

基于因子分析的图像语义研究

邓珮, 孙朔

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 探索影响图像情感的认知的潜在因子。**方法** 使用 56 个形容词对 60 对图像进行主观评价试验, 通过因子分析法抽出影响图像判断的潜在因素。**结果** 将 56 个形容词分为了 5 个潜在因子, 并建立了图像评价的情感空间。**结论** 通过形容词来建立语义的情感空间能够较好地解释图像情感和图像认知等相关问题。

关键词: 图像; 语义; 因子分析; 图像认知

中图分类号: J524 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)20-0112-04

Image Semantic Research Based on Factor Analysis

DENG Pei, SUN Shuo

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: It aims to explore the potential factors that affect the cognition of image emotion. 56 adjectives are used to carry out 60 pairs of images to the subjective evaluation experiment, through the factor analysis method to draw out the potential factors which affect the image emotion judge. The 56 adjectives were divided into 5 potential factors, and the emotional space of image evaluation was established. The semantic emotional space that established through the adjective could give a better explanation of image emotion, image cognition and other related issues.

KEY WORDS: Image; semantic; factor analysis; image cognition

随着互联网移动技术和移动终端的迅速发展, 图像作为信息的载体, 充斥在每个人的日常生活中。在互联网中, 图像以难以置信的速度增加着, 人们也越来越倾向于利用图像来表达自己的状态。利用图像处理的应用可以迅速地改变图像中的构图, 色彩等信息来表达图像所要传达的情感^[1]。图像中被摄体, 光线, 构图, 色彩运用等因素会影响对图像情感的形成。而图像的情感背景受到文化, 价值观和信仰等方面的影响, 所以将图像和情感语义联系起来的研究是很有必要的^[2]。Eakins 在 1996 年的第 3 次国际电子图书馆和视觉信息检索大会上提出了图像情感语义的概念, 并指出图像的情感语义是最高层次的^[3]。随后各国的专家学者开始研究图像带给人的感受, 开始探索基于图像情感语义的检索技术以促进图像检索的发展。图像情感语义特征的提取以图像低层视觉特征为基础^[4-6], 首先通过相关的图像特征提取方法提

取出图像的颜色、纹理、形状、轮廓等低层特征信息, 然后寻找图像低层特征与高层情感语义的相关性, 最后建立低层特征与高层情感语义的映射关系。今年利用感性语义对图像进行标识和分类^[7-10], 以加强图像检索的准确度和速度的研究也取得了一定的成果^[11-12]。由于语义本身的多义性和不确定性及图像视觉和语义间鸿沟的存在, 使得语义分析在图像理解和图像检索等研究领域成为了重点难点^[13-14]。对图像的语义以分类的方法进行了研究, 但是图像中光线的使用, 被写体的内容, 画质, 构图等都影响着图像的评价结果^[15-16]。以上因素是如何影响图像来传递情感的。改变那些参数可以得到令人满意的图像都是需要探索的课题。这里利用大量的形容词对图像对进行大规模的主观评价, 探索影响人们对图像情感认知的潜在因子, 并且以研究潜在因子如何影响人们对图像的判断为目的。

收稿日期: 2017-06-10

基金项目: 天津自然科学基金 (13JCYBJC41800)

作者简介: 邓珮 (1982—), 女, 天津人, 博士, 天津科技大学讲师, 主要研究方向为图像科学和主观评价。

1 实验

1.1 收集感性词语

在预备试验中选择了和图像评价相关的 200 个形容词,为了减少实验者的负担,通过预备试验实验结果将使用频率低的形容词排除,最终选择并使用了 56 个感性形容词。

1.2 建立评价图像对

首先在照片共有网站 Stock XCHNG 上选择了包含风景,人物,食物各种被摄物体的照片 60 张。同时在网站上找到各种在 Photoshop 上应用的动作记录处理总共 16 种。将 Photoshop 中的 16 种动作随机的附加到 60 张图像上面,将原图像和通过 Photoshop 处理后后图像放在一起形成一个评价的图像对,评价用图像对见图 1。



图 1 评价用图像对

Fig.1 Image pair for evaluation

1.3 评价用调查问卷

使用三点法对已建立的图像对进行评价。针对每一个形容词,评价者对变化前后的两张图像进行主观评价,如果原图相对符合形容词的描述则选择 1,如果处理后的图像符合描述则选择-1,如果都不符合则选择 0。

1.4 评价者

评价者的经历和经验对主观实验的评价结果有着直接的影响。本次实验我们选择了和有图像相关背景知识的人群进行评价。天津科技大学包装与印刷学院印刷专业的学生 30 名和理光公司从事图像研究的专业人员 13 名,共计 43 名评价者。

2 结果

实验中利用的形容词有 56 个,这里利用因子分

析法对所得到的数据进行了探索性的降维处理,并抽出了影响图像判断的潜在因子。

根据形容词对图像的描述,在对 n 对图像的评价中使用了 p 维的形容词空间,其中 x_{ij} 表示图像 i 中第 j 组形容词中分别的因子的点。如式 (1) 所示

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^q l_{jk} f_{ik} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

其中, $\mathbf{X}$ 为数据的矩阵, i 表示数据号, j 表示变量。 $\mathbf{F}$ 为共通因子得点的矩阵,也就是每个数据所对应的共通因子的数值。 $\mathbf{L}$ 为因子负荷量的矩阵, $\mathbf{E}$ 为独自因子矩阵。

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} \quad \mathbf{L} = \begin{bmatrix} l_{11} & \cdots & l_{1q} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{p1} & \cdots & l_{pq} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{1q} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & \cdots & f_{nq} \end{bmatrix} \quad \mathbf{E} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \cdots & \varepsilon_{1q} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \varepsilon_{n1} & \cdots & \varepsilon_{nq} \end{bmatrix}$$

在这里,因子分析的具体实现步骤如下:首先将获得的每一位被实验者对每一幅图像的第 56 个形容词的评价的得点分别求平均值,以图像为因变量,形容词为变量,得到二维矩阵。再将得到的二维矩阵进行因子分析,采用主轴因子法, Kaiser 标准的正交旋转法进行旋转,利用回归法进行分析。抽出提取后的平方和的得点在 1 以上的因子数,最终将 56 个形容词分组得到 5 个因子,因子分析的结果见表 1。

抽出的每个因子的形容词的顺序是由各个形容词的因子得点所决定的,根据抽出的每个因子中形容词的意思进行归纳总结,作为该因子的潜在意义,记录在表 1 的解释一栏中。第一因子中抽出了 26 个形容词,其中对于描述被摄体的场景的形容词占了绝大部分,所以第一因子的潜在意义为场景的特征,同样第二因子中对于情感的描述的形容词因子得点较高,同时还有一部分对图像明度、冷热等主观感受描写的形容词,所以第二因子潜在的因子为图像传递的情感。在第二因子中,图像所传递的情感中多数都与图像中的明度和冷暖变化相关。从实验结果得到的潜在因子和其组成的形容词的结果来看,因子分析的实验结果符合我们对图像的观察习惯,观察图像时首先对图像中的场景或是被摄体的特征进行判断,然后通过图像的颜色,色调等视觉的主观感受(本实验的实验设计主要是针对同一图像的颜色和色调进行了改变)来判断作者想通过图像来传递的情感。由此可见:通过探索形容词后面的潜在因子能够较好地理解图像所要传递的情感,并且可以揭示部分图像的认知过程。

由表 1 中形容词提取后平方和的得点可知:第一因子和第二因子为 5 个因子中的重点,利用第一因子

表 1 因子分析的结果
Tab.1 Result of factor analysis

因子	形容词	提取后的平方和	解释
第一因子	有精神的、模糊的、有魄力的、浓烈的、高雅的、有厚重感、有立体感的、不可思议的、有张力的、有临场感的、新鲜的、有质感的、邪恶的、清爽的、不安定的、有空气感的、闪亮的、喜爱的、素雅的、和谐的、清晰地、硬的、暗淡的、有深度的、平静的、纯粹的	21.1	场景的特征
第二因子	沉稳的、有开放感的、孤独的、稳重的、冷的、温暖的、庄严的、明亮的、夸张的、鲜艳的、复古的、生动的、恐怖的、滋润的、有季节感的	14.8	明度，冷暖 图像传递的情感
第三因子	清澈的、安静的、有趣的、透明的、光滑的	5.7	透明感
第四因子	干燥的、丰富的、有活力的、浪漫的	4.2	被摄体的特征
第五因子	自然的、淡的、独特的、有生命感的、真实的、轻快地	2.0	真实感

和第二因子的旋转后的因子得点作图，旋转因子空间中的因子分布和各轴中得点最高的图像见图 2。在第一因子的正向主要是对场景的各种感官的正面描述的形容词的集合，对反向则是对图像中清晰度的负面描述。对第二因子的正向集中明度和色温的正面描写的形容词，反向基本是对图像中所传递的状态的形容词的集合。在 origin 附近是关于图像自然与否的相关形容词的集合。利用旋转后的因子得点的得点算出每个象限中得点最高的图像对（选择其中的得点最高的 4 幅图像），将 Photoshop 处理后的图像提取出来贴在每个象限的一端。第一因子的正向图像对比度较原图

像相比变高，饱和度也变高的图像，反向则是较原图对比度和饱和度都有所下降的图像的集合。第二因子的正向是较原图图像明亮和暖色的图像而反方向则是冷色调的暗调图像。处理后的图像所要传达的情感和形容词间形成了比较紧密的对应的关系。并且在因子空间中，词义相近的形容词，在空间中的位置也比较相近。根据每个形容词的得点在今后的研究中可以根据不同的需要，选择不同区域的形容词或形容词对来对图像的所要表达的情感进行测量，同时对情感空间中位置相近的同义形容词的相互可替代性也是今后研究的课题。

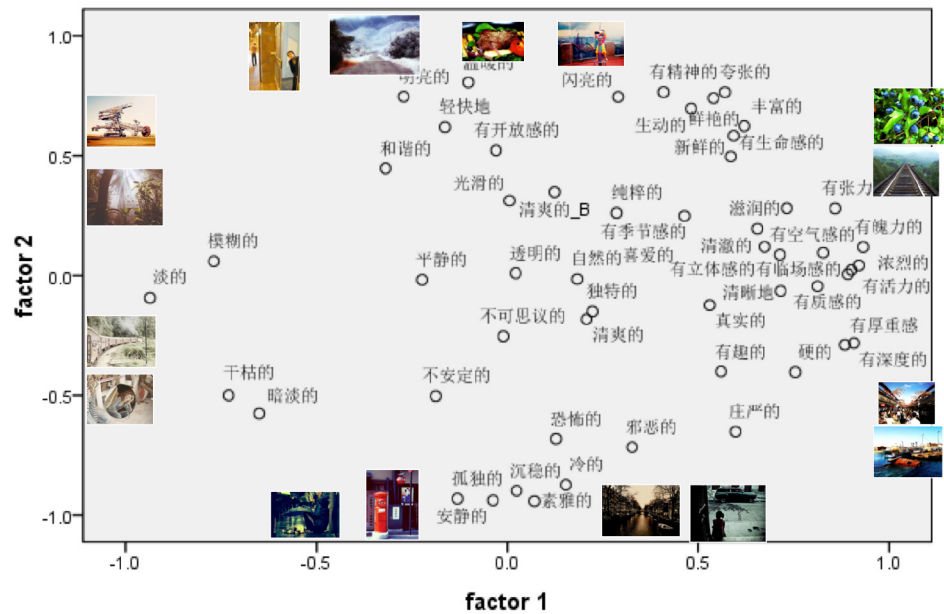


图 2 旋转因子空间中的因子分布和各轴中得点最高的图像
Fig.2 Factor distribution in the rotation factor space and highest point images in each axis

3 结语

情感语义本身具有多义性和主观性，同时受实验

者的年龄、经验和职业等影响较大，所以想要建立起精确的数学模型是很困难的。这里通过搜集大量和图像情感相关的形容词来比对原图像和处理后的图像的形容词的描述变化，收集实验者的数据，通过因子

分析的方法将 56 个形容词进行降维处理。并且建立了因子空间, 结果表明: 抽出的因子在一定程度上可以说明图像认知的过程, 并且验证了因子空间中的形容词和图像所要传递的情感(图像处理后的图像)有密切的关系。本次实验是在图像和语义之间进行的一次探索性的实验, 得到的都是有倾向性的实验结果。在今后的研究中我们将各个形容词的集团进行图像的具体评价实验, 更加明确图像和语义间的关系, 从图像的感性理解方向填补图像和语义间的鸿沟。图像的语义及其相关的研究在图像的智能处理、图像认知、图像语义检索等相关领域有着广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] RONG Zhao, WILLIAMI Grosky. Narrowing the Semantic Gapimproved Text-based Web Document Retrieval Using Visual Features[J]. IEEE Transaction on Multimedia, 2010, 4(2): 189—200.
- [2] 刘征宏, 谢庆生, 李少波. 基于潜在语义分析和感性工学的用户需求匹配[J]. 浙江大学学报(工学版), 2016(2): 224—233.
LIU Zheng-hong, XIE Qing-sheng, LI Shao-bo. User Requirements Matching Based on Latent Semantic Analysis and Kansei Engineering[J]. Journal of Zhejiang University(Engineering Science), 2016(2): 224—233.
- [3] Eakins J P. Automatic Image Content Retrieval: Are We Getting Anywhere[J]. De Montfort University Milton Keynes, 1995(1): 123—135.
- [4] JAMIE Shotton, JOHN Winn, CARSTEN Rother. Texton Boost for Image Understanding: Multi-class Object Recognition and Segmentation by Jointly Modeling Texture, Layout, and Context[J]. International Journal of Computer Vision, 2009, 81(1): 2—3.
- [5] DAVID G. Distinctive Image Features from Scale-invariant Keypoints[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 60(60): 91—110.
- [6] PEDRO F. Efficient Graph-based Image Segmentation[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 59(59): 167—181.
- [7] ZHOU Li, ZHOU Zong-tan, HU De-wen. Scene Classification Using Multi-resolution Low-level Feature Combination[J]. Neurocomputing, 2013(122): 284—297.
- [8] CHU Wei-ta. Color Centrist: Embedding Color Information in Scene Categorization[J]. Journal of Visual Communication and Image Representation, 2014, 25(5): 840—854.
- [9] 朱虹, 吴云芳. 基于语义分类体系的信息分类编码标准分类框架研究[J]. 标准科学, 2011(10): 38—43.
ZHU Hong, WU Yun-fang. Research on Taxonomy of Information Classification and Coding Standards Based on Chinese Semantic Taxonomy[J]. Standard and Standardization Research, 2011(10): 38—43.
- [10] SUGATA Banerji. New Image Descriptors Based on Color, Texture, Shape, and Wavelets for Object and Scene Image Classification[J]. Neurocomputing, 2013, 117(14): 173—185.
- [11] YU Jun. Pairwise Constraints based Multi-view Features Fusion for Scene Classification[J]. Pattern Recognition, 2013, 46(2): 483—496.
- [12] HAN Yi-na, Liu Gui-zhong. Biologically Inspired Task Oriented Gist Model for Scene Classification[J]. Computer Vision and Image Understanding, 2013, 117(1): 76—95.
- [13] SU Yu. Improving Image Classification Using Semantic Attributes[J]. International Journal of Computer Vision, 2012, 100(1): 1—10.
- [14] 牛盼盼, 王向阳, 周璐. 基于多语义特征的彩色图像检索技术研究[J]. 计算机科学, 2009(3): 226—231.
NIU Pan-pan, WANG Xiang-yang, ZHOU Lu. Content-based Color Image Retrieval Using Multi-semantics[J]. Computer Science, 2009(3): 226—231.
- [15] 呼克佑, 贺静, 焦丽鹏. 基于特征融合的图像情感语义分类[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(20): 181—184.
HU Ke-you, HE Jing, JIAO Li-peng. Image Semantic Classification Based on Multi-features[J]. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(20): 181—184.
- [16] 印勇, 吕轶超. 图像语义分类的树结构 SVM 方法[J]. 计算机工程与应用, 2012(12): 186—189.
YIN Yong, LYU Yi-chao. Tree Structure SVM for Image Semantic Classification[J]. Computer Engineering and Applications, 2012, 48(12): 186—189.