知識処理を用いた手法を紹介した。本報では、(a)ステップ②に対し、知識処理を用いた手法およびニューラルネットを用いた手法を個々に適用した場合の評価、(b)組合せ最適化問題の局所解を求めるニューラルネットと、その動作をモニターし収束挙動を推論する知識処理モジュールから成るスケジューリング手法の検討に関して報告する。

### 2. スケジューリング手法の検討

ここで扱う問題は、全体スケジューリングでの資源の使用量を平準化するため、部分スケジューリングの着手日を変数として、資源の時間的変動による分散を時間で積分した量を最小にすることである。部分スケジューリングに対しては、最早着手日、最遅完了日に関する制約条件が課せられる。

#### 2.1 ニューラルネットを用いた手法

ステップ②の問題をホップフィールド・モデルとして定式化する。部分スケジューリングの着手可能日にユニットを割り付け、ユニットの出力値(連続値)を0-1に収束させる。全体スケジューリングの資源山積みは、ユニットの出力値と部分スケジューリングの資源山積みから計算でき、資源の時間的変動による分散の積分量は、ユニットの出力値ベクトルの二次形式で表わせる。全体スケジューリングの中で部分スケジューリングが一度だけ現われるという制約条件を表わすペナルティ項も、同様にユニットの出力値ベクトルの二次形式となる。ここで、エネルギー関数は、資源の分散の時間積分量にペナルティ項を加えたものである。

#### 2.2 知識処理を用いた手法

基本的には、ステップ②に対しても、部分スケジューリングをアクティビティと見なせば、ステップ①に対して用いた制約指向プログラミングに基づく手法が使用できる。ただし、部分スケジューリングの使用資源量が時間的に分布を持つ点が異なる。

#### 2.3 適用評価

これらの手法を、部分スケジューリングを統合して全体スケジューリングを立案する問題に適用した。部分スケジューリングの数は約80、ニューラルネットでのユニットの数は約1500である。ニューラルネットによる解(N)、知識処理による解(K)ともに、参照解とした最早着手スケジューリング(R)よりも資源の時間的変動を平準化した全体スケジューリングであり、性能の高い局所最適解が得られることを確認できた。この例では、資源の平均値を1に規格化し

たときのピーク値は、R: 2.35, N: 1.67, K: 1.53であり、現状では、知識処理を用いたマンマシン協調型の手法が、より質の高い解を与え得ると言える。

### 3. 知識処理とニューラルネットの統合

#### 3.1 統合の方式

ここで提案する知識処理とニューラルネットの統合方式は、ニューラルネットの動作をエネルギー関数の最小化という目標の下でのユニットの競合プロセスと見なし、その動作をモニターし、問題領域の知識を用いた推論により、ニューラルネットで実現される挙動を定性的に予測したり、説明したりする形を取る。

スケジューリングのような組合せ最適化問題の求解プロセスでは、最終的に求まる一つの局所解の状態空間での軌跡は、他の局所解に至る軌跡との分岐を経ている。ニューラルネットの収束挙動の上では、この分岐は、ユニットの間に競合が存在する状態として観測される。このとき競合に生き残れなかった(出力値が0となる)ユニットは、選択の可能性があるように見えながら選ばれなかった解(ニアミス解)についての情報を持っている。このようなユニットに関する仮説を基に、ニアミス解について推論を進めることにより、ニューラルネットで結局は求められなかった別の局所解を推測することが可能となる。

知識処理とニューラルネットを統合した最適スケジューリング手法は、次のような要素から構成される。

- (i) ホップフィールド・モデルのニューラルネット: 2.2に記したものと同様。
- (ii) 知識処理モジュール: 制約条件の伝播や仮説の管理を行ないながら、領域の知識を用いてニューラルネットの収束挙動を推論。
- (iii) 知識ベース: ユニットの間の競合を検出したり、生き残る(出力値が1となる)ユニットについての仮説を作り出したりするための領域の知識を格納。

したがって、このような構成を持つ最適化手法は、次のような機能において強力なものとなる。

- (1) 途中の解の状態から最終的に収束する解を予測。
- (2) ニアミス解に関する情報から別解を推測。
- (3) ニューラルネットによる処理のプロセスについて部分的な説明を生成。

#### 3.2 適用評価

プロトタイププログラムを作成し、部分スケジューリングの数が10のステップ②の問題に適用した。ニューラルネットを含めて全体をLispで記述したため計算効率に難点はあるが、上記機能(1)(2)を実現できることを確認した。

#### 参考文献

- [1] 野中 他: 情報処理学会第36回全国大会, 5Q-1(昭63)