

# GADIGA を用いた間取り図設計システムの構築

新居 恭典  
Yasunori NII

## 1 はじめに

従来、建設業者が集合住宅を建設する際、間取り図の設計において入居者の意見を取り入れることはほとんど無かった。そのため、近年、入居者の家族構成や将来像に合わせ、より多くの入居者のニーズを反映した間取りの必要性が考えられている。しかし、間取り図設計は専門的知識が必要であるため、一般人が家の間取り図を設計することは容易ではない。

本研究では、個人のニーズを組み込み、人の評価を基にユーザの意見を反映し最適化を行う手法である対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm:IGA)<sup>1)</sup> を、多人数で利用できるよう拡張した広域非同期分散対話型遺伝的アルゴリズム (Global Asynchronous Distributed Interactive Genetic Algorithm:GADIGA)<sup>2)</sup> を用いた間取り図設計システムを構築する。

本システムを用いることにより、他の入居者の好む間取りから発想支援を受けることで、入居者全体のニーズを取り入れた間取りを容易に設計することを目標とする。

本報告では、GADIGA と間取り図の設計問題、構築したシステムの流れおよび、実験結果について述べる。

## 2 GADIGA

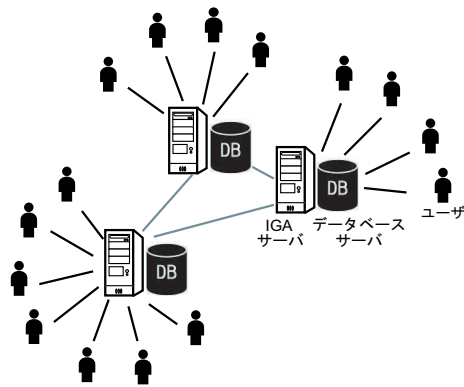


Fig. 1 GADIGA の概念図

GADIGA とは、Fig. 1 のように、IGA を広域非同期分散モデルに拡張した手法である。GADIGA は参加しているユーザのエリート個体 (ユーザが最も高い評価値を与えた個体) をデータベースサーバに保存しており、本研究では、このエリート個体情報の集まりをエリート

プールと呼ぶことにする。GADIGA では、サーバ間の通信を行い、各エリートプールの情報を更新することができ、ユーザ間で非同期に解交換を行うことができる。これにより、GADIGA では多人数によるコラボレーションを行うことができる。

GADIGA のフローチャートを Fig. 2 に示す。GADIGA の特徴は、エリート個体読み込み、個体提示、エリート個体書き込みである。この特徴について以下に述べる。

- エリート個体読み込み  
エリートプールから他ユーザのエリート個体をランダムに選択し、取得する。
- 個体提示  
エリートプールから取得した個体と次世代の子個体を提示する。ただし、1 世代目ではエリートプールから取得した個体と初期化により生成された個体を提示する。
- エリート個体書き込み  
ユーザの評価により決定したエリート個体をエリートプールに保存する。

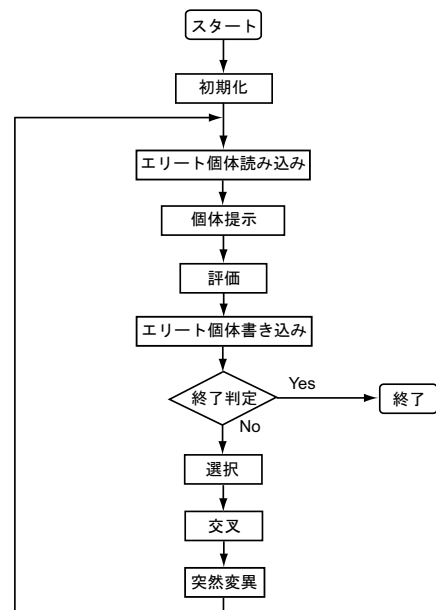


Fig. 2 GADIGA の流れ

### 3 間取り図設計問題

本対象問題は、玄関、和室、洋室、リビングダイニング(LD)、キッチン(K)、トイレ、浴室からなる部屋の配置を変更することで、間取りを設計する問題である。各部屋は『縦の長さ、横の長さ、部屋の種類』の3つの遺伝子で表す。Fig. 3の6畳の和室の場合、染色体情報は『273, 364, 和室』と表現される。

これらの部屋を、Fig. 3のようにあらかじめ決められた部屋数集めたものを、間取り図の1個体とする。Fig. 3は、総部屋数5の間取り図の例である。

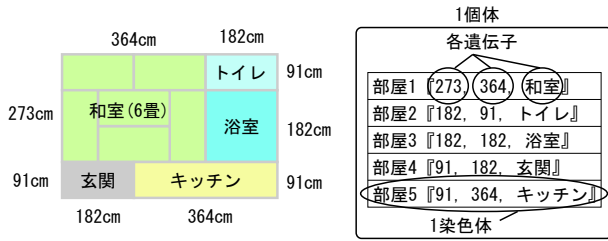


Fig. 3 間取り図の例

#### 3.1 部屋の配置方法

最初の部屋を配置する場合、Fig. 4のように、縦軸をx、横軸をyとした際の原点(x,y)=(0,0)に部屋を配置する。

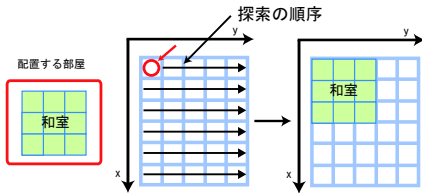


Fig. 4 部屋の配置方法 1

二番目以降の部屋を配置する場合は、Fig. 5のようにy軸および、x軸方向に注目するマスを移動させ、注目したマスが空白であり、部屋が配置できる大きさの場合、部屋を配置する。

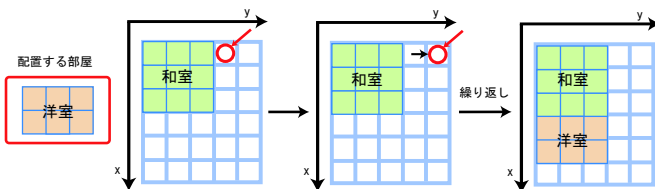


Fig. 5 部屋の配置方法 2

また、x軸方向に最後まで移動しても、間取り図上で配置することができなかった場合、その部屋の配置を止

め、次の部屋の配置へと移る。

これらの操作をあらかじめ設定しておいた部屋数分繰り返す。

#### 3.2 制約条件

作成する間取りが、より現実の間取りに即したものになるように、実際に現存する建築物の間取り図に関する実態調査を行った。その結果、間取り図設計問題に以下のような制約条件を設けた。

- 間取り図のアスペクト比

間取り図の長い方の長さに対する短い方の長さの比であるアスペクト比は大部分の間取り図において2:1であった。本対象問題の間取り図のアスペクト比も2:1とする。

- 玄関

予め場所が決まっている場合がほとんどであるため、配置を固定する。

- 部屋の大きさについて

占有面積に対する各部屋の面積の割合を調査したところ、Table 1に示すような結果を得ることができた。そこで初期個体を生成する際、この割合を用いて、各部屋に配分される面積を求めた。

Table 1 全面積に占める部屋の割合

間取り	和室, 洋室 [%]	LD [%]	K [%]
1LDK	23	40	11
2LDK	10~16	35	9
3LDK	11~14	29	7
4LDK	10~13	23	7

具体的には、±5%の範囲で各部屋に配分される面積をランダムに生成する。

- 和室

和室は4畳半、6畳、8畳、10畳など、あらかじめサイズが決まっているため、4畳半、6畳、8畳、10畳のサイズからランダムに生成する。

- 浴室

一般的に浴室の大きさは1317バス、1418バス、1620バスなどサイズがあらかじめ決められている。例えば、1317バスとは130cm\*170cmの広さの浴室を表している。浴室は、1317バス、1418バス、1620バス、1822バスの中からランダムに生成する。

- トイレ

集合住宅の場合、約8割近くの住宅は3/8坪未満のトイレである<sup>3)</sup>。そこで本対象問題では、1/4坪から3/4坪の間でランダムにトイレを生成する。

また、1フロアのマンションにおいて、LD、キッチン、トイレ、浴室は1室のみなので、初期化の際に1部屋のみ生成するものとする。

## 4 本システムの流れ

間取り図設計問題を GADIGA に適用した際に用いた初期化方法や評価、選択、交叉法、突然変異について述べる。

### 4.1 初期化

決められた個体数を生成する。Fig. 6 に、初期化の一例を示す。本システムでは、制約条件を満たす範囲で、部屋の染色体である『縦の長さ、横の長さ、部屋の種類』を一様乱数を用いて生成している。

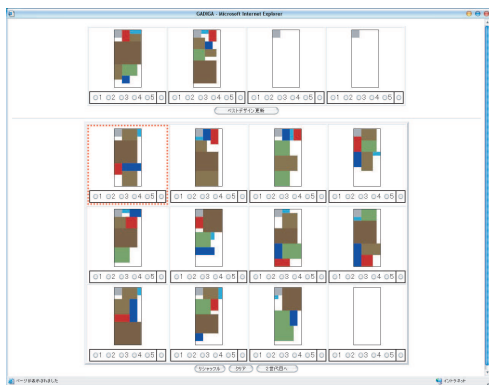


Fig. 6 提示インターフェース

### 4.2 評価

ユーザは提示された間取り図に対して1~5点の5段階評価を行い、最も良いと思われる間取り1つを、ベストデザインとして選択し、次世代に保存する。

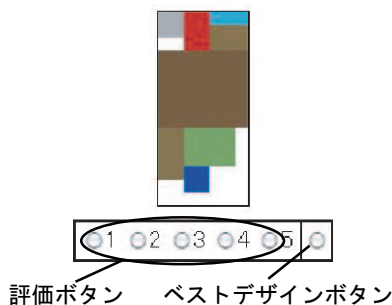


Fig. 7 間取り図作成問題の一例

### 4.3 選択

本システムでは、遺伝的操作における選択方法としてルーレット選択とエリート保存戦略を用いた。

適合度に関しては、Fig. 7 でユーザが与えた評価値の1~5の点数をそのまま利用した。また、エリート保存戦略では、前世代でユーザが「ベストデザイン」として選んだ1個体をエリート個体として次世代にそのまま継承する方法をとった。

### 4.4 交叉

交叉法の検討をするため、2種類の交叉方法を用いた。なお、各交叉とも一定の交叉率に基づき交叉を行う。

#### 4.4.1 1点交叉

Fig. 8 のように、1点交叉を行う。交叉点は部屋数の半分とし、端数が生じる場合には切捨てとした。

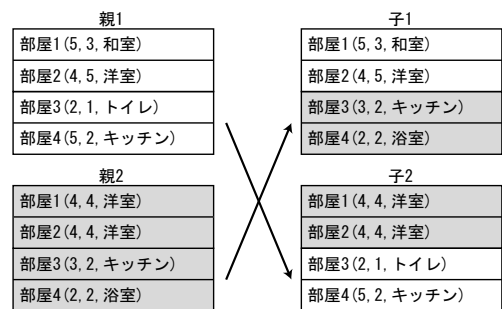


Fig. 8 1点交叉

#### 4.4.2 BLX- $\alpha$

Fig. 9 のように、部屋の縦の長さおよび、横の長さについて交叉を行う。その際、リビングとトイレなど異なった種類の部屋が交叉するのは、感性を反映できないと考えられるので、交叉の対象となる部屋は、同じ種類の部屋とする。

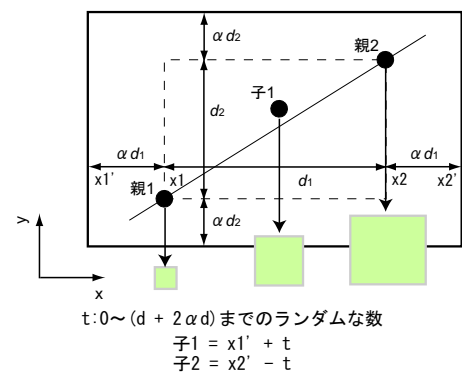


Fig. 9 BLX- $\alpha$

親1の変数を  $x_1$ 、親2の変数を  $x_2$  とし、 $x_1 < x_2$  とした際、今回の交叉では、親個体の各変数間の距離  $d (= x_2 - x_1)$  を求め、長さが長い方 ( $x_2$ ) は+側に、短いほう ( $x_1$ ) は-側に  $\alpha d$  だけ拡張する (拡張後の値を

$x2'$ ,  $x1'$  とする). そして, 拡張後の 2 点間の距離の大きさの範囲から一様乱数によってランダムに値を生成し,  $x1'$  の方はそれを加えた値を,  $x2'$  の方は引いた値を親個体に代入し子個体を生成する.

#### 4.5 突然変異

突然変異率に基づき, 部屋の染色体である『縦の長さ, 横の長さ, 部屋の種類』を, 3.2 節に示した制約条件を満たす範囲で, 一様乱数を用いて変化させる.

### 5 動作実験

4.4 章に示した 2 種類の交叉について比較を行った.

#### 5.1 実験概要

実験に用いたパラメータを Table 2 に示す. 本実験では 3LDK の部屋の間取り図を作成する. また, 終了判定はユーザが行い, 任意とした.

Table 2 パラメータ

母集団サイズ	11
移住個体数	4
部屋数	7
交叉率	1.0
突然変異率	1/部屋数

#### 5.2 実験結果

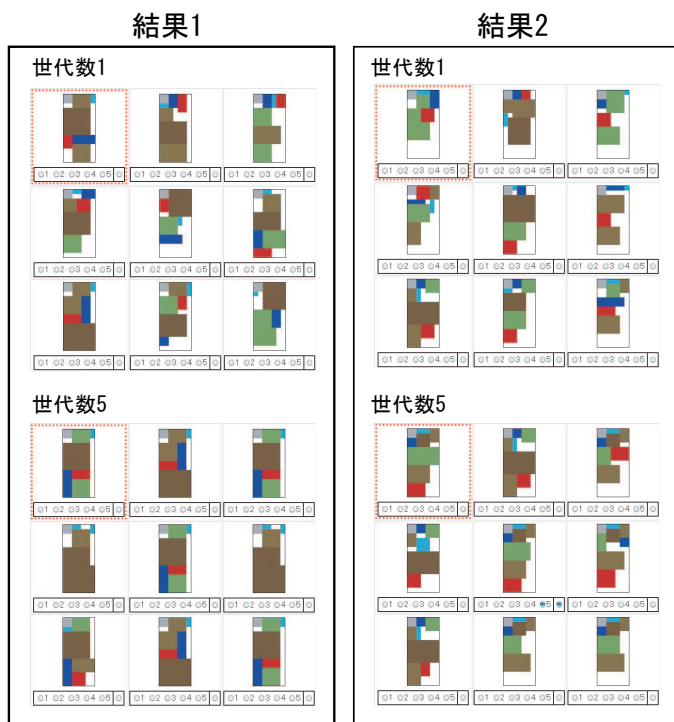


Fig. 10 実験結果

Fig. 10 に示す実験結果より, 世代が進むにつれて, 同じ種類の間取り図が現れてきていることがわかった. しかし, 1 点交叉を用いた結果 1 では, 初期画面ではトイレやキッチン, 浴室などが 1 部屋であったのに対して, 交叉が 1 点交叉であるため, 次世代ではトイレが増える, キッチンがなくなるなどの現象が発生し, ユーザの感性がうまく取り込めていないことがわかった.

BLX- $\alpha$ を用いた結果 2 では, ユーザの感性を反映させるために, 同じ種類の部屋の大きさに対して交叉を行った. そのため, 1 点交叉の問題点であったトイレが増える, キッチンがなくなるなどの現象を取り除くことができた. しかし, 大きな部屋でも小さな部屋と交叉することにより, 部屋が小さくなることから, 空白が目立つ結果となっている.

また, 全体を通して, 配置できない部屋が存在しており, 交叉において前の世代では無かった部屋が次世代で出現する可能性があるため, ユーザの感性が反映されない可能性がある.

### 6 まとめ

本研究では, GADIGA を用いて不動産の間取り図の設計が行えるシステムを作成し, 動作実験を行った. BLX- $\alpha$ を用いた結果では, 1 点交叉の問題点を取り除くことができた. しかし, 空白が多くなるといった問題点がある. 今後の課題としては以下のことが挙げられる.

- ユーザの感性を反映する交叉や部屋の配置の方法の検討.
- 空白のマスができる可能性があるので, 空白のマスの取り扱いについての検討.
- 現在, 廊下を配置していないので, 廊下の扱いについての検討.
- 本システムに適応したインターフェースに変更.

### 参考文献

- 1) 高木英行, 畝見達夫, 寺野隆雄, インタラクティブ進化計算, 遺伝的アルゴリズム 4, pp.325-361, 2000
- 2) 濱地優希, 山元佑輝, 広域分散対話型遺伝的アルゴリズムの提案, 同志社大学工学部知識工学科卒業論文, 2005
- 3) TOTO  
<http://www.toto.co.jp/index.htm>