

縮退した都市における最適な政策手段の組合せ探索

大谷紀子研究室

1031010 飯塚昂史

1. 研究の背景・目的

都市政策検討の場において、政策の効果影響を土地利用および都市モデルを用いたシミュレーションにより評価することがある。また、効果的、効率的な政策実施のため、関連する複数の政策手段を同時に扱う、政策手段パッケージ構築の必要性が今後増すと考えられる。本研究では政策手段パッケージ探索問題として、2つの政策手段の内容を同時に決定する問題を扱う。都市マイクロシミュレーションを組み込んだ計算過程は、政策手段の具体的な内容を提示できる点で、従来のシミュレーションを用いた政策手段の評価とは異なる。先行研究[1]では、ハーモニーサーチ(HS; Harmony Search)を用いた解の探索手法を構築している。しかし、他の探索手法や、得られた解の傾向等に検討の余地がある。本研究では、HSに加え、遺伝的アルゴリズム(GA; Genetic Algorithm)、カッコウ探索(CS; Cuckoo Search)を用いた探索手法を構築し、より優れた解の検出を目的とする。

2. 高齢者介護福祉サービスの行政費用最小化問題

日本における人口減少、高齢化は急速な進展が見込まれている。本研究では政策手段パッケージ探索問題として、高齢者介護福祉サービスの行政費用最小化問題に取り組む。図1に示すような、 $X \times Y$ 個のゾーンに区切られた二次元仮想都市において、最も財政支出を抑えられるように2つの政策手段の内容を決定する。詳細は以下の通りである。

- $X \times Y$ のメッシュ状の二次元仮想都市において、都心ゾーンと周辺ゾーンを設定する。
- すべてのゾーンには P_0 人の高齢者が居住しており、高齢者は移転補助金額に応じて周辺ゾーンから都心ゾーンへ移転することがある。

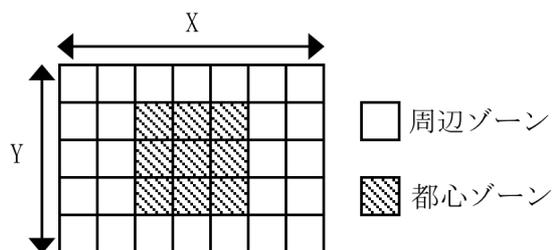


図1 二次元仮想都市

- 各ゾーンで介護福祉施設の有無が決まっており、高齢者は R_w (回/人・日)の受給率で、移送サービスを利用し最寄りの施設に通う。
- 移送費用は C_w (円/人・分)で、移送時間は隣接ゾーン間で T 分、同一ゾーン内で $T/2$ 分である。
- 介護福祉施設の新設および維持には C_b 円の費用がかかる。

2つの政策手段とは、移転補助金額を決定すること、および各ゾーンの介護福祉施設の有無を決定することである。財政支出は、移転補助費用、移送費用、施設費用の合計により算出される。移送時間を T_{max} 以下、1施設あたりの高齢者受け入れ人数を P_{max} 以下にすることを制約条件として、最も低い財政支出を実現することが、本研究における高齢者介護福祉サービスの行政費用最小化問題である。

3. HSを用いた解探索

HSは音楽家の即興過程を模倣した最適解探索アルゴリズムである。ハーモニーメモリと呼ばれる解

候補集合を繰り返し更新することで最適解を導き出す。「ハーモニーメモリ内の解の一部をそのまま参照する」「ハーモニーメモリ内の解の一部を調整して参照する」「まったく新しく作る」の3つの方法の組合せにより新たな解を生成する。新たな解がハーモニーメモリ内の最も劣った解より優れていれば2つの解を入れ替える。本問題の解は、施設の有無を0と1で表した二次元配列と、移転補助金額を示す部分の合計 $X \times Y + 1$ 個の部分で表現される。本研究では、「ハーモニーメモリ内の解の一部をそのまま参照する」確率を上げることで改良を図った。

4. GAを用いた解探索

GAは生物の遺伝のメカニズムをモデルにした最適解探索アルゴリズムである。現世代として存在する解集合を元に、次世代の解集合を繰り返し生成することで最適解を求める。新たな解の生成過程は、2つの解を選ぶ「選択」、選ばれた解の特徴を受け継ぐ解を生成する「交叉」、解の一部を低い確率で変異させる「突然変異」により成り立つ。GAを用いた解探索では、HSと同じ解表現を使用し、トーナメント選択、一様交叉を採用する。

5. CSを用いた解探索

CSは他の鳥の巣に卵を産みつけて育てさせるという、カッコウの托卵行動からヒントを得て作られた最適解探索アルゴリズムである。新たな解を生成する際、ランダムウォークの一種であるレヴィフライトを適用する方法と、既存の解集合において平均的な解を生成する方法の2種類を利用する。CSではHSとGAで用いた解表現を適用できないため、2つの異なる解表現を代わりに適用する。どちらの解表現も、施設の配置を表した部分のみが異なっている。0と1の二次元配列の一行をグレイコードと見なし変換したものと、同様の二次元配列の一行に含まれる「1」の数をそのまま並べて解表現としたものの2つである。特に後者は情報の一部を削っていることに特徴がある。

6. 結果と考察

中心部に 10×10 の都心ゾーンがある 30×30 の二次元仮想都市において、表1に示される入力パラメータによる、手法ごとの解探索の結果が表2である。結果からわかるように、先行研究で構築された手法で求められた解より優れた解を求めることに成功した。中でもGAを用いた解探索が優れており、解の表現とGAとの相性が良かったと考えられる。また、情報を削った解表現を採用したCSが、GAに次ぐ良い結果を残していることも興味深い。解の特徴を十分表現し得るのであれば、すべての情報を含まない簡潔な解表現も有効であると考えられる。

表1 入力パラメータ

P_o	R_w	T	C_w	C_b	T_{max}	P_{max}
20	0.1	10	100	8,000万	100	100

表2 各手法の最適解評価値

	HS(先行研究)	HS(本研究)	GA	CS(gray code)	CS(count)
評価値	2130825	1834951	1678102	1843103	1723877

参考文献

- [1] 大谷紀子, 杉木直, 宮本和明, “都市マイクロシミュレーションモデルを用いた多様な政策手段の組合せ選択”, 第46回土木計画学研究発表会論文集, 2012