空間嗜好の知識を取り入れた設計法の研究

— 企画展の展示計画を対象として —

A STUDY ON SPACE DESIGN METHOD INCORPORATING WITH KNOWLEDGE OF VISITOR'S PREFERENCE FOR SPACE

— A case of planning for special exhibition —

宗本晋作 — * 1

キーワード:
設計知識, 確率推論, 感性評価, 空間嗜好, 展示計画

Keywords:
Design knowledge, Design methodology, Sensibility evaluation, Spatial preference, Exhibition planning

Shinsaku MUNEMOTO — * 1

The purpose of this paper is to provide a design method for exhibition spaces that incorporates knowledge of spatial preferences. This knowledge is based on a previous paper where probabilistic models were used to represent the correlation between preference and spatial elements used in exhibition spaces. This paper serves to demonstrate these models as design knowledge. We have executed the probabilistic reasoning of Bayesian networks on the previous models, and deduced division-patterns for exhibition spaces and combinations of spatial elements with an expected high probability of preference. New schemes for exhibition spaces were then developed, based on these reductions.

1. はじめに

空間嗜好は、利用者一人ひとりの経験によって獲得されたものの見方や価値観に左右され、言語表現に困難が伴う空間の認知であり、他者に容易に伝達することが難しい潜在的な知識、すなわち暗黙知¹⁾となっている。建築や空間の設計は、このような個人のみが含有する知を、他者に伝えるためにどのように実体化し、図表化や数式化によって説明できる知識へと転換するか(知識化)、さらにこの知識をどのようにして、効率よく目的とする解を探索して設計案を見出すための知識(設計知識)として利用するかが重要となる。

人間の感性を設計に用いるために知識化しようとする試みは、主にプロダクトデザインの分野で展開されている。森、高梨²⁾は、ラフ集合理論が人間の感性評価のような非線形を有するモデルに有用であることを自動車のデザインを対象にして示した。建築計画学の分野では、松下、宗本³⁾による、対話型遺伝的アルゴリズムを用いたガラスファサードに対する個人の嗜好をガラス物性値で獲得する試みや、杉浦、岡崎⁴⁾による、帰納論理プログラミングを用いた仮想空間の作成過程から被験者の嗜好を抽出する試み、齋藤、宗本、松下⁵⁾による、ラフ集合を用いた建物ファサードに対して「伝統的である」と感じる要因を形態要素の組合せで獲得する試みがある。このように、人間の感性を知識化しようとする研究は様々に見られるが、獲得した知識を実際に設計案の作成に用いて、設計知識として活用する設計法の研究は見られない。

筆者は、これまで空間嗜好は対象空間の性質に規定されるとして、展示空間を事例として、ベイジアンネットワーク^{注1)}を用いて、展示の空間に対する選好の結果と空間を構成する要素(空間要素)の

関係を確率モデルで表現し、空間構成のための好みの知識化を行った⁶⁾。このモデルは、確率推論^{注2)}によって、空間が選好されるための空間要素の組合せを推測し確率で提示したり、単位展示空間の選好の結果を予測できることを示した。また、計算機を援用した直交グラフ描画法^{注3)}に基づく空間分割法⁷⁾を展示の計画に適用し、空間の分割パターンを直交グラフとして多様に生成した⁸⁾。

本研究では、直交グラフによって表された分割パターンを、知識を適用するための表現モデルとして利用する。このモデルにこれまでの研究⁶⁾において知識化した空間嗜好を適用して設計解を見出す方法を示す(図1)。これは、設計者の暗黙知によって推測されてきたユーザーの嗜好を設計知識として利用する試みとして、建築学の分野のみならず、機械等の他の設計分野への適用が期待できる。

2. 目的と方法

計算機を援用した空間分割法により生成された展示の設計案に、空間に対する好みの知識を適用して展示の計画を行い、空間嗜好を設計知識として活用する方法を試行し、空間嗜好の知識を取り入れた展示空間の設計法を示すことを目的とする。

図1 研究の流れ

*1 宗本晋作建築設計事務所 代表・博士(工学)
(〒606-8101 京都市左京区高野蓼原町1-3 ルネ下鴨東409)

*1 Representative Architect, Shinsaku Munemoto & Associates, Architects, Dr. Eng.

方法としては、まず展示の空間分割法により機械的に生成された多様な分割パターンに、空間に対する好みの知識を適用し、分割パターンの評価を行う。その評価の順に設計候補補に適した分割パターンを選択する。次に、各单位空間が選好されるための空間要素の組合せを推測し、確率で提示する。高確率の空間要素を選択し、これらを組み合わせて展示の設計案を作成する。通常、このような分割パターンの評価や選択、空間要素の組合せの決定と展示の設計案の作成は、設計者の暗黙知に基づいて行われると考えられるが、ここでは空間に対する好みの知識により推測された確率を設計の指標として用いることによって、好みの知識が設計知識としてどのように活用されたかを検証する。最後に空間嗜好の知識を取り入れた展示空間の設計法として纏める。

3. 空間嗜好の知識を取り入れた展示空間の設計法の試行

3.1 知識化した空間嗜好(筆者の既往研究⁶⁾ 抜粋)

空間嗜好の知識化⁶⁾では、まず、対象とする55 仮想空間の7 空間

図2 空間要素による単位展示空間のモデル化の例

要素⁴⁾(鑑賞者の動線形式C、面積S、細長比A、高さH、色彩I、壁配置L、展示方式E)によるモデル化を行った(図2)。次に、ペイジアンネットワークを用いて7 空間要素と選好の結果R の関係を構造化し、I~VIグループ^{注5)}に類型化した好み⁹⁾を確率モデルにより示した(図3)。これらのモデル^{注6)}の確率推論によって、任意の単位空間の空間要素の構成を代入すれば、その単位空間の選好の結果の確率分布が、また一部の空間要素の組合せを代入すれば、残りの空間要素の確率分布が得られ、これらの確率分布から好みを推測することができることを示した⁶⁾。

3.2 空間嗜好の知識を適用する分割パターン

好みの知識を適用するための分割パターンには、間口20m 奥行き20m の正方形の外形を持つユニバーサルな空間を、5 展示ゾーンとエントランスホール、ショップの7 単位空間に分割する例題の解を用いる。展示の空間分割法⁸⁾によって得た、接室順路方式の動線を持つ12 分割パターンである(図4)。これらの12 分割パターンは、直列に配置される単位空間の違い(X, Y, Z の3 パターン)と非矩形の単位空間の違い(1, 2, 3, 4 の4 パターン)がある。各分割パターンの座標集合は、空間分割法⁸⁾により評価指数 $Q = \text{鑑賞者の移動距離} D / \text{展示の壁面長} L$ を最小化するように与えられている。図中の点線は、鑑賞者の移動距離D の値を算出した動線である。

建築計画学¹⁰⁾や展示学¹¹⁾には、接室順路方式の典型的な例が示されている(図5)。基本的には、縦横方向に等分に分割し、等幅の単位空間が連続するものである。図4 では、分割パターンX3, Y2, Y3, Y4, Z2, Z3 がそれに当たる(図4 中□)。本研究では典型的な例に相当するこれら6 分割パターンを対象とする。

図3 [I]~[VI]グループの選好の結果と空間要素の関係を示す確率モデル

図4 得られた12分割パターン

図5 接室順路方式の典型的な例

3.3 空間嗜好の知識を取り入れた分割パターンの評価

空間の分割パターンにより、各単位空間の鑑賞者の動線形式や短辺、長辺、面積、細長比が決定される。そこで、まず、分割パターンに含まれる単位空間を鑑賞者の動線形式C、面積S、細長比Aの空間要素で記述した。鑑賞者の動線形式Cは接室順路方式であることから、出入口を持つ単位空間T0をC3(3方向接続)、残りの単位空間をC2(2方向接続)とした。面積S、細長比Aについては各単位空間の大きさ、形状に合う空間要素を選択した。

次に、これらの空間要素を確率モデルに代入して、確率推論(図6)により選好の結果Rの確率分布を推測した。選好する確率R1と選好しない確率R2が得られた。R1とR2の和は1.0である。単位空間T0～T6に対するI～VIグループの選好の結果Rの確率分布R1を分割パターンごとに示す(表1)。数値は単位空間の選好される確率を示す。より多くの人に好まれる分割パターンを知るために、この選好される確率が0.5を超える単位空間(表1中□参照)の数を評価の指標とし、多く含む順に高評価とした。評価の順は、分割パターンY3(25単位空間)、X3(24単位空間)、Z2(22単位空間)、Y4(21単位空間)、Z3(18単位空間)、Y2(16単位空間)となった。

上記の評価に用いた、選好の結果Rの確率が0.5(表1)を超える単

手順: C2 S3 A3を確率モデルに入力

ノードRの確率分布の算出

[I]グループの確率モデルの場合

図6 選好の結果を推測するベイジアンネットワークの確率推論

表1 分割パターンに含まれる単位空間の選好の結果の確率分布

1-1:Y2 16単位空間(6位)							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.68	0.55	0.68	0.55	0.68	0.68	0.42
II	0.41	0.44	0.48	0.50	0.48	0.48	0.45
III	0.41	0.44	0.48	0.50	0.48	0.48	0.45
IV	0.24	0.30	0.47	0.60	0.47	0.47	0.30
V	0.55	0.71	0.65	0.70	0.65	0.65	0.70
VI	0.55	0.40	0.47	0.58	0.47	0.47	0.34

1-2:Z2 22単位空間(3位)							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.54
II	0.46	0.46	0.54	0.54	0.54	0.54	0.59
III	0.61	0.60	0.27	0.27	0.27	0.27	0.32
IV	0.24	0.30	0.47	0.61	0.61	0.47	0.61
V	0.55	0.71	0.65	0.71	0.71	0.65	0.72
VI	0.55	0.40	0.47	0.66	0.66	0.47	0.60

1-3:X3 24単位空間(2位)							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.50	0.50	0.50	0.50	0.54	0.50	0.54
II	0.54	0.54	0.54	0.54	0.59	0.54	0.59
III	0.27	0.27	0.27	0.27	0.41	0.27	0.32
IV	0.67	0.67	0.48	0.67	0.61	0.48	0.64
V	0.71	0.71	0.65	0.71	0.44	0.65	0.72
VI	0.66	0.66	0.47	0.66	0.36	0.47	0.60

1-4:Y3 25単位空間(1位)							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.54
II	0.46	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.59
III	0.60	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.32
IV	0.34	0.67	0.67	0.67	0.48	0.55	0.64
V	0.71	0.71	0.71	0.71	0.65	0.65	0.72
VI	0.40	0.66	0.66	0.66	0.47	0.64	0.60

1-5:Z3 18単位空間(5位)							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.54
II	0.54	0.46	0.54	0.59	0.54	0.54	0.46
III	0.27	0.60	0.27	0.41	0.27	0.27	0.39
IV	0.61	0.30	0.47	0.60	0.47	0.47	0.30
V	0.71	0.71	0.65	0.70	0.65	0.65	0.70
VI	0.66	0.40	0.47	0.58	0.47	0.47	0.34

1-6:Y4 21単位空間(4位)							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51
II	0.54	0.46	0.54	0.46	0.50	0.50	0.46
III	0.27	0.61	0.27	0.60	0.50	0.50	0.60
IV	0.67	0.40	0.67	0.30	0.51	0.51	0.30
V	0.71	0.55	0.71	0.71	0.65	0.65	0.71
VI	0.66	0.55	0.66	0.66	0.47	0.47	0.40

位空間を表2に示す。これらの単位空間は、列方向つまりグループごとには類似の形状となり、かつ行方向つまりグループ同士の間では様々な形状となった。これは、確率モデルの確率推論によって、空間要素の組合せが好みに合わせて判断されたことを示す。評価の順に設計候補補とし、上位3分割パターンを例として示す(図

表2 確率推論により推測された選好の確率(表1)が0.5を超える単位空間の例

	I	II	III	IV	V	VI
Y3	6	1 2 3 4 5 6	0	1 2 3 6 5	0 1 2 3 4 5 6	1 2 3 6 5
X3	4 6	0 1 2 3 4 5 6		0 1 3 4 6	0 1 2 3 5 6	0 1 3 6
Z2	6	2 3 4 5 6	0 1	3 4 6	0 1 2 3 4 5 6	0 3 4 6
Y4	6	0 2	1 3 6	0 2 4 5	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3

0.75100
数字は単位空間の番号を表す

図7 設計解候補としての分割パターン

7)。これら3分割パターンの選好結果の確率Rの平均値は、Y3: 22.46>X3:22.23>Z2:21.64であり、評価順は同じであった。選好される確率が0.5を超える単位空間の数は、好まれる分割パターンを適正に評価する指標の一つと云える。

3.4 空間嗜好の知識を取り入れた好まれる空間要素の推測

最も評価の高かった分割パターンY3を用いて展示の設計案を作成する。まず、各単位空間が選好されるための空間要素の構成を推測した。分割パターンY3に含まれる単位空間T0～T6の鑑賞者の動線形式C、面積S、細長比Aの空間要素を各確率モデルに代入し、高さH、色彩I、壁配置L、展示方式Eの空間要素の確率分布を得た(図8)。得られた確率分布を、空間要素を行、グループを列として表3に整理した。これらの確率を指標として空間要素の候補を絞り、I～VIグループに選好されるには、設計にどのような空間要素を用いればよいのかを単位空間ごとに把握した(表4)。

図8 空間要素の組合せを推測する確率推論(単位空間T2の場合)

表3 分割パターンY3に含まれる単位空間T0～T6の空間要素の確率分布

3-1:T0(エントランスホール)							3-2:T1,T2,T3(展示ゾーン1,2,3)							3-3:T4(展示ゾーン4)							3-4:T5(展示ゾーン5)							3-5:T6(展示ゾーン6)						
	I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI
H1	0.29	0.25	0.74	0.83	0.70	0.50	H1	0.29	0.52	0.52	0.63	0.42	0.24	H1	0.72	0.54	0.76	0.67	0.76	0.46	H1	0.38	0.42	0.63	0.49	0.45	0.36	H1	0.42	0.53	0.83	0.80	0.84	0.52
H2	0.66	0.70	0.25	0.17	0.27	0.43	H2	0.66	0.43	0.48	0.37	0.55	0.74	H2	0.25	0.42	0.24	0.32	0.23	0.44	H2	0.58	0.38	0.36	0.47	0.52	0.61	H2	0.53	0.46	0.16	0.20	0.15	0.45
H3	0.05	0.04	0.00	0.00	0.03	0.07	H3	0.05	0.05	0.01	0.00	0.03	0.02	H3	0.02	0.04	0.00	0.01	0.01	0.10	H3	0.04	0.20	0.00	0.03	0.03	0.03	H3	0.05	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03
I0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	I0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	I0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	I0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	I0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I1	0.27	0.25	0.67	0.74	0.59	0.33	I1	0.27	0.48	0.44	0.57	0.24	0.23	I1	0.73	0.51	0.66	0.59	0.68	0.41	I1	0.31	0.36	0.42	0.44	0.28	0.32	I1	0.39	0.51	0.83	0.73	0.77	0.53
I2	0.44	0.39	0.14	0.18	0.34	0.50	I2	0.44	0.29	0.38	0.26	0.44	0.33	I2	0.07	0.19	0.09	0.23	0.11	0.28	I2	0.38	0.31	0.24	0.25	0.53	0.35	I2	0.18	0.23	0.12	0.10	0.15	0.25
I3	0.29	0.35	0.19	0.08	0.06	0.17	I3	0.29	0.24	0.18	0.18	0.31	0.44	I3	0.20	0.31	0.25	0.18	0.21	0.31	I3	0.31	0.33	0.33	0.31	0.19	0.34	I3	0.43	0.26	0.05	0.17	0.07	0.22
L0	0.01	0.00	0.01	0.05	0.00	0.02	L0	0.01	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	L0	0.00	0.01	0.02	0.10	0.02	0.02	L0	0.00	0.00	0.04	0.27	0.02	0.00	L0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
L1	0.11	0.10	0.09	0.12	0.04	0.03	L1	0.11	0.27	0.08	0.16	0.02	0.01	L1	0.07	0.03	0.20	0.05	0.21	0.30	L1	0.09	0.21	0.24	0.22	0.53	0.07	L1	0.12	0.00	0.01	0.01	0.01	0.04
L2	0.33	0.39	0.62	0.63	0.85	0.69	L2	0.33	0.35	0.11	0.37	0.04	0.01	L2	0.30	0.54	0.45	0.51	0.22	0.13	L2	0.32	0.19	0.30	0.09	0.09	0.25	L2	0.32	0.05	0.02	0.05	0.00	0.04
L3	0.50	0.50	0.23	0.16	0.06	0.14	L3	0.50	0.36	0.75	0.35	0.92	0.94	L3	0.59	0.39	0.18	0.20	0.30	0.42	L3	0.55	0.25	0.19	0.08	0.16	0.64	L3	0.51	0.89	0.95	0.74	0.95	0.88
L4	0.04	0.01	0.06	0.03	0.04	0.13	L4	0.04	0.01	0.05	0.06	0.02	0.03	L4	0.03	0.03	0.15	0.14	0.25	0.13	L4	0.04	0.25	0.24	0.33	0.20	0.03	L4	0.04	0.06	0.02	0.18	0.04	0.05
E1	0.03	0.07	0.04	0.10	0.11	0.07	E1	0.19	0.27	0.19	0.16	0.34	0.04	E1	0.07	0.05	0.07	0.16	0.09	0.13	E1	0.04	0.12	0.05	0.15	0.10	0.14	E1	0.18	0.14	0.18	0.15	0.25	0.19
E2	0.03	0.07	0.04	0.08	0.11	0.07	E2	0.02	0.05	0.02	0.07	0.05	0.04	E2	0.07	0.09	0.07	0.11	0.09	0.13	E2	0.74	0.23	0.71	0.14	0.51	0.15	E2	0.18	0.10	0.18	0.13	0.06	0.15
E3	0.29	0.44	0.29	0.07	0.22	0.13	E3	0.36	0.22	0.36	0.08	0.18	0.37	E3	0.60	0.31	0.57	0.14	0.51	0.21	E3	0.04	0.12	0.05	0.07	0.08	0.14	E3	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
E4	0.03	0.04	0.04	0.06	0.09	0.07	E4	0.19	0.20	0.19	0.12	0.10	0.04	E4	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.13	E4	0.04	0.12	0.05	0.13	0.07	0.14	E4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
E5	0.03	0.04	0.04	0.13	0.11	0.07	E5	0.19	0.15	0.19	0.42	0.26	0.41	E5	0.07	0.16	0.07	0.38	0.10	0.13	E5	0.04	0.12	0.05	0.34	0.10	0.14	E5	0.60	0.73	0.60	0.62	0.64	0.58
E6	0.03	0.03	0.04	0.10	0.04	0.07	E6	0.02	0.02	0.02	0.08	0.02	0.04	E6	0.07	0.16	0.07	0.06	0.04	0.13	E6	0.04	0.18	0.05	0.07	0.04	0.14	E6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
E7	0.55	0.31	0.54	0.46	0.32	0.52	E7	0.02	0.09	0.02	0.09	0.05	0.04	E7	0.07	0.20	0.07	0.10	0.10	0.13	E7	0.04	0.12	0.05	0.10	0.10	0.14	E7	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02
E8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	E8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	E8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	E8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	E8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

図9 分割パターンY3に基づく展示の設計案

図10 空間のシークエンスを示す3Dイメージ

3.5 推測した空間要素の組合せによる設計案の作成

分割パターンY3に基づいて表4に示す空間要素の候補を組み合わせ、設計案を作成した(図9, 10)。壁面の位置と鑑賞者の動線は、分割パターンY3と全く同じとし、計算機によって決定された合理的な動線を利用した。これにより、鑑賞者の移動距離の最小化と展示の壁面長の最大化をバランスよく満足する計画であることが保障される⁸⁾。また動線の行き止まりは、自然な滞留スペースとなるため、展示コーナーに利用した。

次に、分割パターンY3の単位空間の壁配置と好みの知識から推測された壁配置Lの空間要素の候補(表4)を比較し、分割パターンY3がこれらの候補を満足することを確認した。展示を配置する面は、動線に沿って進むと次の展示が自然に視界に入り、上記の配置面数を満足するように配置した。開口部は、図11に示す建築設計資料集成¹²⁾のシークエンシャルな展示のモデル⁷⁾に倣い、次に見るべき展示物や展示コーナーが見通せるように配置した(図9一点鎖線, 10)。

設計案が有用であるかどうかを検証するために、得られた空間を分析した。好みの知識により好まれると推測された空間要素を用いた単位空間は、シークエンシャルな展示のモデルに倣って連続させることができた。一方、経路の途中に設けられた滞留スペースによって、正面性の強い展示コーナーとなり、変化に富んだ展示のス

トリーをつくることを可能になった。加えて、移動の合間の休憩スペースとしても機能し、鑑賞者によっては経路を短縮することもできる。このような特徴を持つ、鑑賞者の心理や行動に合わせた空間構成が得られた。

空間の配色は、表4に挙げた色彩Iの空間要素の候補を用いて、単位空間の配色を検討することができる。例えば、単位空間T0の色彩I1(黒1部位、白2部位)により、単位空間T0は黒1部位、白2部位となる配色(床: 黒, 壁: 白, 天井: 白等)から順に検討すればよい。

4. 結論

このように、3.3空間嗜好の知識を取り入れた分割パターンの評価より、空間嗜好の知識を用いて単位空間に対する選好の結果を推測した確率分布は、利用者の空間嗜好を推測しながら多様な空間の分割パターンを評価して、設計候補を選択する指標として用いることができた。また、3.4空間嗜好の知識を取り入れた好まれる空間要素の推測より、空間嗜好の知識を用いて好まれるための空間要素の組合せを推測した確率分布は、利用者の空間嗜好を推測しながら展示の設計案を合理的に作成することができて、候補が多く存

図11 シークエンシャルな展示のモデル(設計資料集成⁷⁾からの引用)

図12 空間嗜好を取り入れた展示の空間構成法

在する場合の検討範囲の論理的な絞込みや設計解の修正操作の指針として用いることができた。

上記の流れを空間嗜好を取り入れた展示の空間構成法として示す(図12)。手順1,2の設計案を得る過程は、空間に対する好みの知識を適用することによって、設計者の苦手とする膨大な情報処理を計算機が代行して設計に必要な情報を獲得し、その情報に基づいて、設計者が本来得意とする総合的な判断を効率よく行う対話とすることができた。この対話によって、設計者は設計解を操作するための知識を得ながら、設計解を効率よく求めることができることを示した。

上記のように、空間嗜好の知識を取り入れた展示空間の設計法により、空間嗜好の知識が、設計者ができるだけ無駄な試行を避けて効率よく設計解を目指すために用いる知識、いわゆる設計知識によく似た役割を果たし、十分に活用されたことを示した。

5. まとめ

本研究は、展示の空間分割法を用いて生成した直交グラフにより表される分割パターンを、知識適用のモデルとして利用した。まず、知識化した空間嗜好を表現モデルに適用して、分割パターンを評価し、設計候補を選択した。これによって、ベイジアンネットワークにより表現された知識は、空間要素の組合せを総合的に判断して、選好される分割パターンの選択に有意であることを示した。

次に、ベイジアンネットワークの確率推論を用いて、Ⅰ～Ⅵのグループの選好する空間要素の組合せを推測しながら、展示の設計案を作成した。これによって、空間嗜好の知識が、候補が多く存在する場合の検討範囲の論理的な絞込みや設計解の修正操作の指針となることを示した。

また、設計案の作成過程では、設計者の苦手とする膨大な情報処理を計算機が代行して情報を獲得し、人間が本来得意とする総合的な判断を効率よく行う対話によって、設計解を操作するための知識を得ながら、鑑賞者の心理や行動に合わせた空間構成を持つ展示の計画を合理的に進めていくことができ、好みの知識は設計知識として充分活用されたことを示した。

本研究は、感性評価を取り入れて知識化した空間嗜好を設計に用いようとする萌芽的研究であり、提示した方法と獲得される知識の有効性の検証のため、対象を筆者のよく知る展示空間に限定し、設計知識の検証も対象空間をよく知る筆者が行うより他なかった。次の段階として、他者と知識を共有しながら他の展示の空間や、一般建築計画まで適用範囲を広げて、より幅広く検証を行う必要がある。

注

注1) ベイジアンネットワーク¹³⁾は統計的学習により、複数の変数間の関係を非循環有向グラフで表し、変数同士の関係をそれぞれ条件付確率で定量化する確率モデルである。

注2) ベイジアンネットワークを用いると、一部の変数の観測結果を証拠状態として設定したときの、それ以外の変数についての確率分布を、確率伝搬法と呼ばれるアルゴリズムにより推論することができる。これを確率推論と呼ぶ。

注3) 直交グラフ描画法¹⁴⁾はグラフの分かりやすさ・見やすさを主眼にして、可能な限りグラフ内部の面を矩形にし、非矩形の面の数が最小になるように、すべての線分を水平もしくは垂直に描画する方法である。

注4) 鑑賞者の動線形式Cは、移動できる方向をC1(1方面接続), C2(2方面接続), C3(3方面接続), C4(4方面接続), C5(5方面接続), C6(6方面接続), C9(その他)の7要素に分類した。面積S(m²)は、S1(S<6), S2(6≤S<25), S3(25≤S<56), S4(56≤S<100), S5(100≤S)の5要素に、細長比Aは、A1(1.0≤A<1.5), A2(1.5

≤A<2.0), A3(2.0≤A<3.5), A4(3.5≤A)の4要素に区分した。高さH(m)は会場高さをH1(H=2.8), H2(H=4.0), H3(H=12.0)の3要素で記述した。色彩Iは、床・壁・天井をそれぞれ一つの部位として、黒と白の部位数の組合せによって、I0(黒0部位, 白3部位), I1(黒1部位, 白2部位), I2(黒2部位, 白1部位), I3(黒3部位, 白0部位)の4要素に分類した。壁配置しは、単位空間の一辺の長さに対する壁の長さの合計(壁面率)が50%以上であれば1面とし、面の数により、L0(なし), L1(1面), L2(2面), L3(3面), L4(4面)の5要素に分類した。展示方式Eは、壁面展示方式、展示台方式、マネキン展示方式の3展示方式の配置される面数を0～1面、2～3面に大別し、それらの組合せ(壁面展示方式、展示台方式、マネキン展示方式)で記述した。E1(0-1面, 0-1面, 0-1面), E2(0-1面, 0-1面, 2-3面), E3(0-1面, 2-3面, 0-1面), E4(0-1面, 2-3面, 2-3面), E5(2-3面, 0-1面, 0-1面), E6(2-3面, 0-1面, 2-3面), E7(2-3面, 2-3面, 0-1面), E8(2-3面, 2-3面, 2-3面)の8要素とした。各要素の記述には略記号を用いた。詳しくは文献6)を参照されたい。

注5) 建築設計職に就く者25名、建築系学生25名の計50名の被験者の空間に対する好み、大きさや色彩の異なる7タイプの空間に対する好み傾向、好まない傾向、特定の空間だけを好む傾向の3傾向の違いによって、Ⅰ～Ⅵの6グループに分類した。詳しくは文献9)を参照されたい。

注6) いずれのモデルの判別率も7割前後であったが、様々な条件が複雑に絡み合い、予測が困難な人間の嗜好を確率で推測するには有効であった。モデルの判別率を上げ、嗜好の推測精度を高めることは今後の課題である。

注7) 観覧経路を歩きながら、次に見るべき展示物が垣間見えることで、次々と展示の予告がなされるように配慮すると、鑑賞者は展示の流れを理解しやすい。図11のように、次の展示物を見通せる開口部を設けておくことで、連続的な展示のストーリー性を保ち、鑑賞者の情報探索を促すことができる。

参考文献

- 1) Michael Polanyi 著 高橋勇夫訳：暗黙知の次元、ちくま学芸文庫、2003
- 2) 森典彦、高梨令：ラフ集合の概念による推論を用いた設計支援、東京工芸大学紀要、vol. 3, pp. 35 - 38, 1997
- 3) 松下大輔、宗本順三：CG画像の感性評価による対話型進化計算を用いたファサードガラス特性の探索法の研究、日本建築学会計画系論文集、第584号、pp. 187 - 192, 2004. 10
- 4) 杉浦徳利、岡崎甚幸：帰納論理プログラミングを用いた空間構成過程の解析、日本建築学会計画系論文集、第546号、pp. 141 - 148, 2001. 8
- 5) 齋藤篤史、宗本順三、松下大輔：感性評価に基づく形態要素のラフ集合を用いた組合せ推論の研究 - 産寧坂伝統的建造物群保存地区のファサードを対象として -、日本建築学会計画系論文集、第594号、pp. 85 - 91, 2005. 8
- 6) 宗本晋作：ベイジアンネットワークを用いた空間嗜好の確率モデルの研究 - 企画展の展示計画を対象として - その2 -、日本建築学会計画系論文集、第618号 pp. 173 - 179, 2007. 8
- 7) 宗本晋作、加藤直樹、今村元一：直交グラフ描画法を用いた室配置手法 - タブー探索法を用いた対話型多目的最適化 -、日本建築学会計画系論文集、第529号、pp. 279 - 286, 2000. 3
- 8) 宗本晋作、瀧澤重志、加藤直樹：直交グラフ描画を用いた展示の空間分割法、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 429 - 430, 2008. 9
- 9) 宗本晋作：自己組織化マップによる評価パターンの可視化分析を用いた空間嗜好の類型化の研究 - 企画展の展示計画を対象として -、日本建築学会計画系論文集、第609号、pp. 231 - 237, 2006. 11
- 10) 半澤重信：博物館建築 - 博物館・美術館・資料館の空間計画 -、鹿島出版会、1991
- 11) 展示学辞典、日本展示学会「展示学辞典」編集委員会編集、ぎょうせい、1996
- 12) 建築設計資料集成 建築 - 文化 日本建築学会編
- 13) S. Russell and P. Norvig 著 古川康一監訳：エージェントアプローチ人工知能(Artificial Intelligence, A modern approach)、共立出版、1997
- 14) M. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki, A Linear Algorithm for Orthogonal Drawings of Triconnected Cubic Plane Graphs, Proc. of 5th Int. Symp., GD '97. LNCS 1353, pp. 99 - 110, 1997, Springer Verlag

[2009年6月19日原稿受理 2009年8月28日採用決定]