

文章编号: 1004-0374(2009)02-0189-02

## 讨论: 如何研究大脑的工作机制 ——学科交叉在神经影像学中的重要意义

左年明

(中国科学院自动化研究所, 北京 100190)

圆桌会议的第一个分会是讨论基于神经影像学的脑机交互(brain-computer interface, BCI)技术的专题。该分会的三个主题报告分别由以下三位学者精彩呈现: 德国柏林Bernstein计算神经科学研究中心John-Dylan Haynes教授、清华大学生物医学工程系高上凯教授以及中国科学院自动化研究所计算医学中心蒋田仔教授。整个分会报告以及分会讨论由天津医科大学生物医学工程系田鑫教授主持。随着蒋田仔教授报告的结束, 自由讨论随即热烈展开。

针对蒋田仔教授对大脑功能及结构网络连接的研究, Haynes教授提出, 在静息状态(resting state)或者激活状态(activating state), 从外部检测获得的脑皮层信号具有很大的随机性, 这种随机性与多种原因有关, 比如信号的检测方式(如信号的延迟), 或者相同的任务在不同被试的个体差异表现等等。我们如何来评价或者验证所检测到的信号的有效性和准确性? 蒋田仔教授解释说, 这种验证的确非常必要, 当然也是非常困难的。我们通常可以通过有创(destructive)的实验方式在一些动物, 比如猴子身上进行一些验证。当然, 蒋教授补充说, 目前该领域所进行的大脑的功能或结构网络连接的所有研究都是比较初步的, 或者是尝试性的, 尚没有一个学者或者研究组宣称自己所得到的结论就是一个确切的描述大脑工作机制的结果。

Haynes教授的研究不仅仅是为了对大脑针对某项任务所激活的区域的检测, 而是要研究大脑对完成某项任务需要进行的完整的反应机制, 类似一个“读脑”的机器, 我们利用这个机器可以“读”懂大脑对某项任务的决策原理, 从而实现对大脑思维的理解和重现, 也能通过大脑所反映的信号推测其即将做出的决策。要完成这种对大脑思维过程的解析, 我们只能通过大脑外部检测的一些信号来推

测其内部的工作机理, 这些信号包括EEG(electroencephalography)、fMRI(functional magnetic resonance imaging)、PET(positron emission tomography)或MEG(magnetoencephalography)等。这是一个典型的逆问题(inverse problem)研究。来自美国Johns Hopkins大学和Mayo临床研究所及医药研究院的Edmund Chao教授, 和来自Johns Hopkins大学生物医学工程学院的Xiaoqin Wang教授都对该逆问题的研究提出了自己的理解。他们表示, 目前针对大脑活动机制“解码”过程的研究, 主要依赖外部的信号检测仪器, 比如上述提到的EEG或者fMRI设备, 但这些设备都各有自己的优缺点。例如, EEG检测效率较高, 通常可以获得很高的时间分辨率(微秒级), 但空间分辨率很低(厘米级); fMRI跟EEG性能相反, 它可以获得较高的空间分辨率(毫米级), 但时间分辨率却只能在秒级, 这样的信号检测效率相对于大脑对信号的处理速度是远远不够的。所以在现有的条件下, 我们可能需要尝试多模态信号检测工具的结合, 各取所长。

另外, 我们可能也急切需要一种新的信号检测技术, 能够实时准确地检测出脑区的活动。高上凯教授的报告主要是针对脑机交互系统的实现, 这种交互的实现前提也是基于对脑区活动信号的精确理解来进行的。来自美国匹兹堡大学生物工程系肌骨研究中心(Musculoskeletal Research Center)的Savio L-Y. Woo教授建议高教授介绍上述脑机交互系统的主要难点。高教授说, 脑机交互的最大难点在于, 人脑信号不同于电脑的信号, 它不具有明确的一一对应性, 或者说至少目前我们没有一种精确实时的

收稿日期: 2008-12-15

通讯作者: nmzuo@nlpr.ia.ac.cn

检测脑信号的方式。而且，在脑机交互的过程中，大脑往往会根据反馈及时迅速地调整信号反映，我们要捕捉并实现这种瞬间的反馈是相当困难的。这就需要许多学科的研究人员通力合作，包括神经影像学、临床医学、物理学、生物学、计算机科学，以及电工电子技术等研究领域，只有信号获取这个根本的起点获得了本质性的提高，才能保证后续信号处理、信号模拟，以及任务驱动等脑机交互的研究问题才能具有最大的可靠性。

讨论最后，来自德国马普分子细胞生物学和基因学研究所的 Kai Simons 教授、来自德国 Bonn 大学计算机科学系的 Rolf Eckmiller 教授，以及 Haynes

教授和 Woo 教授等对该分会做了总结性发言。他们一致认为，脑机交互科学及神经影像学是一个非常依赖多学科交叉来进行的研究领域，从信号的获取，到信号处理，再到信号的模拟，最后到交互的实现；从解剖学上对人脑结构的理解，到临床实验的设计，再到反馈的捕捉、模拟以及实现，我们简单地依靠单一的学科知识是不可能完成上述复杂的研究过程的。这就迫切需要我们研究人员具有广博的背景知识，我们的研究队伍由具有多学科背景的人员组成，我们的思想要随时准备跟相关领域的研究者进行深入地交流。