

视觉的知觉-动作双系统理论中的论争

张 航^{1,2} 傅小兰¹

(¹中国科学院心理研究所, 北京 100101) (²中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要 视觉的知觉-动作双系统理论认为, 视觉的腹侧和背侧通路是两个独立系统, 功能分别为表征世界和指导动作, 相对应的视觉加工是彼此分离的。有关两条通路之间关系的其他观点可归结为两类: 一类否认这种分工, 另一类强调两个系统能相互影响。首先评述各种理论的核心问题、实验证据和贡献, 进而分析视觉加工发生在一个特定系统的条件, 得出的结论是: 两个系统之间的功能划分是相对的, 并因此导致了视觉加工的多变性。

关键词 视觉, 视觉指导的动作, 腹侧通路, 背侧通路。

分类号 B842

从 20 世纪 90 年代至今, 指 (pointing) 抓 (grasping) 等目标指向动作 (goal-directed action), 以及视觉系统和运动系统之间的关系, 被越来越多的研究者所关注, 已成为视觉研究领域中的新的热点问题, 这一方面是因为数字化跟踪定位装置的出现使人们可以方便地记录更多的运动参数^[1], 另一方面则是因为新的视觉运动理论的提出激发了人们对视觉系统和运动系统兴趣。视觉的知觉-动作双系统理论 (perception-action double-system theory) 提出, 指导动作是视觉的两大功能之一, 这种功能由视觉的背侧通路来执行。这两点在学术界引起了广泛的争议。

本文将首先介绍视觉的知觉-动作双系

统理论, 并列举一些支持它的近期研究; 然后介绍几种有代表性的反对观点, 分别说明它们关注的核心问题、支持它们的证据和它们的贡献; 在分析影响动作的视觉指导机制的众多复杂因素中的几个重要因素的基础上, 说明知觉-动作双系统理论的局限性, 并探讨与其他理论融合的可能性; 最后对这个研究领域进行总结和展望。

1 视觉的知觉-动作双系统理论

80 年代中期以来, 人们公认, 视觉系统分为腹侧和背侧两条神经通路, 一个由初级视觉皮层投射到颞下皮层, 一个由初级视觉皮层投射到后顶叶皮层, 分别负责物体识别和物体定位^[2]。但是, Goodale 和 Milner^[2,3] 对此提出了挑战。他们赞同视觉的腹侧通路和背侧通路在解剖上是两个独立的系统, 但对它们的功能分工进行了重新诠释, 认为腹侧和背侧两条通路不仅都加工物体的形状、大小、朝向等特征信息, 而且都加工物体的空间位置信息, 腹侧通路和背侧通路的区别

收稿日期: 2004-07-15

* 本研究得到中国科技部 973 项目 (2002CB312103)、国家自然科学基金重点项目 (60433030) 和面上项目 (30270466)、中国科学院心理研究所创新重点项目 (0302037) 经费支持。

通讯作者: 傅小兰, 电话: 010-64850862, E-mail: fuxl@psych.ac.cn

在于：前者的目的是重构外部世界，而后者
的目的是指导动作。这被称为视觉的知觉-
动作双系统理论，也被简称为视觉双系统理
论。它强调，用于指导动作与用于重构外部
世界的视觉信息加工分别依赖于动作子系
统和知觉子系统，因为两个子系统相互独
立，所以两类加工分开进行；在一个子系
统受到损伤时，另一个子系统仍然能正常地
执行自己的功能。

要验证表征世界和指导动作这两种功
能分别由两个解剖上不同的视觉系统来执
行，最直接的方式就是研究有且仅有一条视
觉通路受损的病人，使用的研究范式是比较
被试在视觉刺激相同的知觉任务和动作任
务中的表现，可以称为双任务比较范式。早
期研究发现，颞叶受损的视觉失认症(visual
agnosia)病人不能正确的识别物体的形状、
大小、朝向却能较好地抓物体，而后顶叶受
损的视觉共济失调(optic ataxia)病人不能
正确地指和抓物体却能较好地用言语报告
物体所处的方位^[4]。

除了行为研究，最近对视觉失认症病人
D.F.进行的 fMRI 研究^[5]为两条通路与其功
能之间的联系提供了更直接的证据。D.F.很
难识别线条画中所画的物体。观看日常物
体的线条画相比观看无意义的线条画，正常
被试位于腹侧通路的枕外侧皮层(lateral
occipital cortex)会发生更强的激活，而
D.F.在观看这两种线条画时枕外侧皮层的
激活没有差异。但是在伸手去抓物体时，
D.F.的背侧通路发生了与正常被试类似的
激活。

知觉和动作的双重分离并非只能在脑
损伤的病人身上观察到，在正常人身上也
有分离，只不过需要借助一些比较特殊的
现象才能观察到，例如视觉凝缩(visual

compression)。如果一个物体在眼跳发生
前瞬间闪现，我们所觉察到的位置会比它
的实际位置更偏向眼跳后的注视点，这称
为视觉的空间凝缩(spatial compression)。在
Burr等^[6]的研究中，眼跳完成之后即屏蔽掉
所有视觉刺激，然后要求被试用言语报告
或用手指出物体的位置，结果发现，言语
报告明显地表现出空间凝缩效应，但是用
手指出的物体位置几乎不受空间凝缩的影
响。这种分离支持腹侧通路和背侧通路分
别进行知觉任务和动作任务的视觉加工，
并且反映出这两种视觉加工存在差异。

许多研究^[7-10]所发现的正常人在知觉
任务和动作任务中的分离都可以用两个系
统具有不同的特征来解释。Norman^[11]总
结了两个视觉系统在敏感性、记忆、速度、
意识、参考框架和尺度等方面的差异，包
括：腹侧系统有更高的空间敏感性，背侧
系统有更高的时间敏感性；腹侧系统能对
信息进行长时的存储和表征，而背侧系统
只有短时存储和表征；背侧系统比腹侧系
统的反应更快；腹侧系统的加工往往比背
侧系统的加工更有意识；腹侧系统使用以
环境为中心的参照系和相对尺度，背侧系
统使用自我为中心的参照系和绝对尺度。

2 视觉双系统说存在的问题及反对观点

视觉双系统说强调目标指向动作由独
立于知觉视觉系统的动作视觉系统来指
导，这种大胆构想的进化论基础是：这类
动作对于人类的生存极为重要，因而可能
发展出单独的视觉系统来支持它们^[3,12]。
但是，这个系统的存在与否毕竟是个实
证问题。

研究者可以从两个层面去检验视觉双
系统说。较为直接的是神经解剖层面，通

考察与受损的视觉通路对应的受损功能是什么,检验两条视觉通路是否恰好与视觉双系统说提出的视觉的两种功能相对应。现在除了可以选择特定脑区受损的病人进行研究,还可以用经颅磁刺激暂时破坏正常人的某个脑区的功能,以在结构和功能之间建立对应关系。

较为间接的是行为层面,通过比较知觉任务和动作任务所反映出的视觉加工的特性,检验表征世界和指导动作这两种功能是否由两个独立的系统来实现。因为具体的视觉加工机制可能很复杂,对行为结果常常可以有多种解释,所以即使同样视觉输入的知觉任务和动作任务表现出了某种差异,也不一定能直接视为对视觉双系统说的支持;反之,如果没有发现差异,从理论上说,也只是减小了视觉双系统说成立的可能性。

本文接下来将分析这两个层面上的研究者针对视觉双系统说的意见以及他们关于视觉系统组织和功能的观点。

2.1 神经解剖研究

视觉的腹侧通路和背侧通路在解剖上有某种程度的独立性,在功能上有某种程度的分工,这些观点人们都很容易接受。但是,要证明二者分别与表征世界和指导动作有充分而唯一的对应则十分困难。值得注意的是,腹侧通路和背侧通路之间存在着诸多的神经关联,二者都可以投射到前额运动区^[13],这表明腹侧通路也可以分担或影响指导动作时的视觉加工,两条通路的功能不能截然分离。在神经解剖方面,视觉双系统说的反对意见就常常以分属腹侧通路和背侧通路的各脑区之间构成互连网络这一事实为出发点,主要关注两个核心问题:一是背侧通路是否能独立地担当指导动作这个功能,

二是腹侧通路表征世界的加工是否会影响背侧通路指导动作的加工。

2.1.1 背侧通路的功能只是运动控制阶段的视觉加工

视觉指导的动作分为策划(planning)和控制(control)两个阶段,策划阶段产生的运动指令在控制阶段可以根据视觉和感觉运动反馈信息进行调整^[1],甚至当目标位置发生意识不到的微小变化时,正常人也能根据实际变化进行恰当的调整^[10]。Desmurget 等^[8]的研究发现,如果对左后顶叶皮层施行经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)以暂时破坏这一脑区的功能,被试的指向动作就会受到影响。但是这种影响只发生在目标位置在动作开始之后有变动的实验条件中,这时被试不会纠正自己的动作去指向新位置,仍然指向旧位置。而在目标位置不变的条件中,被试的指向是准确的。这说明,受到破坏的功能只是运动的实时纠正,而不包括运动策划。由此推论,背侧通路的主要功能是运动控制阶段的视觉加工。

在其后 Pisella 等^[14]的研究中,后顶叶皮层的运动实时纠正功能进一步得到了证实,并且这种实时纠正只发生在目标位置发生直接变动而非通过颜色等线索来指示变动的情况下,是无意识的。

分别考察背侧系统在视觉指导的动作的两个阶段的作用,是对背侧系统的功能的研究的细化,得出的结论与视觉双系统理论有矛盾,指导动作这个功能可能并不是完全由背侧系统承担的。

2.1.2 视觉对物体的识别影响着对动作的指导

背侧通路受损的视觉共济失调病人在

知觉和动作上的双重分离是支持视觉双系统理论的重要证据。但是,在对其个案进行更细致的分析综合后, Rossetti 等^[13]认为,多数视觉共济失调病人表现出的视觉运动缺失是一种不完全缺失。例如,当目标出现在中央视野而非边缘视野时,他们完成指和抓等动作的准确性非常接近于正常被试;当目标是熟悉的物体时,他们完成动作的准确性也会提高,某些病人在看到目标几秒钟后再作出反应的成绩显著好于即时反应成绩。这些差异的发生有一个共同的特点,就是在目标可能得到更好识别的情况下,视觉指导的动作的成绩能得到改善。

视觉指导的动作对知觉表征的依赖也在单侧空间忽视症的病人身上表现了出来。这类病人不能意识到某一侧视野中的景物,尽管他们对这些景物有一定程度的视觉加工。Marotta 等^[15]给左侧空间忽视的病人的右侧视野顺次呈现形状不规则的物体,比较被试在判定物体形状异同的知觉任务和用拇指同食指抓物体的动作任务中的表现,结果发现,病人在形状判定中的成绩很差,但能成功地抓起物体。这似乎验证了知觉系统和动作系统之间的分离,然而,分析拇指和食指与物体的接触位置发现,左侧空间忽视病人两个接触位置的连线与对照组的正常人和右侧空间忽视病人相比,要向右偏离物体的质心,这意味着在抓物体时候病人受到了不恰当的知觉表征的影响。

视觉共济失调病人和单侧空间忽视症病人在知觉任务和动作任务上的分离,都曾被用来作为支持腹侧系统的识别物体功能和背侧系统的指导动作功能相互独立的证据^[4,15]。现在,这种分离的不完全说明,指导动作的功能是可能受到识别物体功能影

响的,或背侧系统的加工是可能受到腹侧系统的加工的影响的。不过,由于单侧空间忽视症病人损伤的脑区与视觉的腹侧和背侧通路都没有直接对应,所以对这类病人所做的推论需要比较谨慎。

2.2 行为研究

在涉及视觉功能分工的行为研究中,比较有代表性的是对视错觉的研究。以 Ebbinghaus 错觉为例。一个圆被若干大于自身的圆包围时看起来会比实际尺寸小,被若干小于自身的圆包围时看起来则会比实际尺寸大。如果将位于 Ebbinghaus 错觉图形中央的圆换成厚度适中的圆盘,判断圆盘的直径是知觉任务,用拇指和食指抓起圆盘是对应的动作任务。Aglioti 等^[16]发现,被试对中央圆盘的尺寸判断受到周边圆盘大小的影响,在抓住圆盘之前两个手指张开的最大距离却更多地反映了中央圆盘的真实尺寸。他们认为,视觉指导的动作表现出准确的与视觉背景无关的校准(calibration)是存在独立于有意识知觉的指导动作的视觉系统的有力证据。

但是,并不是所有的研究者都同意 Aglioti 等人的上述解释,有些人甚至不同意动作任务比知觉任务受错觉的影响要小。在动作任务是否与知觉任务一样受视错觉影响以及如果不受影响其原因是什么这两个问题上,与视觉双系统理论不一致的主要有以下三种观点,它们各自都得到了一些实验证据的支持。

2.2.1 知觉任务和动作任务上的视错觉效应没有显著差异

对于 Aglioti 等及其后继者^[12]在实验中发现的抓握几乎不受 Ebbinghaus 错觉影响这个事实, Franz 等^[17]认为可以用这些实验

中知觉任务和动作任务所呈现的刺激不对等来解释,前者是一次两个错觉图形,而后者是一次一个。他们控制了这一个不对等因素,发现知觉任务和动作任务同等程度地表现出视错觉效应。Franz 等也对缪勒-莱尔错觉进行了类似的研究,得出的结果也是两种任务中的错觉效应没有显著差异^[18]。Franz^[19]罗列了 1995 年至 2001 年间 15 项将知觉任务与动作任务的错觉效应相比较的研究,数据结果表明,其中只有 4 项研究显示动作错觉效应显著小于知觉错觉效应。他们认为,正常人在视错觉研究中表现出的知觉和动作的分离不能作为支持视觉双系统说的可靠证据。

这种观点促使人们开始重视双任务比较范式中知觉任务和动作任务中的对等性。视觉双系统说的支持者对 Franz 等提出的反驳是, Franz 等^[17]的实验混淆了另一些因素^[20]。另外,视错觉产生的机理比较复杂,有些视错觉可能是由初级视觉皮层的加工所导致的,因此,这些错觉同时影响腹侧通路和背侧通路,以致动作中也表现出错觉效应^[21]。

2.2.2 知觉任务和动作任务利用不同的视觉信息

Smeets 和 Brenner 等^[22-24]认为,环境中存在着一些可能相互矛盾的视觉信息,在完成某个特定任务时,我们利用其中一些信息而忽略另一些信息;如果知觉任务利用的恰好是不准确的信息而动作任务利用的恰好是准确的信息,那么就会出现视错觉影响知觉而不影响动作的现象。位置和尺寸是一对矛盾的信息,个体对物体尺寸的判断会受到 Ebbinghaus 错觉的影响,对物体位置的判断却不一定受到影响,抓握动作利用的很可能

是物体的边缘的位置信息;位置和速度是另一对矛盾的信息,个体对运动背景上的物体的运动速度的判断与背景的速度有关,但是对其位置的判断却相当准确,与背景的运动无关^[24]。

Smeets 和 Brenner^[22]曾进行了一个十分巧妙的实验,他们要求被试击打出现在屏幕上的盘子,被试的动作一旦开始,盘子或背景有可能向左或向右运动。当背景运动而盘子不动时,被试所觉知到的盘子的运动速度与背景运动的方向相反,而觉知到的盘子的位置的偏移方向与背景运动的方向相同。结果是击打点偏向屏幕运动的方向,表明在击打动作中,被试利用的是觉知到的盘子的位置信息,而非其速度信息。

Smeets 和 Brenner 试图说明的是,虽然正常人在知觉任务和动作任务上似乎也存在着双重分离,但是这种分离不用两种视觉系统也可以解释。而有些错觉(如倾斜错觉)既能影响知觉任务又能影响动作任务,则是因为这些错觉可能歪曲了所有完成任务所需的视觉信息。

2.2.3 运动的策划和控制使用不同类型的表征

Glover 和 Dixon^[25,26]发现,视觉环境对视觉指导的运动的策划阶段和控制阶段的影响程度是不一样的,对前者比对后者的影响大,这从两个方面反映出来:完全由策划阶段决定的运动参数(如,抓握物体时食指在上还是拇指在上)容易受视错觉影响;可以在控制阶段得到调整的运动参数(如,抓握物体时食指和拇指之间的距离)所表现出的错觉效应在运动过程中逐渐减小。他们用策划阶段使用以环境为中心的表征而控制阶段使用以自我为中心的表征来解释这种

动态错觉效应,假定是前一种表征将环境也包含进去而后一种表征与环境无关。

虽然动态错觉效应是否存在尚有争议^[27],但是策划-控制双表征说与神经解剖方面的“背侧通路的功能只是运动控制阶段的视觉加工”的观点相呼应,应该也是一种有价值的观点。

2.3 反对观点小结

综上所述,视觉的知觉-动作双系统说强调视觉的两条通路在功能上的独立性,并认为这两种功能分别是表征世界和指导动作。但是依据实验中得到的病人或正常人在知觉任务和动作任务上的双重分离,并不一定能直接推出两种任务的视觉信息加工分别由两套系统来完成;同时,即使存在着两套系统,它们之间也可能有功能上的联系和交互。用腹侧系统和背侧系统在功能上既有一定的独立性又有相互作用可以在一定程度上融合不同的观点,从而能解释更大范围的事实,有研究者已经进行了有效的尝试^[28]。

3 影响腹侧系统和背侧系统分工与合作的因素

综合两个系统功能和相互之间关系的各种观点及相关证据,我们可以得出的结论是:视觉的腹侧系统与背侧系统间存在着知觉与动作的分工,但这种分工不是绝对的,一方面表现在动作的某些阶段可能涉及腹侧系统的加工,另一方面表现在腹侧系统的加工可以改善背侧系统对动作的指导。Goodale 等^[12]也承认,知觉系统的加工在某些情境下也可能影响动作系统的加工。

指导动作是视觉的一项重要功能,通过研究视觉指导的动作也有助于确定视觉的腹侧和背侧系统之间的关系。在不同研究

中,视觉指导的动作的过程和结果往往具有多变性。如果承认两个系统在指导动作时也能有一定的合作,这种多变性就可以通过引入以下几个因素,用不同实验条件下腹侧系统参与动作指导的程度不同来解释。

3.1 视觉情境的丰富程度

视觉双系统理论认为,背侧系统使用自我为中心的参照系和绝对尺度,并因此而不受视觉背景影响。而腹侧系统使用以环境为中心的参照系和相对尺度,易受视觉背景影响。如前所述,视觉指导的动作可能不受视觉错觉的影响;但是在极度贫乏的视觉背景下,人们对深度的判断往往会发生较大的偏差,这时,视觉背景不是一种干扰而是一种帮助。如果动作完全由背侧系统指导,那么动作的准确性将不能从丰富的视觉情境中获益。但事实上,比起漆黑的背景,在丰富的视觉情境下,指向运动的成绩能得到提高^[29,30]。因为丰富的情境更容易诱发以环境为中心的编码^[31],用在丰富的视觉情境腹侧系统更多参与指导动作可以解释为什么丰富的视觉情境带来更好的成绩。

3.2 动作的不同维度

Coello 等^[32]发现,同为诱导 Roelofs 错觉,深度方向的 Roelofs 错觉给指向动作造成了很大偏差,而水平方向的 Roelofs 错觉给指向运动带来的偏差很小。类似地, Graham 等^[33]对儿童的研究发现,丰富的视觉情境和视觉反馈能减小指向动作在幅度方向的偏差,但是不能减小角度方向的偏差。这可能是因为在左右方向,背侧系统的动作指导占据优势,所以左右方向的动作既不能被视觉环境误导也不能从中获益;而在深度方向因为腹侧系统也能参与动作指导,就更容易受到视觉背景的影响。

3.3 个体的策略

视觉双系统说认为,背侧系统指导着即时的快速的目标指向动作,使用以自我为中心的参照系和绝对坐标,不受视觉环境的影响。在 Bridgeman 等^[34]的“诱导 Roelofs 错觉”(一个位于长方形外框内的目标看起来比实际位置更接近外框中离它较远的边)实验的即时指向任务中,一半被试还是受到了 Roelofs 错觉的影响。但是当 Bridgeman 等^[35]的任务不是指 (pointing) 而是戳 (jabbing) 时,所有被试都没有受到 Roelofs 错觉的影响。在这两个研究中,差异是因任务的轻微变化引起,如果所有被试都不受错觉影响的结果支持知觉-动作双系统理论,那么,一半被试受错觉影响的事实就只能解释为,这一半被试的腹侧系统也参与了指导即时的指向动作。

4 总结与展望

在知觉-动作双系统理论提出以前,视觉研究大都集中于视觉系统如何将外界信号转化为内在表征。知觉-动作双系统说认为,这只是视觉功能的一个方面,视觉的另一个重要功能是指导目标指向动作,这两种独立功能在解剖上分别对应着视觉的腹侧通路和背侧通路。自从发现视觉失认症病人和视觉共济失调病人在知觉任务和动作任务上的双重分离^[2]以来,视觉双系统说已得到神经解剖、电生理学、行为、神经心理学等方面诸多研究的支持^[12],成为解释视觉系统的结构和组织的一种很有影响的观点。

虽然有很多研究支持两个系统之间的功能分离,但也有相当多的研究没有得出视觉双系统所预言的这种分离。对这样的结果进行解释的观点分为两类:一类是反对将视觉系统进行知觉-动作二分的传统观点^[19,23],

另一类则是认为两个系统间存在相互作用的超越二分的观点^[36,37]。传统观点依据的证据是在知觉任务和动作任务中的视觉加工结果没有差异,多为负性结果^[17,24],结论难以推广去否定所有发现差异的研究。而双系统相互作用的观点认同知觉-动作双系统说的基本框架,并不排斥两个系统功能分离的证据,但是认为腹侧系统在一定条件下可以参与指导动作,背侧系统在一定条件下也可能影响视知觉。这其实可以看作是对视觉双系统说的一个扩展,腹侧系统和背侧系统的主要功能分别是表征世界和指导动作,但这种划分不是绝对的,细分起来,腹侧系统可能也参与运动策划;同时这种划分也不能否定某一个视觉系统在执行其主要功能时会受到另一个视觉系统的影响。这样的扩展可以解释许多视觉双系统说很难解释的现象。

我们认为,从功能的层面上研究视觉系统的结构对于全面理解视觉的信息加工机制是必不可少的。视觉的两种需求导致了两个视觉系统的信息加工既分离又有联系。一个问题是,知觉系统和动作系统之间的联系是单向的还是双向的?知觉系统加工对动作系统加工的影响在视觉指导的动作上就能反映出来^[13,29,30,33],而要一般性地考察两个系统之间的相互影响,可能的途径是:让被试同时完成动作任务和知觉任务,例如在伸手抓一个物体的同时出声报告它的位置;让被试戴上特殊的棱镜,只练习知觉任务或动作任务,然后测验视觉系统是否对另一种任务也产生了适应。目前,在这样的研究中发现的往往是知觉系统的加工影响动作系统的加工,而反向的影响还只在病人身上而没有在正常人身上得到验证^[37]。在正常人身上动作系统的加工是否也会影响知觉系统

的加工,以及两个视觉系统为什么会有这种不对称性,对于揭示功能层面上的视觉机制都是很有价值的研究问题。

参考文献

- [1] Jeannerod M. The neural and behavioural organization of goal-directed movements. New York, NY, US: Clarendon Press/Oxford University Press, 1988. 84~131
- [2] Goodale M A, Milner A D. Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 1992, 15(1): 20~25
- [3] Milner A D, Goodale M A. The visual brain in action. Oxford: Oxford University Press, 1995. 1~272
- [4] Goodale M A, Jakobson L S, Servos P. The visual pathways mediating perception and prehension. In: A M Wing, P Haggard (Eds.), *Hand and brain: The neurophysiology and psychology of hand movements*. San Diego, CA: Academic Press, Inc, 1996. 15~31
- [5] James T W, Culham J, Humphrey G K, et al. Ventral occipital lesions impair object recognition but not object-directed grasping: an fMRI study. *Brain*, 2003, 126: 2463~2475
- [6] Burr D C, Morrone M C, Ross J. Separate visual representations for perception and action revealed by saccadic eye movements. *Current Biology*, 2001, 11(10): 798~802
- [7] Bridgeman B, Gemmer A, Forsman T, et al. Processing spatial information in the sensorimotor branch of the visual system. *Vision Research*, 2000, 40(25): 3539~3552
- [8] Desmurget M, Epstein C M, Turner R S, et al. Role of the posterior parietal cortex in updating reaching movements to a visual target. *Nature Neuroscience*, 1999, 2(6): 563~567
- [9] Ganel T, Goodale M A. Visual control of action but not perception requires analytical processing of object shape. *Nature*, 2003, 426(6967): 664~667
- [10] Goodale M A, Pelisson D, Prablanc C. Large adjustments in visually guided reaching do not depend on vision of the hand or perception of target displacement. *Nature*, 1986, 320(6064): 748~750
- [11] Norman J. Two visual systems and two theories of perception: An attempt to reconcile the constructivist and ecological approaches. *Behavioral & Brain Sciences*, 2002, 25(1): 73~144
- [12] Goodale M A, Humphrey K G. The objects of action and perception. *Cognition*, 1998, 67(1-2): 181~207
- [13] Rossetti Y, Pisella L, Vighetto A. Optic ataxia revisited: visually guided action versus immediate visuomotor control. *Experimental Brain Research*, 2003, 153(2): 171~179
- [14] Pisella L, Grea H, Tilikete C, et al. An 'automatic pilot' for the hand in human posterior parietal cortex: Toward reinterpreting optic ataxia. *Nature Neuroscience*, 2000, 3(7): 729~736
- [15] Marotta J J, McKeef T J, Behrmann M. Hemispatial neglect: Its effect on visual perception and visually guided grasping. *Neuropsychologia*, 2003, 41(9): 1262~1271
- [16] Aglioti S, DeSouza J F, Goodale M A. Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand. *Current Biology*, 1995, 5(6): 679~685
- [17] Franz V H, Gegenfurtner K R, Buelthoff H H, et al. Grasping visual illusions: No evidence for a dissociation between perception and action. *Psychological Science*, 2000, 11(1): 20~25
- [18] Franz V H, Fahle M, Buelthoff H H, et al. Effects of visual illusions on grasping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2001, 27(5): 1124~1144
- [19] Franz V H. Action does not resist visual illusions. *Trends in Cognitive Sciences*, 2001, 5(11): 457~459
- [20] Haffenden A M, Schiff K C, Goodale M A. The dissociation between perception and action in the Ebbinghaus illusion: Nonillusory effects of pictorial cues on grasp. *Current Biology*, 2001, 11(3): 177~181
- [21] Milner D, Dyde R. Why do some perceptual illusions affect visually guided action, when others don't? *Trends in Cognitive Sciences*, 2003, 7(1): 10~11
- [22] Brenner E, Smeets J B J. Fast responses of the human hand to changes in target position. *Journal of Motor Behavior*, 1997, 29(4): 297~310
- [23] Smeets J B, Brenner E, de Grave D D, et al. Illusions in action: consequences of inconsistent processing of spatial attributes. *Experimental Brain Research*, 2002, 147(2): 135~144
- [24] Smeets J B J, Brenner E. Perception and action are based on the same visual information: distinction between position and velocity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1995, 21(1): 19~31
- [25] Glover S, Dixon P. Dynamic effects of the Ebbinghaus

- illusion in grasping: Support for a planning/control model of action. *Perception & Psychophysics*, 2002, 64(2): 266-278
- [26] Glover S R, Dixon P. Dynamic illusion effects in a reaching task: Evidence for separate visual representations in the planning and control of reaching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2001, 27(3): 560-572
- [27] Danckert J A, Sharif N, Haffenden A M, et al. A temporal analysis of grasping in the Ebbinghaus illusion: planning versus online control. *Experimental Brain Research*, 2002, 144(2): 275-280
- [28] Rossetti Y. Implicit Short-Lived Motor Representations of Space in Brain Damaged and Healthy Subjects. *Consciousness and Cognition*, 1998, 7(3): 520-558
- [29] Coello Y, Magne P. Determination of target distance in a structured environment: Selection of visual information for action. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2000, 12(4): 489-519
- [30] Ferrel C, Orliageut JP, Leifflen D, et al. Visual context and the control of movements through visual display. *Human Factors*, 2001, 43(1): 56-65.
- [31] Cohn JV, DiZio P, Lackner JR. Reaching during virtual rotation: context specific compensations for expected coriolis forces. *Journal of Neurophysiology*, 2000, 83: 3230-3240
- [32] Coello Y, Richaud S, Magne P, et al. Vision for spatial perception and vision for action: A dissociation between the left-right and near-far dimensions. *Neuropsychologia*, 2003, 41(5): 622-633
- [33] Graham J K, Bradshaw M F, Davis A. The effect of pre-movement delays on pointing accuracy in middle childhood. *Perception*, 1998, 27(11): 1379-1387
- [34] Bridgeman B, Peery S, Anand S. Interaction of cognitive and sensorimotor maps of visual space. *Perception and Psychophysics*, 1997, 59(3): 456-469
- [35] Bridgeman B, Huemer V. A spatially oriented decision does not induce consciousness in a motor task. *Consciousness and Cognition: An International Journal*, 1998, 7(3): 454-464
- [36] Jackson S R. Perception, awareness and action: Insights from blindsight. In: Y Rossetti, A Revonsuo (Eds.), *Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing*. Advances in consciousness research. Amsterdam, Netherlands: John Benjamins Publishing Company, 2000. 73-98
- [37] Pisella L, Rossetti Y. Interaction between conscious identification and non-conscious sensori-motor processing: Temporal constraints. In: Y Rossetti, A Revonsuo (Eds.) *Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing*. Advances in consciousness research. Amsterdam, Netherlands: John Benjamins Publishing Company, 2000. 129-152

The Debate on Perception-Action Double-System Theory of Vision

Zhang Hang^{1,2}, Fu Xiaolan¹

¹*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101*

²*Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039*

Abstract : Perception-action double-system theory of vision argues that the ventral and dorsal streams are distinct systems whose functions are, separately, representing the world and directing the action, which associates with dissociation in their processing. Views on the relation between the two pathways fall into two classes: traditional views that deny such a perception-action division, and cooperative views that emphasize interaction between the two systems. This article summarizes the key issues, empirical evidences, and contributions of each theory/view, and analyzes the conditions that visual processing takes place in a certain system, then concludes that the relative function division between the two systems leads to variety in visual processing.

Key words : vision, visually-directed action, ventral pathway, dorsal pathway.