

アトラクタを用いたポテンシャル形成による室内レイアウトシステム

Interior coordination system based on the formation of attractor's potential

井上 聡^{*1*2}
Satoru Inoue

久保田 善則^{*1}
Yoshinori Kubota

^{*1} 埼玉工業大学大学院
Graduate School of Engineering, Saitama Institute of Technology

^{*2} 埼玉工業大学
Saitama Institute of Technology

In this paper, we propose the room layout system based on the theory of forming physical attractor. By reflecting user's preference to physical potential model which is part of our proposed layout system, our system is able to correct and show the furniture layout in the room.

1. はじめに

引っ越しや模様替えなど、家具の配置や室内のレイアウトを考える機会は多かれ少なかれ訪れる。しかし限られた空間内で利便性やデザイン性の充足したレイアウトを行うには専門的な知識や経験が有ることが望ましい。また生活空間のデザインには使用者の好みといった主観的な要素が大きく関わってくるため、既存のレイアウトから配置を選ぶにしても大変な手間が必要になる。そのため室内空間デザイン用のソフトウェアを用いることもあるが、現在一般的に普及しているデザインソフトの多くは、テンプレートのレイアウトからユーザが手を加えていく方式となっている。その場合、デザインについての経験や知識のないユーザにとっては良いレイアウトを見つけるのは難しい。

そこで対話型進化的計算手法を用いて、ユーザの持つイメージや嗜好の特徴を抽出しレイアウト手法に基づいた配置傾向と掛け合わせることで主観的に満足のしやすいレイアウトを得ることができるのではないかと考え、対話処理により家具の配置を提案するシステムの構築を行った。

本稿では、マンションなどの不特定多数が利用する室内環境における家具の配置傾向とユーザの嗜好をもとにポテンシャルモデルを形成する室内レイアウトシステムについて提案する。

2. 研究内容

室内レイアウトを行う場合、主観的に良いと思った場所にそれぞれの家具を置いていき全体を評価する方法がある。そのときユーザが試案する配置には家具それぞれに擬似的なポテンシャルが存在し、その集積によってユーザの嗜好を反映したポテンシャルモデルを得られるのではないかとこの仮説を元に、ユーザに対してレイアウトの提案を行うシステムについて検討する。

提案手法はポテンシャルモデル形成と配置提案の2つのステップとなる。まずポテンシャルモデル形成のステップでは、対象となる室内のポテンシャルモデルを家具ごとに形成を行う。ポテンシャルモデルは、ユーザの嗜好のポテンシャルとレイアウト技法の基本ポテンシャルからなり、過去に家具が置かれたことのある地点を中心とするアトラクタによって形成される。

次に配置提案のステップは、形成したポテンシャルモデルの空間上に対応家具の設置点を置き、ポテンシャルの曲面に合わせ安定する位置まで設置点を降下させる。設置点の降下により家具の配置はレイアウトのポテンシャルが強い位置へ補正が

なされる。補正により決定した配置をユーザに提示し配置の提案を行う。

2.1 アトラクタ

本稿で取り扱うアトラクタとは、室内空間に対してオブジェクト(家具)の置かれやすさを表す擬似的なポテンシャルである。アトラクタは対応するオブジェクトを自身の設置されている点へ引き寄せるポテンシャルを持つ。アトラクタの形状は二次元ガウス関数のベル・カーブにより与えられる(図 2-1, 式(1))。またアトラクタは空間に対して谷を作るように形成され、谷の深さが深いほど強いポテンシャルであることを表す。

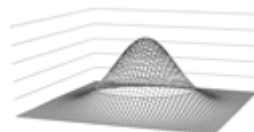


図 2-1 二次元ガウス関数

$$f(x, y) = \frac{z}{2\pi\sqrt{\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\left(\frac{x-\mu_1}{\sigma}\right)^2 + \left(\frac{y-\mu_2}{\sigma}\right)^2}{2}\right) \quad (1)$$

z はアトラクタの深度、 μ_1, μ_2 は空間内のアトラクタが置かれた位置 (x, y) を表す。標準偏差 σ の値が大きいくほど、アトラクタの形状は扁平となる。複数のアトラクタが集積することで空間内にポテンシャルの山谷が形成される。ユーザの嗜好と室内の構成からアトラクタを選択することでポテンシャルモデルの形成を行う。

2.2 ポテンシャルモデルの形成

複数のアトラクタを空間上に設置することで形成されるポテンシャルの山谷を本稿ではポテンシャルモデルと呼ぶ。ポテンシャルモデルは設置されたアトラクタの形状に合わせ変形し、アトラクタの持つポテンシャルの総和によって求められる。例としてアトラクタ α が設置されている空間内にアトラクタ β が別の地点に設置された場合、形成されるポテンシャルモデルはアトラクタ α とアトラクタ β を足し合わせた形状となる(図 2-2, 2-3)。

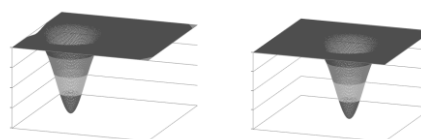


図 2-2 アトラクタ α (左)・アトラクタ β (右)

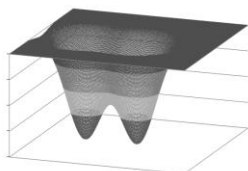


図 2-3 形成されるポテンシャルモデル

ポテンシャルモデル形成のために選択されるアトラクタは、過去に対象となる室内で実際に置かれていた家具の配置を集計したものをデータベース化したものの中から、使用する家具の組み合わせとユーザの嗜好傾向をもとに選択される。

2.3 レイアウト提案

形成されたポテンシャルモデルを用いてユーザにレイアウトの提案を行う。レイアウトは以下のプロセスにより与えられる。

- ① 形成されたポテンシャルモデルに対応する各オブジェクトをランダムに配置する。
- ② オブジェクトが置かれた位置の深度(ポテンシャル深さ)から、位置の決定か移動かを定める。
- ③ 移動はオブジェクトがポテンシャルの谷が深い方向に落ち込んでいくことで行われる。
- ④ オブジェクトの配置が決定するまで②～③を繰り返す。
- ⑤ 最終的なオブジェクトの位置が、提案配置となる。

3. システムの概要

提案手法は2つのステップでレイアウト提案を行う。

○ポテンシャルモデル形成

対象となる室内における配置傾向をアトラクタとして記録したデータベースから、配置する家具の組み合わせとユーザの嗜好をもとにアトラクタを抽出する。抽出したアトラクタが持つポテンシャルからポテンシャルモデルを形成する。

形成したポテンシャルモデルに室内空間における制約(入口を塞がないなど)として制約ポテンシャルを加算する。制約ポテンシャルはアトラクタが形成する谷型のポテンシャルに対して山型(例外的に谷型)のポテンシャルとなる。ポテンシャルモデルは提案を行うオブジェクトごとに形成され、レイアウトのメインとなるオブジェクトを優先して配置の決定を行っていく。

○配置提案

形成したポテンシャルモデルを用いてランダムな配置から、ポテンシャル高い場所へオブジェクトを引き込むことで配置の提案を行う(図 3-1)。メインとなるオブジェクトから順に配置を決定していく。配置の決定は 2.3 節で述べた手順を元に行い、先に配置が決定したオブジェクトの相性により後に配置決定がされるオブジェクトには制約ポテンシャルが加算される。

すべてのオブジェクトが、ポテンシャルの物理的ダイナミクスに従ってとどまった配置をユーザにレイアウトの提案として示す。

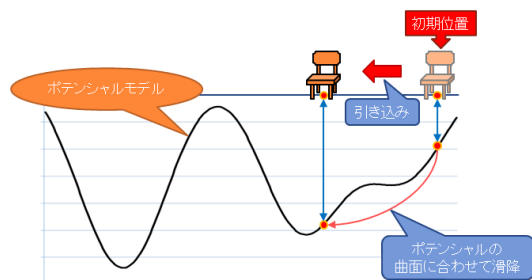


図 3-1 オブジェクトの引き込み

4. 検証

4.1 シミュレーション

ポテンシャルモデルによるオブジェクトの配置提案が配置の傾向に従い行われるかを調べるシミュレーションを行った。シミュレーションを行う間取りは図 4-1 に示した通りである。机、本棚、ベッドをそれぞれ 20 パターンの配置からアトラクタを設置しポテンシャルモデルを形成し、30 回レイアウトの提案を行う。

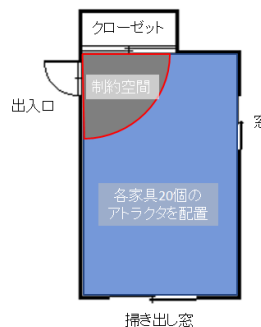


図 4-1 シミュレーション間取り

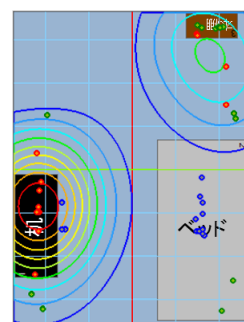


図 4-2 机のポテンシャル

4.2 結果

形成した机のポテンシャルモデルから得られたレイアウトの提案例を図 4-2 に示す。赤点が机のアトラクタであり等高線がポテンシャルモデルであり、赤に近いほど深いポテンシャルの谷が形成されている。30 回のシミュレーションのうち 25 回が図の配置周辺に机が置かれた提案となり、4 回が右上に机が配置される結果が得られた。また、例外として机が中央に配置されるという提案が1度だけ確認された。

この結果からポテンシャルモデルを用いることでポテンシャルの強い位置に対応するオブジェクトを高頻度で引き込むことができた。これにより、ユーザの嗜好を踏まえたポテンシャルモデルを形成することで嗜好を反映した提案を行うことができると考えられる。

5. 考察

アトラクタを用いてポテンシャルモデルを形成するで、配置傾向に幅を持たせた提案を行える手法をシステムに取り入れる研究を行った。今回のシミュレーションでは机以外の家具においてもポテンシャルモデルの谷を無視した提案は少なく、図 4-2 に示す提案に近いものが 30 回中 18 回確認でき、例外を除いた配置の提案パターンは大きく分けて 3 パターンが得られた。

今後の課題としては、家具同士の機能的役割を考慮した制約ポテンシャルの付与の方法。また単一のデータベースで複数の間取りに対応する手法について検討する必要がある。

参考文献

- [久保田 12] 久保田善則, 井上聡: 進化的な嗜好空間形成によるレイアウト提案システム, 映像情報メディア学会技術報告, VOL.36, NO.54, pp57-59, 2012.
- [岡村 09] 岡村敬, 井上聡: 進化的計算を用いた主観評価デザインシステム構築の研究, 第 23 回人工知能学会全国大会論文集, 2009.
- [高木 98] 高木英行, 畷見達夫, 寺野隆雄: 対話型進化計算法の研究動向, 人工知能学会誌, vol.13, no.5, pp.692-703, 1998.