

实验说明

苗子壮 1700017787

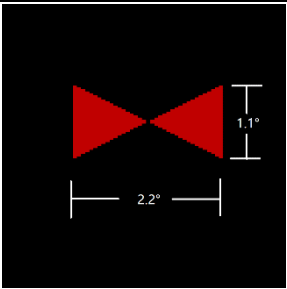
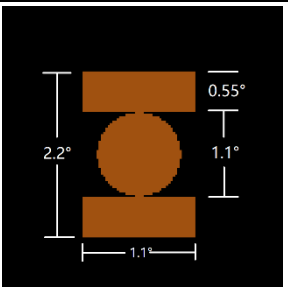
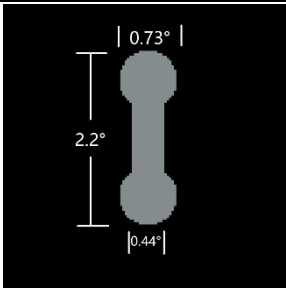
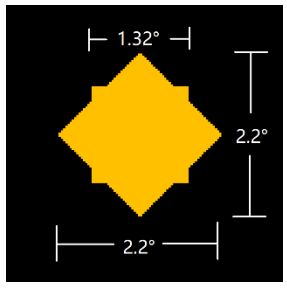
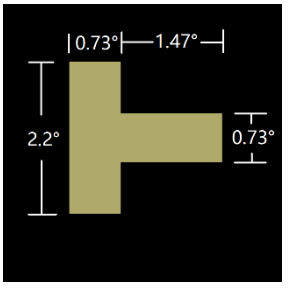
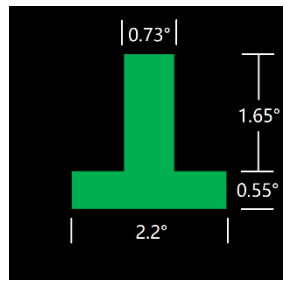
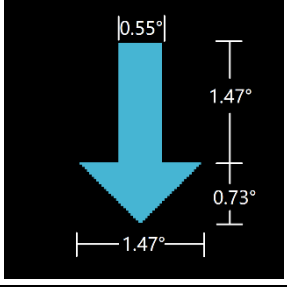
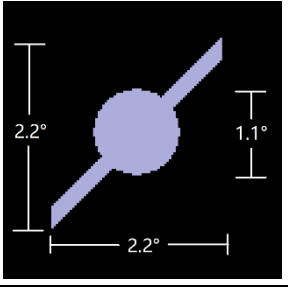
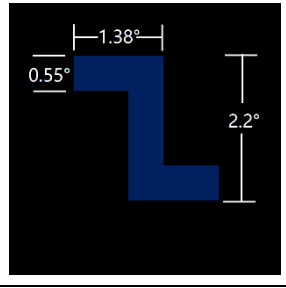
该实验使用视听刺激配对呈现，并设置三种实验条件，探究个体进行多感觉规律的统计学习的特征。

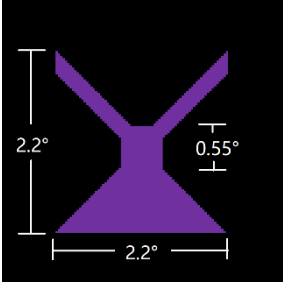
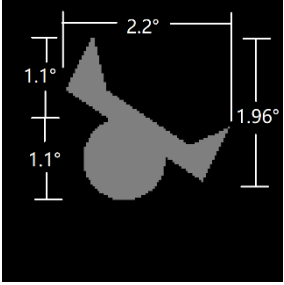
一、刺激参数

1. 视觉刺激

视觉刺激呈现在屏幕中央，具体位置用 Screen(‘OpenWindow’)函数返回的窗口尺寸变量确定。所有视觉刺激的最大高度和最大宽度均为 2.20°视角(略小于文献中报告的视窗大小)，每个呈现 400ms。视觉刺激分为标准条件、视觉偏离(visual deviant)条件两种，其中标准条件的刺激有 11 种；视觉偏离条件有 6 种，6 种都是由某一种标准刺激的形状和另一种标准刺激的颜色组成的。所有标准刺激的尺寸和颜色(用[R, G, B]格式表示)如表 1 中的图示，部分图像的失真、“毛边”是由屏幕分辨率有限、截屏时图片压缩导致的：

表 1. 视觉标准刺激的尺寸和颜色

编号	1	2	3
图示			
颜色	[192, 0, 0]	[160, 81,16]	[132, 140, 142]
编号	4	5	6
图示			
颜色	[255, 192, 0]	[175, 170, 105]	[0, 176, 80]
编号	7	8	9
图示			
颜色	[70, 181, 211]	[173, 173, 219]	[0, 32, 96]

编号	10	11	
图示			
颜色	[112, 48, 160]	[127, 127, 127]	

6 种视觉偏离刺激分别在原标准刺激的编号上加'进行编码，例如，3'号视觉偏离刺激是将 3 号视觉标准刺激的颜色变为 8 号的颜色形成的。本实验中使用的 6 种视觉偏离刺激的颜色如表 2 所示：

表 2. 视觉偏离刺激的颜色

编号	3'	3''	4'	5'	7'	9'
颜色	[173, 173, 219]	[192, 0, 0]	[0, 176, 80]	[160, 81, 16]	[175, 170, 105]	[112, 48, 160]
颜色编号	8	1	6	2	5	10

2. 听觉刺激

本实验中使用的听觉刺激是时长 400ms 的 11 个纯音(用 Matlab 的 MakeBeep 函数生成)，其频率分别等于小字二组除 a2# 以外的 11 个音。每一个听觉刺激都用 30ms 的正弦波在首、尾处进行包络处理。与视觉刺激类似，听觉刺激也分为 11 种标准刺激和 6 种听觉偏离刺激，每种听觉偏离刺激分别是某一种标准刺激采用另一种标准刺激的声强形成的。假定最弱的一种声音（编号 e）的声压为 1（ 10^0 ），则 11 种标准声音的频率和声压如表 3 所示：

表 3. 听觉标准刺激的频率和声压

编号	a	b	c	d	e	f
频率/Hz	523.25	554.37	587.33	880.00	987.77	622.25
声压	$10^{1.05}$	$10^{1.2}$	$10^{1.35}$	$10^{1.5}$	1	$10^{0.15}$
编号	g	h	i	j	K	
频率/Hz	659.26	698.46	739.99	783.99	830.61	
声压	$10^{0.3}$	$10^{0.45}$	$10^{0.6}$	$10^{0.75}$	$10^{0.9}$	

6 种听觉偏离刺激也在标准刺激编码的基础上加'进行编码，其声压如表 4 所示：

表 4. 听觉偏离刺激的声压

编号	c'	c''	d'	e'	g'	i'
声压	$10^{0.45}$	1	$10^{0.15}$	$10^{1.05}$	$10^{1.5}$	$10^{1.35}$
声压编号	h	e	f	a	d	c

视觉偏离刺激和听觉偏离刺激的编写与原文献略有不同：原文献附录中给出的视觉偏离刺激和听觉偏离刺激各有 5 种，而视听偏离刺激有 6 种；为了减少三种条件在无关因素上的差别，本实验修改了一个视觉偏离刺激和一个听觉偏离刺激，使二者都有 6 种，与视听偏离刺激的种类数相同。

3. 视听刺激的组合

本实验中，每个视觉刺激都与一个听觉刺激同时呈现，因此两类视觉刺激、两类听觉刺激共组成四类刺激：

(1) 标准刺激，由视觉标准刺激和编号上对应的听觉标准刺激组成，共有 11 种，例如 1a、2b、3c，以此类推；

(2) 视觉偏离刺激，由一个视觉偏离刺激和一个编号上对应的听觉标准刺激组成，共有 6 种：3'c、3''c、4'd、5'e、7'g、9'i；

(3) 听觉偏离刺激，由一个听觉偏离刺激和一个编号上对应的视觉标准刺激组成，共有 6 种：3c'、3c''、4d'、5e'、7g'、9i'；

(4) 视听偏离刺激，将某个标准刺激的形状和频率变为另一个标准刺激的形状和频率所形成，共六种，如表 5 所示：

表 5. 视听偏离刺激的编号和性质(性质用对应标准刺激的编号表示)

编号	~3	~3'	~4	~5	~7	~9
颜色编号	3	3	4	5	7	9
形状编号	8	10	3	1	4	6
频率编号	h	j	c	a	d	f
声压编号	c	c	d	e	g	i

4. 实验的基本组成单位：模式(pattern)

以上 29 种视听刺激的每 3 个一组，组成 24 种模式，每一种模式内前后两个视听刺激间相隔 150ms，即每个模式呈现 1500ms。每个试次里呈现一个模式。每个模式里的前两个刺激都是标准刺激，按照最后一个刺激的类型，将 24 种模式分为对应的四类，即标准模式、视觉偏离模式、听觉偏离模式和视听偏离模式。24 种模式的编号和组成见下表 6：

表 6. 模式的类型和组成方式

标准模式	编号	11	12	13	14	15	16
	组成	1a 2b 3c	4d 3c 5e	6f 7g 3c	3c 8h 7g	8h 1a 9i	10i 11j 4d
听觉偏离模式	编号	21	22	23	24	25	26
	组成	1a 2b 3c'	4d 3c 5e'	6f 7g 3c''	3c 8h 7g'	8h 1a 9i'	10i 11j 4d'
视听偏离模式	编号	31	32	33	34	35	36
	组成	1a 2b ~3	4d 3c ~5	6f 7g ~3'	3c 8h ~7	8h 1a ~9	10i 11j ~4
视觉偏离模式	编号	41	42	43	44	45	46
	组成	1a 2b 3'c	4d 3c 5'e	6f 7g 3''c	3c 8h 7'g	8h 1a 9'i	10i 11j 4'd

二、实验程序

1. 试次数和随机化

实验分 3 个阶段，前 2 个阶段为学习阶段，被试只需要集中注意力观看屏幕上呈现的图形，同时听播放的声音。第一阶段由 70 个试次组成，只呈现标准模式，试次顺序随机化，同时保证相邻的两个试次不是同一种模式；除了有两种模式呈现 11 次以外，其它模式均呈现 12 次。具体实现方法为：首先生成一个由每种 30 个、共 180 个标准模式组成的序列，并用 Shuffle 函数随机化；从序列里第二个模式开始逐个检查，如果某个模式与前一个模式相同，或该模式已经保留了 12 个，那么就抛弃该模式，否则保留；保留 72 个模式后，就生成了一个相邻两个模式不相同、每种模式 12 个的随机化试次序列，再抛弃最后两个试次，就得到了符合要求的 70 个试次。某一次实验中生成的第一阶段试次序列请参见附录 1。

第二阶段由 340 个试次组成，24 种模式均呈现，试次顺序随机化，同时保证相邻的两

个试次不是同一种模式、不属于同一种偏离模式；除了有四种模式呈现 15 次以外，其它模式均呈现 14 次。具体实现方法与第一阶段类似——先生成由每种 40 个、共 960 个模式组成的序列，并用 Shuffle 函数随机化，再逐个检查——只是筛选条件多了一条“相邻两个试次不属于同一种偏离模式”。生成由每种 14 个、共 336 个模式组成的序列后，再在四类模式里各随机选择一种，按随机顺序加入序列尾端，最终得到符合要求的 340 个试次序列，其中每个实验条件下都有 85 个模式。某一次实验中生成的第二阶段的试次序列请参见附录 2。

前两个阶段里，前后两个模式呈现的间隔时间均为 150ms，与模式内前后两个刺激呈现的间隔时间相等，因此被试并不知道三个刺激组成一个模式的规律。前两个阶段的流程如图 1 所示：

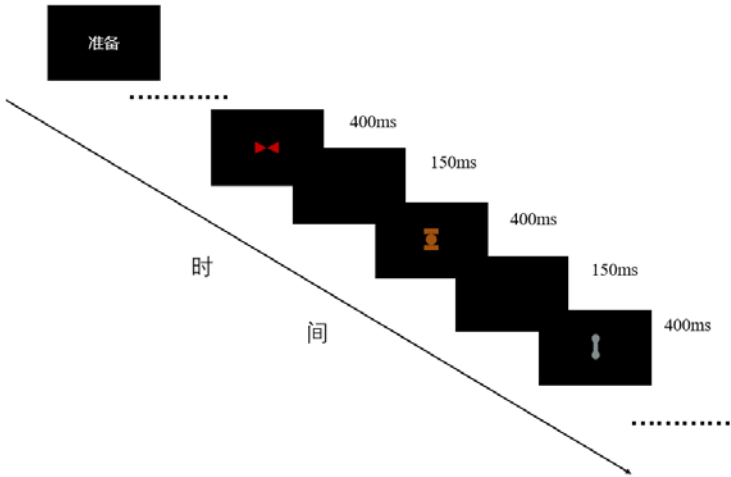


图 1 阶段 1、阶段 2 实验流程示意图

第三阶段是判断阶段，由 36 对模式组成，每一对都是一个标准模式和一个偏离模式。因此，6 种标准模式每种出现 6 次，18 种偏离模式每种出现 2 次。36 个标准模式和偏离模式的顺序分别用 Shuffle 函数随机化，每对判断模式中哪个模式先呈现也用随机化的参数控制。某一次实验中生成的第三阶段的试次序列请参见附录 3。

与前两个阶段不同，第三阶段开始前被试被告知每个模式由 3 个刺激组成，且先后呈现的两个模式之间的时间间隔比模式内两个刺激的时间间隔更长。前后两对比较之间相隔 3 秒。每对模式呈现完毕后，被试须在 3 秒内按键盘的左键或右键，表示自己是对第一个或第二个呈现的模式更熟悉；如果 3 秒内没有作出反应，屏幕上会出现持续 1 秒的指导语提示，之后进入下一个试次。

2. 实验流程和指导语

被试在电脑前坐定后，调整双眼与屏幕的距离，固定头部位置，开始实验。屏幕上首先出现以下指导语：

实验 1

接下来，你会看到一系列图形依次出现在屏幕上

每个图形也伴有一个声音

你不需要做任何反应，但请尽力集中注意力注视图形、听声音

该实验大约持续 2 分钟，如果你有任何不适感，请及时告诉我们

如果你明白了实验要求，请按键盘上的任意键开始实验

被试按键开始实验，1.925min 后，第一阶段实验结束，屏幕上呈现：

实验 1 结束

请按键盘上的任意键进入下一个实验

被试按键，屏幕上呈现第二阶段的指导语：

实验 2

接下来，你会看到一系列图形依次出现在屏幕上

每个图形也伴有一个声音

你不需要做任何反应，但请尽力集中注意力注视图形、听声音

该实验大约持续 10 分钟，如果你有任何不适感，请及时告诉我们

如果你明白了实验要求，请按键盘上的任意键开始实验

该阶段实验持续 9.35min，之后屏幕上出现：

实验 2 结束

请按键盘上的任意键进入下一个实验

被试按键，屏幕上呈现第三阶段的指导语：

实验 3

接下来，你会看到若干组图形，每组图形有三个

每个图形依然伴有一个声音

前后两组图形之间的时间间隔略长于组内图形的间隔

每次呈现完两组图形后，你需要判断你更熟悉哪一组

如果更熟悉第一组，请按左键，否则按右键

请凭第一印象尽快做出判断，不需要仔细思考

如果你明白了实验任务，请按键盘上的任意键开始

该阶段实验持续时间不固定(依被试是否全部在 3 秒内作出反应而定)，最短约 3.8min，最长约 4.5min。之后实验结束，屏幕上呈现：

所有实验结束，感谢您的参与！

请按任意键退出

按键关闭实验窗口，实验结束。

代 码 说 明

文件名	作用
MainExp.mlx	主程序，进行实验、收集并保存数据
GenTrials.m	生成符合实验要求的随机化条件序列
degree2pixel.m	将视角转换为像素
GiveCNIns.m	在指定位置呈现多行中文指导语
FillBuffer.m	根据实验条件编码生成声音序列，装入 PsychPortAudio 的播放设备
DrawPattern.m	根据实验条件编码用 Screen()绘制图形刺激

参 考 文 献

Paraskevopoulos, E., Chalas, N., Kartsidis, P., Wollbrink, A., & Bamidis, P. (2018). Statistical learning of multisensory regularities is enhanced in musicians: An MEG study. *NeuroImage*, 175, 150-160.

附录 1. 第一阶段试次排列样例

试次序号	模式编号	试次序号	模式编号	试次序号	模式编号
1	13	25	12	48	12
2	16	26	13	49	13
3	12	27	11	50	11
4	14	28	15	51	12
5	11	29	16	52	11
6	14	30	13	53	12
7	12	31	12	54	14
8	11	32	16	55	11
9	12	33	11	56	14
10	15	34	15	57	15
11	14	35	13	58	13
12	11	36	15	59	14
13	13	37	16	60	13
14	15	38	15	61	15
15	16	39	13	62	16
16	11	40	16	63	14
17	14	41	11	64	12
18	11	42	12	65	11
19	14	43	16	66	15
20	13	44	12	67	16
21	16	45	14	68	15
22	14	46	13	69	13
23	12	47	15	70	16
24	14				

附录 2. 第二阶段试次排列样例

（由于第二阶段试次较多，不再以表格形式呈现）

26, 44, 15, 26, 45, 35, 23, 13, 41, 24, 32, 43, 35, 21, 33, 43, 34, 22, 43, 16, 13, 14, 36, 24, 41, 25,
33, 44, 14, 21, 11, 41, 16, 43, 12, 35, 11, 12, 44, 36, 25, 31, 12, 23, 11, 23, 16, 32, 46, 35, 25, 11, 36,
14, 12, 13, 41, 23, 42, 14, 22, 16, 13, 24, 16, 13, 22, 16, 42, 12, 21, 14, 36, 12, 21, 33, 25, 35, 23,
36, 16, 46, 15, 21, 31, 44, 33, 21, 45, 23, 32, 15, 35, 15, 12, 41, 16, 32, 12, 11, 23, 44, 15, 31, 11,
33, 25, 16, 21, 42, 21, 11, 22, 35, 26, 16, 44, 13, 42, 14, 36, 13, 41, 33, 14, 34, 45, 14, 11, 44, 32,
24, 11, 33, 42, 23, 42, 22, 46, 35, 26, 43, 13, 43, 22, 16, 13, 32, 15, 21, 35, 43, 12, 16, 22, 15, 13,
32, 11, 45, 26, 33, 22, 31, 21, 11, 13, 35, 11, 14, 34, 43, 22, 31, 44, 22, 43, 36, 41, 26, 45, 26, 31,
26, 34, 14, 15, 25, 11, 46, 25, 31, 45, 13, 36, 46, 34, 25, 12, 24, 11, 26, 42, 14, 24, 43, 33, 14, 33,
22, 35, 46, 15, 14, 33, 16, 36, 24, 36, 41, 34, 22, 46, 35, 13, 15, 44, 16, 36, 46, 32, 13, 36, 45, 14,
43, 34, 43, 24, 34, 22, 35, 44, 26, 31, 25, 42, 31, 22, 12, 15, 24, 46, 34, 25, 34, 21, 46, 12, 36, 12,
43, 21, 32, 41, 15, 34, 15, 36, 23, 31, 25, 46, 33, 41, 26, 45, 34, 44, 35, 42, 24, 43, 25, 31, 23, 45,
31, 23, 45, 32, 15, 23, 46, 34, 25, 42, 12, 42, 31, 41, 34, 46, 21, 32, 41, 32, 42, 21, 31, 24, 44, 23,
44, 33, 45, 25, 46, 26, 33, 45, 24, 41, 26, 45, 26, 42, 24, 44, 24, 45, 23, 41, 32, 42, 32, 44, 35, 26,
14

附录 3. 第三阶段试次排列样例

试次序号	标准刺激编号	偏离刺激编号	标准刺激在先/在后
1	16	42	在先
2	11	35	在后
3	14	23	在先
4	13	43	在先
5	12	25	在先
6	12	31	在先
7	16	41	在先
8	15	46	在先
9	11	26	在后
10	12	23	在先
11	15	24	在后
12	14	32	在后
13	15	45	在后
14	15	33	在后
15	13	33	在先
16	14	25	在后
17	11	36	在先
18	16	35	在后
19	13	43	在先
20	12	32	在先
21	16	21	在后
22	15	46	在后
23	13	45	在先
24	12	22	在先
25	14	42	在先
26	16	44	在后
27	13	21	在后
28	14	24	在先
29	11	34	在先
30	13	41	在后
31	12	26	在先
32	11	22	在后
33	16	31	在后
34	15	34	在后
35	11	36	在后
36	14	44	在后