视觉和听觉情绪设计对多媒体学习的影响*

熊俊梅**[1,2] 辛 亮[1,2] 高苗苗[1,2] 王福兴[1,2] 周 丽[1,2] 龚少英[1,2]
（[1] 青少年网络心理与行为教育部重点实验室，武汉，430079）（[2] 华中师范大学心理学院，武汉，430079）

摘 要 以大学生为被试，特异性免疫工作原理为材料，通过实验法研究视觉和听觉情绪设计对多媒体学习的影响。实验 1 发现视觉情绪设计诱发了学习者的积极情绪，提高了保持成绩。实验 2 发现听觉情绪设计可以诱发学习者的积极情绪，提高相关认知负荷、保持和迁移成绩。研究表明视觉和听觉情绪设计都能显著提高多媒体学习效果。听觉情绪设计的发现突破了已有研究仅从视觉角度优化学习材料的方式，拓展了多媒体学习情绪设计的内涵。

关键词 多媒体学习 视觉情绪设计 听觉情绪设计 积极情绪 认知负荷 学习效果

1 引言

多媒体学习是指从语词和画面中学习（Mayer, 2014）。情绪设计是指使用一系列设计特征，提高学习材料的吸引力，诱发学习者的积极情绪，促进多媒体学习（Plass & Kaplan, 2016）。多媒体学习认知理论认为我们不仅通过视觉通道加工信息，还通过与之独立的听觉通道加工信息（Mayer, 2014）。已有研究仅从视觉角度考察了情绪设计对多媒体学习的影响，尚未涉及听觉情绪设计。

Um 等（Um, Plass, Hayward, & Homer, 2012）首次发现视觉情绪设计可以诱发学习者的积极情绪，提高多媒体学习效果。但后续研究结论并不一致。首先，有研究发现视觉情绪设计能诱发学习者的积极情绪（龚少英，上官晨雨，翟奎虎，郭雅薇，2017; Mayer & Estrella, 2014; Plass, Heidig, Hayward, Homer, & Um, 2014），但也有研究发现视觉情绪设计对积极情绪没有影响（Heidig, Muller, & Reichelt, 2015; Park, Knörzer, Plass, & Brünken, 2015）。其次，视觉情绪设计能降低感知任务难度（龚少英等，2017），增加心理努力（Mayer & Estrella, 2014）；但 Plass 等（2014）发现视觉情绪设计对二者并无影响。最后，不同于 Um 等（2012）的结论，部分研究发现视觉情绪设计只能提高保持成绩（Mayer & Estrella, 2014）或迁移成绩（龚少英等，2017），Plass 等（2014）甚至发现视觉情绪设计会削弱迁移成绩。

其可能原因有：第一，以往研究采用的视觉设计元素单一，如 Um 等（2012）和 Park 等（2015）的研究只考察了拟人化设计，且拟人化程度较低。龚少英等（2017）发现拟人化与彩色相结合才能诱发学习者的积极情绪。第二，以往研究（龚少英等，2017; Um et al., 2012）使用的认知负荷量表只有两道题，不能全面考察认知负荷，无法保证测量的信效度（李金波，许百华，2009）。因此本研究拟参考 Mayer 和 Estrella（2014）的设计方法，采用明亮的暖色与圆形拟人化相结合的特点设计多媒体学习材料，使用最新的认知负荷量表（Leppink, Paas, van der Vleuten, van Gog, & van Merriënboer, 2013），重新考察视觉情绪设计对多媒体学习的影响。

已有情绪设计研究主要关注对学习材料视觉元素的设计，但声音材料也能诱发被试的情绪（Plass & Kaplan, 2016），而学业情绪体验会影响个体的认知加工和学业表现（Pekrun, Lichtenfeld, Marsh, Murayama, & Goetz, 2017）。既然存在视觉情绪设计效应，对学习材料听觉元素进行情绪设计是否也能

* 本研究得到青少年网络心理与行为教育部重点实验室开放课题基金（2014B02）、华中师范大学中央高校基本科研业务费重大培育项目（CCNU18ZD010）和中央高校基本科研业务费专项基金项目（CCNU17A06030）的资助。

** 通讯作者：熊俊梅。E-mail：junmei_xiong@mail.ccnu.edu.cn

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20180515

诱发学习者的积极情绪、提高多媒体学习效果?

人类的声音不仅可以传递语义信息，还可以反映说话者的情绪状态（Johnson & Puts, 2017）。音高是最重要的声学属性之一，影响听众对说话者声音吸引力的评价，也会影响记忆效果。低音男性比高音男性更有吸引力（Skrinda et al., 2014）；但女性的声音吸引力受被试性别调节：男性认为高音女性比低音女性更有吸引力，女性则认为二者没有差别（Feinberg, DeBruine, Jones, & Perrett, 2008; Jones, Feinberg, DeBruine, Little, & Vukovic, 2010）。降低由男性讲解的音频学习材料的音高能提高女性被试的视觉物体记忆，而提高男性讲解的音频学习材料的音高会削弱女性被试的视觉物体记忆（Smith, Jones, Feinberg, & Allan, 2012）；Helfrich 和 Weidenbecher（2011）也发现低音组的长时记忆成绩显著好于原始音组。前人未将调整音高策略运用到多媒体教学设计中，因此本研究拟在多媒体学习中创新性地考察音高变化对积极情绪、学习过程和结果的影响，并在此基础上拓展多媒体学习情绪设计的内涵，提出听觉情绪设计的构想。

综上，本研究拟通过实验 1 验证视觉情绪设计的效果，并听觉情绪设计促进学习的假设，通过实验 2 进行验证。

2 实验 1 视觉情绪设计对积极情绪、认知负荷和学习成绩的影响

2.1 方法

2.1.1 被试

招募某部属师范院校学生 100 人。先前知识测验得分，低于总分中位数 (13.5) 的被试进入数据处理（Smits, Boon, Sluijsmans, & van Gog, 2008），得到有效被试 60 人。将 60 名被试随机分配到情绪设计组和中性设计组。情绪设计组 30 人 (女性 14 人)，平均年龄 22.23 岁 (*SD* = 2.78 岁)；中性设计组 30 人 (女性 17 人)，平均年龄 22.33 岁 (*SD* = 2.02 岁)。被试视力或矫正视力正常。两组被试的性别 ($\chi^2(1) = .67, p > .05$) 和年龄 ($t = .16, df = 58, p > .05$) 均无显著差异。

2.1.2 实验设计

实验为单因素被试间设计。自变量为对学习材料视觉元素的设计，分为情绪设计与中性设计。因变量为积极情绪、认知负荷（外在、内在和相关认知负荷）、测验成绩（保持和迁移成绩）。

2.1.3 实验材料

实验材料为“特异性免疫工作原理”的 Flash 动画（Um et al., 2012），以动画与解说相结合的方式呈现。学习材料共 538 个字，时长 138 秒。动画为 1920 × 1080 像素；音频采样率为 48000Hz, 编码位速率为 320kbps。情绪设计组使用橙色、蓝色等明亮的颜色和圆形、拟人化设计细胞、病毒；中性设计组使用黑色、白色及灰色和矩形设计细胞（见图 1）。



图 1 实验材料截图（左侧为情绪设计组；右侧为中性设计组）

2.1.4 测量工具

先前知识测验：参照 Um 等（2012）研究中的测验内容，考察被试对学习材料的熟悉度，包括 4 个主观题和 1 个问答题。主观题 5 点计分，共 20 分；问答题采点计分，共 6 个计分点；满分 26 分。

积极情绪量表：采用邱林等（邱林，郑雪，王雁飞，2008）修订的积极情感消极情感量表中的积极情感分量表。包括 9 个积极情绪体验描述词，5 点计分。本研究中积极情绪前后测信度系数均为 .88。

认知负荷量表：修订自 Leppink 等（2013）的认知负荷量表。先请心理学研究生将问卷翻译成中文，再请英语研究生将中文回译成英文，最后请心理学教师校正，形成最终问卷。共 13 个项目，11 点计分，包括外在、内在和相关认知负荷三个维度。本研究中各维度的信度系数分别为 .74, .82, .91。验证性因素分析表明问卷结构效度良好 ($\chi^2/df = 1.89$, CFI = .97, NFI = .93, RMSEA = .07)。

学习测验：包括保持与迁移测验，翻译并修订自 Um 等（2012）研究中的内容。保持测验包括 8 道单选题与 1 道问答题；迁移测验包括 3 道题。

2.1.5 实验程序

实验包含前测、正式实验和后测三个阶段。前测阶段请被试填写人口学信息，完成先前知识测验和积极情感量表。正式实验阶段先呈现指导语，告知实验流程及要求；然后让被试观看动画，被试可以自由调节学习进度，主试采用秒表记录被试学习时间。后测阶段被试依次完成认知负荷量表、积极情感量表和学习测验。

2.2 结果

为了考察前测变量、学习时间可能对因变量的影响。首先对两组被试前测变量和学习时间进行差异检验，发现情绪设计组与中性设计组的先前知识差异显著 ($M_{视}$ = 10.43, SD = 2.53; $M_{中}$ = 8.33, SD = 2.71; t = 3.11, df = 58, p < .01, d = .75)，但两组被试的前测积极情绪 ($M_{视}$ = 3.00, SD = .43; $M_{中}$ = 3.14, SD = .80; t = .77, df = 58, p > .05) 和学习时间 ($M_{视}$ = 205, SD = 74; $M_{中}$ = 216, SD = 85; t = .54, df = 58, p > .05) 差异不显著。

其次对两组被试前测变量、学习时间与后测变量进行相关分析。发现先前知识与后测积极情绪 (r = .46, p < .001)、内在认知负荷 (r = -.27, p < .05) 和迁移成绩 (r = .43, p < .001) 相关显著，前测积极情绪与后测积极情绪 (r = .57, p < .001)、外在认知负荷 (r = -.30, p < .05) 和内在认知负荷 (r = -.27, p < .05) 相关显著，学习时间与内在认知负荷相关显著 (r = .40, p < .05)。因此运用协方差分析考察视觉情绪设计对多媒体学习的影响 (见表 1)。

以先前知识、前测积极情绪为协变量，对两组被试的后测积极情绪进行协方差分析。发现情绪设计组的后测积极情绪得分显著高于中性设计组。

以先前知识和前测积极情绪为协变量，考察视觉情绪设计对外在认知负荷的影响。发现情绪设计组的外在认知负荷小于中性设计组，达到边缘显著 (p = .06)。以先前知识、前测积极情绪和学习时间为协变量，考察视觉情绪设计对内在认知负荷的影响；以先前知识为协变量，考察视觉情绪设计对相关认知负荷的影响。发现情绪设计组的内在认知负荷和相关认知负荷与中性设计组差异均不显著。

以先前知识为协变量，考察视觉情绪设计对保持和迁移成绩的影响。发现情绪设计组的保持成绩显著高于中性设计组；情绪设计组的迁移成绩虽然也高于中性设计组，但差异只达到边缘显著 (p = .06)。

3 实验 2 听觉情绪设计对积极情绪、认知负荷和学习成绩的影响

3.1 方法

3.1.1 被试

表 1 两组被试各因变量的平均数（标准差）及其协方差分析结果

因变量	情绪设计组(n = 30)	中性设计组(n = 30)	F	η^2
后测积极情绪	3.01(.70)	2.65(.66)	4.10*	.068
外在认知负荷	1.61(1.21)	1.99(1.31)	3.72†	.062
内在认知负荷	3.80(2.11)	4.64(1.67)	2.38	
相关认知负荷	7.56(1.64)	6.62(1.73)	2.40	
保持成绩	10.03(1.77)	8.87(2.10)	4.10*	.067
迁移成绩	5.93(1.53)	4.60(1.87)	3.67†	.061

注：†p < .1, *p < .05

招募某部属师范院校学生 176 人。按先前知识测验得分筛选被试 (同实验 1)，得到有效被试 93 人。将 93 名被试随机分到原始音组、高音组和低音组。原始音组 30 人 (女性 17 人)，平均年龄 22.33 岁 (SD = 2.02)；高音组 30 人 (女性 14 人)，平均年龄 21.13 岁 (SD = 2.60)；低音组 33 人 (女性 17 人)，平均年龄 21.55 岁 (SD = .51)。被试听力、视力或矫正视力正常。三组被试的性别 (F(2, 90) = .29, p > .05) 及年龄 (F(2, 90) = .93, p > .05) 均无显著差异。

3.1.2 实验设计

实验为单因素被试间设计。自变量为声音解说的音高变化，分为原始音、高音及低音。因变量包括积极情绪、认知负荷和测验成绩 (同实验 1)。

3.1.3 实验材料

学习材料与实验 1 相同，动画为实验 1 的中性设计素材，声音解说原始音与实验 1 相同。使用 Praat 软件（Boersma & Weenink, 2015），采用基音同步叠加算法将整段音频的原始音高 (M = 3.88, SD = 1.06) 上调 0.5ERB (Equivalent Rectangular Bandwidths) 后形成高音 (M = 4.34, SD = 1.01)；将原始音高下调 0.5ERB 后形成低音 (M = 3.41, SD = 1.10)（Jones et al., 2010; Smith et al., 2012）。

3.1.4 测量工具和实验程序

与实验 1 相同。

3.2 结果

为了考察前测变量、学习时间可能对因变量的影响。首先对三组被试前测变量和学习时间进行方差分析。发现不同音高组的先前知识 ($M_{低音}$ = 9.79, SD = 2.76; $M_{原始音}$ = 8.33, SD = 2.71; $M_{高音}$ = 9.27, SD = 2.80)、前测积极情绪 ($M_{低音}$ = 3.02, SD = .73; $M_{原始音}$

= 3.14, *SD* = .80; $M_{高音}$ = 3.28, *SD* = .81) 和学习时间 ($M_{低音}$ = 235, *SD* = 81; $M_{原始音}$ = 216, *SD* = 85; $M_{高音}$ = 223, *SD* = 113) 均无显著差异 ($F(2, 90) = 2.23, p > .05$; $F(2, 90) = .84, p > .05$; $F(2, 90) = .32, p > .05$)。

其次对三组被试前测变量、学习时间与后测变量进行相关分析。发现先前知识与相关认知负荷 ($r = .24, p < .05$)、迁移成绩 ($r = .28, p < .01$) 相关显著；前测积极情绪与后测积极情绪 ($r = .36, p < .001$)、相关认知负荷 ($r = .21, p < .05$)、保持成绩 ($r = -.22, p < .05$) 相关显著；学习时间与保持成绩 ($r = .25, p < .05$) 相关显著。因此运用协方差分析考察听觉情绪设计对多媒体学习的影响 (见表 2)。

以前测积极情绪为协变量，考察不同音高对后测积极情绪的影响。发现音高变化对后测积极情绪具有显著影响。事后检验 (Bonferroni) 发现低音组的积极情绪显著高于原始音组 ($p < .05, d = .76$)，但高音组与原始音组、低音组差异不显著。

使用方差分析考察不同音高对外在认知负荷、内在认知负荷的影响，发现音高变化对外在认知负荷、内在认知负荷影响不显著。以先前知识为协变量，使用协方差分析考察不同音高对相关认知负荷的影响。发现音高变化对相关认知负荷影响显著。事后检验发现低音组和高音组的相关认知负荷均显著高于原始音组 ($p < .05, d = .67$; $p < .05, d = .58$)，但低音组与高音组差异不显著。

表 2 不同音高组被试各因变量的平均数（标准差）及其协方差分析结果

因变量	低音组 ($n = 33$)	原始音组 ($n = 30$)	高音组 ($n = 30$)	F	η^2
后测积极情绪	3.21(.70)	2.65(.66)	2.91(.75)	6.64^{**}	.130
外在认知负荷	1.95(1.55)	1.99(1.31)	2.01(1.93)	.09	
内在认知负荷	3.92(1.78)	4.64(1.67)	4.19(2.20)	1.17	
相关认知负荷	7.64(1.11)	6.62(1.72)	7.57(1.40)	3.74^{*}	.078
保持成绩	10.64(1.87)	8.87(2.10)	9.20(2.87)	4.48^{*}	.092
迁移成绩	5.06(1.52)	4.07(1.82)	3.87(1.98)	3.37^{*}	.070

注：$^{\dagger}p < .1$, $^{*}p < .05$, $^{**}p < .01$.

以前测积极情绪和学习时间为协变量，考察音高变化对保持成绩的影响，发现音高变化对保持成绩影响显著。事后检验发现低音组显著高于原始音组 ($p < .01, d = .82$) 和高音组 ($p < .05, d = .58$)，但高音组与原始音组差异不显著。以先前知识为协变量，考察音高变化对迁移成绩的影响。发现音高变化对迁移成绩影响显著。事后检验发现低音组显著高于高音组 ($p < .05, d = .65$)，但低音组与原始音组、高音组与原始音组均无显著差异。

4 讨论

本研究通过两个实验分别验证了视觉和听觉情绪设计对多媒体学习的促进作用。听觉情绪设计效应的发现突破了已有研究仅从视觉角度优化学习材料的方式，拓展了情绪设计的内涵（Moreno, 2007; Um et al., 2012），即不仅可以通过明亮的暖色和圆形拟人化特征设计学习材料，提高多媒体学习效果；还能通过降低男性讲解的音频学习材料的原始音高促进多媒体学习。

视觉和听觉情绪设计对多媒体学习的积极影响为多媒体教学提供了启示：教学者可以对多媒体学习材料进行视觉和听觉情绪设计，以提高其吸引力，诱发学习者的积极情绪，进而提高多媒体学习效果。

4.1 视觉情绪设计对多媒体学习的影响

与以往结论一致（龚少英等，2017；Um et al., 2012），研究发现相比于灰黑色和矩形的设计特点，采用明亮的暖色与圆形拟人化相结合的特点设计多媒体学习材料更能提高学习者的积极情绪，验证了研究假设。

两组被试的外在和内在认知负荷得分都较低且差异不显著，说明本研究中学习材料的组织呈现方式较为合理，不包括冗余信息（龚少英等，2017）。两组被试的相关认知负荷得分都较高，说明他们都付出了较大的心理努力；虽然差异不显著，但情绪设计组得分高于中性设计组，说明情绪设计诱发的积极情绪提高了学习者的认知投入，这一结论需要进一步实验验证。

情绪设计组的保持成绩显著高于中性设计组，但两组迁移成绩的差异只达到边缘显著，部分验证了研究假设且与已有结论部分一致（Mayer & Estrella, 2014; Plass et al., 2014; Um et al., 2012）。本

研究使用的保持测验多为选择题，属于再认范畴，考察的是浅层知识。情绪设计能激发学习者对学习材料的兴趣，促进知识的保持，但迁移测验涉及对知识的深度加工，需要投入更高的心理努力，这可能是两组被试迁移成绩差异不显著的原因。后续可以增加样本容量，进一步考察视觉情绪设计的效果。

实验1部分支持了情绪促进学习假说（龚少英等，2017; Pekrun et al., 2017; Plass & Kaplan, 2016）。情绪设计组的学生体验到了更多的积极情绪，对所学内容的保持较好。

4.2 听觉情绪设计对多媒体学习的影响

低音组被试的积极情绪高于原始音组和高音组，支持了研究假设，说明降低由男性讲解的音频学习材料的原始音高是实现听觉情绪设计的有效途径。

音高变化对外在认知负荷、内在认知负荷的影响不显著，且三组被试的外在和内在认知负荷得分都较低，其原因与实验1相同。低音组与高音组的相关认知负荷均高于原始音组，但低音组与高音组无显著差异。低音组体验到了更多的积极情绪，因此在学习中投入了更高的心理努力；相较于原始音高，高音更能吸引注意力，高音组被试的相关认知负荷也较高；原始音既不能诱发学习者的积极情绪，又不能吸引学习者的注意力，所以原始音组相关认知负荷最低。

低音组的保持成绩显著高于原始音组和高音组；低音组的迁移成绩虽然高于高音组，但与原始音组差异不显著，原因与实验1相同。降低由男性讲解的音频学习材料的音高提高了学习者的保持和迁移成绩，支持了研究假设。本研究中降低音高能提高即时成绩，但Helfrich和Weidenbecher（2011）发现音高变化只对延时成绩有影响，原因可能是调整音高的标准不同：Helfrich和Weidenbecher（2011）的调整标准为 ±6HT（half-tone），而Smith等（2012）和本研究均采用 ±0.5ERB的调整标准。

当学习者听到由更有吸引力的声音朗读学习材料时，会体验到更多的积极情绪，投入更多心理努力，提高保持和迁移成绩，同样验证了情绪促进学习假说（Pekrun et al., 2017）。

4.3 研究局限与展望

本研究也存在以下不足：如实验室情境的局限性、学习时间过短等。后续研究可以选择真实的学习环境，延长学习时间，重新验证情绪设计的作用。本研究仅考察了男性的音高变化对多媒体学习的影响。未来研究可以考察女性音高变化是否也影响多媒体学习效果。

此外，本研究分别考察了视觉和听觉情绪设计的作用。根据Mayer（2014）多媒体学习的通道效应原则，视觉和听觉通道同时呈现信息的学习效果好于视觉和听觉通道分别呈现信息。未来研究可以考察对学习材料的视觉和听觉元素同时进行情绪设计的效果是否好于分别进行视觉和听觉情绪设计。

5 结论

（1）视觉情绪设计，即采用明亮的暖色与圆形拟人化相结合的特点设计多媒体学习材料可以诱发学习者的积极情绪，提高其保持成绩；

（2）对听觉元素的情绪设计，即采用基音同步叠加算法将男性讲解的音频学习材料的原始音高下调0.5ERB可以诱发学习者的积极情绪，提高其相关认知负荷、保持和迁移成绩。

参考文献

龚少英，上官晨雨，翟奎虎，郭雅薇. (2017). 情绪设计对多媒体学习的影响. *心理学报, 49(6),* 771–782.

李金波，许百华. (2009). 人机交互过程中认知负荷的综合测评方法. *心理学报, 41(1),* 35–43.

邱林，郑雪，王雁飞. (2008). 积极情感消极情感量表(PANAS)的修订. *应用心理学, 14(3),* 249–254.

Feinberg, D. R., DeBruine, L. M., Jones, B. C., & Perrett, D. I. (2008). The role of femininity and averageness of voice pitch in aesthetic judgments of women's voices. *Perception, 37(4),* 615–623.

Heidig, S., Müller, J., & Reichelt, M. (2015). Emotional design in multimedia learning: Differentiation on relevant design features and their effects on emotions and learning. *Computers in Human Behavior, 44,* 81–95.

Helfrich, H., & Weidenbecher, P. (2011). Impact of voice pitch on text memory. *Swiss Journal of Psychology, 70(2),* 85–93.

Johnson, J., & Puts, D. (2017) Voice Pitch. In T. Shackelford & V. Weekes-Shackelford (Eds.), *Encyclopedia of evolutionary psychological science.* Basel, Switzerland: Springer International Publishing.

Jones, B. C., Feinberg, D. R., DeBruine, L. M., Little, A. C., & Vukovic, J. (2010). A domain-specific opposite-sex bias in human preferences for manipulated voice pitch. *Animal Behaviour, 79(1),* 57–62.

Leppink, J., Paas, F., van der Vleuten, C. P. M., van Gog, T., & van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods, 45(4),* 1058–1072.

Mayer, R. E. (2014). *The cambridge handbook of multimedia learning.* New York: Cambridge University Press.

Mayer, R. E., & Estrella, G. (2014). Benefits of emotional design in multimedia instruction. *Learning and Instruction, 33,* 12–18.

Moreno, R. (2007). Optimising learning from animations by minimising cognitive load: Cognitive and affective consequences of signalling and segmentation methods. *Applied Cognitive Psychology, 21(6),* 765–781.

Park, B., Knörzer, L., Plass, J. L., & Brünken, R. (2015). Emotional design and positive emotions in multimedia learning: An eyetracking study on the use of anthropomorphisms. *Computers and Education, 86,* 30–42.

Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K., & Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: Longitudinal models of reciprocal effects. *Child Development, 88(5),* 1653–1670.

Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction, 29*, 128–140.

Skrinda, I., Krama, T., Kecko, S., Moore, F. R., Kaasik, A., Meija, L., et al. (2014). Body height, immunity, facial and vocal attractiveness in young men. *Naturwissenschaften, 101(12),* 1017–1025.

Smith, D. S., Jones, B. C., Feinberg, D. R., & Allan, K. (2012). A modulatory effect of male voice pitch on long–term memory in women: Evidence of adaptation for mate choice? *Memory and Cognition, 40(1*), 135–144.

Smits, M. H. S. B., Boon, J., Sluijsmans, D. M. A., & van Gog, T. (2008). Content and timing of feedback in a web–based learning environment: Effects on learning as a function of prior knowledge. *Interactive Learning Environments, 16(2)*, 183–193.

Um, E., Plass, J. L., Hayward, E. O., & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 104(2),* 485–498.

Impact of Visual and Aural Emotional Design on Multimedia Learning

Xiong Junmei[1,2], *Xin Liang*[1,2], *Gao Miaomiao*[1,2], *Wang Fuxing*[1,2], *Zhou Li*[1,2], *Gong Shaoying*[1,2]

([1] Key Laboratory of Adolescent Cyberpsychology and Behavior (CCNU), Ministry of Education, Wuhan, 430079)

([2] School of Psychology, Central China Normal University, Wuhan, 430079)

Abstract Emotional design refers to the use of a series of design features, such as the design layout, color, and sound in multimedia environments, to increase the attractiveness of learning materials, induce learners' positive emotions and promote multimedia learning. It has not yet reached a consensus whether visual emotional design can facilitate learners' learning process and outcome. The cognitive theory of multimedia learning holds that we can process visual information through visual channel and audio information through aural channel. Previous studies only examined the effects of visual emotional design on multimedia learning. Can aural emotional design also increase the attractiveness of learning materials, induce learners' positive emotions and promote multimedia learning? In this study, we used two experiments to examine the impact of visual and aural emotional designs on multimedia learning, respectively.

In experiment 1, a total of 100 participants were recruited and 60 subjects' data were analyzed. The experimental material was a Flash animation, "How the Immune System Works", combined with narration. The learning materials of the visual emotional design group used bright colors (such as orange, blue), combined with round and anthropomorphic design. The learning materials of the neutral design group used black, white and gray colors, and the cells were designed as rectangles. The results suggested that the positive emotions and the retention scores of the emotional design group were significantly higher than those of the neutral design group, but there was no significant difference in cognitive load or transfer test between the two groups.In experiment 2, a total of 176 participants were recruited, and 93 subjects' data were analyzed. We used the learning materials of the neutral design group. As for the narration materials, we used the Pitch-Synchronous Overlap Add of Praat software to increase 0.5 Equivalent Rectangular Bandwidths (ERB) of the raw pitch so to form a treble pitch; similarly, the original pitch was reduced by 0.5ERB to form a bass pitch. Results indicated that positive emotions, germane cognitive load, retention test scores of the bass group were significantly higher than those of the raw pitch group; retention and transfer test scores of the bass group were significantly higher than those of the treble pitch group; germane cognitive load of the treble group were significantly higher than those of the raw pitch group; the three pitch groups did not differ from each other in other aspects.

This study shows that both visual and aural emotional designs can significantly facilitate and improve multimedia learning outcomes. The corroboration of the effects of aural emotional design on multimedia learning has contributed to the existing research, in which previous researchers only optimized learning materials through visual emotional design. Thus we expanded the definition of emotional design in multimedia learning to include aural emotional design. In this study, we examined visual and aural emotional designs separately. However, according to the channel principle of multimedia learning, visual and aural information presented at the same time is better than information presented separately. Therefore, future researchers are encouraged to test the relevant research question.

Key words multimedia learning, visual emotional design, aural emotional design, positive emotion, cognitive load, learning outcome