

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330330

研究課題名(和文)感性評価のための時系列解析手法の構築

研究課題名(英文)Development of a time series analysis method for Kansei evaluation

研究代表者

松下 裕 (Matsushita, Yutaka)

金沢工業大学・情報フロンティア学部・准教授

研究者番号：60393568

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は動画像評価において意識構造を把握できる時系列解析手法を構築することである。まず、評価に対してショット間の相互作用が重要になり得るので、重み付き加法形モデル(ある定数のべきで表される係数を持つ自己回帰モデルに対応)の適用条件を導出する。これは外延構造の一般化によって行われるため、任意有限個のショットから成るシーンの選好比較に本モデルを適用するときの妥当性を検証できる。次に、複数回のショット交錯を有するシーンにおいて、各回のショット交錯が視聴者の退屈感に与える影響を時系列解析によって考察する。退屈感が急激に上昇する被験者では過去のショット交錯がこの上昇に寄与していることが示唆される。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research is to develop a time series analysis method for evaluation of moving images such that we can clarify subjects' structure of consciousness. First, since interaction between shots seems to play an important role in the evaluation, we derive the conditions for using a weighted additive model, which corresponds to an auto-regression model in which the coefficients are expressed by powers of a constant. This is accomplished by generalizing extensive structures, and hence we can verify the validity of applying the model to preference comparisons between scenes consisting of any finite number of shots. Second, providing a video including several times of alternations of shots, we consider the effect of each alternation on the increment of boredom by the time series analysis. It is suggested that in the case of subjects who perceive boredom suddenly at a certain number of times of alternatives, the much previous alternations of shots give rise to this feeling.

研究分野：効用理論

キーワード：感性情報 感性計測評価 時系列解析 動画像

1. 研究開始当初の背景

コンピュータ技術の発展に伴い、都市や景勝地などの紹介は動画像を用いて行われるようになってきた。これに伴い、動画像の評価実験も活発に行われるようになってきたが、映像全体を被験者に視聴させた上で質問紙による感性評価が実施されることが多い。評価値の経時的变化をみるために、映像を視聴させながら各時点の評価値を回答させるという実験も見られるが、評価に注意が奪われ正当に映像を視聴できたかどうかは極めて疑わしい。以上より、動画像解析において本質的な問題であるはずの「各時点のショットと評価との相関分析」の研究は殆どなされていないのが現状である。その原因として、様々なショットが交錯する動画像において、任意時点の評価値を実験によって抽出することの困難性が挙げられる。従って、時点評価値を何らかの解析手段によって算出せざるを得ないのであるが、このとき、映像心理学で言われている「文脈効果：映像の印象は各ショットの並び方によって大きく変わる」ことには留意するべきである。しかし、このような文脈効果(ショット間の相互作用)を考慮に入れた上で評価値を算出できる解析手法は未だ提案されていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は動画像の感性評価のための時系列解析手法を構築し、評価時の視聴者の意識構造を把握できるようにすることである。動画像の感性評価ではショット間の相互作用を反映することが肝要であり、時系列解析の予測関数として相互作用を反映できるモデルを用いる必要がある。然るに、相互作用モデルは予測解の不安定化を招く恐れがあり、使用に際して選出の根拠を明確にすることが重要になる。本研究では、その準備段階として、重み付き加法形モデル

$$u(ab) = u(a) + \delta u(b), \delta > 0 \quad (1)$$

の適用条件を公理的測定論の文脈で導出する。ここに、 ab は2時点のショット列を意味し、 δ は定数である。(1)式を研究対象とする理由は、将来、 δ を b の関数に拡張できれば相互作用モデルになり得るし、カルマンフィルタに基づいて時系列解析手法を構築するとき、(1)式は(定数のべきで表される係数を持つ)自己回帰モデルに対応するからである。また、提案する時系列解析手法に基づいて、映像の各ショットが視聴者の感性評価に与える影響を分析する。具体的には、複数回のショット交錯を含むシーンに注目して、各回のショット交錯が退屈感の発生や増加にどのように関与するかを考察する。

3. 研究の方法

解析対象の映像は、東京オリンピック招致プロモーションビデオ(PV)のうちバスケットボールをしている少年の(ボールがリンク

に引っかかる)トラブルを通りがかりのプロバスケットボール選手が助けるというシーンである。この映像では、選手と少年のショット交錯が巧妙に使われており、これが視聴者に「少年を助けてやってほしい」という(映像の目的)感情を強める効果を与えている。本研究では、ショット交錯回数の増減が目的感情に与える影響(編集効果)を調べる。具体的には、ショット交錯によって引き起こされる退屈感と目的感情の関係を調べる。さらに、退屈感の生起メカニズムを推定する。

退屈感は映像全体の視聴後に被験者から聞き出したものである。従って、(後述のA1刺激を除けば)複数のショット交錯を通して見せた後に感じる退屈感であるから、この評価値を「累積評価値」と呼ぶ。累積評価値は個々のショット交錯が生み出す退屈感の積み重ねとして算出されるはずである。一方、個々のショット交錯が生み出す評価値を、何番目のショット交錯であるかを明記して「ショット交錯 t の評価値 ($t = 1, \dots, 4$)」と呼ぶ。ここで、ショット交錯 $t (\geq 2)$ の評価値はそれ以前のショット交錯を見たという前提での評価値であり、それ以前のショット交錯の影響を受けた退屈感の評価値である(t 番目のショット交錯だけを見たときの評価値ではない)。従って、ショット交錯 t の評価値は実験で被験者から聞き出すことは不可能であり、カルマンフィルタによって推定する。以下、カルマンフィルタで使われるモデル化関数と具体的な実験方法を説明する。

(1) モデル化関数

以下、ショット交錯 t までの累積評価値(観測値)を y_t とし、ショット交錯 t の評価値を x_t 、母平均を μ_t とする。例として3次の自己回帰モデルAR(3)を取り上げれば、状態方程式と観測方程式は次式で表される。

$$x_t - \mu_t = \sum_{i=1}^3 \phi_i (x_{t-i} - \mu_{t-i}) + v_t,$$

$$y_t = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t x_i + w_t,$$

ここに、 ϕ_i は直近 i 時点前の係数であり、 v_t 、 w_t はともに平均0でそれぞれ分散 σ^2 、 ω^2 のホワイトノイズである。なお、 x_0 、 x_{-1} 、 x_{-2} は0とする。上式において、 $\phi_3 = 0$ ($\phi_2 = \phi_3 = 0$) とすれば2次(1次)の自己回帰モデルAR(2)(AR(1))に対応する。ここで、

$$\mu_t = \sum_{i=1}^{t-1} \phi_i \mu_i$$

だから、未知パラメータ μ_1 と ϕ_i ($i = 1, 2, 3$) のみを推定すれば良い。このとき、各ショット交錯が退屈感にマイナスに作用しないという仮定を設定し、累積的评价値が7件法のアンケートで聞き出されたことを考慮して、以下の制約条件を導入した。

$$\phi_i > 0, 7 \geq \mu_t \geq 1 (t = 1, \dots, 4)$$

(2) 実験方法

対象とする映像は招致 PV の一部であり、プロバスケットボールの選手(P)が少年(B)に与えるサプライズを視聴者に感じさせるものである。シーン構成は、導入部分、BとPのショットの交錯(2回)、Bのボールがリングに引っかかるトラブルの解消と全員でのボールゲームである(図1)。この原作に対してBとPのショットの交錯回数を増減させることにより、4種類の刺激を作成した(表1)。ストーリー展開を保持するために、全刺激(A2が原作)に導入、トラブル発生、ボールゲームの部分を含めた。被験者は金沢工業大学の学生95名である。被験者にはA1~A4を視聴させ、(映像の楽しさ)と少年を助けてやってほしいか(映像の目的感情)を7段階評価で回答させた。次に、A1~A4のボールゲーム部分を削除した刺激を見せ、退屈感(累積の評価値)について7段階評価で回答させた。

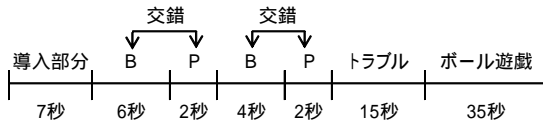


図1 映像のシーン構成

表1 各刺激のショット交錯回数

刺激	PとBの交錯回数
A1	1回
A2(原作)	2回
A3	3回
A4	4回

4. 研究成果

(1) モデル化関数の適用条件

(1)式(重み付き加法モデル)の適用条件を導出する。以下、ショット列を各時点ショットの連結として表す。Aをショット列の集合とし、 \succsim をA上の選好とする。特に、 \succ を強選好、 \sim を無差別とする。ショット列は“左連結記法”により、最新のショットを基準として、過去に遡る形で記述するものとする。すなわち、 a, b, c を各時点ショットとすると、 $a(bc)$ により c, b, a がそれぞれ第3, 2, 1時点のショットであるショット列を意味する。ここで、“右連結記法”で記述したショット列は全く異なる意味になる。すなわち、 $(ab)c$ と記述すると、 c は第2時点のショットであり、 b, a はいずれも第1時点のショットとなる。さらに、特殊な元 e を用意する： ea でショット a の1時点の先送りを、 $e\backslash a$ でショット a の1時点の後戻りを意味させる。従って、

$$e(e\backslash a) \sim a \text{ and } e\backslash (ea) \sim a$$

となる。このもとに、演算子 \circ を

$$b \circ a = b(e\backslash a)$$

で定義する。上記の解釈より、 $b \circ a$ はショッ

トの同時連結を意味する。ここで、ショット列に以下の条件を与える。

- C1. 単調性： $a \succsim b \quad ca \succsim cb \quad ac \succsim bc$.
- C2. 右単位元： $ae \sim a$.
- C3. 左非負性： $ba \succsim a$.
- C4. 右可解性： $a \succ b \Rightarrow a \sim bx$ for some $x \in A$.
- C5. 右アルキメデス性：どんなショット列に対しても、選好でそれを上回るショット列を任意ショットの右連結で作れる。
- C6. 結合-可換性： $(ab)c \sim (ba)c$.

C1~C5は外延構造の条件と同種(C2は特別な条件)であるが、C2~C4はいずれか一方の連結演算でのみ成立するように記述されている点で一般化されたものである。なお、C6は第2時点に共通のショット c が付与されていれば、第1時点のショット a, b の視聴のさせ方に選好は影響されないことを示すものであり、新たに提案されたものである。

C1~C6の条件が成り立つとき、 (A, \succsim, \circ, e) は e を単位元(i.e., $e \circ a \sim a \circ e \sim a$)とする外延構造となる。従って、公理的測定論の知見により、A上に以下の性質を持つ実数値関数 u が存在する：

- 順序保存性： $a \succsim b \quad u(a) \geq u(b)$,
- 加法性： $u(b \circ a) = u(b) + u(a)$.

ここで、 $ab = a \circ (eb)$ を考慮に入れると、 $u(a \circ (eb)) = u(a) + u(eb)$ を得る。さらに、 e の左乘法に次の性質

- C7. 先送り両立性： $e(ab) \sim (ea)(eb)$.

を付与すれば、加法形関数の許容変換($u \rightarrow \delta u$, $\delta > 0$)から等式 $u(ea) = \delta u(a)$ が得られる。以上より、(1)式の関数が導出された。

以上の条件導出は外延構造の一般化により行われたものである。このように重み付き加法形モデルの条件を連結演算子の前提の下で誘導した研究は初めてのものであり、(無限次元のショット列を用意せずとも)任意有限個のショットから成る列の選好比較にこのモデルを適用するための条件検証が可能となった。今後、重み δ が b の関数となるように理論を発展させれば、相互作用モデルの適用条件の導出に繋がると考えられる。

(2) 退屈感と目的感情の関係

退屈感の累積評価値の結果から被験者を3タイプに分類した。表2に被験者のタイプと人数を示す。図2に各タイプの累積評価値の平均のグラフを示す。なお、3タイプ以外にも18名が存在したが以下の検討では除く。

表2 退屈感評価値の被験者のタイプ

タイプ	内容	人数
A3	A3で急激に退屈感が増す	20
A4	A4で急激に退屈感が増す	28
漸増	徐々に退屈感が増す	29

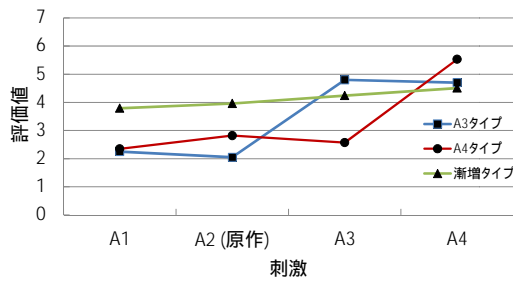


図 2. 被験者タイプ別の退屈感評価値

退屈感と映像の目的感情との関係を調べるために、退屈感による被験者のタイプ別に A2 と他水準において目的感情の平均の差異の検定を行った。図 3~5 に A3 タイプ、A4 タイプ、漸増タイプの目的感情の平均と 95% 信頼区間を示す。図 3 より、A3 タイプでは（有意差は無かった）A1 から A3 まで得点が漸増し A4 で減少した。従って、退屈感を感じるまではショット交錯の増加に伴って目的感情は高まるが、それを越してショットを交錯させると目的感情は低下する。図 4 より、A4 タイプでは、A2 - A3 間、A2 - A4 間の差が 5% 有意であった。従って、ショット

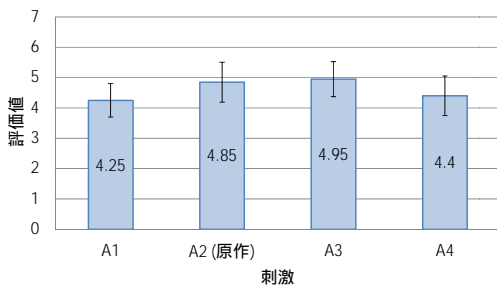


図 3 A3 タイプの目的感情の得点比較

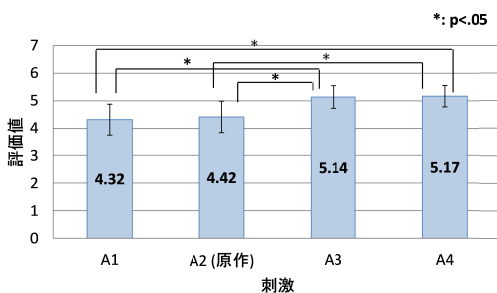


図 4 A4 タイプの目的感情の得点比較

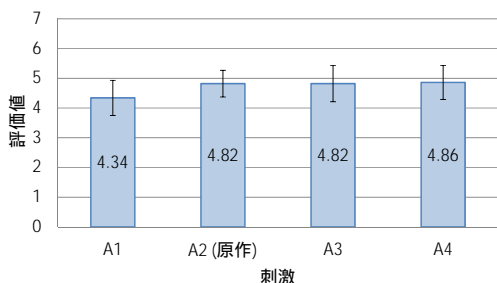


図 5 漸増タイプの目的感情の得点比較

交錯を増やせば目的感情が高まることになる。図 5 より、A3 タイプでは交錯回数に関わらず、目的感情は安定していた（水準間の有意差は見られなかった）。

以上より、ショット交錯が引き起こす退屈感と目的感情の関係に関して、次の知見が得られた。

- 被験者はある交錯回数で急激に退屈感が現れるタイプ（A3, A4）と漸増するタイプに分類された。
- A3, A4 タイプでは、退屈感を認識後さらにショット交錯を繰り返すと目的感情は減少する。一方、漸増タイプでは目的感情はショット交錯回数に関わらず安定している。

(2) 退屈感の発生メカニズム

時系列解析手法を用いて、被験者タイプ別に退屈感の発生メカニズムを考える。被験者タイプ別の最良の自己回帰モデルとその係数の推定結果を表 3 に示す。表中、斜線はその係数が不要であったことを意味する。表より、A3, A4 タイプではそれぞれ 2 次および 3 次の自己回帰モデルが最適モデルであり、A3 タイプでは 2 期前の、A4 タイプでは 3 期前の退屈感の影響を強く受けていることが分かる。すなわち、退屈感の顕在化は過去のショット交錯の影響が加味されて起こると考えられる。従って、被験者が退屈を認識した時点である程度の忍耐を強いられており、このことがショット交錯の追加により目的感情の減少が起きる原因であると考えられる。一方、漸増タイプの最適モデルは 1 次の自己回帰モデルであり、1 期前の退屈感の影響が支配的である。

表 3 被験者タイプ別の係数推定値

タイプ	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	最良モデル
A3	0.52	2.50	/	AR(2)
A4	1.01	0.01	4.58	AR(3)
漸増	5.31	/	/	AR(1)

以上より次の知見が得られた。

- A3, A4 タイプでは、それぞれ 2 回目、1 回目のショット交錯が退屈感の急増に大きく影響している可能性がある。
- 漸増タイプでは、退屈感に対して直前のショット交錯の影響が支配的である。

これらは時系列解析を実施することによって明らかになったものであり、被験者の評価特性を見極めた上で各時点の刺激と感覚値との相関分析を行うことは動画像の感性評価において重要である。今後の課題として、相互作用モデルの適用条件の導出が挙げられる、これにより簡単なスクリーニング実験で被験者のタイプ分類を行った上で、感性評価の時系列解析を実施できるようにすることが肝要であると考えられる。

<引用文献>

- 中島義明 . (2011) . 映像の心理学 , 有斐閣 .
Krantz, D. H. et al. (1971). *Foundations of measurement, Vol. 1*. New York: Academic Press.

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

- Matsushita, Y. (2014). Generalization of extensive structures and its representation. *J. of Mathematical Psychology*, 査読有, Vol. 62–63, pp. 16–21.
DOI: 10.1016/j.jmp.2014.09.005.

[学会発表](計 8 件)

- Matsushita, Y. (2016. 7/27 発表予定). Axiomatization of a weighted additive with the weight dependent on returns, *International Congress of Psychology 2016, PACIFICO Yokohama* (神奈川県横浜市).
Matsushita, Y. (2016. 6/21 発表予定). Axiomatization of a utility model reflecting impatience dependent on the magnitude of returns, *European Mathematical Psychology Group (EMPG) 2016*, Copenhagen (Denmark).
Matsushita, Y. (2015. 9/2). A generalized extensive structure with a right action of interest rates, *European Mathematical Psychology Group (EMPG) 2015*, Padua (Italy).
松下裕. (2015. 8/26).東京オリンピック招致プロモーションビデオにおける2種類のカットの交錯が与える心理効果, 日映像情報メディア学会, 東京理科大学 (東京都葛飾区).
松下裕. (2014. 9/14). アニメーション刺激を用いた都市景観評価の時系列解析 - スカイライン波形のスペクトル解析 -, 日本建築学会大会学術講演梗概集都市計画, 神戸大学 (兵庫県神戸市)
松下裕, (2014. 9/11). Extensive Structure の一般化と重み付き加法形モデル . 日本心理学会第 78 回大会公募シンポジウム,同志社大学(京都市).
Matsushita, Y. (2014. 7/31). Idempotent bisymmetric structure with unrestricted solvability and a different type of Archimedean axiom, *European Mathematical Psychology Group (EMPG) 2014*, Tübingen (Germany).

松下裕, 畑中颯太 . (2013. 9/9). アニメーション刺激を用いた都市景観評価の時系列解析 屋根形状が作るスカイラインの影響 , 第 29 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 日本知能情報ファジィ学会, 大阪国際大学 (大阪府枚方市).

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]

ホームページ等

http://www2.kanazawa-it.ac.jp/matsulab/link/matsulab_tea.html

6 . 研究組織

(1)研究代表者

松下 裕 (Matsushita Yutaka)
金沢工業大学・情報フロンティア学部・准教授
研究者番号 : 60393568

(2)研究分担者

無し

(3)連携研究者

無し