

部屋の片付けのための情報支援システムの提案

The Proposal of Information Support System for Tidying a Room

伊藤麻里^{*1}
Mari Ito

矢入健久^{*2}
Takehisa Yairi

^{*1} 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻^{*2} 東京大学先端科学技術センター
Department of Aeronautics and Astronautics, the University of Tokyo RCAST, the University of Tokyo

In this study, we consider an information support system for people to keep their room well organized. The aim of this research is to give users a trigger to think and tidy-up their room. Our system will raise their awareness of different viewpoints as never before. To achieve this, we clarify the difference between a person who knows how to tidying-up their room and who is not skilled at, on the assumption that there are some differences of spatial cognitive ability.

1. はじめに

世の中には、片付けられる人と片付けられない人がいる。この違いが生じる原因を考えたいが、個人の部屋は異種性を持つ空間であることから、画一的な基準はないように思われる。部屋の片付けにおいて皆に共通することは、

- 片付け対象となる物体が複数ある
- 片付け対象が配置される有限の空間が存在する
- 片付けをしたい又はしなくてはならない人間がいる

ということである。つまり、物体、空間、人間が関係してくる場面が「部屋の片付け」ということになる。この3つの要素を繋ぐものから、片付けの本質を探ることが出来るのではないかと考えた。

上に挙げた3つの要素は、片付けをされる受動側(物体、空間)と、片付けをする能動側(人間)に分けられる。受動側に注目すると、「空間の中に物体を配置する」という関係があり、これは、能動側である人間の行動の結果もたらされたものである。一方、能動側も同じような構造を持っている。それは、頭の中の思考空間であり、人間は、物事を捉えるときに個々の概念や事象の関係性を思考空間内に構築する。そこで、人間の思考空間の整理と実空間上での物体の整理の関係性から、片付けが得意な人と苦手な人の違いを探り、片付けが苦手な人を支援する。部屋の片付けが得意な人は、部屋のレイアウトに何らかのコンセプトを持ち、それが継続的に片付けをするモチベーションに繋がる一方、片付けが出来ない人は、そもそもコンセプト作りが苦手であったり、コンセプトが曖昧で自分でも把握出来ないものであったりする可能性がある。物体配置の意味や自身の思考傾向を明確化・整理は実空間上における物体の整理と関連しているという仮定の下で、片付けが苦手な人と得意な人の思考の違いを明確に意識させるシステムを提案する。

本研究の目的は、物体配置という実空間でのMapと頭の中での思考やイメージといった認知地図、あるいは人間の行動との関係を見ることにより、新たな視点を獲得することである。従って、人間の思考を促す知的発想支援システムの提案をするものであって、人間の代わりに思考や行動をするシステムを目指すものではない。

また、部屋の片付けは一度行って終わりというのではなく、継続的に行わなければならない。したがって、最適配置を一方的に提示するだけでは実現できない。例えば、システム内部で

配置の最適解を計算し、その結果のみを人間に提示したとしても、その配置に至った理由を理解しない限りは長期的に片付いた部屋にすることは困難である。そこで本システムは、人間が考え、行動に移すきっかけを与える。すなわち、人間が行った片付け順序や最終的な物体配置を、システムを通すことで可視化し、ある物体配置に至った理由や思考傾向を自ら明確化し整理していく。

2. 関連研究

部屋の片付けは、人間と物体や空間が関係し合うものである。これに関連する研究としては、ロボットが人間の代わりに作業を行い、ロボットと物体の関係を構築するものや、人工知能を用いて空間認識をする際に、人間の意味的空間把握を利用したものがある。また、実空間上の整理は思考の整理と関係していると考えられるが、これは、思考支援や知的発想支援が関係する。これらの関連研究を、以下に挙げる。

2.1 人間と物体の関係

部屋の片付けとは、人の行動と物体や空間が関係するものである。片付け支援に関しては、ロボティクスの分野で盛んに行われている。このような研究としては、ロボットが片付け対象となる物体を発見し、その物体に応じた片付けタスクを遂行させる[山崎 09]といった、人間の代わりにロボットが作業を行うようなものがある。

ロボティクス以外の分野では、人間の行動と物体の関係性を利用したものがある。人間は行動する際に物体に触れるという仮定の下、「外出」という行動を接触物体と接触順序から推定する研究[楓 07]が行われている。

また、一般的な思考傾向を物体の配置や置き方に反映させる研究としては、[Fisher 11]がある。これは、Google 3D Warehouse¹のデータを学習データとし、室内物体の関係を推定することで、推奨される物体配置やある物体と同時に利用され得る物体の提示を行うものである。他に、一般的な配置情報を与えることによって、ロボットが物体を安定して配置する研究[Jiang 12]がある。

連絡先: 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻,
東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学先端科学技術研究センター4号館, mari.ito@space.rcast.u-tokyo.ac.jp

¹ <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/>

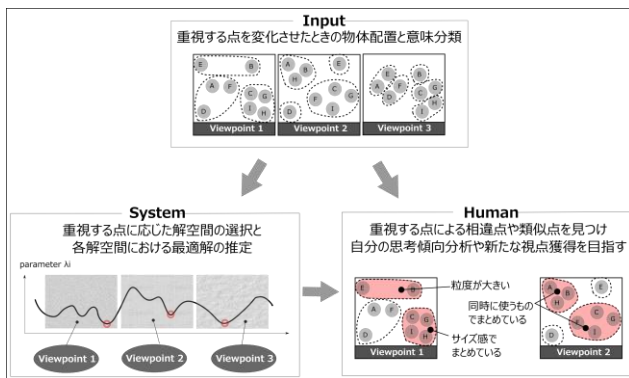


図 1 システム概要。(1) 上段: 人間による物体配置と物体配置後の意味付けによる空間分割。(2) 左下: 配置順序と配置結果からパラメータを計算。(3) 右下: 自身の空間分割やシステムからの値を比較することで新たな視点を獲得。

2.2 空間認識と思考の関係

人間の空間認識を元にした研究として, [Kuipers 00] がある。これは, 人間の認知地図の考えを人工知能の空間探索や地図作成に利用する研究である。

2.3 知的発想支援

知的発想支援に関して, KJ 法を初めとして様々な提案がなされている。KJ 法 [川喜田 67, 川喜田 70] とは, 蓄積された情報から関連性を見つけ出し, それらを整理及び統合することで全体を把握する手法である。この他にも, ユーザが思考をテキストとして書き並べ, それらを関連度に応じて空間に配置することで思考の構造を可視化する CATI というシステムが提案されている [Sumi 97]。これらの研究は, どちらもボトムアップ的な知的発想支援を目指しているが, 前者は関連性を見つけ出す作業をユーザが行うのに対して, 後者はシステムが距離空間を提示し, 関連性を見つけるためのきっかけを与えている。

3. 本研究の位置付けと狙い

1 章で述べたように, 実空間における物体の整理の度合いと, 空間に対する意味付けの明確さや自身の思考傾向の把握の度合いは関連すると仮定する。つまり, 片付けが得意な人は明確なコンセプトを持っているのに対し, 片付けが苦手な人はコンセプトが曖昧であったり, そもそもコンセプト作りが苦手であったりする可能性が高いということである。そして, 自身が納得するコンセプトを得られると, それが長期的に片付けを継続するモチベーションになると考える。

2 章で挙げた関連研究を踏まえ, 本研究の位置付けと狙いは以下の通りである。

3.1 人間の行動から思考傾向を分析する

[Fisher 11] や [Jiang 12] においては, 一般的な思考や実空間上での物体同士の関係性を基軸として物体配置案を与えている。本研究では, 物体配置はある視点の下に生じた思考の結果と考え, 思考傾向を分析するために用いる。

3.2 思考を促す支援システム

本研究で提案するシステムは, 人間に代わって思考や行動をするものではなく, 人間が思考し行動するためのきっかけを与えるものである。システムを通して, 自身の思考傾向を分析したり, 今まで気づけなかった新たな視点を獲得したりすることが目

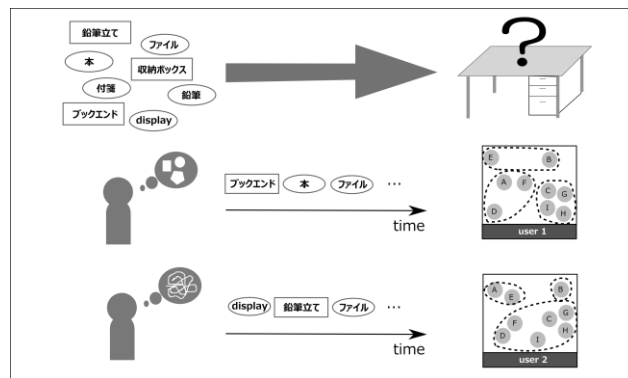


図 2 認知地図可視化のためのステップ

標である。また本提案は, 経験との連携を重視し, 人間がシステムから新たな知見を学びつつシステムに足りない部分を発見するという, 人間とシステムのインタラクティブな関係 [楠 99] を構築するものである。

3.3 ボトムアップ的思考支援とトップダウン的思考支援

KJ 法 [川喜田 67, 川喜田 70] や CATI [Sumi 97] は, どちらもボトムアップ的な発想支援システムの提案である。これは, トップダウン的な手法で問題となる, 既存の枠組みにとらわれ発想を広げられないという状況に対応するためである。この方法により新たな概念形態を得られる可能性がある一方で, 最終的に現在の概念から抜け出せない可能性もある。例えば, カードやテキストといった思考パーツをボトムアップ的に分類し評価する際に, 全く違う枠組みとはならず今までと同じような評価基準を用いてしまうといったことである。そこで本研究では, 予め複数の視点を与えて物体配置を行うトップダウン的な要素と, 配置された各物体を起点として物体同士の関連性や空間の意味付け・分割を行うボトムアップ的な要素を組み合わせた思考支援の手法を提案する。これにより, 視点の違いを明確に意識させる。ここでの視点の違いとは, 片付けが得意な人の空間の捉え方と片付けが苦手な人の空間の捉え方の違いや, 利便性重視, デザイン性重視といった重要視する点の違いである。

4. 情報支援システムの概略

提案する情報支援システムの概略を図 1 に示す。

ある物体配置を, 特定の視点から生じた思考, すなわち, 全解空間における局所解であり, ある解空間における最適解だと考える。全解空間から最適解を探索するのではなく, 特定の解空間を選択しその中の最適解を探索する。

まず, ユーザは, 重要視する点に応じて物体を配置する。この配置から, 後述する配置順序と意味的空間分割の大きさや物体配置との関係性を計算する。ユーザは, 配置と計算結果から相違点や類似点を発見・推測し, 思考傾向の分析や新たな視点の獲得を目指す。

4.1 解空間の選択と局所解

部屋の片付けは複数の制約条件が絡んでおり, 全解空間を同時に扱うことは非常に困難である。そこで, ある視点に基づいて得られた配置を, 局所解であると考え。つまり, 局所解は選択されたある解空間における最適解であり, その解空間は片付けの得意・不得意, アクセシビリティ重視やデザイン性重視などといった視点により決定されると考える。また, パラメータを設定し, 局

所解を与えるパラメータを求める。今回パラメータとして用いるものは、配置順序や意味的空間分割の関連度である。

4.2 認知地図の可視化

認知地図の可視化は、

- 片付けの際にユーザが物体に触れる順序
- 片付け終了後に、ユーザが定義する意味分類により行う(図2)。

手順は以下のとおりである。ユーザに複数の物体を提示して、それを好きな順番・配置で片付けてもらう。このとき、システムは接触物体と接触順序を記録する。配置終了後、ユーザは物体を複数の物体の関連性や分類から、空間をいくつか分割する。詳細は、5.1節に述べる。

5. 実験と検証の方法

5.1 実験方法

実験手順は以下の通りである。

- ユーザに収納物体を提示する。収納物体とは、書籍や鉛筆、ディスプレイなどの片付け対象物体と、収納ボックスやブックエンドなどの収納用品を含むものである。
- ユーザは収納物体を机周辺に自由に配置する(片付け作業)。この際、片付け対象物体は全て配置しなくても良いが、収納用品は使っても使わなくても良い。
- 収納物体を配置し終えたら(片付け完了)、被験者が考える関連性や意味分類に応じて空間を分割する。更に、その分割ごとにラベルをつける。空間の分割は、配置終了後の状態を写真に撮り、その画像中の物体を○で囲むことにより行う。
- (ウ)の結果を、予め用意した別のユーザの結果と比較し、類似点や相違点、自身の思考傾向をユーザ自身が分析する

5.2 検証方法

ユーザの定量的な評価により有用性を検証する。評価項目は以下の通りである。

- 自分は片付けが得意な方だと思うか
- 第3者が片付けの結果を見たときに、片付いていると思うか否か。
- 本システムを利用しない場合と利用する場合で、同じまたは異なっている点は何か。特に、どちらか一方の場合でのみ生じた着眼点はあるか。
- (イ)の違いのうち、自身の思考の理解に役立つと思うものはあるか。それは具体的には何であるか。

6. 発展

ここまで、片付けが得意な人と片付けが苦手な人の思考空間の違いを可視化することで、片付けが苦手な人の支援をすることを考えてきた。しかしこれは、片付けが得意な人が既に「完成」した状態に対して変化を加える場合にも活用できる。

片付けが得意な人は自分の中に何らかのコンセプトを持っていると考えられるが、そのコンセプトは、現在までの経験や知識、習慣などによって形成されたものである。この完成形は、4.1節で述べた、ある解空間における最適解、すなわち全解空間における局所解に過ぎない。そこで、利便性重視、デザイン性重視など、いくつかの視点をシステムがトップダウン的に与え、その結果生まれた配置をボトムアップ的に把握していくことで、ユーザが今まで抜け出せずにいた思考を打開し、新たな視点を取り

込む事が出来る。これによって、ユーザ個人により合う空間を形成できると考える。

7. まとめ

本論文では、思考の整理と実空間上における物体の整理の関係性や片付け順序を用いて、片付けが得意な人と苦手な人の違いを元に片付けが苦手な人を支援するシステムを提案した。今後、このシステムの有用性を実験により評価、問題点の検証を行う必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、東京大学大学院工学系研究科・堀浩一教授から貴重なご助言を頂きました。心から感謝いたします。

参考文献

- [山崎 09] 山崎 公俊, 植田 亮平, 野沢 峻一, 森 優人, 榎 俊明, 畑尾 直孝, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 掃除片付けタスクをこなす生活支援ロボットのための認識行動システム実証研究, *ロボティクスシンポジウム予稿集*, pp.522--527, 2009.
- [Kuipers 00] B. Kuipers: The spatial semantic hierarchy, *Artificial Intelligence*, 2001, 119.1: 191-233.
- [川喜田 67] 川喜田二郎: 発想法, 中公新書, 1967.
- [川喜田 70] 川喜田二郎: 続・発想法, 中公新書, 1970.
- [楠 99] 楠房子, 佐伯胖: 3. 意見が違うから、学び合える: 非合意形成的協同学習支援システムの開発をめざして (<特集> ソーシャルインタラクション). *情報処理*, 1999, 40.6: 564-568.
- [Sumi 97] Y. Sumi, K. Hori, S. Ohsuga: Computer-aided thinking by mapping text-objects into metric spaces. *Artificial Intelligence*, 1997, 91.1: 71-84.
- [Jiang 12] Y. Jiang, M. Lim, C. Zheng, A. Saxena: Learning to place new objects in a scene, *The International Journal of Robotics Research*, vol. 31(9), pp. 1021-1043, 2012.
- [Fisher 11] M. Fisher, M. Savva, P. Hanrahan: Characterizing structural relationships in scenes using graph kernels, *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, Vol. 30(4), pp. 34, 2011.
- [楓 07] 楓仁志, 山原裕之, 野口豊司, 島田幸廣, 島川博光: 接触物体から個人の行動を認識するための確率的手法. *情報処理学会論文誌*, 2007, 48.3: 1479-1490.