一対比較時の選好再現性に関する 確率推論モデル[†]

松下 裕*

本論文では、服飾モデル刺激の一対比較における選好再現性を眼球運動特性から推測するベイジアンネットワークモデルを構築する。服飾モデル単独の評価得点に基づいて、一対比較のための3つのタイプの服飾モデルの組が用意される。すなわち、高得点 vs. 高得点、低得点 vs. 低得点、高得点 vs. 低得点の服飾刺激の組である。ベイジアンネットワークモデルによって、各タイプの刺激に対する眼球運動特性と選好再現性の関係が調べられる。回答時間が長くなると、選択刺激を凝視する場合と非選択刺激を凝視する場合で再現率は大きく異なる。その原因を調べるために、選好判断時の迷いの生起確率を眼球運動特性から推測する。これにより、2つの凝視パターンは選好判断に対する異なる態度に対応していることが判明する。

キーワード：ベイジアンネットワーク, 推論, 選好, 再現性, 眼球運動

1. はじめに

感性評価は製品開発においてしばしば実施されるが、本来、科学的データとして活用するために不可欠なはずの評価結果の再現性についての検証は殆どなされていないのが現状である。このことを問題にして、藤原ら[1]は服飾モデルの7件法による評価を1週間間隔で2回実施しその再現性を検討した。その結果、「着たい・着たくない」の総合評価ではある程度の相関(0.76)が見られるが「派手・地味」などのイメージ評価では相関(0.47)が低いこと、および再現性の低い被験者は7段階尺度の中間レベルに回答する傾向があることを報告した。すなわち、被験者や質問項目によっては感性評価の再現性は保証されることが示されたが、同時に、感性評価に科学的データとしての信頼性を付与するためにはどうしたら良いかを考える必要が生じたことになる。この問題に対して、どのような状況で再現性が確保されるかを調べた上で、評価実験の段階で判断結果の再現性を推測できるようにすることは一つの解決方法になるであろう。

このためには、刺激の見方と評価判断の関係を詳しく調べる必要がある。下條ら[2]は一対の顔刺激の選好判断時の視線分析から、被験者は最終的に選択した

顔を多く凝視し、決定直前には凝視偏向が急増する傾向があり、判断が困難な場合ほどその傾向は強まることを指摘した。さらに、選択刺激への凝視の偏向は選好判断を助長する効果(凝視カスケード効果)があると結論づけた。彼らの関心は選好の判断過程を心理学的観点から明らかにすることにあるが、一対比較時の眼球運動特性が選好判断に多大に影響しているという指摘は再現性の推測を行う上で特に説明変数の選定において有益である。

本研究の目的は、一対比較による選好判断の問題に対して、眼球運動特性から選好判断の再現性を推測するモデルを構築することである。このとき、ベイジアンネットワーク[3, 4]は有力な解決手段になると考えられる。なぜなら、我々が知りたいことは眼球運動特性値を所与としたときの再現率(条件付き確率)だからである。実際、感覚や感情の推定にベイジアンネットワークを用いた研究[5, 6]は既に多く存在する。本研究では、下條らに倣い、服飾刺激の評価得点によって判断が困難な課題(評価得点が近い刺激の組)と容易な課題(評価得点が離れた刺激の組)を設定し、課題ごとに選好判断の再現性に関する確率推論モデルの確率パラメータを決定し、眼球運動特性の再現率への関与の仕方を考察する。このとき、凝視カスケード効果が再現性に対しても意味を持つかどうか焦点を当て、課題別に再現率が高い(低い)ときの眼球運動特性を詳しく調べる。特に、選好判断時の「迷い」に注目して、凝視カスケード効果の意味を考える。

[†] A Probabilistic Inference Model of Preference Reproducibility in Pairwise Comparisons
Yutaka MATSUSHITA

* 金沢工業大学 情報フロンティア学部 心理情報学科
Department of Psychological Informatics, Kanazawa Institute of Technology

図1 提示した服飾モデルの刺激対の例

2. 実験方法

実験刺激はトップスとパンツの色彩に変動を与えたCG画像による服飾モデルである(図1)。トップスには5色(白, 黒, 青, 緑, 茶)が, パンツには2色(青, 黒)が使用された。なお, トップスとパンツの色の選定は高橋ら[7]の色票による好きな色と嫌いな色に関する評価実験結果を参考にした。

実験はこれらの服飾刺激を単体で評価するものと一対比較で評価するものの2種類が実施された。単体評価実験の目的は一対比較の組を作成することにある。すなわち, 単体評価実験の結果を踏まえて, 評価値の近いもの同士の組と離れたもの同士の組を作成し, 前者を比較判断の困難な課題, 後者を容易な課題と想定する。なお, 単体評価実験と一対比較実験はそれぞれ異なる被験者に対して行われた。

2.1 単体評価実験

単体評価実験は大学生48名に対して行われた。まず, 表1に示す8種類の服飾モデルをそれぞれ単独に7段階尺度で評価させた。表中, 上段は刺激の内容(「白-黒」はトップスが白でパンツが黒の意味)を, 下段は各刺激の評価得点の平均を示す。刺激全体の平均は3.9であり, 標準偏差は1.6であった。次に, 服飾モデルの評価値が近いもの同士と離れたもの同士で組を作成した。このとき, 近いもの同士の組では評価値の差が0.2以下になるように, 離れたもの同士の組では評価値の差が1.6以上になるようにした。特に評価値が近いもの同士の組では, 平均以上のもの同士の組(高得点同士の組: **HHケース**)と平均以下のもの同士の組(低得点同士の組: **LLケース**)を設定した。その理由は, 好ましいものから一つを選択するときと嫌悪感のあるものから一つを削除するときでは恐らく選好判断基準が異なっており, 判断時の眼球運動や判断の再現性に差が生じると考えられるからである。同様にして, 評価値が離れたもの同士の組(高得点と低得点

表1 服飾モデルの評価得点

モデル	白-黒	青-青	黒-青	白-青
平均得点	5.0	4.0	4.8	4.9
モデル	緑-黒	茶-青	緑-青	黒-黒
平均得点	3.1	3.1	3.1	3.2

表2 一対比較のケース

ケース	HH		LL			
	一対比較1	一対比較2	一対比較3	一対比較4		
トップス	白	白	白	黒	緑	緑
パンツ	青	黒	黒	青	青	黒
ケース	HL				その他	
	一対比較5	一対比較6	一対比較7	一対比較8		
トップス	黒	白	緑	白	茶	白
パンツ	黒	青	黒	青	青	青

の組)を**HLケース**と表記する。HHケースとLLケースが判断の困難な課題, HLケースが容易な課題という位置づけになる。表2に各ケースに割り当てられた一対比較刺激の内容を示す。各ケースの各刺激対を構成するモデル間で平均の差の検定を行った結果, HHケースとLLケースではどのモデル間においても有意差は見られなかったが, HLケースでは全てのモデル間において0.001%水準で有意差が見られた。なお表中, その他は平均以上のもの同士の組であるが, 評価値の差が0.9と比較的大きいのでHHケースには含めなかった。実際, この場合のモデルの平均間には0.2%水準で有意差が見られた。

2.2 一対比較実験

一対比較のための被験者は大学生76名(男性53名, 女性23名)であり, 年齢は20~24歳であった。眼球運動の計測に用いたアイマークレコーダの機種はRMR-8B(ナックイメーজテクノロジー)であり, 計測は両眼視差の問題を考慮に入れ右眼のみで行った。練習試行として, アイマークレコーダを装着しない状態で被験者に表2と異なる内容の3つの一対比較判断を行わせた後, 次の手順で実験を開始した。

- ① アイマークレコーダを装着し, 画像刺激を提示するパソコンの画面と被験者の位置を調整した後, パソコンの四隅と記録する視線を合致させるためのキャリブレーションを行った。
- ② 被験者に注視スライド(背景が白, 中央に十印のみ表示)を見せ, その後で実験刺激を提示し, モデルの選好と迷いに対する評価値を7段階尺度(図2)で回答させた。なお, 被験者には「どちらでもない」は回答しないように教示した。

手順②が一つの試行であり, 画像刺激提示から回答が行われるまでが回答時間となる。手順②の作業を一

図2 一対比較の評価尺度

人の被験者に対して合計8回行った。表2にこれら8試行の内容を示す。刺激提示は、順序効果は無視するためカウンターバランスを取った。この実験を同一の被験者に約3か月の間隔を開けて2回行った。

3. 眼球運動特性

アイマーカーレコーダの測定結果から導出する眼球運動特性は次の通りである。

回答時間

停留点回数比率(回数比率)

停留点時間比率(時間比率)

眼球往復回数(往復回数)

回答終了時の停留点位置(終了点)

以下、回答時間以外の眼球運動特性値の算出方法を説明する。まず、眼球が0.1秒以上停留した点を停留点と定義する。眼球が左(右)モデルに停留した回数が左(右)モデルの停留点回数であり、このときの時間が停留点時間となる。なお、眼球の運動量が小さく視線がモデルまで達していないと判断できる場合、停留点回数に含めないことにする。このルールの下に、停留点回数比率は左右のモデルのうち選択されたモデルの停留点回数のモデル内全停留点回数に対する比率として算出される。停留点時間の比率も同様の意味の時間比率である。さらに、回答終了までに、眼球が左右のモデルを往復した回数(左右どちらかの移動で終わったときは0.5回)の総計を眼球往復回数とする。回答終了時の停留点の位置は質的変数であり、「モデル間の中央」または「モデル内」のいずれかの値をとる。

これらの眼球運動特性値の抽出には、1回目の実験結果を用いた。5節の解析で使用したデータは、眼球運動特性値の抽出にエラーがなく、選好判断実験に2回とも参加した被験者52名(男性36名、女性16名)から得た延べ354回答である。ケース別の延べ回答数は、HHケースが105、LLケースが101、HLケースが148である。

表3 各ケースの再現率

	HH	LL	HL
迷った	0.56 (45)	0.53 (60)	0.40 (68)
迷わない	0.55 (60)	0.56 (41)	0.65 (80)
全体	0.55 (105)	0.54 (101)	0.53 (148)

4. 一対比較ケース別の再現率

一対比較実験において、1回目と2回目の選好結果が一致した場合を「選好に再現性がある」と定義する。ただし、結果の一致は、7段階尺度を無視し、左右どちらの刺激を選択したかによって判定する。すなわち、2回の実験ともに右(左)が好みの「少し以上」を選んでいれば、再現性があつたと判定される。「再現率」とは、再現性があつた回答数を全回答数で除した値である。迷いについては、1回目の実験結果に対して、7段階尺度の程度を無視して「迷った」と「迷わなかった」の2つのカテゴリーに分類した。

表3に、一対比較の各ケースの再現率を迷った場合と迷わなかった場合に分けて示す。表中、全体は2つの場合をまとめたものであり、カッコ内の数字はそれぞれの場合の回答総数である。表の全体の欄をみると、各ケースで再現率は0.5を僅かに超えた程度でありあまり高くはない。特に、選好判断が比較的容易と想定されるHLケースにおいてさえ、再現率が高くないことは注目に値するであろう。

さらに、全体でケース間の再現率の差の検定を行った結果、どの2ケース間にも有意な差は見られなかった。また、ケースごとに、迷った場合と迷わなかった場合の再現率の差の検定を行った結果、HLケースにおいてのみ0.2%水準で有意差がみられた。

5. 確率推論モデル

前節の検討よりケース別の再現率には殆んど差が見られなかったため、再現率の推測の検討は次の方針で行う。全てのケースをまとめて推論モデルのためのグラフ構造を抽出し、この下にケースごとの事前確率と条件付き確率を算定する。このとき、眼球運動特性のみを説明変数とした推論モデルを基本とし、迷いを説明変数に加えたものを追加版と考える。

5.1 眼球運動特性値と再現率

終了点を除くと、上述の眼球運動特性は量的データである。しかし、確率を離散的に割り当てるためには、これらのデータの離散化を行わなければならない。

i 下條ら[2]の1日間隔での再現性の実験では再現率76.7%と報告されている。これと比較しても本実験の再現率は低い。

表4 説明変数間の相関

	回答時間	回数比率	時間比率	往復回数
回答時間	1			
回数比率	0.10	1		
時間比率	0.15	0.53	1	
往復回数	0.69	0.13	0.17	1

い、そこで、眼球運動データの分布を正規分布と仮定して、度数がほぼ均等になるように3つのカテゴリーS(Small), M(Middle), L(Large)に分割した。以下、質的データに変換された眼球運動特性を説明変数に、前節で定めた選好の再現性を目的変数にとり、ベイジアンネットワークによる確率推論モデルの検討を行う。なお、この推論には解析ソフトBayonet[3]を用いた。従って、各ノードの事前確率および条件付き確率表は観測結果から得られた度数の正規化によって算出されている。

グラフ構造に関して、「相関の高いノード間にはリンクを設定する」ことにする。すなわち、説明変数間の相関係数の値(表4)より、回数比率と時間比率および回答時間と往復回数にはリンクを設定した。

このもとに、正解率とAICを基準として最適なグラフ構造を選出する。なお、選出の過程で、リンクが張られた一方のノードが説明変数から脱落した場合はそのリンクを外すことにする。まず、正解率は再現性の推論結果と実験結果が一致した場合を正解として、その数を全ての回答数で除した値である。また、AICは次式で定義される。

$$AIC = -2 \times MLL + 2 \times (\text{確率パラメータ数})$$

ここにMLLは最大対数尤度であり、具体的な算定方法は、例えば、[3, pp.57-58]を参照されたい。また、確率パラメータ数とは、推論モデル構築に対して、与えるべき(自由に動ける)確率値の総数であり、以下の例のように求められる。

例1. 図3のようなグラフ構造が与えられており、各ノードは2個の実現値を持つものとする。すなわち、 $A=a_1, a_2, B=b_1, b_2, C=c_1, c_2$ とする。このとき、結合確率 $\Pr(A, B, C)$ を算出するためには、各ノ

図3 グラフ構造の例

ドに図3に示すような事前確率と条件付き確率の表が与えられていれば良い。ただし、これらの確率表の上段もしくは下段のいずれかの行は不要であることに注意されたい。実際、Aの確率表を例にとれば、 $p_2=1-p_1$ となるからである。従って、この例題の場合、与えるべき確率値の総数は7($=1+2+4$)となる。

本研究では、「正解率が0.6以上で、AICが最小」のものを最良モデルとした。ただし、AICでは(定義式から分かるように)値が“2”異なると初めてパラメータ1個の増減の違いを意味するので、値が2以内の場合は同点扱いとした。この下に、全ケースで選出された最良モデルは2つ(モデルA, B)存在し、それぞれの説明変数、確率パラメータの数、正解率は表5に示す通りである。また、図4にモデルAのグラフ構造を示す。モデルBのグラフ構造も図4の回答時間を終了点に変えるだけで同様である。なお、時間比率と回数比率の矢印の向きはAICに基づいて定められたものである。ここで、正解率0.6以上の条件を3変数以下で満たすためには、回数比率と時間比率を組にして説明変数とすることが不可欠であった。これは、再現性の予測モデルの説明変数に、下條らの注目した眼球運動特性が含まれている点で注目すべきである。なぜなら、凝視カスケード効果と再現性の間には何らかの関係が存在する可能性が期待されるからである。

このグラフ構造の下にケースごとに事前および条件付き確率を算定した。このときのモデルA, Bの正解率を表6に示す。表より、モデルAではどのケースも0.7程度の正解率が確保されたが、モデルBではHHケースとLLケースにおいてモデルAほどの正解率は得られなかった(モデルAとモデルBで正解率の差の検定を行った結果、HHケースでは12%水準で、LLケースでは16%水準で有意差が見られた)。そこで、これ以降の検討はモデルAを代表させて行うことにする。表7

表5 最良モデルの説明変数と正解率

	説明変数	確率パラメータ数	正解率
モデルA	時間比率 回数比率 回答時間	37	0.64
モデルB	時間比率 回数比率 終了点	27	0.60

図4 モデルAのグラフ構造

表6 各ケースの正解率

	全ケース	HH	LL	HL
モデルA	0.64	0.71	0.67	0.68
モデルB	0.60	0.64	0.60	0.66

表7 各ケースの回数比率、回答時間と再現率

回数比率	回答時間	再現率		
		HH	LL	HL
S	S	0.47	0.77	0.58
S	M	0.61	0.52	0.55
S	L	0.63	0.45	0.56
M	S	0.62	0.65	0.57
M	M	0.52	0.47	0.56
M	L	0.47	0.52	0.41
L	S	0.47	0.53	0.58
L	M	0.61	0.45	0.52
L	L	0.41	0.49	0.32

に各ケースの回数比率と回答時間の属性値別に推測される再現率(i.e., 各属性値に関する再現性有りの条件付き確率値)を示す。また, 図5 (a)–(c)に, 各ケースの再現率と回答時間の関係を示す。3種類の折れ線は回数比率の3つの属性値に対応している。表7と図5より, 各ケースで再現率が高いときの眼球運動特性値には違いがあることが分かる。HHケースでは, 回数比率がSで回答時間がLまたはMのとき, および回数比率がM(resp. L)で回答時間がS(resp. M)のとき再現率が高い。LLケースでは, 回答時間がSで回数比率がMまたはSのとき再現率が高い。HLケースでは, 回答時間がSのとき, 回数比率に関わらず再現率が比較的高くなり, 回数比率がSならば, 回答時間に関わらず再現率は比較的高い。

以上より, 好ましくないもの同士の比較(LLケース)では早い時間で選好判断を完了することが再現性を高めるための必要条件と考えられる。さらに, 現実の購買行動で問題になると考えられるHHケースとHLケースについて, 回答時間が長いときの再現率を調べる。図5より, 回数比率がSとそれ例外の場合で再現率は大きく異なることが分かる。すなわち, 回数比率がSの場合, 回答時間が長くなると再現率は高いが, 回数比率がMまたはLの場合は回答時間が長くなると再現率は低くなる。従って, 購買行動での大雑把な判断基準として, 回数比率がSになるような見方をした(非選択刺激を多く見つめた)顧客にはある程度の再現性を期待できるということになる。しかし, この結果は下條らの凝視カスケード効果が再現性に対して意味をなさないことを示している。HHケースとHLケースでは, 非選択刺激を長く凝視した方が再現率は高まっ

(a) HHケース

(b) LLケース

(c) HLケース

図5 回答時間と再現率の関係

ており, 選好判断を助ける見方は再現性には結びついていない。直感的には, 選択刺激の凝視が選好判断を容易にするならば再現性を保証して良さそうに思えるから, この関係には疑問が残る。以下では, 選好判断時の迷いの大きさに注目して凝視カスケード効果が再現性に結びつかない原因を考察する。

5.2 迷い率と再現率

眼球運動特性を説明変数に, 迷い(有無)を目的変数にとったときの確率推論モデルを考える。

前節と同様な方法で求めた最適なグラフ構造を図6に示す。このモデルの確率パラメータの数は37である。ただし, 凝視効果と迷いの生起確率(迷い率)の考

図6 迷いの推論モデルのグラフ構造

表8 各ケース別の迷いの有無の正解率

全ケース	HH	LL	HL
0.70	0.75	0.75	0.74

表9 各ケースの回数比率, 回答時間と迷い率

回数比率	回答時間	迷い率		
		HH	LL	HL
S	S	0.18	0.38	0.27
S	M	0.53	0.57	0.47
S	L	0.33	0.72	0.75
M	S	0.30	0.37	0.27
M	M	0.57	0.68	0.53
M	L	0.65	0.59	0.73
L	S	0.43	0.43	0.27
L	M	0.45	0.68	0.34
L	L	0.64	0.72	0.84

察を綿密に行うために、正解率の基準を0.7に引き上げ、「回数比率をノードに入れる」という制約を与えた。回数比率に関する制約は、下條ら[2]が選好判断時の視線分析で選択刺激への凝視の頻度割合を用いたことを受けてのものである。この制約条件の下に、AICの値が2以内に入るモデルは図6のもの以外ⁱⁱ⁾には存在しなかった。表8に、各ケースの正解率を示す。表より、かなりの確度で迷ったか否かを予測できていることが分かる。表9に各ケースの回数比率と回答時間の属性値別に推測される迷い率(迷い生起の条件付き確率値)を示す。また、図7(a)–(c)に、各ケースの迷い率と回答時間の関係を示す。3種類の折れ線は回数比率の3つの属性値に対応する。図中の丸印は再現率が高かったときの回数比率と回答時間の属性値を示す。

表9と図7より、再現率が高かったときの迷い率と回答時間の関係についても、回数比率がSとLの場合で違いが見られることが分かる。回数比率がLでは再現率が高いと迷い率は高くはないが、回数比率がSではそうとは限らない。実際、HHケースやHLケースでは、回数比率がSのとき、ある程度迷い率が高くて

ii) 回数比率を時間比率に置き換えても全ケースにおいて同一の正解率の結果が得られた。

(a) HHケース

(b) LLケース

(c) HLケース

図7 回答時間と迷い率の関係

再現率は高いレベルを保持している。

前節の最後に提起した問題に答えるため、回答時間が長い場合に注目する。回数比率がSのとき、回答時間がMからLになると、HHケースでは迷い率が低下しているがHLケースでは増加している(ただし、HHケースの回数比率S、回答時間Lは回答数がわずかに3であり、被験者数を増やしての検討が必要である)。従って、非選択刺激の凝視は、必ずしも確信のある判断に至るとは限らないが、再現性のある判断に繋がっている。一方、回数比率がLのとき、いずれのケースにおいても回答時間が長くなると迷い率は高くなり再現率は低い。従って、回答時間が長くなったとき、迷いの高まりを打ち消すために選択刺激の凝視が

図8 推論モデルのグラフ構造(迷い含む)

表10 各ケース別の正解率(迷い含む)

全ケース	HH	LL	HL
0.67	0.72	0.70	0.71

始められると考えられる。以上より、回答時間が長くなったとき、回数比率SとLの見方は選好判断に対する異なる態度であると考えられる。すなわち、非選択刺激の凝視は嫌悪点を確認するためのものであり的確な判断を目指したものであるが、選択刺激の凝視は迷った選好判断を助けるためのものであり再現性のある判断を導くものではない。ただし、この結論には、例えば、選好判断の開始から終了までの回数比率の時間変化を記録し、どの段階で選択刺激への凝視偏向が顕著になるかを調べるなどの追加検討が必要である。

最後に、迷いを説明ノードに加えたときの再現率の推論モデルを考える。このときのグラフ構造は図4と図6を合体させたものである(図8)。このグラフ構造の下に、各ケースで事前、条件付き確率を求めたときの正解率を表10に示す。表6の結果と比較すると、迷いを加えても再現率にそれ程の向上は見られないことが分かる。この結果は、4節の再現率の差の検定結果と整合的である。しかし、この推論モデルの意味は凝視パターンを所与としたときに迷い率を知ることができる点にあり、眼球運動特性値と再現率の関係を心理的側面から考察できることにある。推論モデルの確率パラメータ数は97であり、今回の実験サンプルに対しては現実的ではないが、大規模データに対しては総合的な考察を可能性にすることが期待される。

6. おわりに

本研究では、服飾モデルの一対比較による選好判断の問題に限定して、ベイジアンネットワークを用いて眼球運動特性から選好再現性を推測するモデルを構築した。その結果、次の知見が得られた。

1. 服飾モデルの選好判断においては、判断の困難性に関して設定した全てのケースにおいて選好再現性は高くはない。
2. 時間比率、回数比率、回答時間は選好再現性に影響力を持つ眼球運動特性である。

3. 回答時間が長いとき、再現率の高低は非選択刺激の凝視回数が多い場合とそれ例外の場合で異なる。低得点刺激の比較ケース(LLケース)を除けば、非選択刺激を多く凝視する場合は回答時間が長くなっても再現率は高いが、両刺激を均等に見る場合と選択刺激を多く凝視する場合は回答時間が長くなると再現率は低くなる。
4. 従って、回答時間が長くなると、凝視カスケード効果は選好の再現性には結びつかない。
5. その原因として、回答時間が長くなったときの選択刺激の凝視と非選択刺激の凝視が持つ意味の違いが挙げられる。長時間をかけても非選択刺激の嫌悪点を確認できると再現性が確保されるが、選択刺激の凝視は、迷いが大きくなったとき、それを打ち消すための行動と考えられる。

今後の課題として、大規模データに対する本提案モデルの有効性の検証や選択刺激の凝視が選好再現性に結びつかないことの検証実験が挙げられる。

謝辞

本研究は2009年度金沢工業大学大学院修士2年生の腰山至君と心理情報学科4年生の荒野真奈実君による精力的な実験とデータ整理の結果に基づくものである。また、追加実験と確率推論のためのデータ整理には2010年度心理情報学科4年生の牧知宏君の協力をいただいた。学生諸氏の協力に感謝申し上げる。

参考文献

- [1] 藤原康晴, 宇野保子, 中川敦子, 福井典代. 服装に対する評定の個人による再現性の違いとその評定値への影響, 日本家政学会誌, Vol.50, No.10, pp.1071-1077, 1999.
- [2] S. Shimojo, C. Simion, E. Shimojo, and C. Scheier. Gaze bias both reflects and influences preference. *Nature Neuroscience*, Vol.6, No.12, pp.1317-1322, 2003.
- [3] 繁樹算男, 植野真臣, 本村陽一. ベイジアンネットワーク概説, 培風館, 2006.
- [4] 田中和之, ベイジアンネットワークの統計的推論の数理, コロナ社, 2009.
- [5] Q. Ji, P. Lan, and C. Looney. A probabilistic framework for modeling and real-time monitoring human fatigue, *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. - Part A*, Vol.36, No.5, pp.862-875, 2006.
- [6] 湯浅将英, 安村禎明, 新田克己, ベイジアンネットワークを用いた交渉エージェントの表情表出, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.11, pp.2710-2717, 2003.
- [7] 高橋晋也, 羽成隆司. 色嗜好表出における認知要因(2): 手続き変更による既報知見の一般化の試み, 日本色彩学会誌, Vol.32, No.4, pp.282-289, 2008.
(2011年7月28日 受付)
(2012年2月19日 採録)

[問い合わせ先]

〒924-0838 石川県白山市八東穂3-1

金沢工業大学 情報フロンティア学部 心理情報学科

松下 裕

TEL : 076-274-7408

FAX : 076-274-7061

E-mail : yutaka@neptune.kanazawa-it.ac.jp

著 者 紹 介

まつした ゆたか
松下 裕 [正会員]

1985年東北大学大学院工学研究科博士課程前期建築学専攻修了。同年、清水建設(株)大崎研究室入社、2000年同社技術研究所主任研究員。2005年金沢工業大学心理情報学科助教授。2007年同大学同学科准教授。現在に至る。博士(工学)。感性データの時系列解析や意思決定の研究に従事。日本知能情報ファジィ学会、日本建築学会、日本数学会、日本心理学会、各会員。

A Probabilistic Inference Model of Preference Reproducibility in Pairwise Comparisons by

Yutaka MATSUSHITA

Abstract :

In this paper, we develop a Bayesian network model that infers the reproducibility of preferences for pairs of fashion model stimuli from eye movements. Three types of fashion model pairs (i.e., high score vs. high score, low score vs. low score, and high score vs. low score) are provided according to the evaluation score of each individual model. Using the Bayesian network model, we examine the relation between reproducibility and eye movements for each type of pair of fashion model stimuli. In the case of large decision latency, the probabilities of reproducibility differ considerably in two gazing patterns, i.e., gazing frequently at the stimulus that is chosen or at the stimulus that is not chosen. In order to determine the cause of this difference, the occurrence probabilities of uncertain feelings in preference decisions are inferred from eye movements. It turns out that the two gazing patterns correspond to distinct attitudes toward preference decisions.

Keywords : Bayesian network, Inference, Preferences, Reproducibility, Eye movements

Contact Address : **Yutaka MATSUSHITA**

Department of Psychological Informatics, Kanazawa Institute of Technology

3-1, Yatsukaho, Hakusan, Ishikawa, 924-0838, JAPAN

TEL : 076-274-7408

FAX : 076-274-7061

E-mail : yutaka@neptune.kanazawa-it.ac.jp