

1. はじめに

本論文では、機械学習の枠組みの一つである帰納論理プログラミング (Inductive Logic Programming, 以下、ILP) を応用して、分裂病者の居住空間構成法 (以下、KK 法) による建築空間の構成過程における潜在的なパターンを客観的に発見するシステムの提案をする。KK 法は、1/50 スケールのモジュール化された様々な壁、家具、人形などの模型 (以下、道具) をホワイトボード上に自由に配置して具体的な建築空間を表現する手法である。ここで、ボード上に既配置の道具群に対して、新たな道具「主道具」を配置することを「配置行為」、主道具と関係づけられる既配置の道具を「目的道具」と呼ぶ。配置行為は主道具を目的道具に「幾何学的に」関係づけることとする。主道具を目的道具に対して幾何学的に関係づけて配置するときの規則を抽出する。ただし、現時点では、主道具が壁の場合の規則抽出に限定する。

2. ILPによる規則の抽出

ILPは、個々の事例を一般化して新たな概念を導き出す、帰納推論(Inductive Reasoning)を、一階述語論理上で展開する枠組みである。本論文では、ILPの一つである progol を用いる。progol によって学習される概念「学習ターゲット」と、その学習に利用できる既知の知識「背景知識」を以下のように定義する。

2.1 学習ターゲット

「規則性のある配置行為」が学習ターゲットになる。KK 法による空間構成過程において、単一の配置行為だけでなく、時間的に連続する複数の配置行為がまとまって一つの規則をなす場合も考えられる。そこで、単一配置行為、二連続配置行為および三連続配置行為を学習ターゲットと定め、それぞれ次の述語で表現する。

- one_act(主道具の配置順序).
- two_act(二連続配置行為における最初の主道具の配置順序).
- three_act(三連続配置行為における最初の主道具の配置順序).

2.2 背景知識

道具の配置順序や属性、道具間の幾何学的関係などを背景知識とし、述語 n_placement で表現する。述語 n_placement は、各配置行為の具体的な内容を表し、学習ターゲットを説明する因子になる。

n_placement(連続配置行為数,
 [連続配置行為における最初の主道具の配置順序,...],
 [目的道具の数,...],
 [主道具の種類,...],
 [主道具の長さ,...],
 [主道具の枠付ボードに対する角度,...],
 [主道具の色,...],
 [[上位の幾何学的関係,...],...],
 [[下位の幾何学的関係,...],...],
 [[主道具と目的道具の配置順序の差,...],...],
 [[目的道具の種類,...],...],
 [[目的道具の長さ,...],...],
 [[目的道具の枠付ボードに対する角度,...],...],
 [[目的道具の色,...],...]).

3. 規則の抽出結果と考察

分裂病患者を対象としてKK法の実験を行い、38例の空間構成過程のデータを得た。その中から壁による構成が主で、かつ、完成作品が直感的に似ていると思われる2つの事例を採り挙げて規則を抽出した。人が感じるのと同じように、2つの事例から互いに共通する規則を抽出できているかどうか、また、完成作品を一見するだけでは気付かない相違をも抽出できているのかを考察する。事例 a(破瓜型分裂症 男性 図1) と事例 b(妄想型分裂症 女性 図2) は、直感的に、

- (1) 薄い色使い (2) 使用する道具の属性の限定
- (3) 水平垂直の軸性 (4) 左右対称性

という特徴が、類似していると思われる。本システムにより、事例 a の空間構成過程から抽出された代表的な規則を書き下して表すと以下ようになる。

a1) 単一配置行為に関する規則

目的道具の数が1つ かつ、
 主道具の種類がドア窓付き壁 かつ、.....

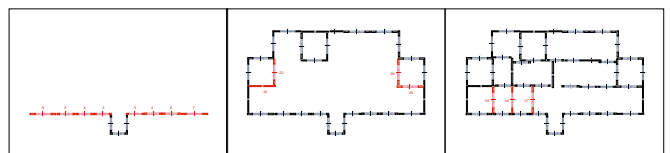


図1 事例 a の空間構成過程

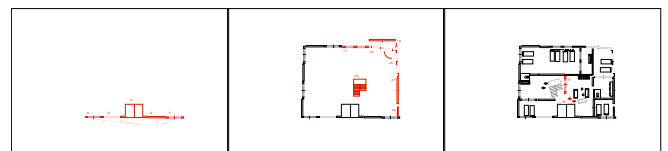


図2 事例 b の空間構成過程

主道具の長さが3600 かつ、
 主道具のホワイトボードに対する角度が0度 かつ、
 主道具の色がミント色 かつ、
 主道具と目的道具の間の幾何学的関係がs0_1 伸長^{注1} かつ、
 主道具と目的道具の配置順序の差が2 かつ、
 目的道具の種類がドア窓付き壁 かつ、
 目的道具の長さが3600 かつ、
 目的道具のホワイトボードに対する角度が0度 かつ、
 目的道具の色がミント色
 である単一配置行為が多用される。

a2) 二連続配置行為に関する規則

一番目および二番目の配置行為がともに、
 目的道具の数が1つ かつ、
 主道具の種類がドア窓付き壁 かつ、
 主道具の長さが3600 かつ、
 主道具と目的道具の間の幾何学的関係がs0_1 伸長^{注1} かつ、
 目的道具の種類がドア窓付き壁
 である二連続配置行為が多用される。

a3) 三連続配置行為に関する規則

一番目および二番目および三番目の配置行為がともに、
 目的道具の数が1つ かつ、
 主道具と目的道具の間の幾何学的関係がs0_1 伸長^{注1} かつ、
 目的道具の種類がドア窓付き壁
 である三連続配置行為が多用される。

また、事例bの空間構成過程から抽出された、代表的な規則を書き下して表すと以下ようになる。

b1) 単一配置行為に関する規則

目的道具の数が1つ かつ、
 主道具の色がミント色 かつ、
 主道具と目的道具の間の幾何学的関係がs0_1 伸長^{注1}
 である単一配置行為が多用される。

b2) 二連続配置行為に関する規則

一番目および二番目の配置行為がともに、
 目的道具の数が1つ かつ、
 主道具の長さが3600 かつ、
 主道具のホワイトボードに対する角度が0度 かつ、
 主道具の色がミント色 かつ、
 主道具と目的道具の間の幾何学的関係がs0_1 伸長^{注1} かつ、
 目的道具のホワイトボードに対する角度が0度
 である二連続配置行為が多用される。

b3) 三連続配置行為に関する規則

一番目および二番目および三番目の配置行為がともに、
 目的道具の数が1つ かつ、
 主道具の色がミント色
 である三連続配置行為が多用される。

3.1 事例aと事例bの規則の共通点

直感的に感じる特徴(1)に関しては、a1-、b1-、b2-、b3- の規則が、特徴(2)に関しては、a1-、a2-、a3-、b1-、b2- の規則が、特徴(3)に関しては、a1-、b2- の規則がそれぞれ共通して言及している。特徴(4)に関しては、背景知識 n_placement が、左右対称という概念を表現不可能なので、言及されないが、a1、a2、a3、および、b1、b2、b3の規則が適用されている部分を参照すると、図3に示されるように、いずれも左右対称である。人間が、まとまりだと感じる構成から、異なった観点からではあるが、規則性が見出されている。特徴(1)から(4)の以外に、目的道具が

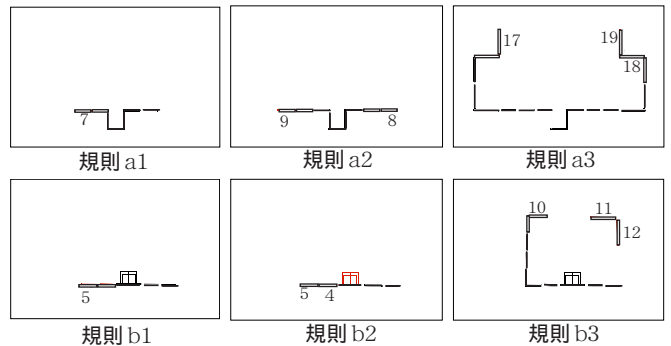


図3 規則が適用された部分(一部抜粋。数字のついた道具が主道具。数字は主道具の配置された順序を表す。黒塗りの道具は、規則が適用される以前から配置されていた道具。)

1つで、多くの道具を同時に関係づけないという点も共通している。また、直感的に感じる特徴は、それぞれが独立して表現されるのに対し、progolにより抽出された規則は、幾つかの道具属性や幾何学的関係等の関係までもが表現されるのは、注目すべき点である。

3.2 事例aと事例bの規則の相違点

どちらの事例も、薄い色の道具を多用しているが、事例aの場合は、単一配置行為に関する規則にとどまるのに対し、事例bでは、三連続配置行為に関する規則においても「ミント色」の条件が見られる。事例bの被験者は、色に対して固執していたといえる。一方、事例aでは、「ドア窓付き壁」という道具の種類が、単一行為から三連続配置行為に関する規則においてまでも、言及されている。事例aの被験者は、色よりも道具の種類に対して強く固執していたといえる。

4. まとめ

帰納論理プログラミングを応用して、KK法による建築空間の構成過程における規則を客観的に抽出することができた。また、直感的観察から得られる特徴に相当する規則を抽出することに成功し、さらに直感的な観察からでは発見困難であった特徴同士の関係や、見た目が似ている作品間の潜在的な相違点も抽出された規則から読みとることができた。

注脚

注1 「s0_1伸長」の幾何学的関係とは、主道具の片方の端点に一つの目的道具が接続することを表す。

参考文献

- 1) 岡崎甚幸 他 居住空間構成法と分裂病者 日本建築学会計画系論文報告集 第436号 1992
- 2) Muggleton, S Inverse Entailment and Progol, New Generation Computing, 13, 1995
- 3) 古川康一 帰納論理プログラミング チュートリアル 人工知能学会誌 vol.12 No5,1997
- 4) 溝口文雄 制約充足問題への帰納学習の適用と評価 人工知能学会全国大会 1996
- 5) 古川康一, 嶋津恵子 PROGOLによるデータベースからの知識発見 人工知能学会全国大会 1996
- 6) Ross D. KING Relating Chemical Activity to Structure: An Examination of ILP Successes New Generation Computing 13 1995

* 1 京都大学大学院博士後期課程

* 2 京都大学大学院生活空間学専攻 教授 工博

* 3 京都大学大学院博士後期課程

* 4 株式会社スペースデザイン 工修

Dept. of Archi. and Environmental Design, Graduate School of Eng., Kyoto Univ. Prof., Dept. of Archi. and Environmental Design, Graduate School of Eng., Dr Eng. Dept. of Archi. and Environmental Design, Graduate School of Eng., Kyoto Univ. Space Design Co. Ltd, M.Eng.