

眼动追踪研究：了解不同形态对人们视觉注意力的影响

Shouxuan Bi

Shanghai Starriver Bilingual School, No. 2588, Jindu Rd, Minhang District, Shanghai

【摘要】队形是集体活动中常见的形式，包括拍照、集体舞、花样滑冰等。队形种类繁多，不同的队形带来的视觉效果也不同。本研究旨在评估不同队形对人们注意力的影响。为了避免外观因素带来的偏见，实验中使用假人图片作为刺激物。共招募 20 名受试者，其中 8 名为女性，12 名为男性。受试者被分为两组。A 组受试者观看由三个假人组成的三种队形，这三种队形分别为面向受试者的“—”形、“Λ”形和“V”形；B 组受试者也观看由五个假人组成的三种队形。使用眼动仪记录受试者观看不同队形的情况。眼动参数用于量化视觉注意，包括总注视时间和注视次数。比较每个假人的参数可以揭示不同队形和小组成员数量对人们视觉注意力的影响。结果显示，在三个队形中，处于中间位置的成员在注视时间和注视次数方面总是更受关注。A 组和 B 组均如此。其他位置的成员没有显著的统计差异。这一发现为队形提供了量化的视觉信息，从而相应地加深了理解。同时，它可以促进各个领域的队形设计。

【关键词】眼动追踪；队形；群体活动；舞蹈；凝视；视觉注意

【收稿日期】2025 年 3 月 2 日

【出刊日期】2025 年 4 月 1 日

【DOI】10.12208/j.pio.20250004

An Eye-Tracking study: Understanding the impact of different formations on people's visual attention

Shouxuan Bi

Shanghai Starriver Bilingual School, No. 2588, Jindu Rd, Minhang District, Shanghai

【Abstract】 Formation widely appears in group activities, including taking photos, group dancing, synchronized skating, etc. There are many types of formations, and different formations provide different visual effects. This research focuses on evaluating how different formations affect people's attention. Pictures of mannequins were used as stimuli to avoid bias brought by appearance. Twenty subjects were recruited in total among which eight are females, and twelve are males. The subjects were assigned to two experimental groups, respectively. Group A watched three types of formations consisting of three mannequins. The three formations are "—" shape, "Λ" shape, and "V" shape facing toward the subjects. Group B was also required to watch the same three types of formations, consisting of five mannequins. An eye-tracker was used to record how subjects viewed different types of formation. Eye-tracking parameters were adopted to quantify visual attention, including total fixation duration and fixation count. Comparing the parameters of each dummy could reveal how different formations and the number of group members affect people's visual attention. According to the results, in all three formations, the one in the middle always attracts more attention in terms of fixation duration and fixation count. This applies to both Group A, and Group B. Members in other positions have no significant statistical difference. This finding provides quantitative visual information to the formation, which developed the understanding correspondingly. At the same time, it could facilitate formation design in various areas.

【Keywords】 Eye-tracking; Formation; Group activity; Dance; Gaze; Visual attention

1 简介

集体舞历史悠久，是人类社会必不可少的活动

(Sachs, 1963)。近年来，随着娱乐业的快速发展，

集体舞越来越受欢迎。由于娱乐公司培养了许多艺

注：本文于 2023 年发表在 Journal of Humanities, Arts and Social Science 期刊 7 卷 3 期，为其授权翻译版本。

术家，他们通常以团体形式表演，称为女子团体或男子团体。这种形式在年轻观众中很流行（Zhou et al., 2020）。许多研究人员对这一领域进行了研究，因为它是人类社会必不可少的活动。一些人专注于集体舞的功能。例如，Woolhouse 发现集体舞可以改善人的感知（Woolhouse, 2010）。因为它有助于增强对他人特征的记忆。另一些人认为，双人舞有很多好处，包括人们的情绪、认知能力、自信和身体素质（Lakes, 2016）。布朗还建议人们不应忽视集体舞的娱乐功能。此外，他认为集体舞是人类节奏同步的起源（Brown, 2022）。还有一些研究从不同角度讨论了集体舞。Tsuchida 和他的同事认为，在集体舞中，学习队形和编舞同样重要。他们研究了促进舞者学习队形的方法（Tsuchida, 2013 ; Tsuchida, 2014）。另一项研究也关注集体舞的协调性和同步性。他们认为触觉是提高同步性的最关键因素（Chauvigné 等人, 2019）。

以上研究表明，队形是集体舞中必不可少的元素，与集体舞的质量息息相关。在以往的研究中，大多数研究者都是从舞者的角度来探讨集体舞，即提高队形质量（Tsuchida, 2013 ; Tsuchida, 2014 ; Chauvigné et al., 2019）。与以往的研究不同，本研究从观众的角度进行探讨，探讨队形如何影响观众的视觉注意力。同时，本研究将舞者视为个体和整体，为集体舞提供了一个整体的视角。为了更好地理解观察过程，本研究采用了眼动追踪技术。眼动追踪仪将用于记录受试者的注视数据，从而产生定量结果。这是将眼动追踪技术与集体舞队形研究相结合的首次尝试。研究结果可以进一步了解观众如何观看集体舞表演。它可以指导队形设计并帮助安排舞者的位置。同时，这一发现也有益于其他需要队形的活动，例如拍摄集体照、花样滑冰和花样游泳。

2 实验

2.1 参与者

这项研究在中国上海的一家购物中心随机招募了 20 名受试者，其中包括 8 名女性和 12 名男性。参与者被告知他们将在实验期间观看一系列照片。此外，他们还被告知研究的潜在风险并同意参与。参与者被随机分为两组。一组由 5 名男性和 5 名女性组成。另一组由 7 名男性和 3 名女性组成。

2.2 刺激

本研究选择木制人体模特照片作为刺激物，而非真人照片，以避免受试者因外貌偏好而产生的偏差。受试者被要求观看一系列木制人体模特照片。这一系列照片分为两组：A 组和 B 组。A 组的队形由三个人体模特组成，从左到右分别为 A1、A2、A3；B 组由五个人体模特组成，从左到右分别为 B1、B2、B3、B4、B5。每组队形有三种，分别标记为 FI、FII 和 FIII。FI 的队形为“—”形，即一条直线。A 组中，A2 站在队伍中间；B 组中，B3 站在队伍中间；FII 的队形为“Λ”形，其顶点远离观众。A 组以 A2 为顶点，B 组以 B3 为顶点，FIII 阵型呈“V”字形，顶点靠近观众，两组分别以 A2、B3 为顶点，所有组别模特均直立，面向观众。

2.3 实验设计

该研究采用受试者间设计。受试者被分成两组。每个受试者被随机分配到 A 组或 B 组。他们被要求按照上述方式分别观看 A 组或 B 组的图片。受试者被要求阅读并签署同意书。之后，受试者坐在屏幕前，屏幕连接到笔记本电脑和眼动仪（Tobii 4C）。在成功完成校准程序和实验指导幻灯片后，受试者观看 A 组或 B 组的照片。每张照片一张一张地显示，顺序是固定的。每张照片的持续时间为六秒。完成任务大约需要五分钟。实验结束后，所有受试者都收到了小礼物。

总共有 10 个兴趣区域（AOI）。在 A 组中，从左到右的模特被视为 A1、A2 和 A3。整张照片，包括所有模特，被视为 A。在 B 组中，从左到右的模特被视为 B1、B2、B3、B4 和 B5。整张照片，包括所有模特，被视为 B。

2.4 数据分析

为了评估受试者对每种队形中人体模型的注意力分布，分别使用眼动追踪参数（包括注视持续时间（FD）和注视计数（FC））进行统计分析。在 A 组中，对 FI 的（A1/A）、（A2/A）和（A3/A）；FII 的（A1/A）、（A2/A）和（A3/A）；FIII 的（A1/A）、（A2/A）和（A3/A）进行组内方差分析。在 B 组中，对 FI 的（B1/B）、（B2/B）、（B3/B）、（B4/B）和（B5/B）；FII 的（B1/B）、（B2/B）、（B3/B）、（B4/B）和（B5/B）进行组内方差分析；FIII 的（B1/B）、（B2/B）、（B3/B）、（B4/B）和（B5/B）。还分别对 FD 和 FC 进行了组间方差分析，包括 FI、FII 和 FIII 之间的

(A1/A)；FI、FII 和 FIII 之间的 (A2/A)。FI、FII 和 FIII 之间的 (A3/A)。还对 FI、FII 和 FIII 中 B 组的 B1、B2、B3、B4 和 B5 进行了统计分析。单个模特与所有模特的比例揭示了受试者在观察不同类型的队形时如何将视觉注意力分配给每个个体。

3 结果

A 组按上述方法进行 ANOVA 检验。对于 FI，A2 的 FD 比率 (M=0.66, SD=0.14) 显著 (P<0.05) 大于 A1 (M=0.14, SD=0.14) 和 A3 (M=0.14, SD=0.10)；A2 的 FC 比率 (M=0.61, SD=0.14) 显著 (P<0.05) 大于 A1 (M=0.16, SD=0.15) 和 A3 (M=0.16, SD=0.11)。对于 FII，A2 的 FD 比率 (M=0.52, SD=0.21) 显著 (P<0.05) 大于 A1 (M=0.15, SD=0.11) 和 A3 (M=0.14, SD=0.13)；对于 FIII，A2 的 FD 比值 (M=0.62, SD=0.21) 显著 (P<0.05) 大于 A1 (M=0.12, SD=0.13) 和 A3 (M=0.15, SD=0.12)；且 A2 的 FC 比值 (M=0.57, SD=0.16) 显著 (P<0.05) 大于 A1 (M=0.17, SD=0.17) 和 A3 (M=0.15, SD=0.11)。对于 FI、FII、FIII 中 A1 的 FD 比值差异不显著 (P>0.05)。FI、FII、FIII 中 A2 的 FD 比值无显著差异 (P>0.05)；FI、FII、FIII 中 A3 的 FD 比值无显著差异 (p>0.05)；FI、FII、FIII 中 A3 的 FD 比值无显著差异 (P>0.05)；FC 的组间 ANOVA 分析也未发现各组间均存在显著差异 (p>0/05)。

对于 B 组，在 FI 中，B3 的 FD 比率 (M=0.34, SD=0.22) 显著 (P<0.05) 高于 B1

(M=0.06, SD=0.10)、B2 (M=0.15, SD=0.14)、B4 (M=0.32, SD=0.15) 和 B5 (M=0.06, SD=0.07)；B3 的 FC 比率 (M=0.35, SD=0.19) 显著 (P<0.05) 高于 B1 (M=0.05, SD=0.08)、B2 (M=0.16, SD=0.12)、B4 (M=0.29, SD=0.11) 和 B5 (M=0.07, SD=0.08)。在 FII 中，B3 的 FD 比率 (M=0.40, SD=0.27) 显著 (P<0.05) 高于 B1 (M=0.01, SD=0.03)、B2 (M=0.04, SD=0.05)、B4 (M=0.11, SD=0.10) 和 B5 (M=0.12, SD=0.20)；B3 的 FC 比率 (M=0.37, SD=0.24) 显著 (P<0.05) 高于 B1 (M=0.02, SD=0.03)、B2 (M=0.07, SD=0.07)、B4 (M=0.13, SD=0.10) 和 B5 (M=0.03, SD=0.05)。在 FIII 中，B3 的 FD 比值 (M=0.58, SD=0.28) 显著 (P<0.05) 高于 B1 (M=0.03, SD=0.05)、B2 (M=0.08, SD=0.10)、B4 (M=0.08, SD=0.08) 和 B5 (M=0.04, SD=0.05)；B3 的 FC 比值 (M=0.56, SD=0.24) 显著 (P<0.05) 高于 B1 (M=0.04, SD=0.05)、B2 (M=0.09, SD=0.10)、B4 (M=0.10, SD=0.11) 和 B5 (M=0.03, SD=0.05)。FI、FII 和 FIII 中 B1 的 FD 和 FC 比值的组间分析没有显著差异 (p>0.05)。所有地层中的 B2、B3 和 B5 统计分析也同样如此。但是，FI 中 B4 的 FD 比值 (M=0.32, SD=0.15) 显著 (p<0.05) 高于 FII 中 B4 的 FD 比值 (M=0.11, SD=0.1) 和 FIII 中 B4 的 FD 比值 (M=0.08, SD=0.08)。FI 中 B4 的 FC 比值 (M=0.29, SD=0.11) 也显著 (p<0.05) 高于 FII 中 B4 的 FC 比值 (M=0.13, SD=0.1) 和 FIII 中 B4 的 FC 比值 (M=0.1, SD=0.11)。所有结果合并并在表 1 和表 2 中。

表 1 A 组 FD 与 FC 比值

	FD Ratio			FC Ratio		
	FI	FII	FIII	FI	FII	FIII
A1	0.14 (±0.14)	0.15 (±0.11)	0.12 (±0.13)	0.16 (±0.15)	0.16 (±0.14)	0.17 (±0.17)
A2	0.66 (±0.14)	0.52 (±0.21)	0.62 (±0.21)	0.61 (±0.14)	0.57 (±0.16)	0.57 (±0.16)
A3	0.14 (±0.10)	0.14 (±0.13)	0.15 (±0.12)	0.16 (±0.11)	0.12 (±0.11)	0.15 (±0.11)

表 2 B 组 FD 和 FC 比率

	FD Ratio			FC Ratio		
	FI	FII	FIII	FI	FII	FIII
B1	0.06 (±0.10)	0.01 (±0.03)	0.03 (±0.05)	0.05 (±0.08)	0.02 (±0.03)	0.04 (±0.05)
B2	0.15 (±0.14)	0.04 (±0.05)	0.08 (±0.10)	0.16 (±0.12)	0.07 (±0.07)	0.09 (±0.10)
B3	0.34 (±0.22)	0.40 (±0.27)	0.58 (±0.28)	0.35 (±0.19)	0.37 (±0.24)	0.56 (±0.24)
B4	0.32 (±0.15)	0.11 (±0.10)	0.08 (±0.08)	0.29 (±0.11)	0.13 (±0.10)	0.10 (±0.11)
B5	0.06 (±0.07)	0.12 (±0.20)	0.04 (±0.05)	0.07 (±0.08)	0.03 (±0.05)	0.03 (±0.05)

4 讨论

本研究首次尝试利用眼动追踪技术研究群体阵型，研究不同阵型是否会影响观众的注意力分布。实验以人体模特照片作为刺激物，研究了三种阵型：“—”形、“Λ”形和“V”形。照片中的所有人体模特都站立并面对受试者。每个阵型分为两组。A组由三个人体模特组成，B组由五个人体模特组成。受试者被随机分配到A组或B组，并观看三种阵型的照片。使用眼动仪记录受试者的注视行为。结果显示，对于所有三种阵型，中间的阵型总是获得显著更多的注视时间和注视次数数据。这表明，无论哪种阵型，中间的阵型总是吸引更多的注意力。小组成员的数量也不影响结论。而且，人们对其他小组成员的关注程度相似。其他人形模特之间没有显著的统计差异。一个例外是B组中“—”字形阵型的第四个人，B4的注视持续时间和注视计数高于其他个体，其潜在原因如下所述。这项研究从不同角度为形成研究带来了更多见解，可以帮助摄影师、编舞者以及舞台设计师创造更好的安排，以吸引观众对特定元素的注意力。例如，通过利用本实验的结果，摄影师和舞台设计师可以将关键人物放在中心。另一方面，所有成员可以轮换到中心位置，以便每个人都受到同等的关注。先前的研究也得出了类似的结论。一项关于船舶的研究表明，无论颜色、大小和形状如何，位于中心位置的船舶对其他目标都更重要。位置是决定性因素（Sang et al., 2014）。在人类视觉信息处理中，显著的物体总是被优先处理，其他不显著的物体甚至被忽略或丢弃。这种处理策略使人类能够有选择地分配计算资源。因此，处理效率显著提高（Lai, 2014）。由于中心位置的物体与周围环境有显著差异，人类视觉系统倾向于将它们识别为显著物体。这意味着会分配更多的注意力，因为自下而上的控制策略是一种基于输入图像的快速、低级认知过程（Sang et al., 2014）。这解释了为什么处于中心位置的个体总是会吸引更多的注意力。在B组中，“—”形阵型中的第四个人也得到了更多的关注。说明幻灯片的句子结束于与第四个人体模型相似的位置。因此，受试者的初始注视点与第四个人体模型重叠。根据分析，十分之六的参与者将他们的第一个注视点放在B4上，这支持了这一解释。

有一些限制和改进。在未来的研究中，可以改

进指导幻灯片的设计，因为它可能会影响受试者的初始注视点。或者，可以在刺激之前显示干扰幻灯片，即空白幻灯片。本研究使用白色背景。在实际情况下，有各种背景。背景也会影响人类的视觉处理过程（Jacoby, A., 1992）。进一步的研究可以探讨背景的影响。此外，研究结果可以促进舞台或背景的设计。最后但并非最不重要的是，本研究调查了三种形成类型。仍然有很多不同的类型。未来的研究可以关注其他类型的形成。

参考文献

- [1] Brown, S. (2022). Group dancing as the evolutionary origin of rhythmic entrainment in humans. *New Ideas in Psychology*, 64 (4). <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2021.100902>.
- [2] Chauvigné, L.A., Walton, A., Richardson, M.J., & Brown, S. (2019). Multi-person and multisensory synchronization during group dancing. *Human movement science*, 63, 199-208. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.12.005>.
- [3] Gallagher, A. C., & Chen, T. (2009). Understanding images of groups of people. 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. <https://doi.org/10.1109/cvpr.2009.5206828>.
- [4] Jacoby, A. (1992). Epilepsy and the quality of everyday life. *Social Science & Medicine*, 34(6), 657-666. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(92\)90193-t](https://doi.org/10.1016/0277-9536(92)90193-t).
- [5] Lakes, K. D., Marvin, S., Rowley, J., Nicolas, M. S., Arastoo, S., Viray, L., Orozco, A., & Jurnak, F. (2016). Dancer perceptions of the cognitive, social, emotional, and physical benefits of modern styles of partnered dancing. *Complementary Therapies in Medicine*, 26, 117-122. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2016.03.007>.
- [6] Li, W.Y., Wang, P., Qiao, H. (2014). A Survey of Visual Attention Based Methods for Object Tracking. *ACTA AUTOMATICA SINICA*, 2014, 40(4): 561-576. <https://doi:10.3724/SP.J.1004.2014.00561>.
- [7] Sachs, C. (1963). *World History of the Dance* (The Norton Library) (1st ed.). W. W. Norton & Company.
- [8] Sang, N., Li, Z.L., & Zhang, T. X. (2004). Applications of human visual attention mechanisms in object detection. *Infrared and Laser Engineering*, 33(1), 38-42.

- [9] Tsuchida, S., Terada, T., & Tsukamoto, M. (2013). Proceedings of the 4th Augmented Human International Conference On - AH '13. <https://doi.org/10.1145/2459236.2459266>.
- [10] Tsuchida, S., Terada, T., & Tsukamoto, M. (2014). A system for practicing formations in dance performance using a two-axis movable electric curtain track. Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference. <https://doi.org/10.1145/2582051.2582106>.
- [11] Woolhouse, M. & Dan, T. (2010). Group dancing leads to increased person-perception. Proceedings of the 11th International Conference on Music Perception and Cognition (ICMPC11).
- [12] Zhou, T., Liu Z., Chen, Y.T., Chuan, T.F., & Li, L.C., (2020). Talent Show: The Difference between Boy Group and Girl Group. Inside and Outside (high school version), 7.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS