

効率的な階層組織の導出に対する 進化的計算手法の適用*

4 P-9

名古屋大学大学院人間情報学研究科
高林 裕一†

1 はじめに

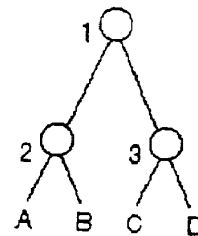
Radner(1993), Van Zandt(1997)では, 情報を処理する階層的な組織について, もっとも効率的なものが提示された。また, そのような効率的な組織の構造を得るための方法が提示された。組織は複数の構成員によって構成され, 時間をかけて一定の数の情報の処理を行う。その際, 構成員の数, 情報の処理にかかる時間のそれぞれについて, より少ない組織ほど効率的である。これらの論文では, 「情報の処理にかかる時間を増やすことなしには, それ以上, 構成員の数を減らすことができない」組織の構造が, もっとも効率的であるという条件が示された。

この条件の下で, Radner(1993)では, いくつかの組織がそれにあてはまること示唆されているが, 実際にRadner(1993), Van Zandt(1997)において, もっとも効率的であるとみなされ, かつ, その導出方法が提示されているものは, それらのうちの一つにすぎない。これらの論文では, 構成員の数が非常に多い状態から, その数を徐々に減らしてゆくことによって, もっとも効率的な組織を導出している。しかしながら, その導出方法では, 構成員の数が非常に少ないにも関わらず, もっとも効率的な組織の条件を満たすようなものは, たとえ存在していても導出することができない場合がある。また, 現実の組織では, 構成員が非常に多い状態から, もっとも効率のよい構造の模索を始めているわけではない。

本論文では, 組織が, 任意の構成員数の組織から構成員の数を増減させることによって, もっとも効率的な組織の構造を模索する場合, どのような組織の構造が得られやすいかを, 進化的な計算手法を用いて分析する。分析の結果得られる組織の構造が, いずれかの形に収束するものであれば, 例えば, ある種の産業における企業がどれも同じような従業員の数, 組織構造を持つような事

実に対して, 何らかの説明を与えることができるだろう。

2 組織の構造と情報処理



図I

組織は階層的な構造を持ち, 次の三つの条件を満たす。(1) 組織の頂点に位置する構成員は一人である。(2) 頂点以外の任意の構成員は, 他の一人の構成員に対してのみ, 処理した情報を伝達する。(3) 組織の情報の処理の後に得られる最終的な結果は, 頂点の構成員のみが得る。具体的には, 例えば, 図Iのような組織を想定する。図Iの○は組織の構成員をあらわし, ○を結ぶ線は構成員による情報の収集・伝達の経路をあらわす。A,B,C,Dは組織が収集して処理する情報をあらわす。情報は, 線で示される経路に沿って, 常に上方に対してのみ伝達されるものとし, 下方に伝達されることはない。また, 一つの経路を通じては, 一つの情報のみが収集・伝達可能である。

組織は次のようにして情報を処理する。図Iより, 構成員2は情報A,Bを線で示される経路を利用して収集し, これらを処理して情報 $A \oplus B$ を得る。 $A \oplus B$ は, 経路を通じて構成員1に伝達される。同様に, 構成員3は, $C \oplus D$ を構成員1に伝達する。構成員1は $A \oplus B$ と $C \oplus D$ を処理し, $A \oplus B \oplus C \oplus D$ を得る。 $A \oplus B \oplus C \oplus D$ は, 情報A,B,C,Dの処理の終了時に得られる最終的な結果である。

組織内の任意の経路について, 個々の経路の上方に位置している構成員が, 1単位の時間をかけて情報を処理するものとする。一人の構成員は, 同時に二つの経路の

*An Application of an Evolutionary Computation to the Design of Efficient Hierarchical Organizations.

† Yuichi Takabayashi
Furou, Chikusa, Nagoya 464-8601.

情報を処理することはできない。しかし、組織全体としては、二人以上の構成員が同時に情報を処理することは可能である。したがって、図 I で示される組織が、情報 A, B, C, D を処理して、結果 $A \oplus B \oplus C \oplus D$ を得るまでに、4 単位の時間がかかる。

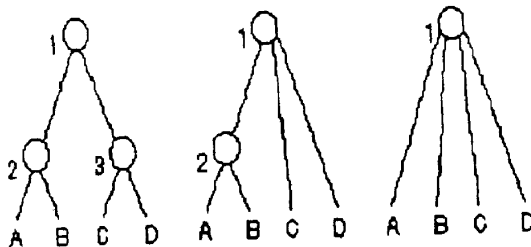


図 II

図 II-中央は、二人で構成される組織であり、情報 A, B, C, D を処理するのに 3 単位の時間がかかる。図 II-右は、一人で構成される組織であり、4 単位の時間がかかる。これら二つの組織は、いずれも、Radner(1993) のもっとも効率的な組織の条件を満たす。しかしながら、構成員の多い状態(図 II-左)から、構成員を徐々に減らす方法では、図 II-右を得ることはできない。なぜなら、図 II-中央はもっとも効率的な組織を満たし、そこから構成員をさらに減らす誘因が、存在しないためである。

3 進化的計算手法の適用

もっとも効率的な組織の構造の導出に対し、進化的計算手法の適用を試みる。組織の構造について、ランダムに作成した組織を、より効率的なものに進化させてゆく過程の結果、得られる組織の構造の傾向を観察する。この方法は、Radner(1993) のような効率性の条件は持たないが、導出される組織の構造が、ある種の局所解に陥るのを回避することができる。本論文と同様の試みを Miller(1994) が行っているが、その目的の中心は、GA を用いた最適解の探索であって、どのような構造に収束するかを観察することに主眼が置かれているわけではない。

組織の適合度は、情報の処理にかかる時間で測られるものとする。個々の組織の処理する情報の数を 40 個とする。構成員数 1 ~ 40 までの組織を 50 個、ランダムに作成する。その後、それらの組織を無作為に二つずつの組にまとめ、それぞれの組について、それぞれの組織の中から無作為に構成員を選択し、その構成員とその下に続く階層を、二つの組織の間に入れ替える。この操作の結果、新たに 25 個の組織が作られる。次に、はじめに作成

した 50 個の組織のうち、適合度の低いものから順に 25 個を選び、新たに作成した 25 個の組織と入れ替える。この操作を 1000 回繰り返す。その結果得られた組織の全体的な傾向は、図 III で示されるものとなった。

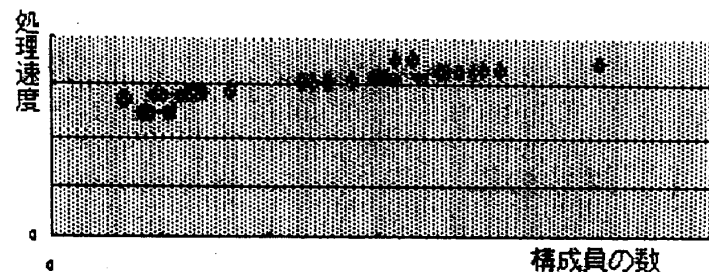


図 III

4 結果に関する考察

進化的計算手法の適用の結果、組織の一般的な性質として、概ね次のことが言えるだろう。組織を構成する構成員の数は、中規模、乃至は大規模なものに収束する傾向にあり、極端に小規模なものはあまり見られない。また、より構成員数の多い組織について、処理にかかる時間の増加が見られるが、このことは、単純な構成員の増加が、常に情報の処理を効率化させるわけではないことを意味する。

以上の結果を踏まえて、次のことが説明できるかもしれない。組織の構成員の数を、組織の情報処理における分業化の程度とみなすと、非常に分業化の進んだ、細分化された組織では、その処理速度が一般に遅い。各部門の専門性が非常に高い組織がこれにあたるだろう。一方、さほど分業化の進まない組織では、情報の処理速度は速い。組織の収集する情報の専門性がさほど高くない組織は、より少ない構成員ですばやい処理を行う傾向を持つ。

参考文献

- [1] Miller, J., 1994, "Evolving Information Processing Organization," Santa Fe Institute.
- [2] Radner, R., 1993, "The Organization of Decentralized Information Processing," *Econometrica* 62, 1109-1146.
- [3] Van Zandt, T., 1997, "The Scheduling and Organization of Periodic Associative Computation: An Essential Network," *Review of Economic Design* 3, 15-27.