

整体加工方式下面孔结构与特征关系*

郭建伟 胡凤培 苏晓华 王笃明 王 曦 葛列众

(浙江理工大学心理学系, 杭州 310018)

摘 要 探讨面孔整体性加工方式下结构信息和特征信息加工之间的关系。通过聚焦窗口技术在结构信息和特征信息的权变过程中考察二者对面孔整体性加工的影响, 从而进一步确定两类信息的加工关系模式。结果表明: 面孔以整体的方式进行加工; 结构信息加工系统和特征信息加工系统两者并行存在, 在当前实验任务中两类信息加工之间为竞争关系; 面孔以结构信息加工为主还是以特征信息加工为主取决于两类信息在当前任务中提取和加工难度。

关键词 面孔加工; 整体; 结构信息; 特征信息; 竞争关系模型

分类号 B842

1 引言

面孔是日常生活中最常见的视觉刺激。通过对面孔进行认知, 可以快速获得社会交往所需要的各种信息, 如人的年龄、性别、情绪等(Bruce & Young, 1998)。对面孔这个特殊客体的研究, 有助于进一步认识人类视觉认知规律。当前, 面孔认知研究主要围绕着面孔知觉方式和不同类型信息的作用规律展开。

1.1 面孔知觉方式之争

在面孔认知研究中, 目前主要存在三种理论, 即特征说、结构说和整体说。特征说认为面孔加工过程主要对特征信息进行加工, 特征信息是指面孔上相对独立的器官, 如眼睛、鼻子、嘴巴等; 而结构说则认为面孔加工过程除了特征信息加工之外, 更主要是结构信息的加工, 结构信息是指面孔上特征之间的空间关系及版面布局信息。

面孔认知研究中一直存在着局部和整体加工方式之争。部分研究者认为, 面孔主要以局部特征信息进行加工, 整体面孔只不过是各特征的简单总和(Garner, 1978)。而且这些特征信息在面孔加工过程中具有不同的相对重要性, 从大到小依次为内轮廓、外轮廓、眼部、嘴巴和鼻子。很显然, 特征说

支持的是面孔的局部加工方式。在支持结构说的研究者当中, 研究者通常把结构加工等同于整体加工(Maurer, Grand, & Mondloch, 2002)。然而, 也有部分研究者认为在面孔加工过程中起关键作用的是特征之间的空间关系, 而不是整体模板(Leder & Bruce, 2000)。如有人考察了局部结构信息(两眼间的距离)在正向和倒置面孔中的作用, 发现局部结构信息在面孔加工中起着关键作用, 而无须进行整体加工(Leder, Candrian, Huber, & Bruce, 2001)。

特征说和部分结构说的支持者认为面孔是以局部的方式进行加工的。但是从以往研究的方法来看, 似乎存在着不妥之处。如特征说支持者一般独立地考察特征的作用, 而不是在面孔这个整体刺激背景之中来进行考察, 如此很难说明面孔是以特征进行加工的; 再如 Leder(2001)等人的实验中, 作者也是在破坏了面孔整体轮廓的基础上进行局部结构信息的作用考察。

面孔认知研究中之所以存在整体局部之争, 在很大程度上是由于对整体概念的理解差异所造成的。其中一种较为被认可的解释是面孔上各特征在面孔认知过程中被整合成格式塔进行加工, 而不是直接对单个特征进行加工(Tanaka & Farah, 1993; Goffaux & Rossion, 2006)。具体表现为一种整体性

收稿日期: 2009-05-25

* 浙江省自然科学基金项目(Y20577、Y107120、Y2080744), 浙江省科技厅面上项目(2009C31163)。

通讯作者: 胡凤培, E-mail: zjuhu@hotmail.com

的加工趋势(Maurer et al., 2002), 或者面孔局部信息之间在加工过程中的相互影响(Robbins & McKone, 2003)。面孔识别整体效应在各年龄层上具有普遍性: 如有研究者在儿童的面孔识别研究中发现, 学龄前儿童和成人一样, 也表现出整体优势效应(Pellicano & Rhodes, 2003)。

目前面孔整体加工的观点受到越来越多的研究者认同, 并有大量实证性研究验证。虽然对特征信息、结构信息以及整体性加工各自研究都比较深入, 但是目前很少有研究来进一步明确探究两类信息是以何种方式作用于面孔整体性加工的。因此, 有必要对整体加工条件下结构和特征信息加工之间的关系进行探讨。

1.2 整体加工条件下结构和特征信息的关系

面孔上的信息分为特征信息和结构信息, 在面孔整体性加工过程中, 两类信息是交互影响的。Tanaka 和 Sengco (1997)指出, 当特征嵌入到新的面孔中时, 其结构信息发生了改变。如双眼之间距离的改变, 随之发生的是眼睛的识别被削弱, 这个结果说明结构信息的改变会破坏特征信息的识别。而且结果还发现, 尽管某些特征信息与改变的结构信息不直接相关, 但这些特征的识别也受到了破坏, 如在改变双眼距离的条件下, 鼻子和嘴巴的识别绩效被削弱。这种情况说明其中一种信息变化的同时, 另一种信息也发生了变化, 两者是协变关系。Schwaninger (2003)指出, 特征和结构信息之间的关系在面孔认知机制研究和建模中至关重要。鉴于结构和特征之间的复杂关系, 能否将两者分离而进一步独立地考察某一种信息的作用规律是非常有意义且值得研究的问题。McKone (2004)通过边缘识别和 Mooney face 这两种特殊技术成功地分离出了面孔结构加工, 并进一步地考察了结构加工在正向面孔和倒置面孔之间随着方位角度变化而呈现的衰退模式。该研究支持了结构加工的曲线衰退模型, 而不是线性模型。二者的成功分离证实了早期视觉加工中, 面孔结构和特征加工这两个系统是并行存在的假设, 面孔加工的特殊性也就是因为存在这种结构加工系统。而且神经机制的研究也指出, 这两种加工分别激活不同的大脑半球相关脑区(Rossion, 2000), 进一步支持了两种加工并行存在的观点。然而明确了两者的存在形式之后, 考察两者之间复杂的作用关系显得十分必要。因此, 本文就针对这一问题进行探索。

一般认为, 倒置效应是倒置面孔中结构信息提

取和加工存在困难引起的。然而, 有研究表明, 在倒置面孔中虽然结构信息的提取相对比较困难, 但在一定条件下还是会进行提取的(Flevaris, Robertson, & Benti, 2008)。以往相关研究中使用的整体面孔多为清晰面孔。因此有理由推测, 当清晰面孔倒置而导致结构信息提取困难时, 知觉系统转向了特征信息的提取; 而当增加特征信息的提取难度时, 知觉系统可能就会更多地尝试着提取结构信息。即两种系统的加工取决于信息加工的困难程度, 而且两者是竞争的关系。鉴于这种可能性, 本文引入聚焦窗口技术来探究在整体加工条件下, 面孔结构和特征信息的关系。

所谓聚焦窗口是指在模糊化(空间频率低通过滤)后的刺激空间上开设一窗口将局部图像信息清晰化, 从而突显窗口内信息的同时抑制外周信息。研究表明, 高频段的频率信息主要支持特征或者细节表征, 而低频则以结构信息表征为主(Goffaux, 2005; Flevaris, Robertson, & Benti, 2008)。通过调整聚焦窗口过滤值的大小可以对窗口外两类信息提取和加工难度进行控制。本文正是通过在不同提取和加工难度下考察两类信息对面孔加工的影响来获取二者在面孔整体性加工中的关系。

2 实验 1: 面孔主观清晰度评价实验

2.1 方法

物理属性变化所引发的心理量变化并不是简单的线性变化模式, 而是符合于一般心理物理模型的。为了考察空间频率低通过滤的心理量变化, 也为后续实验聚焦窗口过滤值的设定提供参考基础, 在面孔识别实验之前, 本研究对不同空间频率低通过滤的面孔进行了主观清晰度评价实验。

2.1.1 实验材料 实验采用人面部灰度图片若干, 表情呈中性, 去除外轮廓。图片分别经过截取值为 1~30cpf (周/脸, circle per face, 下文均用 cpf 替代)的空间频率低通过滤, 取得一系列不同模糊程度的面孔图片。

2.1.2 实验被试 浙江某高校学生 36 名, 男女各 18 名。平均年龄 22.5 岁。视力或矫正视力正常。无类似实验经历。

2.1.3 实验设备 实验采用计算机 CPU 为 Intel Pentium 4, 主频 3.0G, 1G 内存, 17 寸 CRT 显示器, 屏幕刷新率 75Hz, 分辨率为 1024×768, Windows xp Professional 操作系统。

2.1.4 实验程序 实验在计算机屏幕上随机呈现

一系列经过不同截取值空间频率低通过滤(为减小振铃效应,所有实验中使用的过滤算法为巴特沃斯滤波)的面部图片。要求被试对图片在 1~10 分钟内按清晰度进行评分,图像越清晰,分值越高。评分结果写在事先准备好的记录纸上。

2.2 实验结果

收集所有被试的评分结果,进行统计,表 1 给出部分主要数据。

表 1 面孔空间频率低通过滤主观清晰度评价

过滤值(cpf)	主观清晰度
1	1.0
2	2.1
3	2.9
4	3.7
5	4.2
6	5.0
9	6.3
10	7.0
14	8.0
20	9.1
30	10.0

注:表中过滤值单位为周/脸(circle per face, cpf)

从表 1 中可以看出,主观清晰程度随着过滤值的提高,增加速度先快后慢。主观清晰程度与低通过滤截取频率之间的关系近似于对数而非简单的线性关系,与一般的心理物理模型相吻合。当截取频率在 20~30cpf 之间时,主观清晰程度无明显变化。其中当截取频率为 6cpf 时,主观清晰程度恰为 5 分,即半清晰状态。根据被试反馈,此时能够很好地对各特征之间的空间关系及位置进行分辨,但是特征信息看不清楚,对两个面孔的特征很难进行区分。

3 实验 2: 不同空间频率下正向面孔识别实验

3.1 方法

本实验通过聚焦窗口将面孔特定特征突显,通过对外周信息进行不同的空间频率低通过滤从而控制两类信息的提取和加工难度。实验目的是研究外周信息变化对面孔整体性识别的影响,从而确定结构信息和特征信息对面孔整体性加工的影响以及二者之间的关系。

3.1.1 实验材料 实验采用人面部灰度图片若干,

去除外轮廓,表情中性。抽取男、女图片各 4 张作为实验原始图片。针对每一张原始图片从剩余图片中随机抽取对应性别的面孔图片各 2 张,从中选出眉毛、眼睛、鼻子、嘴吧 4 个特征,分别、依次替换掉原始面孔上的相应特征,一次替换一个特征,如此总共 $8 \times 2 \times 4 = 64$ 张替换过特征之后的面孔,这些图片在实验中将作为干扰图片。对每张原始图片和干扰图片进行 5 个水平的聚焦窗口处理,5 个水平是指外周信息的空间频率低通过滤值,分别是 1、2、3、6、10cpf,对应主观清晰度为 1、2、3、5、7 分。每个水平从之前 64 张中随机选取替换过的图片 16 张作为刺激。

3.1.2 实验被试 浙江某高校在校学生 14 名,男性 7 名,女性 7 名,平均年龄为 21.9 岁。被试视力或矫正视力正常,右利手,无类似实验经历。

3.1.3 实验设备 实验采用计算机 CPU 为 Intel Pentium 4,主频 3.0G,1G 内存,17 寸 CRT 显示器,屏幕刷新率 75Hz,分辨率为 1024×768,Windows xp Professional 操作系统。

3.1.4 实验程序 实验在标准心理学实验室内进行。被试眼睛距屏幕 60cm,刺激图片宽 9cm,高 11.5cm,图片大小为 300×370 像素,对应视角为 8.55 度×10.93 度。

实验程序由心理学专业软件 Eprime 1.2 进行编制,正式实验之前给与适当练习,让被试熟悉实验条件。正式实验流程如图 1 所示。

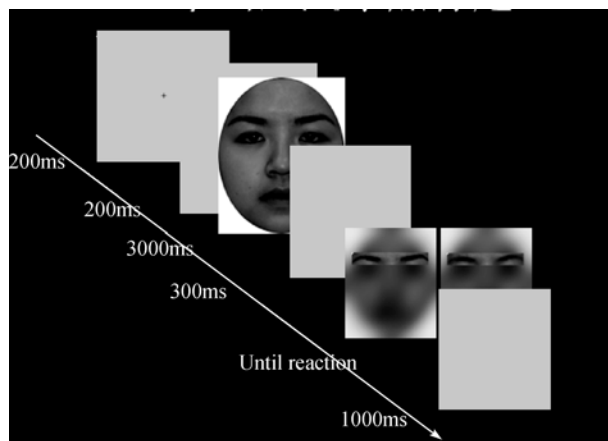


图 1 实验刺激呈现流程图

实验开始先给被试呈现中央注视点 200ms,接着 200ms 灰屏,然后在屏幕中心呈现一张原始面孔图片 3000ms,让被试观察学习,接着灰屏 300ms,之后在距屏幕中心左右 8 度视角处呈现测试刺激,

测试刺激由靶子图片(原始面孔图片)和干扰图片组成。在测试阶段, 干扰面孔图片和靶子面孔图片之间除了窗口内的特征不同之外, 其他部位均相同。被试的任务是对左右呈现的两张面孔识别出原先学习过的那一张, 要求被试在保证正确的基础之上按相应键快速地反应, 反应键实验中进行平衡, 刺激直到被试做出反应消失。实验过程中靶刺激出现的位置左右进行平衡, 相同刺激出现两次, 总共 $80 \times 2 = 160$ 次测验。1000ms 之后进入下一次测验。

3.1.5 实验设计 本实验为 4(待测特征: 眉毛、眼睛、鼻子、嘴巴) $\times$ 5(过滤值: 1cpf、2cpf、3cpf、6cpf、10cpf) 被试内完全随机设计。面孔上 4 个待测特征分别利用相应大小的矩形窗口进行突显。窗口大小以像素计(高 $\times$ 宽)分别为: 眉毛(40 $\times$ 250 像素)、眼睛(60 $\times$ 250 像素)、鼻子(90 $\times$ 90 像素)、嘴巴(60 $\times$ 130 像素)。5 个过滤值分别对应主观清晰度为 1、2、3、5、7 分。随着外周信息清晰度的变化, 外周两类信息提取和加工难度出现不同程度变化, 结构信息比特征信息增加快, 在信息量增加到一定程度之后, 结构信息趋于饱和, 此时特征信息才逐渐强化。

3.2 实验结果与分析

实验对正确率和正确反应时分别进行二因素方差分析, 发现不同外周信息清晰程度主效应在正确率上差异不显著, 但在反应时上差异显著, $F(4, 19) = 14.04, p < 0.05$ 。结果如表 2 所示。

表 2 正向面孔不同外周信息清晰度识别反应时

主观清晰度	反应时 ms	正确率%
1	1554.4(41.4)	68.3(2.1)
2	1493.0(41.1)	72.5(2.1)
3	1482.7(40.8)	71.2(2.1)
5	1855.5(41.2)	69.9(2.1)
7	1541.4(39.5)	75.9(2.1)

注: 括号中的数据为标准差, 下同。

从表 2 可以看出, 当主观清晰度为 5 分时, 反应时最长。随着清晰度的增加反应时的变化趋势为: 先略有下降, 接着急剧上升, 当 5 分之后, 反应时又急剧下降。事后分析表明: 主观清晰度为 5 分时, 其反应时与其它 4 个水平差异显著, 而其它 4 个水平之间差异不显著。

特征识别的正确率和反应时差异显著。正确率: $F(3, 19) = 24.45, p < 0.05$; 反应时: $F(3, 19) = 2.71, p < 0.05$ 。结果如表 3 所示。

表 3 正向面孔不同特征识别绩效

特征	正确率%	反应时 ms
眼睛	80.7	1531.3(34.2)
嘴巴	76.4	1535.5(35.0)
眉毛	69.5	1629.9(36.9)
鼻子	59.6	1644.8(39.6)

从表 3 可以看出, 四个面部特征的识别正确率从大到小依次为眼睛、嘴巴、眉毛、鼻子。对面部特征识别正确率进行事后检验发现: 眼睛和嘴巴之间识别正确率差异不显著, 但二者显著好于眉毛和鼻子, 眉毛的识别正确率显著好于鼻子。四个面部特征反应时从快到慢进行排序依次为眼睛、嘴巴、眉毛和鼻子。对结果进行事后分析表明, 眼睛和嘴巴的反应时差异不显著, 但显著快于眉毛和鼻子, 眉毛和鼻子之间没有显著性差异。

面部特征识别和外周信息主观清晰程度交互作用在正确率上和反应时上均显著。正确率: $F(12, 19) = 4.22, p < 0.05$; 反应时: $F(12, 19) = 4.62, p < 0.05$ 。交互作用显著, 说明面孔上特征其识别是受外周信息的影响的。

实验对待测特征的外周信息进行了各种程度空间频率低通过滤, 通过控制其截取频率可以控制外周信息中结构信息和特征信息的提取和加工难度(Jones & Mewhort, 2004)。当截取频率在一定水平之下, 结构信息提取较容易, 而特征信息由于需要更多的细节信息而暂时处于抑制状态。随着截取频率值的进一步提高, 细节信息不断丰富, 特征信息逐渐得到强化, 因此两类信息随着过滤截取值的变化存在不同的提取和加工难度。在识别实验开始之前, 对不同截取频率的清晰程度作了主观评价, 当截取频率为 6cpf 时, 主观评价为 5 分, 即被试认为此时为半清晰状态, 结构信息已足够, 而特征信息则十分欠缺, 在这一点上绩效开始出现转折。在识别实验中, 各水平上面孔识别的正确率在概率水平以上, 且没有显著性差异, 其差异体现在反应时上。结果说明, 局部特征足够对面孔做出正确识别, 但是不同的外周信息影响了面孔的识别。因此, 有理由说面孔识别是具有整体加工的性质。

在主观清晰度 5 分之前, 随着外周信息的增加, 反应时先有略微增加, 出现这个现象可能是由于在清晰度为 1 时外周信息为零, 实际上相当于特征单独呈现, 破坏了其轮廓。当清晰度继续增加, 此时结构信息开始增加, 而特征信息则几乎为零。结构

信息的增加为搜索对任务具有诊断性价值的信息提供了导航和定位作用,其捕获了注意资源耗费在搜索之上。当主观清晰度达到 5 分之后,反应时急速下降,这一过程中结构信息已经足够,特征信息逐渐充盈。此时反应时的加快,说明了特征信息在当前任务中起着促进作用,特征信息越多,对面孔识别越有利。视觉系统为了更准确快速地对面孔进行识别,需要更多的特征信息,因此需要通过结构信息的定位和导航作用提取到特征信息。也正是如此,当面孔上一旦出现结构信息,视觉系统就有搜索其他特征信息的趋势,也因此有了整体性加工的趋势。

从实验结果我们可以推测结构信息和特征信息在面孔整体性加工中具有不同的作用规律,两者是竞争的关系:当空间频率低通过滤截取值较低时,特征信息的提取和加工较困难,因此此时结构信息起主要作用;当空间频率低通过滤值到达一定水平之后,特征信息逐渐丰富,此时特征信息开始起作用;为了进一步证明,我们在实验三设置了倒置面孔识别实验。

从各特征的识别正确率上来看,眼睛的识别正确率最高,其次是嘴巴,眉毛和鼻子,而从各特征的正确反应时来说,也是眼睛的反应时最短,其次是嘴巴,眉毛和鼻子。因此,总体来说,面孔上各特征的识别重要性排序从大到小依次为眼睛、嘴巴、眉毛和鼻子。这一结果与前人研究结果一致。

4 实验 3: 不同空间频率下倒置面孔识别实验

4.1 方法

结构信息和特征信息在解释倒置面孔效应中被提出来,对于倒置面孔效应的一般解释是:面孔主要以结构信息进行表征,在倒置面孔中结构信息加工被削弱,转而采取以特征为主的加工方式。然而,我们注意到以往研究中使用的倒置面孔均属未经过空间频率过滤的面孔,其特征信息充分,提取相对较容易。因此,可能存在以下:在倒置面孔中以特征加工为主只是因为结构信息提取困难,当在倒置面孔中抑制特征信息时视觉系统会重新试着提取和加工结构信息。本实验通过将倒置面孔空间频率低通过滤,从而在特征信息受抑制的情况下考察倒置面孔中是否存在结构信息加工,并进一步探索特征信息和结构信息在倒置面孔中的作用规律。

实验被试 浙江某高校在校学生 13 名,其中

男性 7 名,女性 6 名,平均年龄 22.3 岁。视力或矫正正常,右利手,无类似实验经历。

实验中面孔照片均为倒置,其他诸如实验程序、材料、设备同实验一。

4.2 实验结果与分析 对结果进行二因素方差分析。结果显示,外周清晰度识别反应时主效应显著: $F(4,19)=14.19, p<0.05$; 特征反应时主效应不显著,但特征识别正确率主效应显著: $F(3,19)=24.18, p<0.05$ 。各特征识别正确率从大到小依次为:眼睛、嘴巴、眉毛和鼻子。特征和外周清晰程度在正确率和反应时上交作用均显著:正确率: $F(12,19)=4.30, p<0.05$; 反应时: $F(12,19)=4.32, p<0.05$,不同清晰程度面孔识别正确反应时如表 4 所示。

表 4 倒置面孔不同外周信息清晰程度识别反应时

清晰度	反应时 ms	正确率%
1	1539.9(40.7)	68.4(2.1)
2	1446.3(40.6)	71.7(2.1)
3	1472.7(40.0)	71.1(2.1)
5	1826.6(40.4)	69.8(2.1)
7	1533.8(39.1)	74.7(2.1)

从表 4 可以看出,当主观清晰度为 5 时,反应时最长。随着清晰度的增加反应时的变化趋势为:先略有下降,接着急剧上升,当 5 分之后,反应时又急剧下降。变化模式与正向面孔基本一致。事后分析表明:1、2、3、10cpf 之间差异不显著,6cpf 时的反应时和其他 4 个水平差异显著。倒置面孔各特征识别正确率如表 5 所示。

表 5 倒置面孔不同特征识别正确率

特征	正确率(%)	反应时 ms
眉毛	69.8	1605.6(36.2)
眼睛	80.6	1531.9(33.6)
鼻子	59.0	1610.1(38.9)
嘴巴	75.3	1507(34.6)

从表 5 可以看出,各特征识别正确率从大到小依次为:眼睛、嘴巴、眉毛、鼻子。事后分析表明,各特征识别正确率之间差异均达到显著。

从信息作用的变化规律来看,其模式与正向面孔中的模式基本一致,说明在倒置面孔中特征信息受到抑制时视觉系统会转向结构信息的加工。面孔识别中是结构加工还是特征加工,取决于两类信息的加工难度,验证了实验一提出的竞争模型。倒置

面孔与正向面孔加工方式本质上没有区别 (Riesenhuber et al., 2004), 其区别是由于在正向和倒置时两类信息加工困难程度所引起。因为存在两类外周信息对于识别的影响, 因此我们不能认为倒置面孔是完全基于局部或者基于特征的加工的, 而是在倒置时特征信息较结构信息更容易进行获取, 从而表现出以特征加工为主。

从各特征的识别正确率上来看, 依然和正向面孔中的识别情况相同。面孔上四个特征在倒置面孔条件下, 正确率从大到小依次为眼睛、嘴巴、眉毛和鼻子, 且各特征之间差异达到显著。因此, 无论在正向面孔还是在倒置面孔中, 眼睛为在面孔识别中最关键的特征。这和以往的研究结果相符。

5 讨论

面孔加工是整体性加工还是基于局部信息的加工是一直以来研究者们非常关注的问题。而整体这个概念也一直缺乏一个明确的操作定义, 研究者们对其有不同的理解。也正是因为这些理解的差异造成了研究结果差异以及观点的不同。一种整体性的解释起源于早先的格式塔学说, Leder 所反对的也就是这种解释 (Leder, 2001)。这种解释认为面孔是不可分的, 面孔以整体模板的形式进行加工。Leder 认为, 在面孔认知中起关键作用的是特征之间的空间关系 (Leder & Bruce, 2000), 是这种局部的结构信息在面孔认知中发挥着作用。Leder (2001) 考察了局部结构信息在正向和倒置面孔中的作用。实验要求被试判断眼睛之间的距离变化, 结果发现当面孔倒置时其判断更加困难。为了进一步说明是局部结构信息而不是整体信息在面孔认知中起作用, 作者通过逐步增加外周信息 (局部以外的面孔信息) 以及保持局部正向而倒置外周信息两种方法来考察倒置效应的出现是否受到外周信息的影响。按照整体说, 外周信息对局部信息识别是有影响的, 而结果发现外周信息控制与倒置效应之间并无交互效应, 而且当局部结构信息单独呈现时依然出现倒置效应, 说明局部结构信息是单独对面孔认知起作用而不受整体加工的影响。Leder 和 Carbon (2004) 进一步证明以往支持整体性加工的研究所得出的效应是由于被试的整体性学习策略, 而不是固有的整体性加工。

然而在 Leder (2001) 的实验中作者通过切割面孔 (增加和减少面积) 达到控制外周信息的目的, 破坏了面孔的完整性。研究发现面孔的内轮廓和外轮

廓在面孔认知过程中最为重要。在缺乏轮廓条件下, 可能会使被试改变判断策略, 从而将刺激当作一般视觉客体而不是面孔这个特殊的客体来识别。面孔的特殊性在于整体性, 而不是局部特征; 因此, 面孔刺激材料在这种缺乏轮廓的条件下, 本身就无整体性可言。其次, 由于实验任务是判断局部结构信息的变化情况, 因此任务本身就限定了被试只需注意局部的物理变化情况就可足够完成任务, 而不涉及面孔指代的意义或者身份。因此在这种实验条件下, 实验任务本身就注定了实验中无须整体性加工, 局部信息加工自然就不受外周信息的影响。Leder 和 Carbon (2004) 的实验中, 在单个面孔特征学习条件下不出现整体优势效应, 而是出现了整体的抑制作用, 即在整体背景中绩效反而要差。这可能是在特征单独学习条件下, 被试没有对待测特征之外的信息进行学习, 而在测试阶段出现了待测特征以外的信息, 从而引起了干扰作用。这也说明了面孔加工的整体效应, 即局部特征信息和局部以外的信息存在交互作用, 产生了抑制作用。因此, Leder 等人的相关研究未能否定面孔加工的整体性, 面孔加工的整体性仍旧是存在的。在当前研究中, 我们使用了不同过滤水平的聚焦窗口在保证面孔轮廓的基础上控制外周信息, 从而避免了 Leder (2001) 实验的缺陷。

整体加工的另一种解释由 Tanaka 和 Farah 率先提出, 认为整体性表现为面孔加工中面孔上局部信息之间的交互作用。这方面使用最多的研究范式是整体-局部范式, 这种范式是将局部信息单独呈现时的绩效与在整体面孔识别绩效的比较。虽然能够证明局部信息在整体背景中的识别绩效显著地高于单独呈现的识别绩效, 也就是存在整体优势效应, 但是这种范式是一种二极化的方法, 即要么是单个特征, 要么就是整个面孔, 没有对单个特征到整体面孔这个变化过程中的情况进行考察。当前的研究中, 当聚焦窗口的过滤水平极低时, 外周信息几乎为零, 因此相当于特征单独呈现, 当过滤水平极高时, 相当于整体面孔。我们发现, 在这个变化过程中, 面孔局部信息一直受外周信息的影响。因为, 假如外周信息对面孔局部信息加工没有影响, 那么随着外周空间频率低通过滤的变化呈现的是一条水平线, 而这里明显表现出了外周信息的影响。从影响模式的变化当中得出, 对于不同类型的外周信息其影响模式是不一样的。这也为我们考察面孔整体性加工中结构信息和特征信息的作用关系提供

了契机。

以往面孔整体性加工过程中结构信息和特征信息的研究,一般通过固定其中一类信息来考察另一类信息的作用,而很少有将二者在权变过程中来对二者关系进行探索的。对于两类信息的作用也众说纷纭,究其原因主要是在以往研究中缺少可以通过外在控制手段分离结构信息和特征信息的技术。McKone 在此方面做出了很大的贡献,他成功地通过不同方法将两种信息在面孔加工过程中予以分离,并且考察了在结构加工单独存在时的作用规律。然而针对两类信息之间的关系,虽然提出了几种可能的模型(McKone, 2004),但是未能进一步的验证。鉴于此,本研究引入了聚焦窗口技术在二者权变过程中进行分离,并且在此基础上试探性地提出了另外一种模型的可能性,即结构加工和特征加工的竞争关系模型。我们认为:在面孔加工中,两类信息的加工取决于加工的难度,在正向面孔中结构信息更容易被加工;而在倒置脸中特征信息更容易被加工,缺少结构信息的联结作用;然而倒置脸中并不是完全进行特征加工的,当特征信息受到抑制时,面孔加工系统转而加工结构信息。

本研究表明:随着外周信息清晰度的提高,前一阶段主要是结构信息在增加,特征信息几乎处于被抑制状态,也就是主要是结构信息起作用;后一阶段主要是特征信息在起作用;若结构信息和特征信息作用规律相同,那么前一阶段(实验中体现在清晰度 5 之前)和后一阶段的作用模式(这里体现为反应时变化)应该是一致的。但是,结果表明二者的作用模式是相反的(前一阶段反应时的增加,后一阶段反应时的降低)。因此,结构和特征加工是不同的。当面孔倒置时,按照以往部分研究认为面孔此时结构信息加工几乎消失,或者不存在整体性加工如表现在 N170 波幅的变小等等。但是,也有很多研究发现并不尽是如此,如 Flevaris, Robertson 和 Benti (2008)认为在一定条件下还是有结构信息的加工, Benti (1996), Rossion (2000), Sagiv (2001)等发现倒置时 FFA 的 N170 活动反而降低了,因此总的说来,对于倒置效应发生的本质究竟是什么或许还需要进一步的考察。我们认为倒置时,一般情况下由于特征信息加工更加占据优势,而结构信息提取和加工困难,所以表现出了基于局部特征的加工。假设,当倒置时增加特征信息提取的难度,那么是否此时结构加工就占据优势,进行结构加工了呢?在实验中,利用空间频率过滤,在倒置时先抑

制特征信息,也就是增加了特征信息提取的难度。此时表现出结构和正向面孔加工一致的模式,也就是一开始是先加工结构信息,后来才加工特征信息。这就证明了两类信息提取和加工的难度决定了是结构加工还是特征加工,因此,两类信息加工之间应该是竞争的关系。

以往研究认为倒置面孔和正向面孔有着质的区别,在解释相关的现象上提出了结构信息和特征信息加工的区分。然而,也有研究指出正向和倒置面孔加工并没有本质的区别,只是强度上存在差异(Riesenhuber et al., 2004)。本研究通过实验证明,倒置面孔至少在加工方式上和正向面孔没有本质的区别,都存在两种加工方式。只不过由于加工的困难程度不同而导致了以某种加工方式为主。在倒置面孔中结构信息的提取较正向面孔困难,但不是没有尝试着提取的。这也就解释了为什么以往研究会认为倒置面孔中不存在面孔整体性加工。

本研究也发现,无论在正向面孔还是在倒置面孔上,特征的识别正确率均在随机水平以上,说明了面孔特征对于面孔识别提供了足够的信息,个体能够做出正确的判断,但是这和整体性加工并不矛盾,因为他们都受特征以外信息的交互影响,有整合在一起的趋势。而且,在两种条件下,各特征的重要性从大到小依次都为:眼睛、嘴巴、眉毛和鼻子,这个结果和以往相关研究结果一致。

本研究虽然对两类信息加工关系模型作了初步研究,然未能进一步量化两者之间的关系,建立数学模型,也未进一步作脑神经方面的研究,这是下一步继续研究的方向。

6 结论

(1) 面孔以整体的方式进行加工。

(2) 结构信息加工和特征信息加工在面孔整体性加工中具有不同的作用规律,两者构成竞争关系模型,加工的差异取决于信息提取和加工的困难程度。

(3) 面孔中各特征在识别中的重要性从大到小依次为:眼睛、嘴巴、眉毛、鼻子。

参 考 文 献

- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551-565.
- Flevaris, A. V., Robertson, L. C., & Benti, S. (2008). Using spatial frequency scales for processing face features and face configuration: An ERP analysis. *Brain Research*,

- 1194(15), 100–109.
- Goffaux, V., & Rossion, B. (2006). Faces are “spatial” — holistic face perception is supported by low spatial frequencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(4), 1023–1039.
- Goffaux, V., Hault, B., Michel, C., Vuong, Q. C., & Rossion, B. (2005). The respective role of low and high spatial frequencies in supporting configural and featural processing of faces. *Perception*, 34(1), 77–86.
- Jones, M. N., & Mewhort, D. J. K. (2004). Tracking attention with the focus-window technique: The information filter must be calibrated. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(2), 270–276.
- Leder, H., & Bruce, V. (2000). When inverted faces are recognized: The role of configural information in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53A(2), 513–536.
- Leder, H., Candrian, G., Huber, O., & Bruce, V. (2001). Configural features in the context of upright and inverted Faces. *Perception*, 30(1), 73–83.
- Leder, H., & Carbon, C. (2004). Part-to-whole effects and configural processing in faces. *Psychology Science*, 46(4), 531–543.
- Maurer, D., LeGrand, R., & Mondloch, J. (2002). The many faces of configural processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 255–260.
- McKone, E. (2004). Isolating the special component of face recognition: peripheral identification and a mooney face. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(1), 181–197.
- Pellicano, E., & Rhodes, G. (2003). Holistic Processing of faces in preschool, children and adults. *Psychological Science*, 14(6), 618–622.
- Riesenhuber, M., Jarudi, I., Gilad, S., & Pawan Sinha. (2004). Face processing in humans is compatible with a simple shape-based model of vision. *Proc. Biol. Sci.*, 271(6), 448–450.
- Robbins, R., & McKone, E. (2003). Can holistic processing be learned for inverted faces? *Cognition*, 88(1), 79–107.
- Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M. J., Despland, P., Bruyer, R., Linotte, S., & Crommelinck, M. (2000). The N170 occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects : an electrophysiological account of face-specific processes in the human brain. *Neuroreport*, 11(1), 69–74.
- Sagiv, N., & Bentin, S. (2001). Structural encoding of human and schematic faces: holistic and part-based processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(7), 937–951.
- Tanaka, J. W., & Farah, M. J. (1993). Parts and wholes in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A(2), 225–245.
- Tanaka, J. W., & Sengco, J. A. (1997). Features and their configuration in face recognition. *Memory & Cognition*, 25(5), 583–592.

The Relation of Configural and Feature Face Information Under the Condition of Holistic Process

GUO Jian-Wei; HU Feng-Pei; SU Xiao-Hua; WANG Du-Ming; WANG Xi; GE Lie-Zhong

(Department of Psychology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract

Although it is acknowledged that human face is processed holistically, little is known about how global configural information interacting with local feature information during holistic face processing.

To address this issue, we measured subjects' performance in a face learning and identification task. Sixty-three college students participated in this study which consisted of three experiments. In experiment 1, thirty-six subjects were asked to give subjective scores of face clarity modulated through variant low-pass spatial filters. Five low-pass filter levels were chosen for experiment 2 and 3. In experiment 2, fourteen subjects were instructed to identify which testing face picture was previously presented at the beginning of the task. The test pictures were modulated at two levels. At global level, low-pass filters were applied on the whole face; at local level, one of four face features was masked by a focus window containing corresponding non-filter feature. The distracting testing picture was masked at different face feature from target picture. A repeated two-factor (5 low-pass filter levels $\times$ 4 face features) ANOVA analysis was conducted to analyze the behavior performance data. In experiment 3, thirteen subjects performed the same task except for using inverted face instead. And same ANOVA analysis was used to analyze the performance data.

The results of experiment 2 revealed that the processing of local features within the focus window was more difficult when global configural information outside of the window filtered at lower level. The similar pattern was also observed in experiment 3. These findings support the holistic face processing and further suggest the competing relation between global configural and local feature information processing. In addition, whether face processing is based on configural or feature information depends on the extracting difficulties of feature information.

We have found the interacting pattern between global configural information and local feature information during holistic face processing. This specific pattern shows that the crucial information type for successful face processing is dynamic changed depending on the information extracting difficulties, which indicates the adaptability of human visual perception system.

Key words face process; holistic; configural information; feature information; competition relation model