

マルチメディア環境下の一対比較精神物理実験

02104000 日本大学生産工学部 † 草野 友進
01011500 日本大学生産工学部 大澤 慶吉
01205220 日本大学生産工学部 篠原 正明

1 はじめに

インターネット社会において、様々なマルチメディア情報を最終的に利用する人間にとってのマンマシンインターフェースあるいはヒューマンインターフェースを設計する際に、人間の五感である視覚、聴覚、臭覚、触覚、味覚をはじめとする各種感性特性を人間の感覚面から定量的に把握する必要がある。特に、人間を取り巻く各種感性に対して、人間がどのような基本的意思決定を行うのかという点に注目して、本研究を行った。

我々を取り巻く感性情報として、マルチメディア環境下において、人間を取り巻く感性属性としては、視覚、聴覚、臭覚、触覚、味覚などの人間の五感をはじめとして、思考賛成感、達成感、喜怒哀楽感、同情感、疲労感、等々、多岐に渡る。

マンマシンインターフェースに限定すれば、人間の五感に限定した議論で済むと思われるが、人間の思考内面まで踏み込んで考えると、前述した多岐に渡る感性情報を考慮すべきと考える。

2 意思決定と一対比較

私たちが『TVチャンネル選択』、『行動決起』、『商品購買』、『進路選択』などの意思決定を行う際に、AHPに従いこのプロセスを階層的に分解して考えたり、あるいは、ANPに従いネットワーク的に分解して考える。その際、大きな意思決定問題が、評価基準レイヤーならびに代替案レイヤーでの、小さな意思決定問題に分割される。すなわち、意思決定者がどの評価基準をどの程度重要と考えるか(どの評価基準にどの程度のウェイトをおいているのか)、各評価基準から見てどの代替案がどの程度重要かである。この複数項目の相対評価の基本要素が、2項目を比較する一対比較である。

3 全ウェイト同時決定法と一対比較法

ウェイト推定法としては、全ウェイト同時決定法

と一対比較法を取り入れた。全ウェイト同時決定法を取り入れる目的としては、人間の感覚神経が一対比較という手法を使用した時と否かの場合に、どの程度真値とかけ離れるものか、また、どの程度真値との距離が発生するの点に着眼点を置きたかったためである。そして、事前にアンケートを用いて25人を対象にした実データを収集した。

各実験を行うにあたって、各実験の標本数を25とし、それぞれ完全一対比較行列Aを作成した上で、算術平均法と幾何平均法、そして固有ベクトル法の3つの手法から推定実験を行う。

4 精神物理実験としての一対比較

感性属性として、面積の大きさに関する感覚(面積実験)と距離感(距離実験)、また、重量感(重量感実験)と時間感覚(時間感覚実験)の4種類を行った。入力データは一対比較(完全)行列測定値であり、ウェイト推定アルゴリズムとしては、全ウェイト同時決定法、算術平均法、幾何平均法、固有ベクトル法を考えた。

実験参加者(標本)数は各実験ともに25人である。各ウェイト推定アルゴリズムの性能の良さを表す尺度として、真値推定能力を考え、標本平均値と真値との距離を表1(面積実験)と表2(距離実験)に示す。(重量感実験と時間感覚実験の結果は省略。)但し、距離としては、絶対距離とユークリッド距離を採用した。また、各実験ともに、真値は既知である。

5 ウェイト推定の手法

一対比較行列A:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{pmatrix}$$

- 算術平均法 (AM)
一対比較行列 A の行毎の算術平均をとる。

$$w_i = \frac{a_{i1} + a_{i2} + a_{i3} + a_{i4} + a_{i5}}{5}$$

- 幾何平均法 (GM)
一対比較行列の行毎の幾何平均をとる。

$$w_i = \sqrt[5]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot a_{i3} \cdot a_{i4} \cdot a_{i5}}$$

- 固有ベクトル法 (EV)
一対比較行列 A の固有値問題 $Ax = \lambda x$ を満たす n 次元ベクトル u が存在するスカラー λ の中で最大なスカラー λ を算出する。

$$A \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix}$$

6 実験結果

表 1: 面積実験

	絶対距離	ユークリッド距離
全ウェイト同時決定法	0.03621	0.02040
算術平均法	0.01734	0.009841
幾何平均法	0.014984	0.008446

表 2: 距離実験

	絶対距離	ユークリッド距離
全ウェイト同時決定法	0.03012	0.01584
算術平均法	0.034001	0.018649
幾何平均法	0.032886	0.017944

7 考察

面積実験 (表 1) によれば、絶対距離ならびにユークリッド距離共に幾何平均法が真値推定能力に優れていることがわかる。本実験は被験者に標本測定をフィールドで実際に行う精神物理実験である。一方で、同様な内容を理論シミュレーションの枠組みで乱数発生メカニズムを組み込む確立実験では、算術平均法の優位性が指摘されており、本実験の結果は理論シミュレーションでの結果とは異なる結果となった。

距離実験 (表 2) によれば、意外にも、(一対比較によらない) 全ウェイト同時決定法による真値推定能力が高いと出た。これは、距離実験において、被験者らが A 地点-B 地点、A 地点-C 地点、A 地点-D 地点、... と同時比較した時に、各々、2km、4km、3km、... 等と距離を km 単位で想定することができたからと思われる。これは、絶対評価であり、メートル原器との相対比較 (一対比較) をしていると考えられ、真値推定精度が向上したのと考えられる。

なお、同時決定法以外では、この場合も、幾何平均法が最良である。

8 おわりに

完全一対比較行列からウェイト推定するアルゴリズムの真値推定能力を、人間の五感、さらには、その他の感性の範囲に広げたマルチメディア感性属性の点から、精神物理一対比較実験により検証した。面積感、距離感、また、重量感、時間感覚など部分的ではあるが、幾何平均法が実験シミュレーションの枠組みでは最良の推定法であることが判明した。(面積感と距離感に関して) マルチメディア環境下のインターフェース確立のために、どのような感性情報の場合にいかなるウェイト推定法を採用すれば効果的かの総合的研究を今後まとめたい。さらに、グループ意思決定、不完全一対比較情報の場合についても、精神物理実験ならびに確率実験の 2 面より研究を続行したい。

参考文献

- [1] 草野友進、三宅千香子、肥田裕子、播磨砂登美、篠原正明: 面積図形を用いた一対比較法の効果測定、日本大学生産工学部、第 36 回学術講演会、pp.77 ~ 78(2003.12)
- [2] 三宅千香子、草野友進、篠原正明: 各種精神物理実験によるウェイト推定法の比較評価、日本 OR 学会研究部会、平成 15 年度第 6 回、評価の OR、資料 (2004.2.14)
- [3] Rozann W.Saaty : Validating The Analytic Hierarchy Process and The Analytic Network Process With Applicatins Having Known and Measurable Outcomes. JSAHP2003 pp65 ~ 78