

实验程序说明文档

1 实验背景

本实验基于统计学习范式和多感觉通道 odd-ball 范式，通过比较音乐家与非音乐家的行为反应和 MEG 反应，研究了音乐专业性对大脑可塑性的影响。

































































2 刺激材料

刺激材料包括视觉材料和听觉材料两个部分。同时呈现且同时结束的视觉和听觉刺激两者完整地构成 1 个单位刺激(stimulus)。每 3 个单位刺激构成 1 个模式(pattern)，后者为本实验中的基本单元。

所有视觉刺激的外接矩形中心位于屏幕正中央，水平宽度或垂直高度为 2° 视角。本实验中刺激尺寸无关紧要，如需查看具体中间细节，可参考 DrawShapedandPlaySound.m 函数说明。视觉刺激共分形状(shape)和颜色(color)两个维度描述，各有 11 个水平。其中形状见图 1，RGB 颜色为 [192 0 0;160 81 16;132 140 142;255 192 0;175 170 105;0 176 80;70 181 211;173 173 219;0 32 96;112 48 160;127 127 127]。

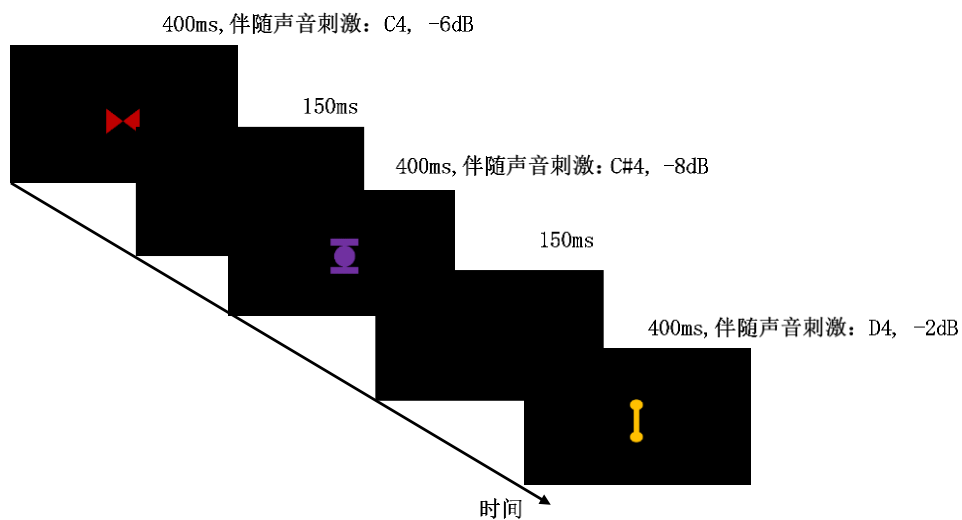
所有听觉刺激与视觉刺激呈现时间等长，均为 400ms。听觉刺激以 Attack-Decay-Sustain-Release(ADSR) Envelope 为包络，其中 rise 和 release 时长为 30ms，rise 阶段以 24000%/s 的速度增长至 1，decay 阶段以 1920%/s 的速度衰减至 0.25，release 阶段以 3600%/s 的速度降为 0(注意，原文献中由于是乐音所以 ASDR 包络合适，纯音容易出现播放和结束时的毛刺，但为和原文献保持一致，故采用 ASDR 包络，程序中也提供了简单包络的方式，取消注释即可)。听觉刺激共分频率(frequency)和响度(loudness)两个维度描述，各有 11 个水平。其中频率为[261.63, 277.18, 293.66, 311.13, 329.63, 349.23, 369.99, 392.00, 415.30, 440.00, 493.88]Hz，分别为 C4, C#4, D4, D#4, E4, F4, F#4, G4, G#4, A4, B4 的频率。响度由数字音频模拟，分别为[0, -2, -4, -6, -8, -10, -12, -14, -16, -18, -20]dB。

实验中每 3 个单位刺激构成 1 个 pattern，每个刺激呈现 400ms，刺激之间的时间间隔(Inter-stimulus-interval)为 150ms，见图 2。实验中共有 6 种 pattern，每种 pattern 又分为 4 个类别，即 standard, auditory deviant, audiovisual deviant 和 visual deviant，后三种类别合称 deviant 条件。在 deviant 条件下，pattern 中前两个刺激与 standard pattern 的相同，第三个刺激中某一个或一些维度会在 standard pattern 的第三个刺激上发生变化，与另外某种 standard pattern 中的第一个刺激相同。具体来说，auditory 条件下 loudness 会发生变化，audiovisual 条件下 frequency 和 shape 会发生变化，visual 条件下 color 会发生变化，其余均不变，详见图 1。

	Pattern 1	Pattern 2	Pattern 3	Pattern 4	Pattern 5	Pattern 6
Standards	   C C# D -6 -8 -2	   A D B 0 -2 -4	   D# E D -10 -12 -2	   D F E -2 -14 -12	   F C F# -14 -16 -16	   G G# A -18 -20 0
Auditory deviants	   C C# D -6 -8 -14	   A D B 0 -2 -6	   D# E D -10 -12 -18	   D F E -2 -14 0	   F C F# -14 -16 -10	   G G# A -18 -20 -10
Audiovisual deviants	   C C# F -6 -8 -2	   A D C 0 -2 -4	   D# E G -10 -12 -2	   D F A -2 -14 -12	   F C F# -14 -16 -16	   G G# D -18 -20 0
Visual deviants	   C C# D -6 -8 -2	   A D B 0 -2 -4	   D# E D -10 -12 -2	   D F E -2 -14 -12	   F C F# -14 -16 -16	   G G# A -18 -20 0

注：i) 图中每个模式中第一行显示了每个视觉刺激的形状和颜色(可能略有失真)，第二行显示了每个声音刺激的频率(均为第4个八度)，第三行显示了每个声音刺激的响度(以dB为单位, 仅为数字音频模拟)。

图1 所有模式的示意图



注：i) 仅以 standard pattern 中的 pattern 1 为例

图2 单个模式的示意图

3 实验程序

本实验共分为3个阶段，其中阶段1和阶段2被试在MEG中进行，阶段3被试在MEG设备外进行。

阶段 1 共有 70 个试次,每个试次呈现 1 个 pattern,试次与试次的间隔 150ms。阶段 1 中试次全部为 standard 条件,其中每个 pattern 等概率出现,转移概率在 0.31-1 之间。

阶段 1 后无额外间隔即进入阶段 2。阶段 2 中分为 3 轮,每轮 340 个试次,每个试次呈现 1 个 pattern,试次与试次的间隔依旧为 150ms。阶段 2 中的试次各个条件均等出现,均为 85 次,每个条件中,每个 pattern 等概率出现,转移概率对 standard 条件在 0.23-0.75 之间,对 deviant 条件在 0.07-0.25 之间。阶段 2 的序列通过马尔科夫链状态转移的方式生成,在满足以下两个条件的方式按转移概率转移: a)两个 deviant 条件之间至少包括 1 个 standard 条件; b)连续试次中不出现相同的 pattern。具体实验流程见图 3。

阶段 2 后经过短时间(让被试从 MEG 出来之类的)后进入阶段 3。阶段 3 中包含 36 个试次,每个试次中,先后呈现两个 pattern, pattern 之间的间隔为 300ms。每个试次过后,要求被试从先后两个 pattern 中选出其更熟悉的那个,被试有 3s 的时间反应,即试次与试次的时间间隔最长为 3s。在 36 个试次中,每种 deviant 条件各 12 个试次。12 个试次中,6 个 pattern 种类各 2 次,每个 pattern 种类中,相对应的 standard pattern 出现在前和出现在后各半。具体实验流程见图 4。

注意,在阶段 1 之前,指导语中仅告知接下来会出现有颜色的图案并伴随一些声音,并不告诉被试这些刺激中会存在规律,也不告知这些刺激以 3 个为 1 个模式,更不告知接下来会有阶段 3 的测试环节,仅要求被试集中注意看和听。而阶段 3 为突然出现的测试,此时才告知被试模式为 3 个刺激 1 组并要求被试选择其中更熟悉的。

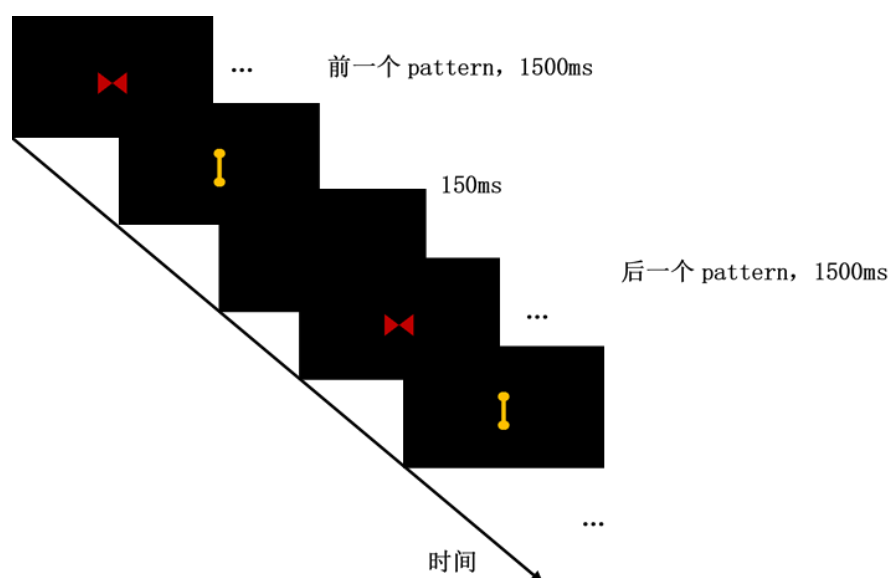


图 3 阶段 1,2 实验流程示意图

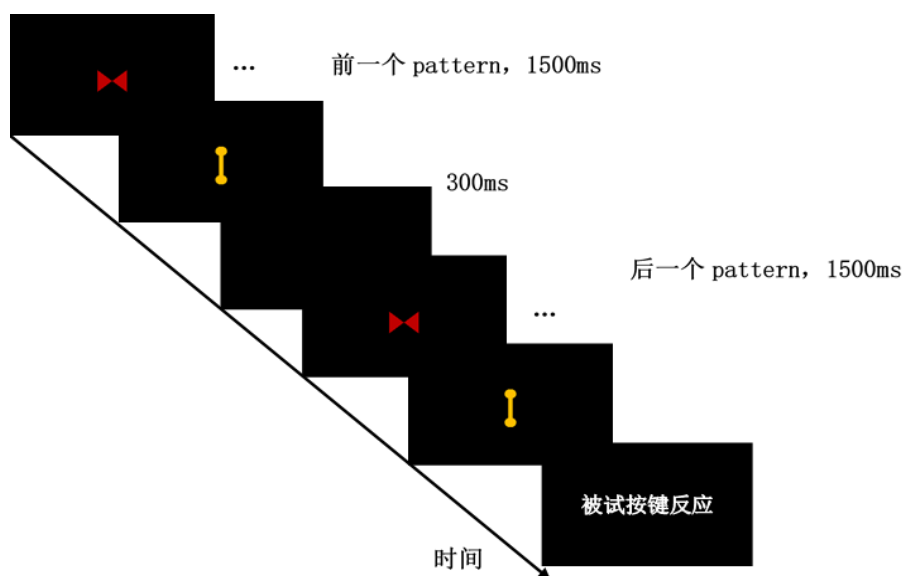


图 4 阶段 3 实验流程示意图

4 程序代码说明

本实验所有函数用途详见表 1

表 1 函数用途说明

程序名	用途
main.m	启动实验程序
Information_Entry.m	信息录入(包括被试个人信息和显示器信息)
Show_Instructions1.m	呈现必要指导语, 按空格键退出
Show_Instructions2.m	呈现必要指导语, 按空格键退出
generatesequence.m	以马尔科夫链随机化生成 phase2 的试次
Pattern.m	按照类别和序号在给定呈现 Pattern
DrawShapeandPlaySound.m	呈现单个刺激
getADSR.m	生成 ADSR 包络
genTrials	辅助函数, 用于基本的刺激序列生成
DrawTextAt.m	辅助函数, 用于在中央写文字
deg2pix.m	辅助函数, 用于视角转换到像素

参 考 文 献

Tony Mathew, Bimal M Abraham, Robin Scaria, "Music Synthesis using Sinusoid Generator, ADSR Envelope Generator and Composer Code", International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER), Volume 3 Issue 2, February 2015, 23 - 25