

GA 系解法による比較的評価のよい解 (優良解) を活用した低層集合住宅の配置計画

正会員 ○加世田 朋子 *1

同 本間 俊雄 *2

同 友清 貴和 *3

低層集合住宅, 配置計画, 模擬育種法, 遺伝的アルゴリズム

1. はじめに

本稿は、文献 1) で提案された低層集合住宅配置計画における発想支援システムをより有効に活用するため、計算部の基本である遺伝的アルゴリズム (GA) の捉え方を根本から変えた考え方を提示し、その手順をシステムに導入した内容をまとめたものである。従来の発想支援システムは、免疫型 GA を用いた模擬育種法 (simulated breeding: SB 法) において、ユーザ (設計者) が遺伝子 (住戸配置) に直接介入できる人為操作に特徴があった。しかし得られた解は全て類似し、解の多様性に問題が生じている。一般に GA 系の解法は、結果的に大域的な最適解を得る手段である。しかしここでは、存在可能で比較的評価のよい多種多様な割りによい解 (優良解) を得るという発想に切り換える。この考え方を可能とする GA 系解法として ISGA (GA with immune system) が提案されている²⁾。本稿では、ISGA を従来のシステムに導入し、解の探索性能の向上を試みる。本改良システムの有効性は、シミュレーションを通して稼働状況と解形態を提示することで明らかにする。

2. システム概要

配置形態シミュレーションの住戸モデルは、6 m × 6 m × 3 m のセルが 3 つ組み合わさった 5 タイプとする (図 1 参照)。各住戸は、X, Y, Z 座標及び回転成分によって敷地領域内の位置が定められ、これらの情報が遺伝子として表記される。配置形態の評価は、目的関数である日照 (f_1)・通風 (f_2)・密集性 (f_3)・制約条件である建蔽率 (f_4)・平面形状 (f_5) (各住戸が重なり合わないかを判定)・住戸アクセス (f_6) (各住戸にアクセス可能かを判定) の計 6 項目とする³⁾。日照・通風は、住環境を評価する項目であり、密集性は住戸の密度を評価する項目である。これらは、最低受照時間などの目標に対し最大化を目指す評価指標である。ユーザは GUI を介しパラメータの設定をする。一方、建蔽率・平面形状・住戸アクセスの 3 項目は、配置形態を成立させる上で不可欠な条件である。これらを制約条件として扱った場合、ほとんどの解が致死化するため、ここでは評価指標とする。目的関数 $f(\mathbf{h}, \mathbf{s})$ は、次式の線形結合和 (1) で与える。

$$f(\mathbf{h}, \mathbf{s}) = \alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \alpha_3 f_3 + \alpha_4 f_4 + \alpha_5 f_5 + \alpha_6 f_6 \quad (1)$$

Site Planning of Low-Rise Housings Considering Decent Solution Using GA

ただし、 $\text{maximize fitness} = f(\mathbf{h}, \mathbf{s})$, α_i ; 次元調整評価比重 ($i=1, 2, \dots, 6$), \mathbf{h} ; 住戸条件 (住戸数, 平面形状, 住戸アクセス, 密集性), \mathbf{s} ; 敷地条件 (敷地形状, 日照, 通風, 法的規制)

3. ISGA と免疫システム型 GA の比較について

従来の免疫システム型 GA と ISGA のシミュレーションの結果を比較すると次の通りである。

免疫システム型 GA の上位個体は、全てが類似した形態であり、同一種の中でいくつかの形態パターンが存在していた。一方、ISGA では、異なったタイプの配置形態が数種類確認できた。両解法により得られた解の情報エントロピーを比較しても数値的に明らかな違いも確認されており、ISGA の方がより多様性が確保されている。

目的関数 (日照, 通風, 密集性) 空間上にプロットした解に対し、免疫システム型 GA の解は 1 か所に集中して存在するが、ISGA の解は設計空間上に一様に点在する。また、住戸形態が散在するほど評価の良い日照、通風の評価と今回設定した密集性の評価はトレードオフの関係にあることも数値的に確認できた。ISGA の広域探索機能は目的関数空間上でパレート最適フロントが捉えられ多種多様な形態を得ていると判断できる。

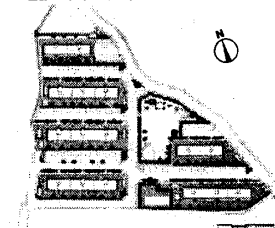
4. 実対象問題への応用

既存公営団地の建替計画を想定し、本システムの使用例を示す。ここでは、大学院の学生 (仮ユーザ = 使用者) が実際にシステムを使用し、配置形態を創生した。対象地は、実在する鹿児島県霧島市重久団地である。配置形態の決定にあたり、現況と同程度の駐車場 (約 2500 m²) を設けることを条件とした。計算パラメータは現況の条件に沿った設定とする (図 1)。以下に、敷地中央と北側にオープンスペースを確保する配置計画を想定したシステム使用例を示す³⁾。

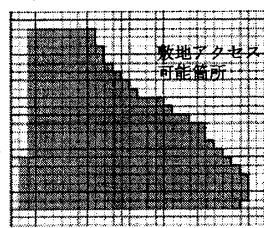
図 2 は初期解析結果の一例である。黒部分は、住戸の重複を示し、解の多くが制約条件 (平面形状) を満たしていない。ただし、住戸の重複は人為操作で改良できる範囲である。ここで使用者は、北側にオープンスペースを確保することを意識して敷地中央に空きが見られる図 2-a を選択し、住戸の重複を解消する人為操作 (遺伝子改良) を行う。その後、さらに 100 世代進めた

KASEDA Tomoko, HONMA Toshio, TOMOKIYO Takakazu

□重久団地配置図



□敷地設定



□設計パラメータ

計画地 : 鹿児島市
初期住戸数 : 128戸
建ぺい率 : 60%
容積率 : 200%
高さ制限 : なし
積層数 : 4F

□評価パラメータ

日照 : 4時間(各戸)
通風 : 中風量(各戸)
密集性 : 高
住戸タイプ : Type1 28戸
Type2~Type5 25戸

□最適化パラメータ

初期生成数 : 50
記憶細胞 : 50
初期突然変異確率 : 1%
グループ数 r : 10
上位個体群選択率 H : 0.4

□住戸タイプ



図1 シミュレーション各種設定

結果が図3である。要望する形態に対応した解が多数得られている。その中から、使用者が選んだ最終的な結果(図3-B)の各階平面図と3Dを図4に示す(配置計画①)。指定した要求を満足する当初の意向に沿った配置形態となっている。

同じ初期探索結果から、各々の意向に沿って種々の人為操作を実施し、得られた他の配置形態例を、図5(配置計画②)、図6(配置計画③)に示す。共に使用者の意向に沿う配置形態となっている。なお、配置計画②、③は配置計画①と同じ初期探索結果(図2)より導き出されている。

他の試行を含めて考察するとシステムが多様な配置形態を表示し、ユーザが人為操作により、最終的に使用者の意向に沿う解が得られると判断する。

5. まとめ

本稿では、設計支援システムに解の多様性を考慮した遺伝的アルゴリズム(ISGA)をシステムに導入し、その有効性を検討した。シミュレーションでは多種多様な優良解が確認でき、設計者に幅広い選択肢を与えることが可能で、従来システムより設計支援の幅を広げられると考える。今後、新たな目的関数、制約条件の追加により、種々の場面で利用できるシステムとして向上させる予定である。

謝辞

本研究を進めるに当たり、小佐見友子氏(藤本壮介建築設計事務所)、徳田光弘助教(鹿児島大学)、松永安光氏(近代建築研究所)に助言を受けました。ここに深謝者致します。

参考文献

1) 徳田光弘, 本間俊雄, 松永安光, 有吉弘輔, 西村一成, 平野公平, 小佐見友子:

*1 鹿児島大学大学院理工学研究科 博士前期課程

*2 鹿児島大学工学部 准教授・工博

*3 鹿児島大学工学部 教授・工博

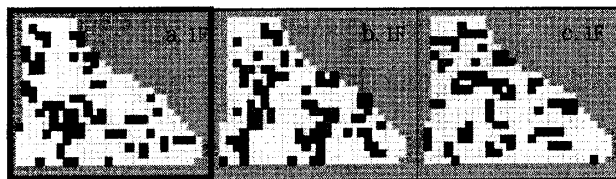


図2 初期解析結果の解例 (1F平面)

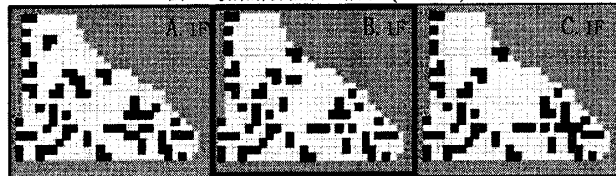


図3 人為操作後の解例 (1F平面)

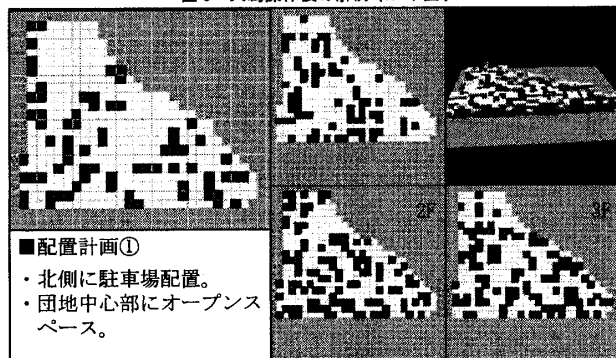


図4 配置計画①

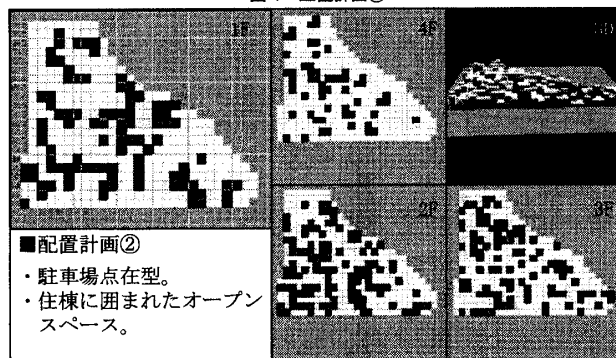


図5 配置計画②

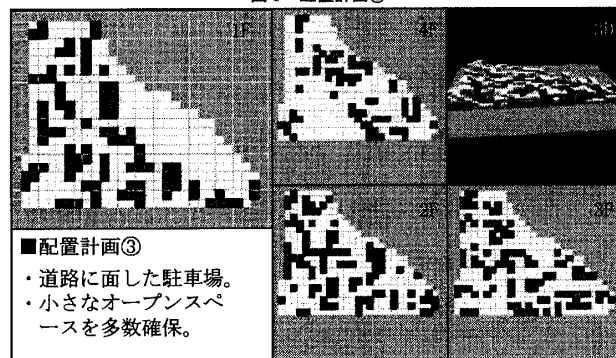


図6 配置計画③

遺伝子操作を考慮した擬似育種法による低層集合住宅配置計画における設計支援の可能性, 日本建築学会計画系論文集, 611, 83-91, 2007. 1
2) 本間俊雄, 野瑞憲太: 解の多様性を考慮した遺伝的アルゴリズムによる構造形態の創生, 日本建築学会構造系論文集, 614, 35-43, 2007. 4
3) 加世田朋子, 小佐見友子, 本間俊雄: 多様性を考慮した割りにより解(優良解)を活用した低層集合住宅設計における配置形態の創生, 日本知能情報フジ学会第28回ファジィワークショップ, 11-16, 2007. 3

*1 Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima Univ.

*2 Assoc. Prof., Faculty of Engineering, Kagoshima Univ., Dr.Eng.

*3 Prof., Faculty of Engineering, Kagoshima Univ., Dr.Eng.