

I-A114 セパレータを用いるGAコーディングの効果に関する一考察

北海学園大学・学生員・首藤諭, 北海学園大学・正員・杉本博之
シ・イー・サ・ビス・正員 LuBianli, 室蘭工業大学・正員・田村 亨

1. まえがき 大都市が直下型の地震を受け, 各種のライフラインが被災を受けたことを想定し, その復旧計画にGAを用いる試みを筆者らは発表してきた.^{1)~4)} その時, 被災を受けたライフラインの種類毎に, 被災箇所の補修順位と復旧班の担当工事の決定という問題と, さらに同一ライフライン内あるいは異なるライフラインの被災箇所の間に, こちらを先にしなければこの工事ができないという時間的な階層性を想定した. この問題に対し, 各ライフラインにおけるスケジューリング問題(補修順位)と組合わせ問題(担当工事)に対応する線列を一つの線列の中に連続してコーディングし, そのコーディングに適応する交叉, 突然変異法を導入して問題の解決を図った.

しかしその後, セパレータの導入により, スケジューリング問題と組合わせ問題が混在する最適化問題は, スケジューリング問題のみとして表現できることが分かった.⁵⁾ 両者混在の問題がスケジューリング問題としてのみで表現できれば, 少なくとも線列の長さは半減するし, GAの適用が簡単になる.

そこで, 本報告では, 以前にスケジューリング問題と組合わせ問題が混在する最適化問題として解いた震災復旧計画支援問題と同一の問題を, セパレータを用いるスケジューリング問題に変換し, その信頼性, 効率などに関して考察を加えることを目的とする.

2. 震災復旧計画支援問題 本報告が対象とする震災復旧計画問題を一般的に表現すれば以下ようになる.

ある地域に災害が発生し, その地域の一つないし複数のライフライン上に, 時間的階層関係のあるN層の被害が各層毎に $n_i (i=1 \sim N)$ 発生した. この被害を復旧するために各層の被害に対応する $m_i (i=1 \sim N)$ の復旧班が待機している. これらの復旧箇所と復旧班を,

$$D^i_j \text{ (復旧箇所)} : j = 1 \sim n_i, \quad R^i_k \text{ (復旧班)} : k = 1 \sim m_i \quad (i=1 \sim N) \quad (1)$$

とすると, 問題は, 時間的階層性を考慮した上で, $D^i_j (j=1 \sim n_i, i=1 \sim N)$ をどのような順に手をつけるかということと, それらを $R^i_k (k=1 \sim m_i, i=1 \sim N)$ にどのように配分するかということになる.

復旧作業が2種類あり, その工事日程が表-1のように与えられる場合の線列は従来以下ようになった.

$$5 \ 1 \ 7 \ 2 \ 3 \ 4 \ 6 \ 1 \ 2 \ 2 \ 1 \ 2 \ 1 \ 2 \ 9 \ 4 \ 2 \ 8 \ 5 \ 1 \ 7 \ 6 \ 3 \ 3 \ 2 \ 1 \ 3 \ 3 \ 2 \ 3 \ 2 \ 2 \quad (2)$$

左半分が復旧作業1に対応し, 右半分が復旧作業2に対応する. さらに各作業において左が補修順位を表し, 右が担当班を表す. このようなコーディングに対し, 各作業の順位部分はスケジューリング問題のための交叉, 突然変異を, 担当班部分は組合わせ問題のための交叉, 突然変異を行った.²⁾

3. セパレータの導入によるスケジューリング問題への変更 多数の被災箇所と復旧班がある震災復旧計画支援問題に対し, 従来は上記のようにスケジューリング問題と組合わせ問題のコーディングを混合した形で対応してきた. ところが, セパレータを用いることにより, この問題はスケジューリング問題単独として表現する事が可能になる.

今, 一つの復旧作業において, n の被災箇所, m の復旧班があるとする. この時は, $m-1$ のセパレータが必要になり, $1 \sim n$ の数字の並びと, その後に続く $n+1 \sim n+m-1$ の数字の並びが設計変数となる.

上記の場合を例に取り, セパレータを用いた場合の線列を説明すると以下ようになる.

$$5 \ 2 \ 4 \ 8 \ 1 \ 7 \ 3 \ 6 \ 2 \ 11 \ 4 \ 1 \ 3 \ 10 \ 9 \ 8 \ 5 \ 7 \ 6 \quad (3)$$

復旧作業1(左側)では8がセパレータであり, 復旧作業2(右側)では10, 11がセパレータになる. これらを黒く塗りつぶして表示すると, 以下のようになり, 意味がより明確になる.

キーワード GA コーディング, セパレータ, 震災復旧計画支援問題

〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目 TEL(011)841-1161 FAX(011)551-2951

5 2 4 ■ 1 7 3 6 2 ■ 4 1 3 ■ 9 8 5 7 6 (4)

式(3)は、まさにスケジューリング問題のコーディングであるから、この考え方により、スケジューリング問題と組合わせ問題の混合問題が、スケジューリング問題のみとして表現できることになる。交叉と突然変異は、上記の例であればそれぞれ前半部と後半部において、スケジューリング問題のための方法を適用することになる。

表-1 工事日程の例

復旧作業1		復旧作業2	
復旧班	担当被災箇所および着工順	復旧班	担当被災箇所および着工順
1	5→2→4	1	2
2	1→7→3→6	2	4→1→3
		3	9→8→5→7→6

式(2)と式(3)を比べても分かるように、セパレータの導入により、線列のコーディングは簡潔になり、交叉、突然変異の手続きも単純にすることが出来る。

4. 数値計算例 数値計算例として、図-1に示す196ノード、364リンクの被災ネットワークモデルを取り上げ、従来の方法と本報告で記述したスケジューリング問題のみへ変換した方法との結果を比較する。

図の記号で▲は遮蔽物撤去作業単独箇所、×は道路補修作業単独箇所、※は遮蔽物撤去作業箇所と道路補修作業箇所の両方被害があることを意味している。また各記号の左上の数字は遮蔽物撤去作業箇所番号であり、右下の数字は道路補修作業箇所番号を示している。その他の記号として○は遮蔽物撤去作業班（左上の数字は班番号）、□は道路補修作業班（右下の数字は班番号）を表している。詳細²⁾は省略する。

GAで用いる主なデータとしてここでは、人口サイズ250、最大世代数は500、交叉確率は60%、突然変異確率5%、解更新判定世代数は30とする。またランダムシーズは10種類について考えている。

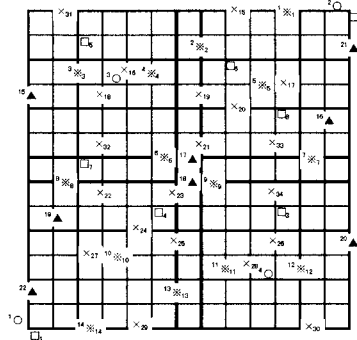


図-1 被災道路ネットワーク図

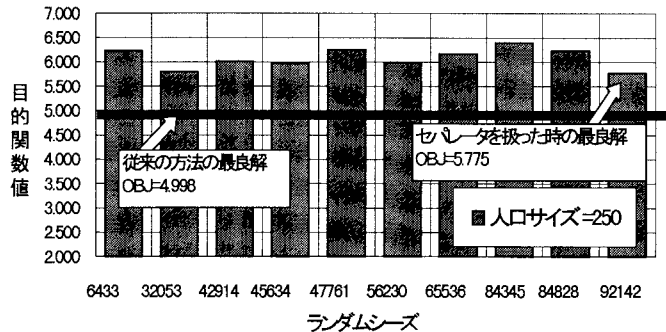


図-2 従来の方法との目的関数値の比較

計算結果を、図-2に示した。図において、縦軸は目的関数値、横軸は用いたランダムシーズの値である。図中の横線が従来の方法の最良解であり、棒グラフで表したセパレータを用いた結果と比較している。セパレータを用いた場合は、最良解でも15%ほど従来の最良解よりも目的関数の値は多く、明らかに従来の方法の方が良いことを示している。

5. あとがき 組合わせ問題とスケジューリング問題の混合問題をセパレータを用いてスケジューリング問題のみに変換することを試み、数値計算によりその効果を検討した。コーディングおよび交叉、突然変異の手続きは簡単になるが、数値計算の結果より判断すると、従来の方法の方が優れているという結果になった。

参考文献 1) 杉本・片桐・田村・Lu：震災復旧プロセスへのGAによる支援の試み，第1回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集，pp. 295-298，1996. 2) 杉本・片桐・田村・Lu：GAによるライフライン系被災ネットワークの復旧プロセス支援に関する研究，構造工学論文集，Vol. 43A，pp. 517-524，1997. 3) H.Sugimoto, A.katagiri, T.Tamura & B.Lu：Support System for Restoration Process of Disaster-Stricken Lifeline Networks by GA, Optimization in Industry, 1997, ASME, pp. 177-187, 1997. 4) 杉本・田村・有村：復旧班の協力を考慮した被災ネットワーク復旧モデル，第3回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集，pp. 521-524，1996. 5) 杉本・Lu：スケジューリング問題のための汎用GAプログラムについて，第3回最適化シンポジウム講演論文集，日本機械学会，pp. 271-276，1998.