

标题: Spectral Graph Convolutions for Population-based Disease Prediction

作者: Sarah Parisot*, Sofia Ira Ktena, Enzo Ferrante, Matthew Lee, Ricardo Guerrerro Moreno, Ben Glocker, and Daniel Rueckert

发表时间: 2017

文章链接: <https://arxiv.org/pdf/1703.03020>

发表期刊: arXiv

课题背景: 基于个体本身的特征及个体与潜在大群体的关联程度进行疾病预测。

创新点: 挖掘图像和非图像的信息价值, 考虑结合图像特征和非图像数据特征进行图光谱卷积。

论文方法: 带有基于图像特征 (fMRI、MRI) 和非图像特征 (年龄和采集位置) 及带有表征信息的边 (节点间相似性) 组成的大群体的稀疏图, 基于部分带有标签的节点通过图光谱卷积方法预测无标签的节点标签实现半监督学习的疾病预测。

模型大致流程:

①数据选择: 图像数据: eg静息状态fMRI (功能性磁共振成像, functional magnetic resonance imaging)、结构MRI (磁共振成像, Magnetic Resonance Imaging); 非图像数据: eg. 年龄、性别、acquisition site (采集位置?)

②ABIDE数据预处理: 选用针对ABIDE公开的数据处理办法, 参考网站:

<http://preprocessed-connectomes-project.org/abide/>, 通过网站获悉五种公开处理办法:

CCS and Freesurfer: Ting Xu⁷, Xinian Zuo⁷

CIVET: Budhachandra Khundrakpam⁸, John Lewis⁸, Alan Evans⁸

CPAC and ANTS: Daniel Clark¹, Zarrar Shehzad^{2,5}, Qingyang Li^{1...}

DPARSF: Chao-Gan Yan²

NIAC: Yassine BenHajali^{3,6}, Francois Chouinard^{3,8}, Pierre Bellec^{3,4}

③使用脊分类器 (a ridge classifier) 对节点的特征向量降维

④ADNI数据预处理: 简单选择138段脑结构 (数据来源: <http://adni.loni.usc.edu/>)

⑤图像数据相似度量: $\text{Sim}(S_v, S_w)$; 非图像数据度量: $\rho(M_h(v), M_h(w))$

⑥ABIDE数据的非图像特征选择: 年龄和采集位置; 图像特征选择rs-fMRI连接网络

⑦对于不规则图形需定义局部图过滤器, 基于图光谱理论和使用图信号处理 (graph signal processing, GSP) 所提供工具构建CNNs

⑧光谱图卷积 (spectral graph convolutions) 利用了傅里叶域的乘法, 图傅里叶变换类比于欧几里域拉普拉斯特征函数

⑨拉普拉斯归一化图 (normalised graph Laplacian) 表示图

⑩推进Defferrard的工作，滤波器选择多项式滤波器（优势1：严格受限于空间；优势2：降低了卷积运算复杂度），可使用切雪比夫多项式中的截断扩张（truncated expansion）来近似这种滤波器

其他：使用ReLU提升非线性程度，输出层采用softmax函数，交叉熵为其损失函数。

实验数据：

①Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI) database

②Autism Brain Imaging Data Exchange (ABIDE) database as healthy or suffering from Autism Spectrum Disorders (ASD)（预测从轻度认知障碍转变为阿尔茨海默病）

数据规模：ABIDE database: 1112个受试者；ADNI database: 1700个受试者

实验结果：ABIDE准确率：69.5%（目前最高为66.8%）；ADNI准确率：77%

未来工作：

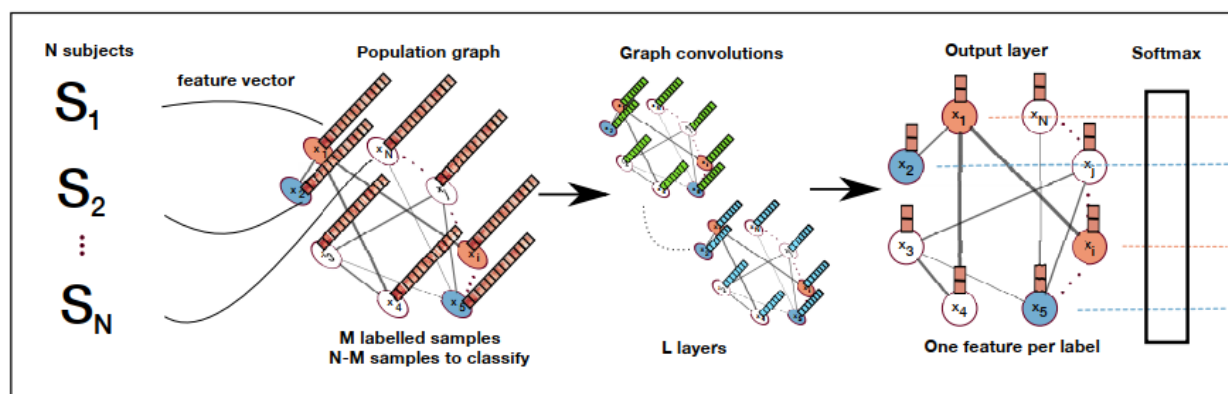
①构建更为有效的群体图（population graph）

②考虑同一条边上带有多类信息，可以尝试用矢量代替标量

③结合时间信息的纵向数据（个体在不同时间点上的观测值）

④更丰富的特征向量（本文仅采取了2个非图像数据特征）

附网络框架图：



网址：<https://github.com/parisots/population-gcn>