

グローブボックス開き挙動における好まれる印象再現の検討*

楠見 昌司¹⁾ 飛谷 謙介²⁾ 山崎 陽一²⁾ 谿 雄祐²⁾ 長田 典子²⁾

Study on Reproduction of Preferred Impression in Opening Behavior of Glove Box

Masashi Kusumi Kensuke Tobitani Yoichi Yamazaki Yusuke Tani Noriko Nagata

In order to increase the Kansei value of the glove box, we constructed a model to predict the opening behavior preferred from the relationship between impression evaluation and opening behavior characteristics. Based on this prediction model, we created a preferred opening behavior and verified its effect. From a result of the effect verification, we confirmed that the accuracy of the model structure and the preference were improved.

KEY WORDS: Human engineering, sensitivity, Perceptual and sensory characteristics, Kansei, Impression, Behavior characteristics, Prediction model, Effect verification (C2)

1. 目的

車のインテリアは安全、安心の確保、美しさ、耐久性、保守性、操作性の良さを基本としてそれらを達成する中でさらに軽量化、安価なこと等を目標として開発を進めている。加えて、差別化あるいはより高い価値を求めて機能の追加や感性価値を高める試みも行われている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

さらに、運転支援技術の進歩に伴い、運転の負担も軽減されることで⁽⁴⁾、今までよりも一層、インテリアの商品性に対する価値への要求も高くなるであろう。

経済産業省が取りまとめた「感性価値創造イニシアティブ」によるといい商品、いいサービスとは、作り手のこだわり、趣向、遊び、美意識、コンセプトなどが、技術、デザイン、信頼、機能、コスト等によって裏打ちされ、ストーリーやメッセージをもって「可視化」し「もの語り」化することにより、これが、生活者に「感動」「共感」をもって受け止められる商品やサービスとある⁽⁵⁾。

この様なより良い商品をユーザに提供するための試みを実施した。それを実現するために、理論、予測、再現、検証の確からしさを達成手段とし、ユーザに我々の提供したい印象を正しく伝えられることを目的とした。ここではグローブボックスの開き挙動を具体的な題材とした。ユーザがグローブボックスを開ける時に、2つの場面で印象が想起される。一つ目はレバーを引く時であるが、その反力として感じる荷重とストロークといった、いわゆる F-S 特性が印象に関連する

という事が知られている⁽⁶⁾⁽⁷⁾。次にロックが解除された後の見た目の開き挙動もユーザの印象を左右する⁽⁸⁾。しかしながらその振る舞いのどのような要因が、どのような印象と関連しているのかといった詳細に関しては明確になってはいない。このため我々は見た目の開き挙動に着目した。一般に開き挙動は操作方法で変動するため、操作方法を切り離し、見た目の挙動のみを評価できるように実験、再現手法を構築した。

2. 物理特性値の計測

インテリア部品において、蓋の付いている部品に関して開き挙動を計測した。ここで対象とした部品は、グローブボックス、カップホルダーリッド、サングラスホルダー、アッシュトレイリッド、コンソールリッド等である。これらの部品の蓋部位に6軸のイナーシャセンサを貼り付け、3軸まわりの角速度と3軸方向の加速度を計測した。これらの計測を市販されている約40車種で実施した。

得られた角速度を積分し、開き角度の時系列データを算出した。その際、ドリフト成分を補正したのち、開き挙動から受ける印象に焦点を絞るために最大開角度が1になるように標準化処理を行った。

3. 比較刺激の作成

前述の角速度を計測する際、高速度カメラを用いてグローブボックスが開く挙動を1000frame/secで撮影し、開き角度毎の画像を入手した。

物理特性を計測した様々な開き挙動から、計測で得られたプロファイルが特徴的な24種を選出し、それらの時間ごとの開き角度に、撮影で得られた画像を当てはめ、静的なデザインは同一だが挙動の異なる映像を作成した。これらの映像を

*2019年11月7日受理。

1) (株)本田技術研究所 (321-3321 栃木県芳賀郡芳賀町大字下高根沢 4630)

2) 関西学院大学 (669-1337 兵庫県三田市学園2丁目1番地)

比較刺激として用いた(図1)。

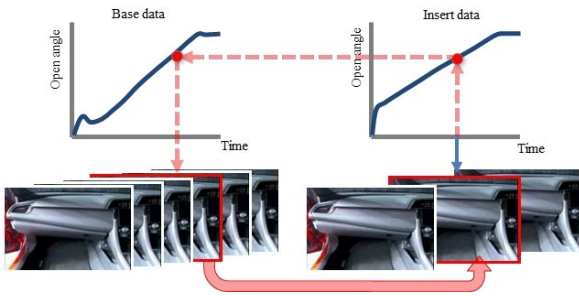


Fig.1 Method to create a comparative stimulus

4. 印象評価

イナーシャセンサを用いた物理特性の計測と並行して、ビデオカメラでその挙動を撮影した。その撮影した映像を観察し、開き挙動から想起される印象を表現する言葉を収集した。この印象を表現する言葉が、開き挙動を表現することに適切であるかという観点から絞り込みを行い、さらに、各々の言葉の持つ意味合いが似ているあるいは異なるといった類似性の距離を考慮することで、開き挙動を網羅し、適切な表現である18の形容詞、形容動詞を選出した。これらに「好きな」を加えた19語を評価語として用いた。

先に作成した24種の開き挙動を現す映像が、ここで選出した評価語にどれぐらい当てはまるかを7段階のリッカートスケールを用いて評価した。

評価に参加したのは大学生20名で、モニターに映るグローブボックスの映像が車の助手席に着座した場合に見える大きさと同等に見える位置に着座して実施した。

なお、本実験手続きは本田技術研究所生命倫理委員会の承認(64HG-0066H)及び関西学院大学人を対象とする行動学系研究倫理委員会の承認を受け行った。研究協力者は自由意志での参加であり、事前に実験責任者から口頭および書面で本研究の目的、内容および参加者の権利を十分に説明し、書面にて参加の同意を得ている。

5. 印象評価結果

印象評価で得られた得点に対して因子分析を行った。因子抽出法は最尤法を用い、軸の回転はプロマックス回転を用いた。

因子分析の結果18の評価語は3つに集約することができた。この第1因子をゆったり感、第2因子をスムーズ感、第3因子をしっくり感と名付けた(図2)。

因子分析から得られた各挙動の因子得点に対してクラスター分析(ウォード法)を行い、特徴を4つに分類した。それらはA:スムーズで速い動き、B:ぎこちない動き、C:ゆったりとした動き、D:スムーズで丁度良い動きである(図3)。

また、「好きな」と関連の高い評価語に滑らかな、シンプルな、丁度いいといった第2因子スムーズ感を構成する評価

語の大半が含まれることから、第2因子が「好きな」に対して重要な影響を与えると予測できる。

		Factor1	Factor2	Factor3
Deliberate	Refined	0.9659924	0.1854412	0.0055976
	Elegant	0.951777	0.3707262	-0.0410057
	Attentive	0.8909159	-0.0811614	0.1098955
	Quiet	0.8907138	-0.1871145	0.0618968
	Serene	0.8441009	-0.0997322	0.2135815
	Slow	0.7931187	-0.4923898	-0.0855416
	Soft	0.7318667	0.149565	0.0729895
	Vigorous	-0.6716127	0.4946927	-0.1820209
	Abrupt	-0.7411815	0.3701559	-0.1777832
	Cheap	-0.985813	-0.3128916	0.3237061
Smooth	Comfortable	-0.1865463	0.9236731	0.1474446
	Smooth	0.0513969	0.8921391	-0.0717186
	Like	-0.1176645	0.8887532	0.3951667
	Simple	0.3355152	0.7963035	0.1953976
	Nimble	-0.517844	0.7112959	-0.0877527
	Unpleasant	-0.044785	-0.845511	-0.37454
	Clumsy	-0.1042113	-0.9142517	0.1757993
Exactly	Just right	-0.0005665	0.6554592	0.7404032
	Unexpected	-0.3776488	-0.2803952	-0.6833978

Fig.2 Factor analysis results

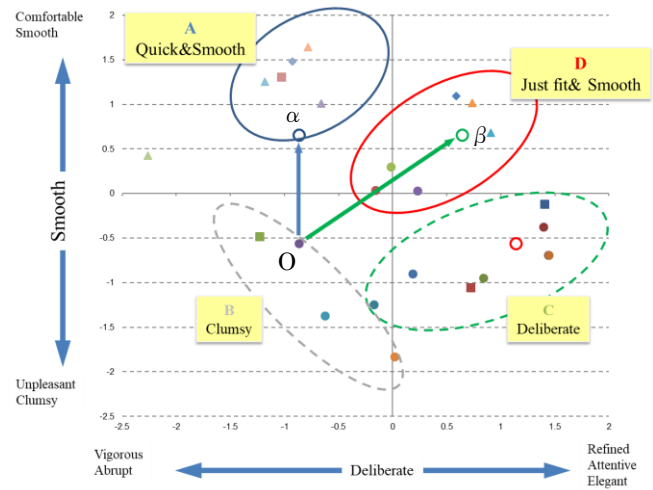


Fig.3 Classification of behavior by factor scores

さらに3つの因子の得点を用いて「好きな」の得点を従属変数とするステップワイズ法による重回帰分析を行い、「好きな」の標準化得点=0.86*「スムーズ感」因子得点+0.4*「しっくり感」因子得点の関係性が得られ、「スムーズ感」の因子得点と「しっくり感」の因子得点で「好きな」の得点を $R^2=0.9$ で予測できることが確認できた(図4)。

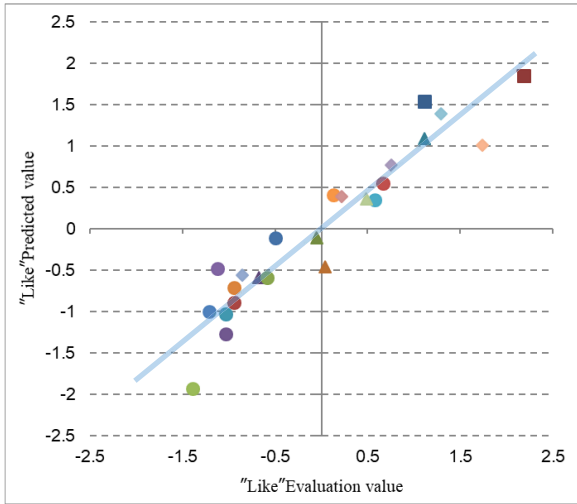


Fig.4 Predict 「Like」 score

これらの関係から

α : 「スムーズ感」の得点を高くする

β : 「スムーズ感」と「ゆったり感」の得点を共に高くする

γ : 「スムーズ感」と「しっくり感」の得点を共に高くすることで「好きな」といった印象を強くすることができるのではないかと仮説を立てた。

6. 仮説の検証

仮説を検証するために、図3中のB:ごちない動きに含まれるOの挙動を前述の3種類指針(α , β , γ)に基づき、再構成する手法を検討した。

6.1. 物理特性値を用いた因子得点の予測

イナーシャセンサによる計測値を用い、重回帰分析により因子得点を予測した。重回帰分析手法には感性和親和性が高い特徴量表現が可能であること、また、計測値は時間的に連続であり、多重共線性があることが想定できるため、共線性による精度低下を回避可能なことからPLS回帰を用いた⁽⁹⁾。

PLS回帰に先立ち、交差検証法により変数予測誤差が最小となるモデル構造を検討した。

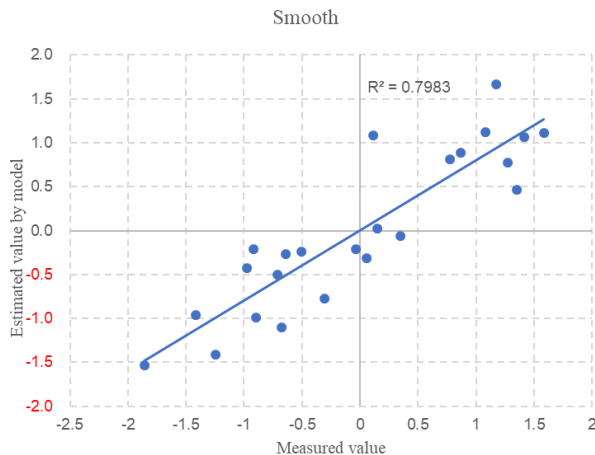


Fig.5 Predict factor scores

この結果、説明変数は角度と角加速度、特徴量次元=4、解析区間の分割数=21のモデル構造を採択した。

このモデルを用いて印象を高精度に予測することを確認した(図5)。

6.2. 予測モデルから目標とする挙動を再構成

構築した予測モデルに基づき、目標の印象を表現する挙動を再構築する。印象の拡張は、元の特徴を保持しつつ、目標値との誤差を最小化する最適化問題として定義する。この際開始角度=0から終端角度=1となるように最適化計算を繰り返した(図6, 7)。

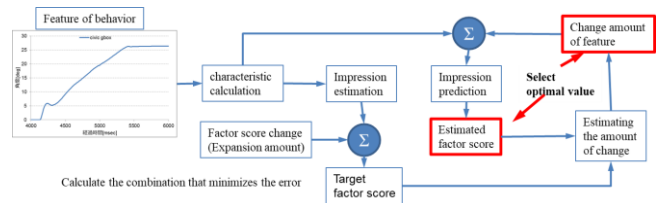


Fig.6 Image of optimized calculation

$$\operatorname{argmin}_x \|F_{\text{motion}} - \hat{F}_{\text{motion}}(x)\|_2 + f_{\text{con}}(x)$$

$$f_{\text{con}}(x) = \frac{1}{K} \sum_k |x(k) - x_0(k)| + \frac{1}{N_{\text{term}}} \sum_{n \in D_{\text{term}}} |\hat{\theta}(x, n) - 1|$$

$$\text{Subject to} \quad \begin{cases} \max \hat{\theta}(x) - 1 = 0 & \text{The maximum value of generated angle data is 1.} \\ \min \hat{\theta}(x) = 0 & \text{The minimum value of the generated angle data is 0} \end{cases}$$

x : Physical features	D_{term} : Data index set (Termination)
x_0 : Physical features (measured value)	N_{term} : Number of D_{term}
$\hat{\theta}$: Estimated angle vector	$\hat{F}_{\text{motion}}$: Impression factor vector (Predicted value)
K : Number of physical feature elements	F_{motion} : Impression factor vector (Target value)

Fig.7 Optimized calculation

6.3. 効果検証実験

目標値となる開き角度の時間プロファイルを作成した。これをもとに①図1に示した手法により作成した映像の呈示(図8)、②モータを用いて挙動を再現する可動品(図9)を作成しそれぞれ実験刺激として使用した。

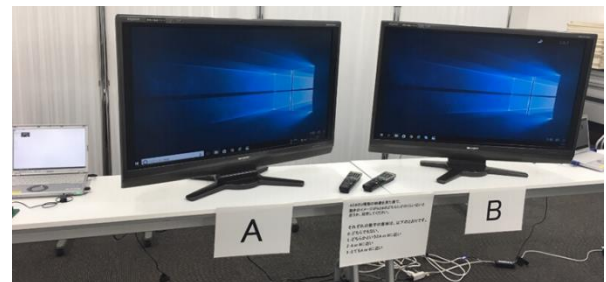


Fig.8 Video presentation

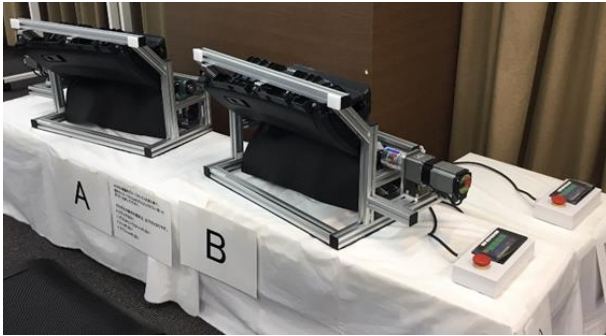


Fig.9 Movable product presentation (reproduction of behavior)

比較実験に使用する評価語は前述の印象評価実験で使ったものと同様で、それらを用いて、シェフェの一対比較法を行った。評価語の提示順、比較刺激の組み合わせは参加者 20 組毎に同一とならない様にランダムに配置、提示した。評価刺激の組み合わせは目標とする α , β , γ のプロファイルにオリジナルの O を加えた 4 種類から 2 組ずつを組み合わせた。順序効果に配慮し、提示する順序を変更しトータルで $2 \times 4 \times 2 = 12$ 通りとした。

実験は日本(首都圏)と USA (L. A.) で実施した。参加者は 1 都 3 県または L. A. 近郊に居住し、評価に参加を希望した 30 代から 60 代の男女各年代別 10 名ずつ計 80 名を選出した。日本、USA とともに会場を用意し、その会場に映像を提示するモニターと可動品を配置した。参加者は 2 名ずつで同じ刺激を比較した。同時に参加した者の間には互いの評価結果、表情が見えないようにパーテーションを配置し、互いの評価に影響を与えない様に配慮した。先に映像を提示した状態で全ての評価が終了した後に、可動品を用いた評価を行った。これも順序効果に配慮し、後半では提示順を入れ替え、その配分が参加者の約半数ずつになるように計画した。開き挙動の比較方法は、映像、可動物共に、まず、左側に同一の挙動を 3 回繰り返し提示したのち、右側にそれとは異なる挙動を 3 回繰り返し提示した。参加者は左と右の挙動のどちらが評価語にどれぐらい当てはまるかを回答した。

なお、本実験手続きは本田技術研究所生命倫理委員会の承認 (66HG-0007H) を受け行った。研究協力者は自由意志での参加であり、事前に実験責任者から口頭および書面で本研究の目的、内容および参加者の権利を十分に説明し、書面にて参加の同意を得ている。

6.4. 効果検証結果

6.4.1. スムース感強化(α)

スムース感を強化したものはオリジナル(O)と比較して、スムース感を構成するすべての評価語で高い得点を獲得した。同時に第 1 因子ゆったり感を構成する優雅な、上品な、丁寧なといった評価の得点も高かった(図 10)。

6.4.2. スムース感とゆったり感強化(β)

スムース感とゆったり感を構成する全ての評価語の得点がオリジナルよりも高かった。特に可動品を用いた評価においてスムース感のみを強化したものよりもゆったり感を構成する評価語がより高い得点を獲得した(図 11)。

6.4.3. スムース感としっとり感強化(γ)

スムース感を構成する全ての評価語の得点がオリジナルよりも高く、しっとり感を構成する「丁度いい」の得点が高かった。

総じて映像提示よりも可動品の方が印象を強調する傾向にあった。また、日本と USA では USA の方がやや強調されるものの傾向としては大きな差は確認できなかった。

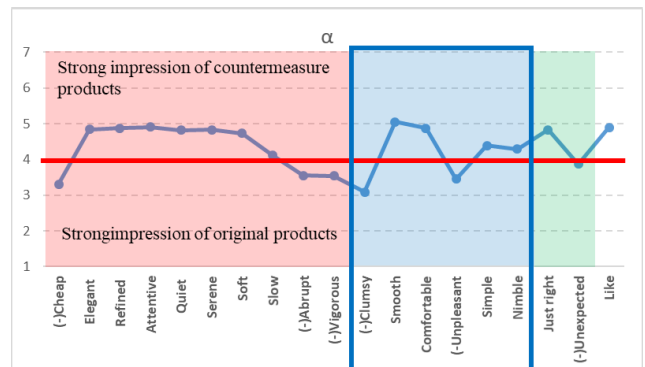


Fig.10 Comparison of the original with a smooth and relaxed feeling (video)

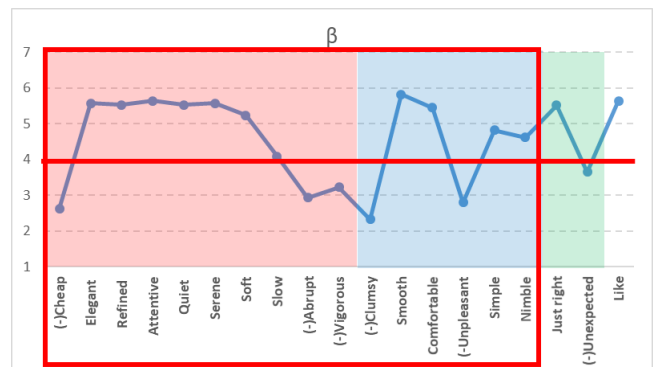


Fig.11 Comparison of the original with a smooth and relaxed feeling (actual)

6.4.4. 「好きな」得点の順位

「好きな」の得点を従属変数としてダミー変数を用いた回帰分析を行い、比較刺激の「好きな」得点を比較した。その結果、映像提示では、オリジナルに比較してゆったり感、スムース感を強化したものが最も好まれ、次にスムース感のみを強化したもの、スムース感としっとり感を強化したものとなった(図 12, 13)。

可動品を用いた評価ではオリジナルに比較してスムース感のみを強化したものとゆったり感とスムース感を強化したものがもっとも「好きな」の得点が高く、次にスムース感とし

っくり感を強化したものの順となった。日本と USA では最も得点の高いものが逆転しているように見える。このため、オリジナルに対するそれぞれの刺激の「好きな」の得点を対象に分散分析を実施した。この場合の p 値=0.71 であり両者に有意差は見られなかった。

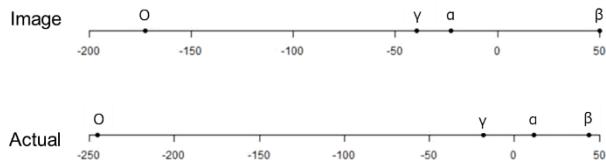


Fig.12 「Like」 score rank(Japan(Capital Area))

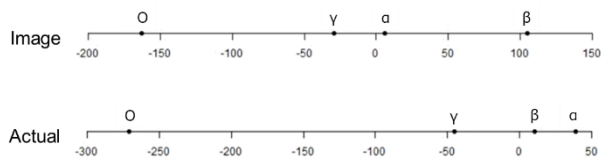


Fig.13 「Like」 score rank(USA(L.A.))

7. 考 察

グローブボックスの開き挙動の印象からスムーズ感を強化すること、ゆったり感とスムーズ感を強化すること、スムーズ感としっくり感を強化することでより好まれる挙動になることが検証できた。共通する印象であるスムーズ感が好まれる要因であることは想像に難くない。しっくり感に関しては丁度良いという印象を向上させることができた。丁度良いという印象は人の期待に対するの応答にも係ってくるものと考えられ、その期待に対する応答のしかたをさらに掘り下げることで新たな価値を提案できることも考えられる⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。

映像を提示した場合と可動品を提示した場合では可動品を提示した場合の方が印象を強調するという結果になった。これはそれぞれの刺激の差異がより明確になったためであると思われる。

好みに関して文化、環境による違いが報告されているものもあるが⁽¹²⁾、今回の日本と USA での比較では大きな差異は見られなかった。これは比較対象を限定したこと、開き挙動の印象と「好きな」の得点の関係性から解析したことがその要因であろう。

この効果を検証できたことで開き挙動の印象構造とそれらの印象を強化する手法の有用性も確認することができた。今回はグローブボックスを題材とした開き挙動の検討であったが、同様のスキームを用いることで、他の部品への展開が期待できる。

参 考 文 献

- (1) 片岡 篤：感性品質の静的車両評価への適用，自動車技術 Vol. 61, No. 6, (2007)
- (2) 飛谷謙介：感性に響く質感創生手法の検討，自動車技術会学術講演会予稿集(2018)，20185136
- (3) 山崎陽一：感性に響く触感創生手法の検討，自動車技術会学術講演会予稿集(2018)，20185137
- (4) MaKinsey&Company: Automotive revolution-perspective towards 2030, McKinsey&Company,
<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry/de-de>(参照 20190905)
- (5) 経済産業省：感性価値創造活動の推進，経済産業省，
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/creative/kansei.html (参照 2019, 09, 05)
- (6) 福井信行：自動車の内装開発への感性工学適用に関する解説，パイオメカニズム学会誌 Vol. 40, No. 1, (2016)
- (7) YU YI: FUZZY OPERATOR TREES FOR MODELING RATING FUNCTIONS, International Journal of Computational Intelligence and Applications, Vol 08, No.04 (2009)
- (8) 小川鑛一：ものの動きに関する感情分析，人間工学 Vol. 25, No. 4, (1989)
- (9) S. Wold: The Collinearity Problem in Linear Regression. The Partial Least Squares (PLS) Approach to Generalized Inverses, SIAM Journal on Scientific and Statistical Computing, Volume 5, Issue 3(1984)
- (10) Ibrahim Yilmaz: Do hotel customers use a multi-expectation framework in the evaluation of services? A study in Cappadocia, Turkey, Tourism and Hospitality Research, January 2010
- (11) R. L. Oliver: Satisfaction: A Behavioral Perspective on the Consumer, Routledge, 2010, 544p
- (12) Alexander Walter van Laack: Measurement of Sensory and Cultural Influences on Haptic Quality Perception of Vehicle Interior, Aachen, van Laack GmbH, 2014, P133-p150