

間取り図面の自動生成に基づくリノベーション支援に関する研究

春日悠† 白川真一† 長尾智晴†

† 横浜国立大学大学院環境情報学府

1 はじめに

近年中古物件の間取りを変更し、顧客のライフスタイルに合わせて作り変えるリノベーションが盛んに行われている。しかしリノベーションを行うにあたり、顧客の間取りの希望と建築家の図面設計のすり合わせの時間コストが大きいことが問題として挙げられている。そこで顧客の好みに合わせた間取り図面を自動生成することでコストの削減を行う。間取り図面生成のためには建築基準等の制約条件と、顧客の希望を反映させるための希望条件の2つを満たす必要がある。そのため図面生成を多数制約付き最適化問題とみなし進化計算を用いて図面生成を行う。それを対話的に行うことで、より顧客の好みに近づくように生成を行う。

2 提案手法

2.1 提案手法の概要

提案手法では主に次の3つのステップで生成を行う。

Step1 間取り図面の制約、希望の決定

Step2 多数制約付き進化的図面生成

Step3 対話的間取り図面修正

ユーザの好みの間取り図面が生成されるまで Step1~3 を繰り返す。各ステップの詳細を次節で示す。

2.2 提案手法の詳細

2.2.1 間取り図面の制約、希望の決定

まずユーザはリノベーション対象とする既存の間取り図面の中から生成対象領域を決定する。部屋の生成はその内部にのみ行う。次にユーザは生成後の間取りに必要な部屋を決定する。そしてそれらの各部屋に対して制約条件、希望条件を決定する。

各部屋に対する制約条件としては、部屋サイズ、隣接関係、ドア位置の3つが挙げられる。部屋サイズは最大値、最小値を指定可能である。隣接関係は隣接すべき部屋間を指定できる。部屋サイズと隣接関係は未

指定可能である。ドア位置とはどの部屋間にドアを設置するかを指定である。隣接している部屋間にドア指定があれば境界にドアを設置し、なければ壁とする。

各部屋に対する希望条件としては部屋サイズ、距離、方角に関する3つの条件が挙げられる。希望条件の部屋サイズは制約サイズの中でなるべく大きくするか小さくするかといった指定を行う。距離の希望とは特定の部屋間の距離をなるべく離すかの指定を行う。方角の希望とは8方角のどの位置に部屋を設置したいかの指定を行う。これらの希望条件は未指定可能である。

さらにこれらの各部屋に対する制約、希望条件に加え建築上の制約や、すべての部屋の平均アスペクト比を希望条件に加えて生成を行う。

2.2.2 多数制約付き進化的図面生成

図面の生成は進化計算法を用いて行う。遺伝子型を前後2つに分け、前半部分では生成対象領域に壁を生成し、後半部分では各領域に部屋の種類を割り当てる役割を担う。遺伝子型の前半部分は0と1のバイナリで構成されており、Grammatical Evolution(GE)[1]を適用し、文法を用いて壁の設置方法を決定する。遺伝子型の後半部分は部屋の種類に対応した整数で構成されており、壁で区切られた領域のどこに何の部屋を割り当てるかを決定する。ここではGenetic Algorithm(GA)[2]を適用し、整数の順番を入れ替えることで適切な位置に部屋を割り振る。この遺伝子型の進化戦略はConstrained Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II(CNSGA-II)[3]を用いる。この手法は制約違反量と目的関数値を別々に扱い、制約をすべて満たす実行可能解になるよう進化し、その後目的関数値のパレート最適解を得るよう進化する。制約条件それぞれを制約違反量ベクトル、希望条件それぞれを目的関数ベクトルとし、CNSGA-IIを適用する。これにより制約を満たしつつ希望をなるべく反映させるような間取り図面生成を行う。

2.2.3 対話的間取り図面修正

2.2.2で生成された間取り図面をもとに好みの間取りになるよう修正を行う。生成された間取り図面に不満がなければこのステップは行わない。生成された間取り図面の中で修正したい部屋を選び、その領域を生成対象領域とし、必要に応じて2.2.1の条件を変更し、生

Study on renovation support based on automatic generation of floorplans
†Haruka KASUGA †Shinichi SHIRAKAWA †Tomoharu NAGAO
†Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

表 1: 間取り図生成の制約条件

部屋	制約条件		
	サイズ s [畳]	隣接	ドア
LDK	$10 \leq s$	窓, 廊下	廊下
押入	$1 \leq s \leq 2$	和室	和室
和室	$3 \leq s$	-	廊下, LDK
WCL	$s \leq 6$	-	廊下, LDK
トイレ	$0.75 \leq s \leq 2$	-	廊下
風呂	$1.5 \leq s \leq 3$	洗面所	洗面所
洗面所	$1.5 \leq s \leq 4$	-	廊下, LDK
廊下	-	玄関	-

表 2: 間取り図生成の希望条件

部屋	希望条件		
	サイズ	方角	離す
LDK	大きく	-	-
和室	小さく	南西	トイレ
廊下	小さく	-	-

成を行う。修正前の間取り図面の部屋の位置関係を大きく変えずに生成を行いたい場合、元の各部屋と修正後図面の各部屋の重心の角度の差分の平均値を重みとして目的関数ベクトルに掛け合わせ、位置関係を活かすように圧をかける。

3 間取り図面の対話的生成実験

3.1 実験概要

提案手法を用いて 2LDK の間取りから 1LDK にリノベーションする生成実験を行った。生成対象図面を図 1(a)、生成対象領域を図 1(b) の黒い部分、制約条件・希望条件を表 1、表 2 に示す。図 1 中の間取り図面の黒い境界は壁、灰の境界はドアを表す。生成された間取り図面を確認し、条件を変更して再び生成を行った。この際元の間取り図面の位置関係から離れないように圧をかけて生成した。

3.2 実験結果と考察

1 度目の生成結果を図 1(c) に示す。制約、希望ともに反映されたものが生成できていると考えられる。2 回目の生成はこの結果を踏まえ、押入と和室はこのままで問題ないとし、それ以外の部屋を生成対象領域とした。この際ウォークインクローゼット (WCL) が北東になるように希望条件を追加した。2 回目の生成結果を図 1(d) に示す。この結果を見ると、WCL の位置が希望通りに生成されており、LDK も修正前より広がって

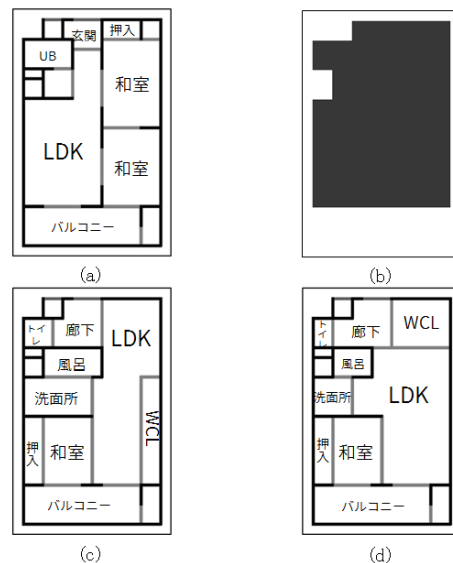


図 1: 生成対象間取り図面と生成された間取り図面

いることがわかる。しかし廊下は希望と反対に大きくなってしまっているため、どちらを重視するかによって再び生成が必要であるかは異なると考えられる。

4 まとめと今後の課題

本稿では、ユーザの好みに合わせた間取り図面生成方法を提案した。間取り図面生成を多数制約付き最適化問題とみなし、進化計算法を用いて生成を対話的に行うことで、ユーザの好みに近い間取り図面が生成可能であることを示した。

今後は条件に優先順位をつけることで、より少ない生成でユーザ好みの間取り図面が生成できるようにする必要があると考えられる。

謝辞 本研究は、株式会社 GA technologies との共同研究によるものである。

参考文献

[1] M. O'Neill and C. Ryan, "Grammatical evolution," in IEEE Transactions on Evolutionary Computation, vol. 5, no. 4, pp. 349-358, 2001.

[2] J. H. Holland, Adaptation in Natural and Artificial Systems. Ann Arbor, MI: University of Michigan, 1975.

[3] K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal and T. Meyarivan, "A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II," in IEEE Transactions on Evolutionary Computation, vol. 6, no. 2, pp. 182-197, 2002.