

412 競合モデルによる意思決定問題に関する研究

北海道大学工学部 ○上田 洋、嘉数 侑昇

1. はじめに

スケジューリング問題やエキスパートシステムなどに代表されるような、多くの項目の中からある評価基準に従って特定の項目を選択する問題（意思決定問題）に対し、自律分散性、柔軟性、並列性などの多くの利点を本質的に持つ生物型の情報処理の実現及びその導入が、このような問題領域の解決における有効な手段として望まれている。

意思決定問題は各項目間の競争問題、つまり最も良い評価を受けることの出来る適切な項目を選択する問題を主要な要素として構成されている。一方、自然界における競争問題は、多数の種による生物個体群間の生存競争として現れている。そこで、自律性、並列性等を自然に有するこの生態系システムをモデル化し、情報処理に利用できれば有効な意思決定問題向けの計算機構の実現が期待できる。

ここでは、 n 種の生物個体群の競合モデルとして多くの数理解析がなされているLotka-Volterra方程式を基にした競合型ネットワークを取り上げ、意思決定問題としてジョブ割当問題に対して有効な情報処理機構を構築するための機能付加、改善の一例についての考察を行う。

2. 競合型ネットワーク

生態学における n 種個体群の相互作用の数理解モデルであるLotka-Volterra方程式は、

$$\dot{x}_i = x_i \left(r_i + \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \right) \quad i=1, \dots, n \quad (1)$$

と記述される。ここで、 x_i は i 番目の種の個体数（または密度）、 r_i はその内的増加（減少）率、 a_{ij} は i 番目の種の個体群が j 番目の種の個体群に与える影響度を表す。

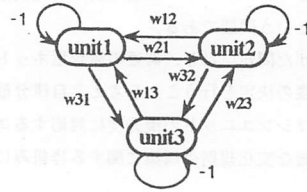
競争問題に対しては以下の対応により式(1)で表現可能となる。すなわち1) 競争問題での選択項目 i を、 i 番目の種に対応させる。2) 項目 i に対し他の項目からの優先度として正の実数 I_i を仮定し、これを種 i の個体数 x_i に対応させる。すなわち個体数の順が項目の優先順位に対応する。3) 従って n 種間の相互関係において、絶滅種をささずに各個体数が安定した停留点に収束する条件として式(2)~(4)が必要になる。

$$r_i = 0 \quad (2)$$

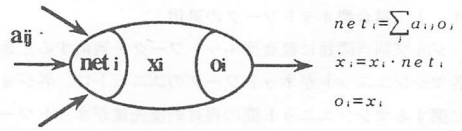
$$\sum_{i=1}^n a_{ij} = 0 \quad (3)$$

$$a_{ij} = \begin{cases} -1 & i=j \\ 0 < w_{ij} < 1 & i \neq j \end{cases} \quad (4)$$

以上、1) 2) の対応と3) を満たすモデルとして図1に示すようなユニットからなるネットワークを構築することが出来る[1]。



a. ネットワーク



b. i 番目の素子

図1. 競合型ネットワーク

このネットワークと競争問題を対応させるとき、ユニット i が選択項目 i に、ユニット i の活性値が項目 i の優先度に、それぞれ対応している。また w_{ij} はユニット i からみた i 以外のユニットを相対評価したときの j の優先度を表し、 i が j に与える影響度と呼ぶ。

以上で与えられたネットワークは任意の初期値で動作させることにより安定した順位が得られることが分かる。

3. ジョブ割当問題

ここで取り上げた競合型ネットワークを用い、具体例をジョブ割当問題にとることで、意思決定問題に対する有効な情報処理機構構築の一例として、競合型ネットワークへの機能付加、改善について以下で考察する。

ここで扱うジョブ割当問題は、次のような性質を持つものとする。

- ・ジョブは一定の平均時間間隔で工場に到着し、各ジョブは数種のマシン群によって構成されるいくつかのマシユニットのどれか一つに処理される。

- ・到着する各ジョブはマシユニットによってその被処理能率が異なり、また各マシユニットは自分以外のマシユニット間の相対的能率（優先度）に関する情報をジョブ

から得ることが出来る。

・ジョブ絶対量はジョブと併に与えられるが、ジョブ処理速度は処理時点まで分からない。

このようなシステムにおいて解決すべき問題とは、マシンユニットに割り当てられているジョブの量やこれらの処理スピードといった時々刻々変化して行く量が、各マシンユニットの受け入れ状況にどのように関わってくるか、すなわち動的に対応するマシンユニットの優先度の変化規則をいかに作り出すかという問題である。

以下ではここにあげた問題に対し、前述の競合型ネットワークを用いた優先度の決定を行うことを考え、自律分散性を保持しながら、マシンユニットの優先度に対応するユニット間の重みの最適な変化規則の構築に関する枠組みについて考察する。

4. 競合モデルによる割当問題のための枠組み

4.1 競合型ネットワークの適用

ジョブ割当問題に競合型ネットワークを適用するとき、各マシンユニットがネットワークのユニットに、各ジョブに関するマシンユニット間の相対的優先度がネットワークユニット間の重みにそれぞれ対応する。各ジョブはネットワーク動作に従ってマシンユニット間で競合し優先順位が決定され、これに従ってジョブがあるマシンユニットに割り当てられる。しかし、ある時刻にある量のジョブが与えられるとき、各マシンユニットはそれぞれ異なった速度で異なったジョブを作業中であり、またいくつかの異なった量のジョブが処理を待っているものと考えられる(図2)。このため、この時点での各マシンユニットのジョブ受け入れ状況は最初に持っている優先度に関する情報のみでは不都合を生じてくる。そこでこの優先度、つまり各ユニット間の重みを修正し、各マシンユニットの最新のジョブ受け入れ状況に適当なものとする必要がある。

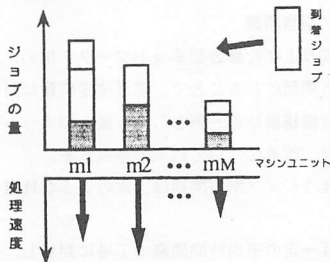


図2. ジョブ到着時のマシンユニット状況

4.2 重みの変化規則の導入

各マシンユニットが考慮すべき項目として、ジョブ到着

時刻 t にマシンユニット i に残っているジョブの量 $q_i(t)$ とジョブの処理速度 $v_i(t)$ をして到着するジョブの量 $j(t)$ が考えられる。ネットワーク上では、各ユニットが独立にこれらの量を基にして重みを修正できるなら、自律分散の利点を失わずに情報の処理が可能となる。この修正の指標となる量を $c_i(t)$ とすると、これらの関係は修正規則を表す関数 f で表現され、つぎの式ようになる。

$$c_i(t) = f(q_i(t), v_i(t), j(t)) \quad (5)$$

すなわち修正規則を表す関数 f がどのような関数となっているかを決定することで、システムに有効な動作を行わせることができる。一例として、生産率を評価関数とし、修正規則を表す関数 f を学習によって最適化していく構造モデルを構築した。図3にそのシステム全体の概略を示す。

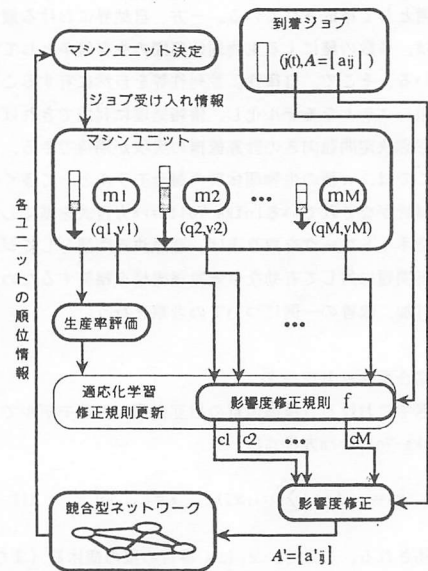


図3. システム中の情報の流れ

5. おわりに

意思決定問題に対し、生態系競争モデルを基にした競合型ネットワークを用いて、自律分散型の情報処理を行うことを考え、具体的には、ジョブ割当問題を設定することで、この問題を解決するために必要となる機能を加えたシステムの枠組みの一例を示した。

参考文献

- [1] 三上貞芳, 嘉数侑昇, "多重活性 コネクションリストモデルに関する研究", 1991年電子情報通信学会春期全国大会公演論文集(1991)。