

Revisit the Expertise Hypothesis: Face Recognition Is a Special Processing or with Object Identification Process Common in the General Processing Mechanism?

Yanhua Li

Shandong Normal University, Jinan Shandong
Email: 1402290567@qq.com

Received: Apr. 30th, 2017; accepted: May 15th, 2017; published: May 18th, 2017

Abstract

McKone, Kanwisher, & Duchaine (2007) reviewed the literature on face recognition and object identification, arguing that the general expertise view cannot explain the particular face recognition. In this paper, especially on the basis of its research, through the relevant literature on the 2007 years since the recombining, an overview on face recognition processing is a kind of special treatment or identification, and the object in the process of common problems in general mechanism is discussed. Different from McKone's face processing specific point of view, we think face recognition and object recognition are in the same processor system in general. In addition, we think that there are some controversies of the expertise hypothesis. In addition, we believe that there is some controversy in the inference of the expertise hypothesis, which should be more reasonably defined by future researchers.

Keywords

Face Recognition, The Expertise Hypothesis, Object Identification

再访专家化假设：脸孔辨识处理是一种特别的处理还是与物体辨识处理共同处于一般化的处理机制中

李艳华

山东师范大学，山东 济南
Email: 1402290567@qq.com

收稿日期：2017年4月30日；录用日期：2017年5月15日；发布日期：2017年5月18日

摘要

McKone, Kanwisher, 和 Duchaine (2007)通过对脸孔辨识与物体辨识的文献进行综述,认为一般的专家化观点不能解释特别的脸孔处理。本文在其研究基础上,通过对07年以来的相关文献的再次梳理、概述,对脸孔辨识处理是一种特别的处理还是与物体辨识处理共同处于一般化的处理机制中的问题进行了再探讨。不同于**McKone等人(2007)**的脸孔处理特异性的观点,我们认为,脸孔辨识与物体辨识同处于一般化的处理机制中。此外,我们认为专家化假设的推论存在一些争议,未来研究者再使用时,应该对其进行更合理的界定。

关键词

面孔识别, 专家化假设, 物体识别

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

上午赶着出门去上课,我们可以很快的拿起桌子上的钥匙;走在校园里,我们可以很容易判断出迎面走来的是班上的同学,小文;活动课上,作为资深的养鱼爱好者,小安一下就认出了老师拿来的道具是阿莲卡蓝袖鲷。

上述的情境是怎样实现的呢?我们是如何快速的辨识出钥匙,同学小文,以及小安又是怎样一下就辨识出老师拿来的鱼是阿莲卡蓝袖鲷?这些辨识——研究者们通常关注的脸孔辨识与物体辨识——是一种一般的综合处理框架下的不同类型,还是它们本身就是不同的处理系统?尤其,用来辨识脸孔的认知处理和神经处理与辨识物体的处理是否相同?有研究证据(**Robbins & McKone, 2007; Tanaka & Farah, 1993; Young, Hellawell, & Hay, 1987**)支持两者是不同的处理系统,认为相较于物体处理,脸孔处理是一种更为整体和组态形式的处理。更为重要的是,在大脑皮层上存在一个专门处理脸孔的区域——梭状回(FFA)——对脸孔刺激有偏好激活(**Kanwisher, Mcdermott, & Chun, 1997**)。也有研究者认为两种处理没有本质的不同,应该同处于一个更为综合的一般化的处理机制中(**Diamond & Carey, 1986**)。只是与其他类别的物体辨识相比,个体有更多处理个性化脸孔的经验(专业化假设)。这一争议问题,吸引了很多研究者的兴趣。毕竟在我们所处的环境中,有着海量的信息,同时我们处理信息的能力又受到自身资源的限制。因此,辨识能力作为一种有效的信息处理能力,对其工作机制、原理的理解对我们来说意义重大。**McKone 等人(2007)**针对此问题,对相关研究进行过综述。他们认为,脸孔相较于专家化的物体而言是特别的,参与脸孔处理的认知和神经机制与参与物体处理的认知和神经机制是不同的。在其综述中,他们从处理方式,神经层面,及其他方面(儿童发展等)三个角度来论述脸孔辨识和物体辨识的不同,而且进一步对脸孔处理的特殊性及其特殊产生的原因进行了阐释。本文旨在以**McKone 等人**的研究为时间起点,通过对07年以来的相关研究进行综述,再次对此争议问题进行探讨,不同于**McKone 等人**支持的脸孔处理是特别的观点,我们认为脸孔处理虽然有一定的特殊性,但它应该与物体处理是同处于一个更一般化的辨识处理机制下。

2. 专家化假设

专家化假设(the expertise hypothesis)认为,特殊的脸孔处理可能适用于其他一般形式的物体处理机制(Diamond & Carey, 1986)。这些机制之所以会对脸孔处理表现出特别,是因为大多数成年人会有更多的机会去辨识个体的脸孔(如同学小文 vs 小安),同时相对的较少去描述其他类别的物体(如两条阿莲卡蓝袖鲷)。该假设认为客体通常有两种水平的处理类型:个体水平(a individual level)和基本水平(a basic level)。Rossion, Gauthier, Tarr, Despland, Bruyer 和 Linotte 等人(2000)认为,在对信息进行辨识时,对脸孔的处理是基于个体水平,而对物体的处理是基于基本水平,提出对与脸孔具有相似特点的物体的处理也会表现出与脸孔处理类似的反应,对于非脸孔的物体,只要辨识者达到与脸孔辨识相当的专家化水平,则对该刺激的辨识能力也会表现出与脸孔反应类似的特征,即“脸孔特异”(face special)效应。

3. 脸孔和专家化的物体:整体处理(Holistic Processing)

McKone 等人提出直接(Gauthier, Curran, Curby, & Collins, 2003)或间接(Grillspector, Knouf, & Kanwisher, 2004)的证据来说明脸孔处理是一种整体形式的处理;而且认为专家化物体的处理方式与新手物体的处理方式相同,与脸孔的处理方式不同。Rossion 等人(2000)认为,脸孔辨识基于个体水平(a individual level),而专家化的物体辨识则基于基本水平上(a basic level)。McKone 等人从整体处理(holistic processing)的角度,将整体处理与基本水平相对应,来论述脸孔辨识处理的特异性。虽然两者看似都相当,都是一种一般化的处理,但是脸孔是通过个体在生活中个性化(individuation)的练习而获得的,而物体则是个体通过分类而获得的。个性化的练习比分类携带了更多的信息,前者更像一个由特别到一般的过程,而后者则刚好反之,将两者进行比较似乎并不是很有说服力。因此,有研究者基于下级水平(subordinate level),对脸孔辨识和物体辨识进行了研究。最近, Wang, Gauthier 和 Cottrell (2016)的研究显示,由于经验的增长,下级水平的(subordinate level)脸孔和物体辨识正确率的增加之间存在相关,并且其神经计算模型预测,该相关性的来源是在梭状回(FFA)中,而不是在对基本水平类别来说有用的那些脑区中。

McKone 等人对一个比较有趣的研究进行了验证,即 Diamond 和 Carey (1986)他们发现,狗专家在辨识狗的品种时所表现出来的倒立效应与他们辨识脸孔时的效应相当。这一结果本来可以很好的佐证专家化假设,但是却由于后来的研究者无法重复其结果而成为反击专家化假设的证据。虽然后继者没有获得狗专家辨识绩效与脸孔辨识绩效相当的研究结果,但是这并不能说明专家化物体的辨识与脸孔辨识是两种完全不同处理系统。其结果不可重复,可能是研究设计本身存在问题,而且该研究使用的判断指标是倒立效应,它本身就是一种间接的验证方式。因此,该实验的效力可能本身就比较低,而 McKone 等人在此条件下进行的结果再验证,无法获得预期的结果也就可想而知了。而且,在验证实验中,研究者得到了狗专家辨识绩效和新手辨识绩效没有差异的结果(Diamond & Carey, 1986),这也在一定程度上说明了实验设计本身的检验效力就比较低。近来有研究显示,专家化辨识的任务类型非常重要。例如,如果新异物体来自一个类别,如脸孔,其中的类别样例是以个性化(individuation)的方式被练习的,则辨识者会以整体的方式处理新异物体(Wong, Palmeri, & Gauthier, 2009)。同时,简单的个性化训练可以增加对来自其他族群的新脸孔的描述,然而对相同脸孔进行一个不同的训练任务,该任务要求能力但不要求个性化,则该训练并不会增加对脸孔的描述(McGugin, Tanaka, Lebrecht, Tarr, & Gauthier, 2011)。这些研究显示,对于脸孔的辨识与专家化物体的辨识来说,实验任务的设置,对完成任务所需信息的要求,都会对这两种辨识的绩效产生影响。

4. 脸孔和专家化的物体:神经层面(Neural Substrates)

McKone 等人在其综述中,第二个问题探讨了参与脸孔辨识与专家化物体辨识的神经机制是共同的

还是不同的。用神经损伤方面研究证据支持了其脸孔特异性的观点。

4.1. 大脑神经生理研究

McKone 等通过对脑损伤病人研究的分析, 认为脸孔辨识与专家化物体辨识是彼此独立的。近来, 单一细胞纪录(single-unit recording)的研究显示, 在猕猴的下颞叶皮质(inferior temporal cortex)中——存在一个区域(middle face patch)——其中的细胞会对脸孔有特别强的反应, 细胞的激活频率特别高(Freiwald, Tsao, & Livingstone, 2009)。该研究似乎支持了脸孔特别处理的观点。然而, 对于通过经验而获得的专家化物体来说, 单一细胞记录的研究方法似乎并不是很适用。而且, 对于脸孔辨识与物体辨识的研究, 主要关注的是相关脑区的激活反应状况。

4.2. 脑成像(fMRI)研究

此方面的研究兴趣主要集中在梭状回(FFA), 很多研究者将之视为脸孔反应的脑区, 因为该区对脸孔的反应激活显著的高于对非脸孔物体的反应激活(Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997; McCarthy, Puce, Gore, & Allison, 1997; Puce, Allison, Asgari, Gore, & McCarthy, 1996)。在 McKone 等人的研究中, 从专家化假设中引申出一个观点: 在 FFA 中, 对专家化物体的激活应该比控制物体的更强。然后, 他们对此观点进行了驳斥。在 8 个相关研究中, 只有 3 个报告了在 FFA 中(Gauthier, Skudlarski, Gore, & Anderson, 2000; Xu, 2005)或者以 FFA 为中心的更大的区域内(Gauthier, Tarr, Anderson, Skudlarski, & Gore, 1999), 对专家化物体的反应与控制物体的反应相比, 有较小的但是显著增长; 两个研究显示此种反应趋势并不显著(Rhodes, Byatt, Michie, & Puce, 2004; Moore, Cohen, & Ranganath, 2006); 3 个研究显示没有效应(Grillspector et al., 2004; Yue, Tjan, & Biederman, 2006; Hp, Baker, Dicarlo, & Kanwisher, 2006)。上述的研究显示, FFA 对专业化物体的而言, 并没有表现出一种特别的作用。同时, McKone 用注意参与的增加来解释对专家化物体反应的增长。然而, 笔者对 McKone 等人关于上述结果的解释并不是很认同。我们认为, 鉴于很多研究皆发现, FFA 对脸孔的反应激活远高于对非脸孔物体的反应激活, 则在 FFA 中, 对脸孔的反应激活占主导是很容易理解的。同样, 对非脸孔的物体(专家化物体和控制物体)反应激活比较低也是自然的。但是, 这并没有否认脸孔辨识与物体辨识同处于一种一般化处理机制的可能。在一个一般化的系统中, 有主有辅是合理的, 如果各个子系统的作用完全相当的可能性反而会更低。同时, 在 FFA 中, 对非脸孔物体的反应激活超过了基线水平(Kanwisher et al., 1997; Grillspector et al., 2004)说明, 虽然 FFA 偏好脸孔, 但它同时也对物体存在反应偏好, 儘管这种偏好远低于对脸孔的偏好。这些研究支持了上述的一般化处理机制的观点。由此, 我们认为, 虽然脸孔辨识有特殊性, 但脸孔辨识与物体辨识依然同属于一个更为综合的信息处理系统。当然, 也有研究者认为在 FFA 中, 发现对物体的激活反应高于基线水平, 是因为 fMRI 的分辨率不够高。下面的研究在弥补此不足的同时, 也为我们一般化的处理机制的观点, 提供了新的证据支持。

近来, 使用 7Telsa 高分辨率的 fMRI 技术, McGugin, Newton, Gore 和 Gauthier (2014)在大脑右侧 FFA 中发现了稳定的(robust)专家化效应。通过一个有效的任务操弄(增加知觉和注意要求), 他们研究了在 FFA 和其他脑区中, 专家化效应的稳定性。在他们的研究中, 测量了 26 个受试者对汽车, 脸孔和一类在视觉上与汽车相似的物体(沙发)图片的反应, 其中受试者有人是汽车专家。实验任务有两类, 分别是低负载 1 次返回任务(a low load 1-back task) (只有一个物体类别)和高负载任务(a high load task) (测验物体来自两个快速转化的物体类别并且要求受试者对两个物体类别都要注意)。结果发现, 在低负载条件, 作为专家化的功能, 许多区域有更大的反应激活, 包括双侧 FFA 的后端和前端(分别是 FFA1 和 FFA2)。在高负载条件下, 几乎没有区域与专家化存在正相关, 并且许多区域甚至是负相关; 但是, 在脸孔选择脑区 FFA 的前端(FFA2)中, 专家化效应依然保持稳定。最后, 他们发现汽车专家的行为结果可以预测对沙发图片的

反应增长，但不能增加对沙发描述的行为偏好。这一研究结果说明，与一个专家化的物体类别整体形状上的相似性足以在 FFA 或其他对专家化敏感的脑区中诱发一个反应，即使是该类别本身并不没有什麼特别之处。在右侧 FFA2 中稳定的专家化效应和由视觉相似性所产生的专家化效应，都有力的反击了将注意作为专家化效应(纹外视皮层中)的唯一决定因素的观点，同样，此研究无疑是对 McKone 等人观点的有力驳斥。除此之外，在大脑的其他区域——複测视皮层区，对大量刺激类别的验证，并没有发现脸孔反应激活与其他刺激反应激活间的显著差异(Lashkari, Kanwisher, & Golland, 2008, 2010; Kriegeskorte, Mur, Ruff, Kiani, Bodurka, Esteky et al., 2010)。

上述研究都是对一般化处理机制的间接验证，而 Gauthier, McGugin, Richler, Herzmann, Speegle 和 Van Gulick (2014)的研究显示，在脸孔和物体辨识间存在重叠的经验调节，即显示了一种一般化的能力。这为脸孔处理与专家化物体处理同为一个综合信息处理系统的观点，提供了直接的证据支持。

4.3. 一般化的辨识框架与模型

Gauthier 等人(2014)提出了一个新的物体辨识绩效框架，认为任何类别物体的辨识绩效都是由一般域(domain-general)能力和特殊类别(category-specific)经验共同产生的。在他们的研究中，让受试者对 8 个类别进行脸孔辨识和物体辨识，同时要求受试者对上述类别的经验进行自我报告。结果暗示，脸孔辨识和物体辨识都受到一个共同的，一般域(domain-general)能力的支持，而此种支持则是通过与类别有关的经验实现的，并且当使用经验时，会获得最好的测量绩效。

最近，Wang, Gauthier 和 Cottrell (2016)在其上述研究的基础上，进一步提出了一个关于脸孔辨识和物体辨识的神经计算模型。根据 Gauthier 等人(2014)的研究，随著非脸孔经验的增加，脸孔辨识能力和物体辨识能力的相关会更高。他们认为存在一种简单的下位的视觉能力(a single underlying visual ability), v 即表现为，由于经验，脸孔和非脸孔类别在绩效上的增长。使用剑桥脸孔记忆测验(CFMT)和范德比特专家化测验(VET)，它们表现出了由于经验增加所产生的绩效上的共变。在此基础上，Wang 等人讨论了为什么在不同的视觉域(visual domain)中，共享的资源不会导致竞争、或者是在能力上的反向相关，并且使用脸孔和物体处理的神经计算模型对这一难题进行解释(以下简称“模型”，TM)。他们模拟了一般域能力(the domain general ability), v 作为，从输入到标记，在映射中可利用的计算资源(隐单元数目)(number of hidden units)，并且将经验作为网络训练期间，个体样例在一个物体类别中出现的频率。他们的研究结果显示，在行为数据上，由于经验的增长，下级水平的(subordinate level)脸孔和物体辨识正确率的增加之间存在相关。他们认为，由于脸孔和物体间共享的相关特征，不同域之间不会对资源产生竞争。经验的重要作用是对脸孔生成一种“波及转变”(spreading transform)(在表征空间中将它们进行分离)，且这种转变可以概化到被个性化(individuated)的物体。有趣的是，当网络任务是基本水平类别时，没有观察到在不同域之间相关性增加。因此，他们的模型预测，经验的类型是非常重要的，并且该相关性的来源是在梭状回中(FFA)，而不是在对基本水平类别来说有用的那些脑区中。这些研究结果与他们之前的模型也是一致的，即为为什么梭状回(FFA)能对新异的专家化域(domain)有反应激活(Tong, Joyce, & Cottrell, 2008)。

虽然脸孔辨识存在一定的特殊性，并且有不少的研究者认为脸孔辨识能力与物体辨识能力是彼此独立的。但是，上述这些研究显示，脸孔辨识与物体辨识间存在重叠，有关非物体的经验，可以促进两种辨识间的相关性。而且神经计算模型的结果显示，此种效应发生在下位水平的处理中。这些结果有力的支持了脸孔辨识处理与专家化物体处理共同处于一个一般化信息处理机制中的观点。

5. 其他方面的证据

McKone 等人还对儿童发展方面的研究进行了综述，以此来说明并不需要专家化假设。例如，儿童四岁时，就表现出脸孔的整体效应，包括倒立效应(Carey, 1981)，综合效应(De, Houthuys, & Rossion, 2007)。

近来,也有研究似乎支持了这种观点。人类新生儿就具有描述脸孔的能力(Turati, Bulf, & Simion, 2008),并且即使是刚出生的小猴子,在出生喂养两年后(从未看过脸孔),依然具有这种描述脸孔的能力(Sugita, 2008)。但是,这种对脸孔的描述能力与成人的脸孔辨识能力的效力是不一样的,两者是否可以换用还有待进一步的验证。

在 McKone 等人的研究中,也重点强调了脸孔辨识的重要性:婴儿早期的脸孔暴露对发展整体处理来说,很重要;所有正常发展的人都是基于脸孔来选择同种族的个体的,而不是基于一些其他的身体部分,尽管人们有广泛的机会可以发展专业知识,例如手或身体形态,但大多数人并不这样做。此外,他们还对脸孔特异处理的原因进行了探究,提出了两种可能的解释:先天模板理论和婴儿早期经验加其他因素的观点。

他们认为:先天的模板能够编码基本的脸孔结构;能够提供发展的动力促进那些不好的脸孔的辨识;模板的激活依赖于婴儿早期发展关键期期间的恰当输入;脸孔结构的编码必须足以使整体处理可以通过练习适用于那些没有任何经验的下级类型的脸孔。这一理论认为,一个脸孔模板的发展是进化过程的结果,反应了脸孔的极端社会重要性。

通常认为脸孔具有特殊性的研究者,对此种特殊性的解释,一般也是认为脸孔对人具有重要的生存意义,社会意义,认为受试者会对一些类别的刺激,像如脸孔,蛇,武器的反应激活更强烈。然而,Kanwisher 等人对 8 种不同的物体类别进行了验证,结果显示,对脸孔,武器,蛇这类被认为有社会意义的刺激的反应激活与对汽车,椅子等的反应激活间并没有显著的差异(Lashkari et al., 2008, 2010; Kriegeskorte et al., 2010)。这些结果暗示,在一般辨识任务中,社会意义似乎并不能作为一种刺激特异性的解释来源,因为对一般的辨识任务来说,可能并不需要的刺激所携带的社会意义信息就可以完成辨识任务。社会意义可能只是在某些特定情境下才会发挥作用。

另一种解释则是婴儿经验加其他因素的观点。他们认为,该观点可以解释成人对脸孔(正立)的整体处理是受到限制的,因为在发展的关键期,对于个体水平的描述来说,脸孔是唯一被练习的同质刺激。这一观点能够解释许多研究发现,例如,如果在“其他因素”中,如果存在一种基因的异常性,则有可能导致脸孔失认症的遗传。然而,McKone 等人也无法解释这种所谓其他因素到底什么。而且对于他们提供的相关可能性,像呈现的脸孔要足够近(相较于其他刺激,可以让婴儿能更多的关注它们),偏好在上半部分有更多成分(elements)的刺激(Simion, Valenza, Cassia, Turati, & Umiltà, 2002),偏好动态的刺激(可以同步产生声音)(Kisilevsky, 2003)等。这些可能性本身就与实际不符,很显然,人脸的上半部并没有更多的“成分”。此外,这些“其他因素”,很难提供一些自然合理额解释,如失聪的人通常并不会也脸孔失认。此种观点既与实际状况相矛盾,也不能提供神经生理的研究证据。而且,这种“其他因素”的解释,看上去更像一把万能钥匙,理论上可以自圆其说,但对实际研究的解释并没有太多的意义。而 Gauthier 等人的研究,不仅提供了解释脸孔辨识与物体辨识的理论框架,而且提供了更为严谨的神经计算模型,它们可以为其他的实际研究提供更合理的解释(Gauthier et al., 2014; Wang et al., 2016)。

综上,我们以 McKone 等人的研究为时间起点,并且通过对其研究内容的逐一探讨、驳斥,并且通过对脸孔辨识处理是一种特别的处理还是一种与物体辨识处理同处于一个更一般化的系统中的问题,进行相关的文献综述后,我们支持脸孔辨识与物体辨识同属于一个一般化的处理机制中的观点。

通过文献综述,我们发现,对于脸孔辨识与专家化的物体辨识来说,实验任务的设置,对完成任务所需信息的要求,都会对辨识的绩效产生影响。因此,未来的研究者在关注此议题时,一定将上述因素纳入考虑,并尽量实现有效的控制,以达到有效检验自己的研究问题的目的。同时,作为新近提出的神经计算模型,与此相关的研究几乎没有,未来可以此为基础,进行更多相关问题的探究。最后,笔者认为,对于专家化假设来说,其推论,即对于非脸孔的物体,只要辨识者达到与脸孔辨识相当的专家化水

平, 则对该刺激的辨识能力也会表现出与脸孔反应类似特征的观点似乎并不是很合理。首先, 人们对脸孔的辨识能力是从生活中习得的一种一般技能(个体水平), 一般人不会自称是脸孔的辨识专家, 而某一类别物体的辨识专家, 则是在大量经验基础上而实现对物体辨识从类别水平提高到下级水平。两种辨识的专家化水平, 似乎不在同一层级的加工水平上, 相应的结果反应也就很难表现出相似的特征。其次, 即使两种处理基于相同的水平, 两种处理反应也不一定会表现出相似的特征, 因为两类刺激本身就具有本质的区别。但是, 这并不与我们一般化处理机制的观点相矛盾。未来研究应该对专家化假设及其推论进行合理的界定和再推论。

参考文献 (References)

- Carey, S. (1981). The Development of face Perception. In G. M. Davies et al., Eds., *Perceiving and Remembering Faces* (pp. 9-38). Cambridge, MA: Academic Press.
- De, H. A., Houthuys, S., & Rossion, B. (2007). Holistic Face Processing Is Mature at 4 Years of Age: Evidence from the Composite Face Effect. *Journal of Experimental Child Psychology*, *96*, 57-70.
- Diamond, R., & Carey, S. (1986). Why Faces Are and Are Not Special: An Effect of Expertise. *Journal of Experimental Psychology General*, *115*, 107-117. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.115.2.107>
- Freiwald, W. A., Tsao, D. Y., & Livingstone, M. S. (2009). A Face Feature Space in the Macaque Temporal Lobe. *Nature Neuroscience*, *12*, 1187-1196. <https://doi.org/10.1038/nn.2363>
- Gauthier, I., Curran, T., Curby, K. M., & Collins, D. (2003). Perceptual Interference Supports a Non-Modular Account of Face Processing. *Nature Neuroscience*, *6*, 428-432. <https://doi.org/10.1038/nn1029>
- Gauthier, I., McGugin, R. W., Richler, J. J., Herzmann, G., Speegle, M., & Van Gulick, A. E. (2014). Experience Moderates Overlap between Object and Face Recognition, Suggesting a Common Ability. *Journal of Vision*, *14*, 7. <https://doi.org/10.1167/14.8.7>
- Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J. C., & Anderson, A. W. (2000). Expertise for Cars and Birds Recruits Brain Areas Involved in Face Recognition. *Nature Neuroscience*, *3*, 191-197. <https://doi.org/10.1038/72140>
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Anderson, A. W., Skudlarski, P., & Gore, J. C. (1999). Activation of the Middle Fusiform "Face Area" Increases with Expertise in Recognizing Novel Objects. *Nature Neuroscience*, *2*, 568-573. <https://doi.org/10.1038/9224>
- Grillspector, K., Knouf, N., & Kanwisher, N. (2004). The Fusiform Face Area Suberves Face Perception, Not Generic Within-Category Identification. *Nature Neuroscience*, *7*, 555-562. <https://doi.org/10.1038/nn1224>
- Hp, O. D. B., Baker, C. I., Dicarlo, J. J., & Kanwisher, N. G. (2006). Discrimination Training Alters Object Representations in Human Extrastriate Cortex. *Journal of Neuroscience*, *26*, 13025-13036. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2481-06.2006>
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The Fusiform Face Area: A Module in Human Extrastriate Cortex Specialized for Face Perception. *Journal of Neuroscience*, *17*, 4302-4311.
- Kisilevsky, B. S. (2003). Effects of Experience on Fetal Voice Recognition. *Psychological Science*, *14*, 220-224. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.02435>
- Kriegeskorte, N., Mur, M., Ruff, D. A., Kiani, R., Bodurka, J., & Esteky, H. et al. (2010). Matching Categorical Object Representations in Inferior Temporal Cortex of Man and Monkey. *Neuron*, *60*, 1126-1141. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.10.043>
- Lashkari, D., Vul, E., Kanwisher, N., & Golland, P. (2008). Discovering Structure in the Space of Activation Profiles in fMRI. In D. Metaxas, L. Axel, G. Fichtinger, & G. Székely (Eds.), *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, MICCAI 2008. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 524, pp. 11016-1024). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-85988-8_121
- Lashkari, D., Vul, E., Kanwisher, N., & Golland, P. (2010). Discovering Structure in the Space of fMRI Selectivity Profiles. *NeuroImage*, *50*, 1085-1098.
- McCarthy, G., Puce, A., Gore, J. C., & Allison, T. (1997). Face-Specific Processing in the Human Fusiform Gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *9*, 605-610. <https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.5.605>
- McGugin, R. W., Newton, A. T., Gore, J. C., & Gauthier, I. (2014). Robust Expertise Effects in Right FFA. *Neuropsychologia*, *63*, 135-144.
- McGugin, R. W., Tanaka, J. W., Lebrecht, S., Tarr, M. J., & Gauthier, I. (2011). Race-Specific Perceptual Discrimination

- Improvement Following Short Individuation Training with Faces. *Cognitive Science*, 35, 330-347. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01148.x>
- McKone, E., Kanwisher, N., & Duchaine, B. C. (2007). Can Generic Expertise Explain Special Processing for Faces? *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.11.002>
- Moore, C. D., Cohen, M. X., & Ranganath, C. (2006). Neural Mechanisms of Expert Skills in Visual Working Memory. *Journal of Neuroscience*, 26, 11187-11196. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1873-06.2006>
- Puce, A., Allison, T., Asgari, M., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1996). Differential Sensitivity of Human Visual Cortex to Faces, Letterstrings, and Textures: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Journal of Neuroscience*, 16, 5205-5215.
- Rhodes, G., Byatt, G., Michie, P., & Puce, A. (2004). Is the Fusiform Face Area Specialized for Faces, Individuation, or Expert Individuation? *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 189-203. <https://doi.org/10.1162/089892904322984508>
- Robbins, R., & McKone, E. (2007). No Face-Like Processing for Objects-of-Expertise in Three Behavioural Tasks. *Cognition*, 103, 34-79.
- Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M. J., Despland, P., Bruyer, R., & Linotte, S. et al. (2000). The N170 Occipitotemporal 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, 69-74. <https://doi.org/10.1097/00001756-200001170-00014>
- Simion, F., Valenza, E., Cassia, V. M., Turati, C., & Umiltà, C. (2002). Newborns' Preference for Up-Down Asymmetrical Configurations. *Developmental Science*, 5, 427-434. <https://doi.org/10.1111/1467-7687.00237>
- Sugita, Y. (2008). Face Perception in Monkeys Reared with No Exposure to Faces. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 394-398. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706079105>
- Tanaka, J. W., & Farah, M. J. (1993). Parts and Wholes in Face Recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 46, 225-245. <https://doi.org/10.1080/14640749308401045>
- Tong, M. H., Joyce, C. A., & Cottrell, G. W. (2008). Why Is the Fusiform Face Area Recruited for Novel Categories of Expertise? A Neurocomputational Investigation. *Brain Research*, 1202, 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.06.079>
- Turati, C., Bulf, H., & Simion, F. (2008). Newborns' Face Recognition over Changes in Viewpoint. *Cognition*, 106, 1300-1321.
- Wang, P., Gauthier, I., & Cottrell, G. (2016). Are Face and Object Recognition Independent? A Neurocomputational Modeling Exploration. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28, 558-574. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00919
- Wong, A. C., Palmeri, T. J., & Gauthier, I. (2009). Conditions for Face-Like Expertise with Objects: Becoming A Ziggerin Expert—But Which Type? *Psychological Science*, 20, 1108-1117. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02430.x>
- Xu, Y. (2005). Revisiting the Role of the Fusiform Face Area in Visual Expertise. *Cerebral Cortex*, 15, 1234-1242. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi006>
- Young, A. W., Hellawell, D., & Hay, D. C. (1987). Configurational Information in Face Perception. *Perception*, 16, 747-759. <https://doi.org/10.1068/p160747>
- Yue, X., Tjan, B. S., & Biederman, I. (2006). What Makes Faces Special? *Vision Research*, 46, 3802-3811.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ap@hanspub.org