

## 拡張 p-median 問題に対する遺伝的アルゴリズムの解法—災害時避難計画に向けて—

工学部 情報工学科 片山謙吾, 宮武尚之 (片山研究室)

**Keywords:** 防災計画, 避難計画, 容量制約付き p-median 問題, 局所探索法, 最適化

### 1. 研究目的

2016年の熊本地震では、一部の指定避難所の損壊などにより、多くの住民が車中泊を余儀なくされるような事態となった。このような事態を防ぎ、住民全員が安全な避難所へと避難できるようにするには、避難計画の策定が重要となってくる。しかし避難計画には住民人数や避難所までの距離、避難所の収容人数(容量)などといった扱う情報が多くあるため、効率的な避難計画の策定は困難であると考えられる。そこで本研究では組合せ最適化問題の一つである p-median問題の拡張版である容量制約付き p-median問題(CPMP)を考え、CPMPに対する解法として遺伝的アルゴリズム(GA)とk-opt局所探索法(KLS)のハイブリットアルゴリズム(GA-KLS)の開発を行っている。GA-KLSを現実問題へと適用することで、避難計画策定の時間短縮と人員の省力化が期待できると考える。

### 2. 容量制約付き p-median 問題(CPMP)

CPMPとは、容量が定められている避難所を所定数開設し各住民を開設避難所に割り当てる時に、その住民から避難所への距離の総和を最小化するように住民を割り当てる問題である。CPMPの一例をFig.1に示す。四角は避難所候補とその容量を表し、楕円は住民とその人数を表している。矢印は各住民がどの避難所へ割り当てられているのかを表しており、Fig.1ではB及びDの住民はAの避難所に割り当てられている。この各住民から避難所への距離の総和は(距離BA+距離DA+距離EC)により合計40と求められる。また容量制約として、ある避難所に割り当てられた各住民人数の和が、避難所の容量を上回ってはならない。Fig.1ではそれぞれ割り当てられた各住民人数の和が、Aの避難所容量70及びCの避難所容量40を超えていないため、

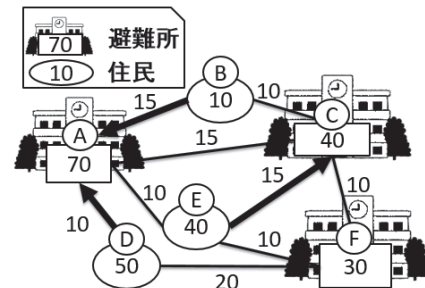


Fig.1 CPMPの一例

制約条件を満たしているといえる。

### 3. ハイブリットアルゴリズム(GA-KLS)

CPMPに対する解法として、GAとKLSのハイブリットアルゴリズムGA-KLSを開発している。GAとはJohn Hollandによる生物の遺伝及び進化のメカニズムを模倣した探索手法である。KLSとは可変深度探索(VDS)[1]のアイデアに基づくアルゴリズムであり、単純な近傍操作を連鎖的に複数回行うことで生成される解集合を改めて大きな近傍とみなす局所探索法である。サイズ50及び100のベンチマーク問題例[2]においてGA-KLSは最適解を高い頻度で算出可能であることを確認している。

### 4. 応用先

本研究の応用先としては、GA-KLSを実在する市町村のデータに対して適用し、その結果を避難場所の策定へ利用することが考えられる。

### 参考文献

- [1] S. Lin and B.W. Kernighan, "An effective heuristic algorithm for the traveling salesman problem," *Operations Research*, vol.21, pp.498-516, 1973.
- [2] CPMP benchmark instances <http://www-usr.inf.ufsm.br/~stefanello/instances/>