

CS-71 遺伝的アルゴリズムの地下街最適経路探索への応用

中央復建コンサルタンツ 正会員 久保 加名子 関西大学 正会員 古田 均
大坂地下街 正会員 亀井 正博 日本電子計算 正会員 相原 憲二

1. まえがき

今日、都会における地下街の複雑さは周知の事実である。実際大阪の地下街の地図を見てもその網の目のように絡み合った様子は一目瞭然であり、いかにその地理に詳しくとも目的地まで最短経路を通して迷わずにたどり着くことは困難であると思われる。しかし、地下街を通して鉄道の乗り換えをする場合等は、素早く移動しなければいけないであろうし、特に地下街などの閉じられた空間では、災害時には安全かつ早急に安全な場所まで移る必要がある。また、超高齢化社会が進む中、階段や急な坂を上ることができない年配の人や、車椅子等を使用されている身障者のためにはエスカレータやエレベータ等が利用できる経路を選択する必要がある。さらに別の観点から見れば、ショッピングのときなどは、地下街のショッピングモール等の店が立ち並んだ賑やかな通路が望まれるであろうし、また夜間においては安全という面から見ても賑やかさは経路選択の重要なポイントとなる。

以上の点から、通常の時はもちろん災害時や夜間においても、各人に合わせた目的地までの最適な経路を要求に応じて迅速に提供する必要があると思われる。人によりスピードを重視したり階段よりもエレベータを好んだり、状況や目的により最適という概念が異なるため多目的最適化手法を用いることが望まれる。本研究では、多目的最適化手法の1つである多目的遺伝的アルゴリズム（以下M O G A : Multi-Objective Genetic Algorithms）の地下街最適経路探索問題への応用を試み、その有効性について数値計算例を用いて検討する。

2. 多目的遺伝的アルゴリズムの概要^{1),2)}

多目的最適化問題とは、評価項目が複数あり、これらを単一の目的関数にまとめることができない問題である。各目的関数は一般に同時に最小（あるいは最大）にすることはできず、むしろこれらの間にトレードオフの関係のあることが問題の本質である。そこで、このトレードオフをバランスさせるために『パレート最適性』の概念が重要となる。一般に、このパレートを満足する解（パレート最適解）は複数個あり、これを集合として求めることが効率的かつ適切に多目的意思決定を行う上で重要となる。そこで、遺伝的アルゴリズム（以下G A : Genetic Algorithms）の持つ『集合による探索』という特徴に注目し、パレート最適解の集合を直接的に求めることを目的とするM O G Aを適用する。また、G Aは個体群を用いて探索を進めるので、探索の各段階で個体評価における多目的性を直接取り扱うことも可能である。すなわち、それぞれの目的関数に対してある程度良い値をとる個体を同時に保持しながら探索を進めることはできる。他にも代表的な多目的最適化手法として、重みパラメータ法や ε 制約法などがあるがいずれも計算量が多いのが欠点である。

さて、G Aを多目的最適化問題に適用する場合、パレート最適解を適切に評価・選択し、次世代に残していくことがキーとなる。以下の2つの方法を組み合わせることでG Aを構成する^{3),4)}。

- a. 並列選択：個体群を目的関数の種類に等しい部分個体群に分割し、各目的関数値に応じて独立に個体を選択してそれぞれの部分個体群を生成する方法。
- b. パレート保存戦略：単目的に対するエリート保存戦略に対応するものであり、基本的に個体群中でのパレート最適個体をすべて次世代の個体群に加えるものとする。

具体的な手順としては、交叉・突然変異を行い、パレート保存戦略によって、個体群中のパレート最適個体をすべて次世代の個体群に加える。ただし、選ばれたパレート最適個体数が個体群サイズ以上のときは、それらのパレート最適個体群で並列選択を行い、逆にパレート最適個体数が個体群サイズ以下ならばパレート最適個体を次世代に残したあと、残りの個体群で並列選択を行う。この方法は、パレート保存戦略によって妥協解を強制的に次世

遺伝的アルゴリズム、多目的最適化、パレート最適性、並列選択、パレート保存戦略

〒532-0004 大阪市淀川区西宮原1-8-29 TEL 06-393-1121 FAX 06-393-1127

代に残すとともに、並列選択により各目的関数値のさらなる改善をはかっている。

3. 地下街経路探索問題への応用

本研究における経路探索は、目的地まで早く到達できるスピードと、移動時の身体的負担の軽減、さらに夜間の安全性などを考慮し、賑やかさも目的としている。そして、それぞれの目的に対する要因として、走行時間と通路状態（階段・エスカレータ・エレベータ）、賑やかさに関しては人通りの多さ並びに照明の明るさ、店舗の多さを用いた。具体的には、各通路に走行時間と通路状態、賑やかさの3つの要素をもたせ、通路状態に関してはそれぞれの状態に応じてペナルティを課し、賑やかさに関しては上記の3つの要因を総合的に評価した。各通路における全通路の合計走行時間を1つ目の目的関数値、通路状態のペナルティの合計を2つ目の目的関数値、賑やかさの合計評価値を3つ目の目的関数値とした。

利用者は、現在地点（始点）と目的地（終点）を入力することによっていくつかの経路を得ることができる。その中から自分の求める経路を1つ決定することにより、各人の要求に応じた経路を探索することができる。

地下街は大阪地下街をモデルに作成し、実際に経路探索を行った結果が図-2（a）～（d）である。

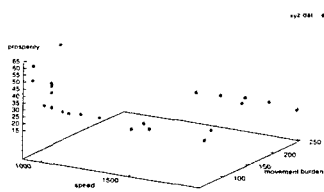


図-2（a）3目的間における解のばらつき

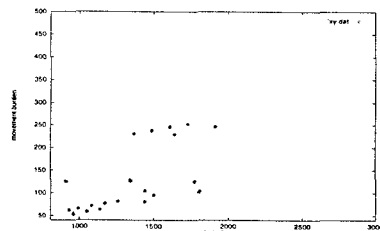


図-2（b）スピード、身体的負担間における解のばらつき

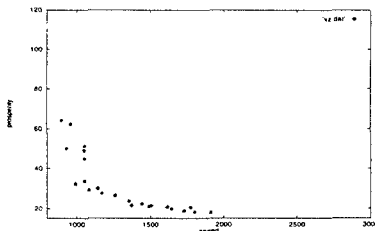


図-2（c）スピード、賑やかさ間における解のばらつき

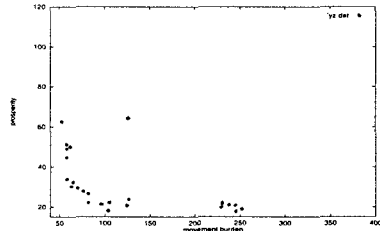


図-2（d）身体的負担、賑やかさ間における解のばらつき

図-2（a）はスピード、身体的負担、賑やかさの3目的間における解のばらつきを、（b）～（c）は2目的間における解のばらつきを示している。今回のモデル地下街の性質上、スピードと身体的負担間（図-2（b））は比例関係にあることを示しているが、スピードと賑やかさ間（図-2（c））、身体的負担と賑やかさ間（図-2（d））では、パレート解特有のばらつきを見せていることが見て取れる。

4. あとがき

本研究によって、MOGAが地下街の最適経路探索に十分に活用できることがわかった。この研究を進めることによって、人々がより安全により快適に地下街を利用できるようになることが期待される。

参考文献

- 1) 北野宏明編：『遺伝的アルゴリズム2』，第3章，産業図書，1995.
- 2) 森正勝・玉置久・荒木光彦：『多目的最適化問題に対する遺伝的アルゴリズムの一構成法』，第38回システム制御情報学会研究発表公演会論文集』，341/342，1994.
- 3) 玉置久・森正勝・荒木光彦：『遺伝的アルゴリズムを用いたパレート最適解集合の生成法』，計測自動車制御学会論文集，1185/1192，1995.
- 4) 玉置久・喜多一・岩本貴司著：第40回システム制御情報学会研究発表公演会論文集』，69/76，1996.