

マルチメディア一対比較精神物理実験

日大生産工(院) ○ 草野 友進
日大生産工 篠原 正明
日大生産工 大澤 慶吉

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 アンケート調査の実施と回答の整合性

今回のアンケート調査を実施するにあたって有効回収率を高めるため被験者を日本大学生産工学部数理情報工学科に所属する学生を無作為に抽出した。(AHPの概念を理解している前提の下で調査を実施したかったため。)調査票は、調査の主旨、テーマの説明、評価基準間の比較の設問、(設問、解答欄)、代替案の比較の設問、(設問、解答欄)、から構成され、分量はA4判で9頁となった。なお、調査票の一対比較の個数は全体で50回あり、一対比較評価を記述するための9段階評価法は今回採用していない。

今回の精神物理実験は、より信頼性の高い実データを用い解析を行うため、整合性という尺度をひとつだけ解析の前に回収した個々の調査票の総合重要度について整合度 (consistency index、CI) を調べることにした。

$$\frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

(1)式を用いて各一対比較行列の整合度CIを調べる。この結果、整合度CIが0.15以下のものを有効な調査票としAHPによる解析に用いることにする。

(注)

- 本概要に掲載されている実験結果は実データ数が少数であったため整合度の観点を取り入れていないまま結果を出力し掲載した。

4 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法を採用した時と否かの場合に、どの程度真値との距離が発生するのかという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15人を対象にした実データを収集した。

(2004年10月現在)

各実験を行うにあたって、各実験の実データ数を15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(以下AM)と幾何平均法(以下GM)、そして固有ベクトル法(以下EV)の3つの手法から推定実験を行う。

5 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(距離感覚実験)、また、重量感(重量感覚実験)と時間感覚(時間感覚実験)、そして、味覚(味覚実験)の5種類の実験を行った。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、AM、GM、EVを考えた。

実験参加者(標本)数は各実験ともに15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から表5に示す。但し、距離としては、絶対距離 $A_{0,k}$ とユークリッド距離 $E_{0,k}$ を採用した。また、各実験ともに、真値はすべて既知である。

Psycho-physical Experiment of Multimedia Pairwise Comparison

Tomoyuki KUSANO[†], Masaaki SHINOHARA and Keikichi Osawa

6 ウェイト推定の手法

一対比較行列 A :

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

- AM
一対比較行列 A の行毎の算術平均をとる。

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

- GM
一対比較行列の行毎の幾何平均をとる。

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

- EV
一対比較行列 A の固有値問題 $A\mathbf{x} = \lambda\mathbf{x}$ 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。

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

7 実験結果

以上の条件のもとで AHP による解析を行い、実データ数 15 票による集計結果を下表 1～5 に示す。

表 1 面積実験

	$A_{0,k}$	$E_{0,k}$
同時決定法	0.041483	0.032018
AM	0.029625	0.016745
GM	0.030336	0.016745
EV	0.030027	0.027567

表 2 距離感覚実験

	$A_{0,k}$	$E_{0,k}$
同時決定法	0.030802	0.023198
AM	0.048238	0.026501
GM	0.051365	0.028771
EV	0.047313	0.026100

表 3 重量感覚実験

	$A_{0,k}$	$E_{0,k}$
同時決定法	0.050046	0.036101
AM	0.030245	0.017508
GM	0.028129	0.015775
EV	0.029869	0.016764

表 4 時間感覚実験

	$A_{0,k}$	$E_{0,k}$
同時決定法	0.040467	0.029493
AM	0.030582	0.016135
GM	0.027703	0.015156
EV	0.027851	0.015297

表 5 味覚実験

	$A_{0,k}$	$E_{0,k}$
同時決定法	0.044627	0.031561
AM	0.038009	0.020638
GM	0.037100	0.020127
EV	0.037047	0.020181

8 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ほぼ同じ値を出力しており、若干 AM 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ほぼ同じ結果となった。

距離感覚実験 (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ものと考えられる。

人間の五感のひとつ、味覚実験 (表 5) においては、一対比較法における真値推定能力に大きな差が見られず、 GM と EV の結果がほぼ同じ値となった。本論文に掲載した実験結果は要素 i よりも要素 j が望ましく、要素 j よりも要素 k が望ましいといった整合のとれていない一対比較行列が数多くあり味覚実験を実施した結果、信頼性の高い結果そして結論は得られていない。なお、距離感覚実験と同様に、味覚実験においても一対比較によらない全ウェイト同時決定による真値推定能力は他の実験結果と比較しても高い結果となった。

(重量感覚実験、時間感覚実験の考察はスペースの関係上、本概要には掲載されていません。)

9 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、等々、部分的ではあるが、一対比較という概念を適応した方がより真値推定能力に優れている結果となった (距離感覚実験を除く)。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、篠原正明、大澤慶吉: マルチメディア環境下の一対比較精神物理実験、日本オペレーションズリサーチ学会 秋季研究発表会、アブストラクト集 (2004.9.8 pp168 ~ 169)
- [2] Rozann W.Saaty : Validating The Analytic Hierarchy Process and The Analytic Network Process With Applicatins Having Known and Measurable Outcomes. JSAHP2003 pp65 ~ 78
- [3] 刀根薫、眞鍋龍太郎、AHP 事例集、日科技連