

脑神经网络和大五人格的相关性研究介绍

郭志猛

英才实验学院 数理基础科学

2018 年 12 月 22 日

摘要

本文想要介绍一下有关大五人格和脑神经网络的相关性的研究，以加速找到人类人格的生理学基础的进程。自冯特于 1978 年在德国莱比锡建立了第一个正式实验心理学实验室以来，心理学逐渐成为了一门围绕实验而组织起来的实验室科学。但是，围绕心理学开展的实验往往都是对现象、对外在表现的分析，被研究对象对于研究者来说始终是一个接受刺激、作出反应的黑箱。近些年来，随着磁共振、脑电等技术的发展，心理学家逐渐有了自己的工具对心理现象的内在机制进行分析。在大五人格方面，一些学者通过结构磁共振成像，寻找到了脑区体积与人格特质的相关性，这表明人格的确是源于大脑，有一定生理学基础的。为了进一步找到这种联系，我试图介绍有关大五人格和脑神经网络的相关性的研究。[5]

关键词：大五人格脑神经网络相关性统计分析内在机制

1

1 简介

我们生而为人，具有不同的性格。心理学发展出了一系列方法对人格进行分类，其中大五人格理论是一个比较好的经过验证的理论。但是，仅仅是浮于表面的对现象进行分析的手段并不能满足人们的好奇心。随着磁共振成像技术的兴起，网络科学的发展，研究者有了新的技术手段得以从生理学基础上对人格特质进行研究。在下文中，我们首先介绍人格相关的心理学和生理学背景知识，然后介绍一些用于分析的统计方法，并用实例对其基本原理进行介绍，最后提出自己的观点和对相关研究领域的看法。

2 心理学和生理学背景知识

2.1 人格心理学相关知识

对性格的分类早在几千年前就开始了，古希腊著名医生希波克拉底在公元前就提出了气质体液说，他认为人体内含四种不同的体液，四种体液独特的平衡构成了人的性格；根据传统的中医理论，我们的人格取决于金、木、水、火、土五种元素的平衡；传统的印度草药学认为每个个体都是由三种不同的身体能量组合而成。

现在看起来，这些理论似乎有一点荒诞，但其实这些理论在很长一段时间内被人们广泛地接受。即便是现在，我们经常能听到有人说自己是什么星座，星座性格怎样怎样；或者我们看到在各种各样

的杂志上会出一些有趣的问题，回答完这些问题之后它会相应地给出对答题人性格的分析。这其实就已经跟现在的性格评测有点相似了，因为很多时候我们对性格的判断就是通过一些问卷实现的。

近代以来，一些心理学派对性格的划分又有了自己的见地。弗洛伊德创立了精神分析学派，他认为不同性格的差异来源于自我、本我和超我谁占了上风。不同于弗洛伊德，人本主义心理学家亚伯拉罕·马斯洛认为性格不同是由于需求金字塔的初级需求是否得到满足。

但是这两个理论也有很多的问题，例如，这两种理论并没有提出一个合理的稳定的性格测量的方法。在此背景之下，20 世纪中广泛流行的另外两大人格理论诞生了，即人格特质理论和社会认知人格理论。人格特质理论不注重无意识的研究，而是根据稳定持久的行为模式和有意识的动机来定义不同类型的人格。

近年来，对于人格特质理论的研究越来越深入，研究者在人格描述模式上达成了比较一致的共识，也就是大五人格理论。奥尔波特是人格心理学之父，他不喜欢弗洛伊德的那种不可证伪的潜意识人格论，而是渴望用一种更为实证的方法研究我们的人格。在这样的目的之下，他和同事一起翻英文词典，找出了若干描述性格特质的词汇，然后将这些词汇加以归类，形成了人格特质词汇表。然而，最早的词汇表有大约 4500 个，这显然太多了。于是，研究者开始不断地对这些词汇加以概括，希望找到几个词汇精炼地涵盖人格特质。几经发展，终于形成了今天的五因素人格，也就是用五个关键词概括人格特质，分别为：开放性（openness）尽责性（conscientiousness）外倾性（extraversion）宜人性（agreeableness）情绪（不）稳定性，也叫“神经质”（Neuroticism）取每个英文单词的首

字母，便成为了 OCEAN，也就是我们说的“人格的海洋”。对于五因素人格的测量，我们可以用问卷并进行统计学分析得到结果。[2]

2.2 脑科学相关知识



图 1: 人类大脑脑叶划分图

如图 1，我们可以看到一个简单的脑区的划分。实际上，随着各种无创脑成像技术的发展，我们对脑结构的了解程度远远超出了图上如此粗略的划分。已经有很多研究人员发现了一系列脑区和人外在表现的对应关系。下面我们对大五包含的五因素一一分析。

外向性与体验积极情绪的倾向有关，这通常源于奖励经验或奖励承诺。外向性包含一系列特征，例如自信，社交性和健谈，这些特征似乎与伴随对奖励的敏感性的方法倾向相关联。尽管外向性经常表现在社会行为中，但这可能是由于许多人类的奖励涉及社会归属或地位；因此，奖励敏感度仍然是外向性的核心。因此，我们假设外向性与一些或所有负责对奖赏敏感的大脑系统的结构变异相关，包括伏隔核，杏仁核和眶额皮质。[3]

神经质与消极情绪倾向有关，包括焦虑，自我意识和烦躁等特征。因此，我们假设神经质与某些或所有与威胁和惩罚敏感相关的大脑系统的结构

变异有关，包括杏仁核，前扣带皮和中扣带皮层，内侧前额叶皮层和海马。[1]

责任心似乎反映了个人抑制或约束冲动以遵守规则或追求非临时目标的能力和倾向。功能性神经影像学将特征冲动与侧向前额皮层的背侧和腹侧区域联系起来因此，我们假设责任心与侧向前额皮层的结构变化有关。

宜人性质似乎可以确定与利他主义相关的特征集合：一个人对他人的需求，欲望和权利的关注（与一个人对他人的享受相反，这似乎主要与外向性有关）。宜人性的正极描述了亲社会特征，如合作，同情和礼貌，而其负极描述了反社会特征，如冷酷无情和侵略。

开放性/智力似乎反映了灵活有效地处理抽象和感知信息的倾向，并包括诸如想象力，智力参与和审美兴趣等特征。这种特性可能涉及工作记忆，抽象推理和注意力控制的区域。

3 利用统计方法对脑网络进行分析

对于心理学研究，较为传统的方法就是设计调查问卷收集数据，然后进行内在一致性分析、因子分析等等，这些方法实际上都是统计学方法，研究的只是被试外在的表现，而并不涉及内在机制。

而随着静息态功能磁共振成像的兴起以及其它无创脑成像技术的发展，心理学家们有了新的工具研究个体性格差异，至于具体如何操作 NIT、SPM 等软件进行分析，我就不班门弄斧了。

但之前的研究还有着缺陷，即大部分针对人格的磁共振研究都考虑的仅仅是独立的脑区与人格特质的联系，并没有考虑到不同脑区的联系与人格特质的联系，下面我用一些简单的方法展示一些研

究的原理。

3.1 脑区与大五相关性分析

由于我了解的知识并不多，所以只叙述最基本的原理，并用最粗糙的代码进行展示。

假设我们现在有 200 个人的有效数据，我们拥有的数据是每个人的 300 个脑区的指标数据，以及每个人的大五人格的数据。也就是说，对于脑区我们有一个 200×300 的矩阵，每个位置的信息代表某个人某脑区在一个衡量指标下的数据；对于大五我们有一个 200×5 的矩阵，每个位置的信息代表某个人某性格特质的一个数据。

如何分析呢？我们为了得到脑区和人格的相关性，就需要对这些数据进行相关性分析，相关性分析的具体做法我们不再具体赘述，我们懂得基本原理之后直接在 Matlab 中调用相关工具即可进行分析，下面是进行分析的 Matlab 代码。

```
clear;clc;
brain = rand(200,300); %200个人 每个人300个脑区
bigFive = randn(200,5); %200个人 每个人的大五
relatedMat = []; %初始化输出矩阵
for i = 1:300
    for j = 1:5
        [rMat(i,j), pMat(i,j)] = corr(brain(:,i),...
            bigFive(:,j));
        if pMat(i,j) < 0.05
            relatedMat = [ relatedMat; i , j ];
        end
    end
end
relatedMat
fprintf("上面是相关的脑区和大五\n
左面一列为脑区，右面一列为大五")
```

3.2 相关矩阵的可视化

经过上面对 200 个人 300 个脑区和 5 元素性格特质的分析，我们可以得到一个 300×5 的相关矩阵。为了更清晰地查看数据，对数据形成一个直观的印象，下面我们利用五种方法进行相关矩阵的可视化。

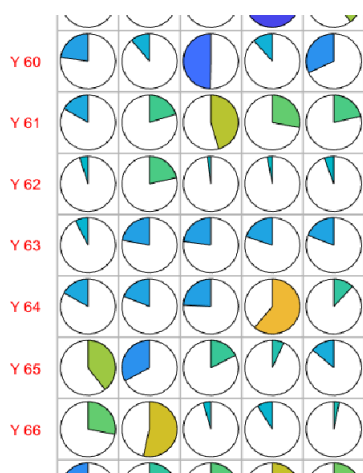


图 2: 相关矩阵可视化实例 (1)

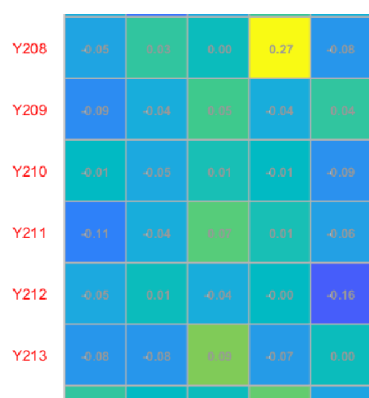


图 3: 相关矩阵可视化实例 (2)

Y 88	0.02	-0.14	0.02	-0.08	-0.07
Y 89	-0.08	0.08	0.03	-0.01	0.00
Y 90	0.02	0.06	-0.05	-0.04	0.10
Y 91	-0.01	0.05	-0.09	-0.09	-0.01
Y 92	-0.06	0.14	0.07	0.11	0.01
Y 93	-0.02	-0.07	-0.13	-0.14	0.08
Y 94	0.08	0.03	-0.01	0.09	0.02

图 4: 相关矩阵可视化实例 (3)

3.3 脑区相关性分析方法

上面内容我们涉及到的内容都是找的脑区和大五人格的相关性分析，而我们实际所想要做的是利用复杂网络相关知识对脑区进行分析，这就需要我们找到脑区和脑区之间的联系。

因为缺少相关的数据，所以我用随机生成的方法生成了一个 20×20 的邻接矩阵，代表着 20 个脑区之间的联系，如图 5。

1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

图 5: 随机生成的脑区之间联系的邻接矩阵

我们试图寻找这 20 个脑区彼此之间的联系，首先先对这些数据进行可视化，如下图 6。

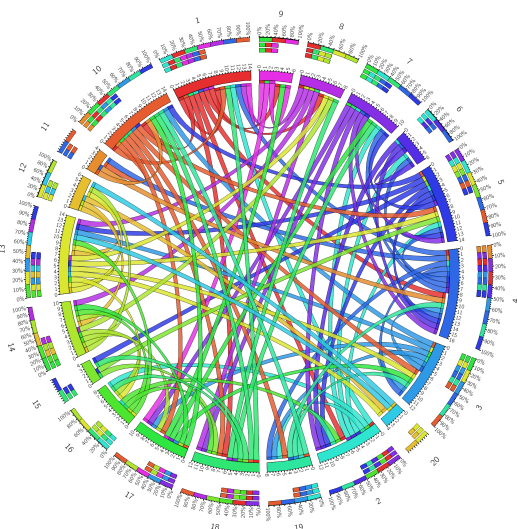


图 6: 邻接矩阵的 Circos 图可视化

在数据可视化和邻接矩阵的基础上,我们就可以开展相关的分析,这时我们完全可以利用图论中和复杂网络相关的知识。

例如,应用图的连通性相关知识,我们可以对脑网络的协同一致性进行分析,判断脑在进行工作时是由独立的模块对外界刺激作出反应还是多个模块协同作出一个反应,从而判断各个脑区的功能角色和大脑的全局属性。

应用全局聚类系数对脑网络进行分析,我们可以分析大脑中各个部位的局部聚集性更高还是整体性更高,并且有利于我们找到脑中的中枢部位,确定使人格特征保持相对稳定的核心单元。

应用中介中心性的分析,我们可以量化网络中通过给定脑节点的最短路径的数量,从而帮助我们找出在大脑通信过程中最关键的部位。

总之,网络基本的拓扑性质所采用的研究方法我们都可以适当地迁移过来,对脑网络地属性进行透彻详细地研究,从而发现真正在人格特质中起作

用的连接。[4]

4 总结和感想

我最近在跟一名学长学习用复杂网络对脑科学进行研究,所以本次课程论文选择的使《脑神经网络和大五人格的相关性研究介绍》的题目。

我感觉我是很幸运的,因为最近我正在跟随一名学长学习脑科学与网络科学的内容,其中很多内容的学习都一知半解。而《脑信息科学导论》这门课正好帮助我补充了相关的知识,解决的了我遇到的很多问题。

不过在写这篇小课程论文的时候,本以为读了一些文章,写出一些东西来应该不是什么难事。但是真正在动手写的时候,却发现并不是自己想象的样子。比如说,我曾花费一周时间仔细研读性格的测量相关书籍论文,但在这篇小论文中写作过程中,我发现很多时候我只能写他人研究的结果,对于自己曾花费很多时间细致了解的研究过程,却不该在小论文中体现。

这门课已经上完了大部分的课时,我对脑信息科学最大的印象就是脑科学的研究并不只是狭义的医学层面上的研究,而是多学科交叉的一种研究。

脑科学可以与心理学很相关。张俊俊老师在课上给我们展示了很多有趣的心理学现象和脑科学的联系。并且用一些具体的,我们可以做到的实验,让我们对脑科学的研究方法有了初步的印象。尤其是其中介绍到 Dreisman 的注意的特征整合模型我印象很深,让我意识到人脑或许并没有那么神秘,也只是一个功能比较强大的处理器,很多时候它认识事物的过程也只是一点一点进行的。

研究脑科学是很有趣的一项工作,计算、系统、

细胞、认知神经科学，总有一款适合你。并且电子科大在脑科学研究方面还是比较前沿的，例如动作游戏训练可导致脑岛网络模式变化的研究曾广受关注。

脑科学也可以跟大数据息息相关。脑神经科学帮助大数据研究寻找突破，同时大数据的研究方法也可以作为脑神经科学研究的得力武器。现在利用磁共振成像技术、脑电技术对大脑数据进行收集，得到的数据量是巨大的。随着各种技术的发展和实验精度的提高，可以预见的是，未来脑神经科学数据只增不减，所以如何有效地对这些数据进行分析处理是一项很有必要的研究方向。大数据的研究方法，如关联分析、回归分析、聚类等等手段可以帮助我们对这些数据进行分析，找到内在的联系，从而推动神经科学的研究。

总体来说，由于脑的复杂性和高度智慧型，所以复杂网络、大数据等等方法都能在这里有所应用。可以说，脑信息科学是一门有趣的、跨学科的学问，无论是人文社科还是理工科，各种研究方法、工具在这里都能找到用武之地。研究人员也能在研究过程中了解到多方面的知识，这是多么有意思的一件事情！

感谢各位老师，我会跟随学长在脑科学与网络科学的研究上继续走下去的。

ing predictions from personality neuroscience. brain structure and the big five. *Psychol Sci*, 21(6):820–828, 2010.

- [3] S Markett, B Weber, G Voigt, C Montag, A Felten, C Elger, and M Reuter. Intrinsic connectivity networks and personality: the temperament dimension harm avoidance moderates functional connectivity in the resting brain. *Neuroscience*, 240(25):98–105, 2013.
- [4] 汪小帆. 网络科学导论. 高等教育出版社, 2012.
- [5] 理查德. 格里格. 心理学与生活 (第 16 版). 人民邮电出版社, 2006.

参考文献

- [1] Watson D, Clark LA, and Carey G. Positive and negative affectivity and their relation to anxiety and depressive disorders. *J Abnorm Psychol*, 97(3):346–353, 1988.
- [2] DeYoung CG; Hirsh JB; Shane MS; Papademetris X; Rajeevan N; Gray JR. Test-