

## ワンルーム型居住空間における家具配置支援システム

竹島 舞依子

波多野 賢治

同志社大学文化情報学部

## 1 はじめに

日本の高齢化は急速に進行し、ワンルーム型居住空間で独り暮らしをする高齢者の割合が高くなってきている。それを背景に、ワンルーム型居住空間におけるレイアウト計画が日本にとって大きな課題となり始めている。居住空間のレイアウト計画を行う際には安全性、利便性、合理性、快適性にまで配慮しなければならないが、その負担は大きい。そのためレイアウト計画者にかかる負担を軽減させ、かつ満足度の高い家具配置案を得られるような支援システムが望まれている。既存の家具配置支援システムの一つに、ユーザの主観的評価を適応度に反映して進化的に最適解を探索する対話型進化計算法が知られている [3]。この手法はユーザがコンピュータと対話を行うので、個人の嗜好を反映させることが可能である。しかし、対話を繰り返さなければならないというユーザへの負担が大きく、またワンルーム型居住空間のような狭いスペースでの配置支援には向かないという問題がある。

そこで本稿では、居住空間の最小単位であるワンルーム型居住空間に着目し、利便性の高い部屋の家具配置支援システムを提案する。部屋の利便性を居住空間内での人間の動線で表現することで、ユーザとコンピュータとの対話を簡素化し、ユーザへの負担を軽減する工夫を行った。また、提案手法を実装してその評価を行った。

## 2 関連研究

本稿における家具配置支援システムは、住宅設計を行う際に、使いやすく合理的な部屋の計画を立てるために用いられる動線計画に初期の発想を得ている。動線とは人や物が移動した軌跡のことである。動線は短い方が利便性は高いとされ、さらに居住者の家族構成や嗜好を考慮に入れて住宅設計が行われることが一般的である [2]。動線図を作るためには行為の関係を把握するための緻密な調査が必要であるが、一度作成すると配置計画のために大変有効であると考えられる。本システムはこれを家具配置に応用したものである。

## 3 システムの概要

本稿で実装した家具配置支援システムの概要を説明する。本システムはユーザが考えた家具配置案と家具

の使用頻度を入力するインタフェースを備えている。利便性を居住空間内の人間の動線で表現できるものとし、動線の長さが短いほど利便性が高いと定義している。入力されたユーザの配置案とバックグラウンドで自動生成した配置案の利便性を動線の長さとして算出し、ユーザの配置案よりも得点の高いものをお勧め配置案としてユーザに推薦する。図 1 は本システムを用いて家具配置案を返す処理の流れの概要である。

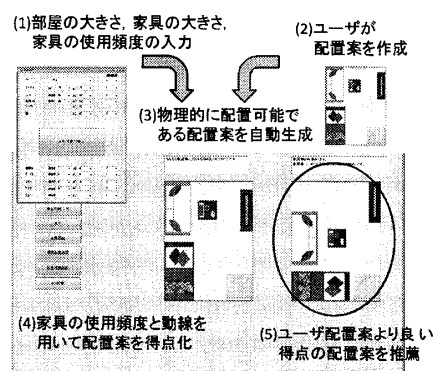


図 1: 提案システムの概要

(1) 部屋、家具の大きさと家具の種類に加え、家具の使用頻度を 5 段階評価で入力する。これは居住者の行動特性、嗜好を反映するものであり、動線と共に家具配置案の評価をする際に用いられる。

(2) ユーザの入力情報に基づいた部屋と家具の画像が表示され、それらを用いてユーザ自身が自分の好む配置案を作成する。

(3) バックグラウンドでは、ユーザの配置案から窓と入り口の位置情報を取得し、その部屋において物理的に可能である限りの配置案を自動生成する。

(4) ユーザの配置案と自動生成した配置案に対し、動線計画の考えとユーザから得た家具の使用頻度、文献 [1] から得た知識を用いて得点化を行う。用いた知識の例を挙げると、「ベッドは入り口の横に置かない」や、「ソファとテーブルの距離は 30cm」などである。使用頻度の高い家具に関する知識ほど、多く満たされている方が良いと定義し、各家具に関する知識が満たされている割合を算出することで家具の利便性の度合いを表現し、さらに使用頻度にその割合を掛けることで各家具ごとに知識の得点化を行っている。知識の得点化に家具の使用頻度を用いることでユーザの嗜好を反映することを可能としている。また、家具の使用頻度が高い家具同士間の方が低い家具同士間よりも、二つの家具

間の移動頻度は高いと定義している。そして一般に動線は短い方が機能性は高いとされることを利用するために、各家具間の動線を(1)式のように得点化する。

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n \frac{(V_i + V_j)_i W_j}{\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}} \quad (1)$$

$$V_k = U_k \frac{I_k}{M_k} \quad (2)$$

$${}_k W_{k'} = \begin{cases} 0 & ({}_k L_{k'} < 30cm) \\ 0.2 & (30cm \leq {}_k L_{k'} < 35cm) \\ 0.4 & (35cm \leq {}_k L_{k'} < 40cm) \\ 0.6 & (40cm \leq {}_k L_{k'} < 45cm) \\ 0.8 & (45cm \leq {}_k L_{k'} < 50cm) \\ 1 & (50cm \leq {}_k L_{k'}) \end{cases} \quad (3)$$

ただし、 $(X_k, Y_k)$  は家具  $k$  の  $X, Y$  座標、 $U_k$  は家具  $k$  の使用頻度、 $I_k$  は家具  $k$  が満たした知識数、 $M_k$  は家具  $k$  に関する全知識数、 ${}_k L_{k'}$  は家具  $k$  と家具  $k'$  間の動線の幅、 $V_k$  は家具の重みを示す、 ${}_k L_{k'}$  は家具の重心間の距離とし、ユーザに使用頻度を入力してもらうことでユーザの嗜好を反映している ( $k$  は整数)。

(5) (3) で自動生成した配置案に対して(1)式を用いて得点を算出したのち昇順にソートし、ユーザの配置案より高い得点のものを推薦配置案として出力インタフェース上に提示する。

#### 4 評価実験とその考察

評価アンケートは大学生の男性 11 名、女性 19 名の計 30 名を対象に行った。実験対象者には、(4)式に示す動線計画の考えのみを考慮した得点方法と提案手法とを実装した二つのシステムを実際に使用してもらった。両システムで同じ配置案を入力してもらい、システムが自動生成した配置案全てについて、利便性が高いと感じれば○、感じなければ×で評価してもらった。

$$T = \sum_{i,j=1}^n \frac{(F_i + F_j)_i W_j}{\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}} \quad (4)$$

$${}_k W_{k'} = \begin{cases} 0 & ({}_k L_{k'} \text{ が他の家具に遮られている}) \\ 1 & ({}_k L_{k'} \text{ が他の家具に遮られていない}) \end{cases} \quad (5)$$

ただし、 $(X_k, Y_k)$  は家具  $k$  の  $X, Y$  座標、 $F_k$  は家具  $k$  の使用頻度、 ${}_k L_{k'}$  は家具  $k$  と家具  $k'$  間の動線である ( $k$  は整数)。

アンケート結果から、(6)~(8)式で示す精度と再現率、 $F$  値を算出することで総合的な評価を行った。算出結果は表 1 の通りである。

$$\text{精度 } P = \frac{A \cap C}{A \cap C + A \cap D} \quad (6)$$

$$\text{再現率 } R = \frac{A \cap C}{A \cap C + B \cap C} \quad (7)$$

$$F \text{ 値} = \frac{2PR}{P + R} \quad (8)$$

ただし、 $A$  は提案システムが推薦する配置案、 $B$  は提案システムが推薦しない配置案、 $C$  はユーザが良いと判断する配置案、 $D$  はユーザが悪いと判断する配置案である。

表 1: 平均精度と平均再現率と平均  $F$  値

	平均精度	平均再現率	平均 $F$ 値
動線のみ	0.32169	0.62675	0.42516
提案手法	0.38264	0.57994	0.46107

表 1 から分かるように、提案手法の方が  $F$  値が良いことが分かった。これは、動線の幅を考慮し、さらに文献 [1] から得た知識を追加したことで、ありえない配置案のスコアを下げることでできたためである。一方で、再現率は若干であるが提案手法の方が低くなった。これは使用した知識が必ずしもユーザの嗜好と一致しなかったため、ユーザが良いと判断した配置案のスコア自体が低くなってしまったからと考えられる。しかし、ユーザが欲する配置案を推薦することが、提案システム本来の目的であるため、再現率の改善は今後早急に行わなければならない問題である。今回文献 [1] から得た知識は一般的なものとして使用したが、中には一般的とは言えない知識が存在していたと考えられる。よって再現率の改善のためには、まず一般的な知識とそうでない知識の判別を行う必要がある。

#### 5 おわりに

本稿では、文献 [1] から得た知識と動線計画の考えを用いた、ワンルーム型居住空間における家具配置支援システムの提案と実装、そしてその評価を行った。評価の結果、動線計画の考えのみの手法よりも提案手法の方が  $F$  値が高いという結果が得られた。今後の課題として、他の家具配置支援システムとの性能比較を行うことで提案システムを再評価し、提案手法自体の妥当性の検証をする必要がある。

#### 参考文献

- [1] 岩井一幸, 奥田宗幸. すまいの寸法・計画事典. 彰国社, 2004.
- [2] 後藤久. 最新住居学入門. 実教出版, 2007.
- [3] 伴場裕介, 小谷淳司, 荻原将文. 評価エージェントを用いた対話型進化計算法によるインテリアレイアウト支援システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 11, pp. 2804 - 2813, Nov. 2005.