

摘要 文章对公共空间中行为博弈的多重机制进行解析，揭示了人群行为作为空间形态要素的本质，分析了人群所构成的社会空间形态对个体行为决策的影响原理。结合课程教学中运用数字化感知工具开展的行为研究案例，阐述了基于空间占位和感官刺激的两种行为博弈模式，并将这两种模式拓展到人与物体、人与城市动物、人与智能机器三个不同的范畴，拓展了基于“空间-行为”的设计认知。

关键词 行为学 公共空间 数字感知工具 具身性 行为博弈

ABSTRACT This article analyzes the multiple mechanisms of behavioral negotiation in public space, reveals the essence of group behaviors as an element of spatial form, and analyzes the impact of the social spatial form composed of group behaviors on individual behavioral decisions. By integrating case studies from the “Embodied Computational Design” course, the article has constructed two behavioral negotiation models based on spatial occupancy and sensory stimuli. Furthermore, these two models are extended to three distinct categories: human-object interactions, human interactions with urban animals, and human interactions with intelligent machines. It broadens our understanding of design cognition rooted in the interplay between space and behavior.

KEY WORDS behaviorology; public space; digital-sensing tool; embodiment; behavioral negotiation

DOI 10.12069/j.na.202401022

中图分类号 TU984.11*3 **文献标志码** A **文章编号** 1000-3959 (2024) 00-0022-06

本文引用格式

闫超, 李特. 基于数字化感知工具的公共空间行为“博弈”初探[J]. 新建筑, 2024 (1): 22-27.

YAN C, LI T. A preliminary study on the behavioral “negotiation” in public space based on digital-sensing tools[J]. New Architecture, 2024(1): 22-27.

闫超 李特

YAN Chao LI Te

基于数字化感知工具的公共空间行为“博弈”初探

A Preliminary Study on the Behavioral “Negotiation” in Public Space Based on Digital-sensing Tools

1 研究背景

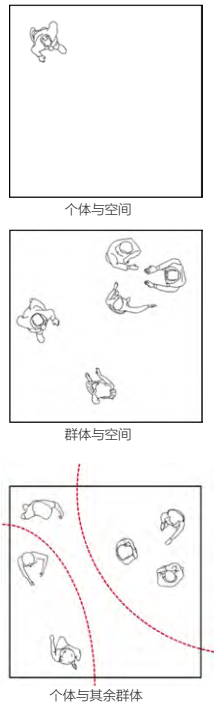
建筑空间通过语义信息和感官刺激干预人的行为，而空间中人的行为在很大程度上又反过来重构着建筑空间。空间和行为相互影响，处于一种动态均衡状态。研究这一平衡的规律和机理不仅是建筑学研究的基本科学问题，也能有效指导空间设计，发掘和满足具体行为场景的空间需求。

关于空间对行为的干预，建筑学已有大量研究，其中不乏经典论著。扬·盖尔（Jan Gehl）从城市设计尺度分析了空间形态和设计细节对交往行为的影响，不仅包含了街道尺度、人行道宽度等形态要素，还讨论了公共座椅等城市家具和绿化设施^[1]。彼得·卒姆托（Peter Zumthor）在《建筑氛围》（*Atmospheres*）中从现象学角度讨论了建筑空间、材料、尺度、温度、声、光及陈设物对人的感官影响，其中“镇静和诱

导”一章直接讨论了建筑空间影响人的运动行为的潜力^[2]。帕特里克·舒马赫（Patrik Schumacher）基于大量实践项目提出的参数化主义（Parametricism）理论，探索了建筑空间作为一套视觉语义系统，引导空间中的人群行为并塑造社会交往进程的能力^[3]。而在当代前沿的建筑学研究中，一方面，众多学者揭示了具体空间类型中场所行为的交互影响机制，例如李早等对徽州传统村落中时空行为规律的系统性剖析^[4]；另一方面，多样化的观测、模拟、分析方法揭示了空间影响行为的多重维度，例如空间句法从视觉可达性的维度，揭示了空间几何属性的行为引导作用^[5-6]。另外，当前各类定位数据获取技术、生理信号采集技术、虚拟现实体验技术、智能体模拟算法技术等，都为空间影响行为的规律研究打开了更多可能性。

关于行为如何介入空间的重构，以伯纳德·屈米（Bernard

[作者单位] 同济大学建筑与城市规划学院（上海，200092）



1 空间中的行为“博弈”

		感官刺激				
		视觉	听觉	温觉	嗅觉	扩展/智能感官
空间占位	位移	 商业空间的使用与需求关系研究 (Takafumi Tateishi)	 全家便利店行人位移研究 (熊咏梅, 何易法, 钱佳雯)	 街角行人影响因素研究 (沈彦廷, 徐艺文, 姜振龙, Ksira Chadine)	 教室朝向影响学生行为研究 (梁安琪, 周品德, 田连钰)	 Wi-Fi和蓝牙信号对运动打卡行为的影响 (孙宏楠, 贾晨曦, 邵礼楠)
	姿态语义	 滨江游客行为研究 (Nkonde Zulu, Cheah Zhi Ning, Fernando Castillo)	 墙与行人基于肢体语义的行为关系研究 (王佳慧, 余乐闻, 李浩威)		 教室朝向影响学生行为研究 (何祉萱, 尹晓晴, 方亦文)	
	扩展/附属物	 不同公共学习空间的行为研究 (罗韵竹, 杨晓坤, 姚丹妮)	 咖啡厅桌椅摆放影响行为模式研究 (安子彤, 张钰涵, 韦雨佳)			

2 行为博弈教学研究成果分类

Tschumi) 的著作为代表, 经典理论曾指出事件和行动是建筑空间不可或缺的组成部分^[7]。然而, 针对人群行为以何种机制参与空间构成, 目前鲜有科学性、系统性的探索。在此背景下, 本文提出从行为“博弈”的角度解析其中的空间构成原理。行为博弈, 指人群在共同占用一个有限空间的过程中, 会各自占位一定的范围, 并且相互之间会产生吸引或排斥的作用。对于每一个个体来说, 空间体验不仅受到“物质空间形态”(建筑或城市空间本体)的影响, 还会受到其他个体在空间中构成的另一重“社会空间形态”(人群所构成的新空间边界)的限定(图1)。因此, 解析行为博弈机制, 是揭示“社会空间形态”形成机理的关键, 也是理解行为如何介入空间重构的基础。

2 行为博弈的具身维度

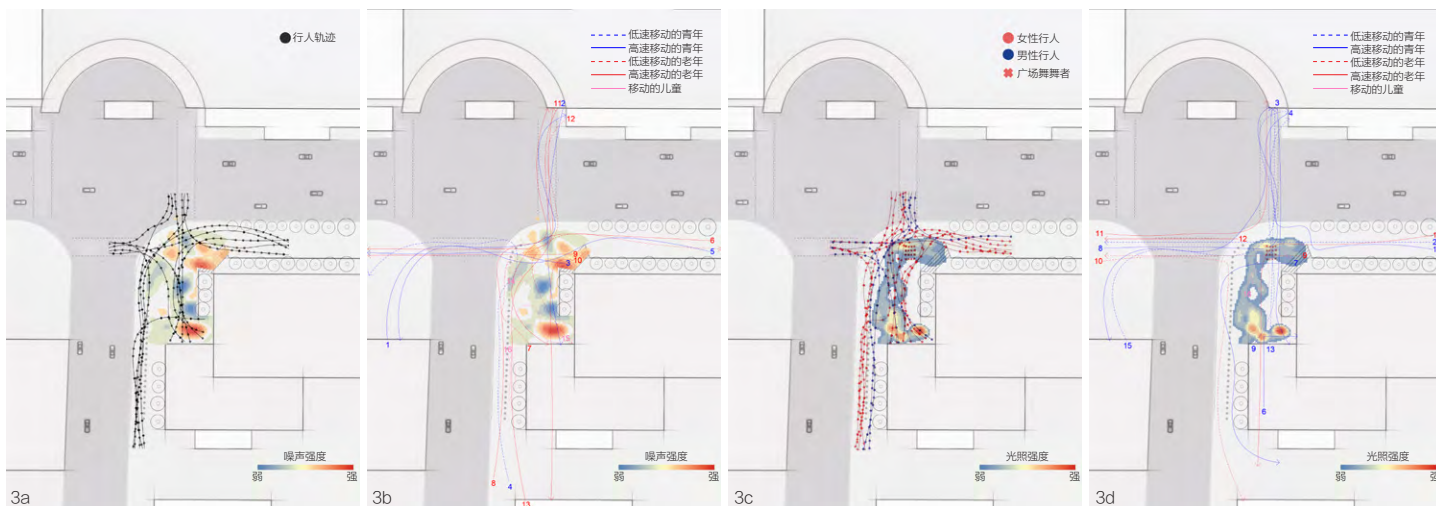
约翰·约翰森(John Johansen)将行为定义为“生物体或人对刺激作出反应的方式, 或对环境的顺应”, 进而将行为指向了个体对空间中其他个体的感知, 以及个体在感知的基础上所做出的反应^[8]。这种反应机制是行为博弈的基础。例如在鸟群中, 每只鸟类受到邻近的其他个体的排斥力, 保持着与周围个体共速并避免碰撞的状态;

同时每只鸟类也会受到其他个体的吸引, 从而保持着相近的飞行方向, 避免脱离鸟群整体的危险^[9-10]。我们在公共空间人群流动的行为研究和模拟中也可以观察到类似现象——每一个个体与其余群体之间会存在着吸引和排斥两种相互交织的作用力, 并且这两种作用力的配比与两者之间的距离(社交距离)强相关。

然而, 从社会交往的角度看, 个体与其余群体之间的“作用力”变化又不能简单地化约为与社交距离的线性映射关系, 而是根据不同的社交场景和具身属性呈现出多样化形式。总体上看, 空间场景中的社会关系和社交事件构成了行为博弈的底层逻辑。例如, 在日常生活中, 熟人之间多为吸引力, 而陌生人之间多为排斥力; 在购物这一类具体的事件中, 顾客与商户之间以吸引力为主, 而顾客之间则常为排斥力。在这个底层逻辑的基础上, 个体的具身属性为行为博弈带来了两个维度的空间作用机制: 基于具身动作的空间占位和基于具身感知的信息刺激。前者关乎个体之外的周围人群如何在空间中分布, 是建构“社会空间形态”的原料, 也是形成(吸引-排斥)两类博弈作用力的原点; 后者会将“社会空间形态”在不同的感官维度进行多样化的呈现, 也是发挥博弈作用力的媒介。

在基于具身动作的空间占位中, 身体的空间占位又可以进一步细分为三个层次。首先, 伴随着行为中的特定动作姿态, 人的肢体便在空间中占据着一个动态变化范围, 其作为空间障碍物(类似墙或柱)限定着每一个个体所能占用的剩余空间范围。其次, 不同的身体动作姿态会表现出不同的社交语义, 不断改变着身体之间的社交距离。例如, 在身体固有的占位范围的基础上, 具有排他性的肢体语义会扩大占位空间, 而表现出亲密性的肢体语义则会缩小占位空间。最后, 随着行为的时空演进, 身体对于家具设施往往有着动态变化的需求, 因此还会造成它们在空间中的布局改变。这些随着行为而动态变化的家具设施, 会和身体一起共同成为动态的占位元素。

在基于具身感知的信息刺激中, 身体的感官媒介也可以细分成三个层次。首先, 基于上述讨论, 由于周围人群的位置和姿态是构成社会空间形态的主要“原料”, 而且这些原料往往最为直观地呈现在视觉感知中, 因此视觉感官占据着最为基础的层次。其次, 周围人群的不同行为还会产生声音、气味、肢体触碰等衍生品, 刺激着个体的听觉、嗅觉、触觉等感官, 进而会在不同维度上改变着个体对于周围人群占位范围的感知和判断。最后, 在某



3 街角广场的行人与广场舞活动研究

a 9:00总体行人轨迹

c 20:00总体行人轨迹

b 9:00特定行人轨迹

d 20:00特定行人轨迹

注：图中数字为研究中行人编号

些特殊场景下，对于个体来说，不仅生物学层面的身体感官发挥作用，作为技术器官的智能手机等随身设备，也会感知到一系列与智能环境相关的行为。

基于上述认知体系，笔者曾在同济大学建筑与城市规划学院《具身性计算设计》课程中开展相关教学研究。目前课程教学内容主要探索运用不同的数字化感知工具（视频摄像头、手机声光热感知APP、三维扫描仪、网络测速工具等），对日常生活中的各类行为博弈现象进行观测，破解其中复杂行为的动力学规则和原理。在教学过程中，不同的数字化感知工具带来了多样化的研究切入视角，下文将选取部分教学成果，对行为博弈的多重认知维度进行详细讨论（图2）。

3 基于空间占位的博弈

在基于空间占位的行为博弈中，最基本的机制是：每个个体以在空间中完成具体行为为目标，进而需要处于空间的特定位置，并随着肢体运动占据着一定范围的空间，而这些被占据的空间进而会影响其他个体的行为决策。例如，在篮球比赛中，运动员为了特定的进攻或防守目标，占据着一个形状为圆柱体的空间，这个空间在比赛规则中被定义为不可被对方球员“侵入”的合法空间，进而影响着对方运动员的行为决策。在日常生活中，当人与人以社交行为在公共空间中形成群体聚集，会在空间中占据着大小不一、形态各异的范围，并形成分布疏密变化的状态，进而构成某种形式场域^[11]。这

些场域与物质空间一起界定着每个个体所处的“真实”空间形态。当我们需要选择行进路径以穿越某个空间时，不仅要考虑物质空间本身的边界形态，还需要观察其中分布的人群所留下的剩余空间轮廓，从而顺利地穿过人群到达目的地。

3.1 人与人

对于围绕空间占位而形成的行为博弈现象，当代城市公共空间中的“广场舞”是最为典型的案例之一。针对广场舞的行为博弈现象，我们研究了一处街道转角的开放广场空间，分析9:00和20:00步行穿越行为与广场舞行为之间的博弈关系，以及这种博弈关系与多种环境因素的相关性。广场空间位于校园门口的T形路口，同时靠近地铁和办公楼出入口，每天早晚均有大量行人穿越该空间。在9:00时，广场中不存在广场舞行为，仅作为步行空间使用，因此成为了研究中的对照组。根据基于视频的行为观测与分析，步行行为的路径在广场空间中呈均匀分布，整体分布趋势主要与广场外轮廓相关。另外，步行速度也仅与步行行为类型相关。例如，通勤学生的步行速度较快，而“遛娃”人群通过广场空间的速度较缓。在20:00时，该区域成为市民休闲娱乐场所，规律性地进行广场舞活动。广场舞活动本身会呈现出规律性的选址，并根据参与人数呈现出规律性的队形。因此，在研究中，我们可以将广场舞规律性的空间占位视为空间形态的组成元素之一，影响着周围个体（步行人群）的行为决策。通过观测和分析，步行人群的路径分布受到广

场舞队形的影响发生了明显变化。另外，广场舞区域会对不同人群产生排斥或吸引的作用。通勤人群在绕过广场舞区域时步行速度有明显增加；休闲散步人群则会放缓速度甚至驻足（图3）。因此，在某些场所，针对广场舞选址、队形的预判，可以成为广场空间设计时预设的空间组织要素之一。

基于空间占位的行为博弈还与社交距离的认知习惯息息相关，而后者又以具身动作的肢体语义表达为基础。米歇尔·德·塞托（Michel de Certeau）曾将漫步者的肢体语义表达描述为“行走的修辞”（rhetoric of walking），由此漫步者之间可以进行非语言的对话^[12]。在公共空间的行为博弈中，不同行为或同一种行为的不同个体，都会表现出差异性的肢体语义习惯。这些具身动作可以标记为亲和、冷漠、暴躁等不同属性。通过阅读动作属性，个体之间可以默契地形成差异化的社交距离，而每个个体在空间中占据的范围也就由此产生更加精细的变化。

3.2 人与城市动物

由于人与人之间基于肢体语义的社交距离判定模型过于复杂，因此我们在研究中初步对人与动物之间的博弈场景进行了分析。一方面，如同人与人之间的社会关系，人和动物在城市中也存在着某种社交博弈规律^[13]。而由于动物的肢体语言呈现出更高的规律性，因此具有更高的可操作性，可以成为对人与人之间博弈模型的初步验证。另一方面，当代城市空间中人与动物如何社交、如何共享生存空

间本就是重要的生态议题，因此分析两者之间的行为博弈规律也有其意义和价值。

城市野生动物在与人的行为博弈中，一方面基于更恒久的自然规律所确定下来的行为本能仍然存在，另一方面也会逐渐习得一些新的肢体语义认知。例如，港口的海鸥会在追逐渡轮过程中，根据游客的行为意图来判断对方是否在投喂等。这类实例在如今的城市建成环境中大量存在。诺拉·舒尔曼（Nora Schuurman）等曾研究了家庭宠物文化，以及宠物与人的社交方式^[14]。猫、狗等小型哺乳动物对人具有亲和力和吸引力，而他们对于人类的靠近会反应出规律性的肢体动作，随着距离的变化表现出从好奇/亲和到警惕/愤怒的动态变化。相应地，人类也可以通过阅读动物的肢体动作，判断自己和它们之间的安全距离，以免受到伤害或惊扰对方离开。基于这一理论，我们观测了校园中经常有猫休憩的广场空间，分析猫与行人之间基于肢体语义的行为博弈关系。作为研究对象的广场空间紧邻人行道，猫的出现一定程度上会吸引师生，使他们偏离原有的步行轨迹，并驻足与猫互动。因此，猫在时空维度上的行为规律会直接影响行人的步行规律。在此基础上，研究根据猫与人之间的“安全距离”原理，通过记录每只猫周围一段时间内不同社交距离的人的数量，总结出猫的社交属性

的基本类型。由于每种类型的猫会习惯性地表现出不同肢体语义的动作，对于行人靠近过程中的行为决策影响也便有所差异。另外，从猫的视角分析，人类的不同肢体语义（如站、蹲等）也会影响猫对于“安全距离”的判断，进而做出不同的行为反应（图4）。在这样一个狭小的空间中，人与猫之间的行为博弈机制，可以基于肢体语义进行精细化的讨论。对于空间设计来说，通过分析猫的习性，总结出空间要素对于猫的肢体行为规律的影响，也将间接产生对于人行为的作用。

3.3 人与设施物件

如前文所述，人行为所伴随的物体位移，同样会成为行为博弈的关键要素。在以校园空间为例的室外公共空间中，共享单车成为了一种常见的空间占位的物体，并与学生的上下课通勤行为紧密关联。在教学楼附近的广场空间中，停放的共享单车在高峰期往往会远超出停车区域的容量，占用步行区域。由于共享单车占用步行空间的面积与其数量相关，而车辆数量又与教学楼中每一天的教学安排相互对应，进而呈现出时空上的规律性变化，因此成为有迹可循的空间组成要素，影响着行人的路径选择和通行能力。另外，公共空间中的休息座椅也会随着使用人群的行为需求，而不断地被移动，因此也是一种常见的行为博弈要素。在对开放咖啡吧

区域的研究中，我们分析了用餐区域可移动桌椅的动态分布对于行为博弈的作用。通过观测和分析顾客的行为发现，与桌椅家具密切相关的人的行为包括聊天、讨论、听讲座、玩手机、打电话、发呆等，不同的行为决定着空间中桌椅的摆放位置，不同的群体人数配置也决定着桌椅之间的排布组合；这些行为在发生期间及之后的一段时间内，都会影响着整个空间的形态构成，直到其他行为需求产生，空间才又被重新布置。这种特殊的、具有延时性的行为博弈，从时空维度影响着顾客在点餐或取餐之后穿越整个空间的路径选择（图5）。

无论是空间中人群的身体分布，还是人群肢体语义对社交距离的定义，抑或是人群行为所改变的物体位置，都会对个体的空间占位范围产生决定性作用，进而影响着空间中每个人的行为决策。从设计角度看，关键点在于挖掘群体占位的规律，进而可以对其影响的空间形态结果进行设计干预和控制。

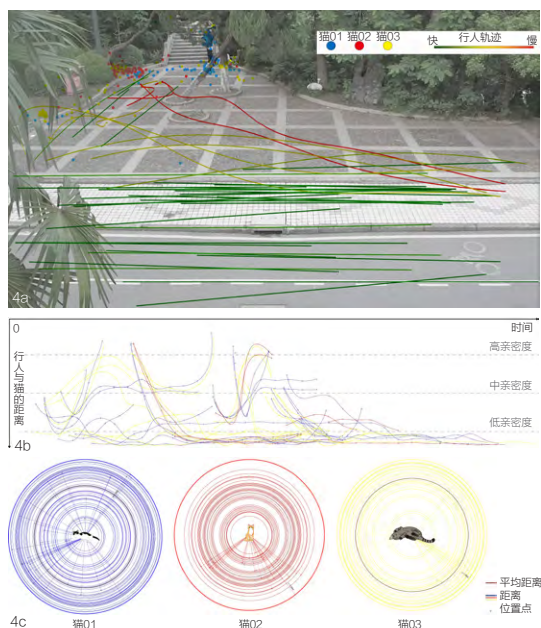
4 基于感官刺激的博弈

4.1 身体感官刺激

在空间占位的基础上，分布在空间各处的人或物主要通过各类感官媒介，影响其他个体的行为决策。其中，无论是身体位移还是其表达的肢体语

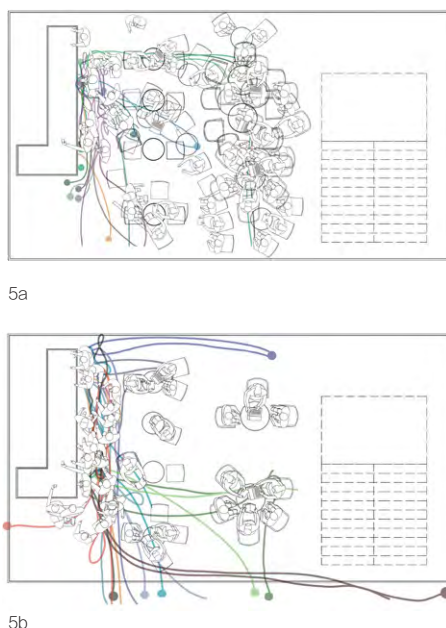
4 校园中的猫与行人行为关系研究

- a 行人与猫的轨迹记录 c 行人与猫的距离及方位记录
b 行人与猫的距离统计

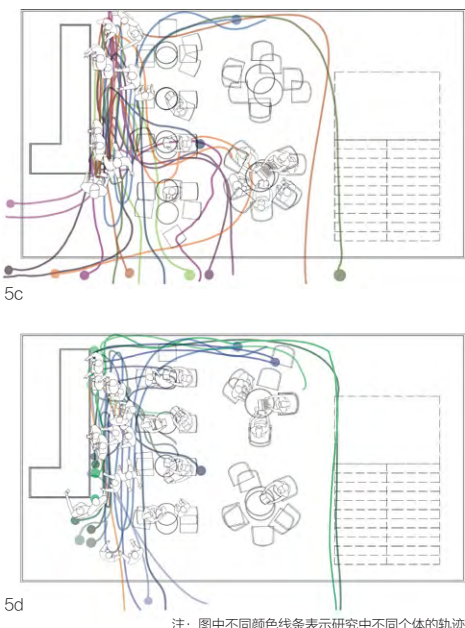


5 咖啡厅用餐区域桌椅与行为关系研究

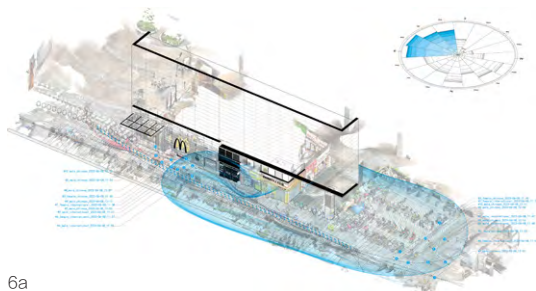
- a 沙龙场景行人轨迹和桌椅布局
b 长时间会面交谈场景行人轨迹和桌椅布局



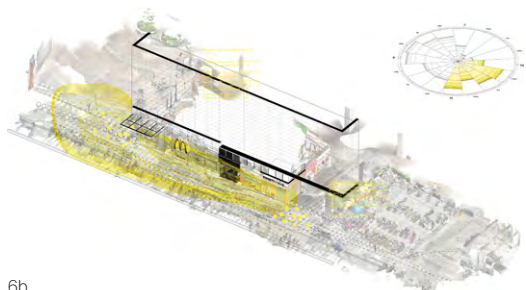
- c 个人工作学习场景行人轨迹和桌椅布局
d 临时休息闲谈场景行人轨迹和桌椅布局



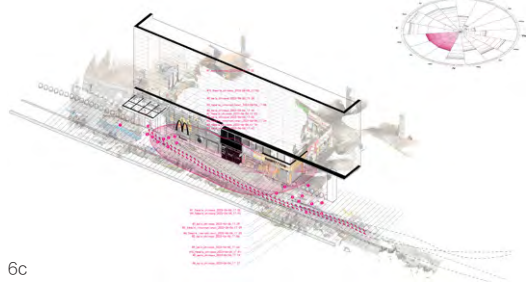
注：图中不同颜色线条表示研究中不同个体的轨迹



6a



6b



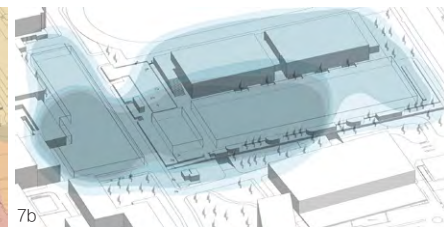
6c

6 臭豆腐店气味与行人轨迹关系研究

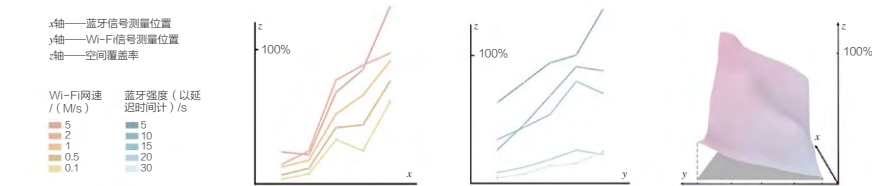
- 东南风时臭豆腐店气味扩散范围与行人轨迹
- 西北风时臭豆腐店气味扩散范围与行人轨迹
- 东北风时臭豆腐店气味扩散范围与行人轨迹



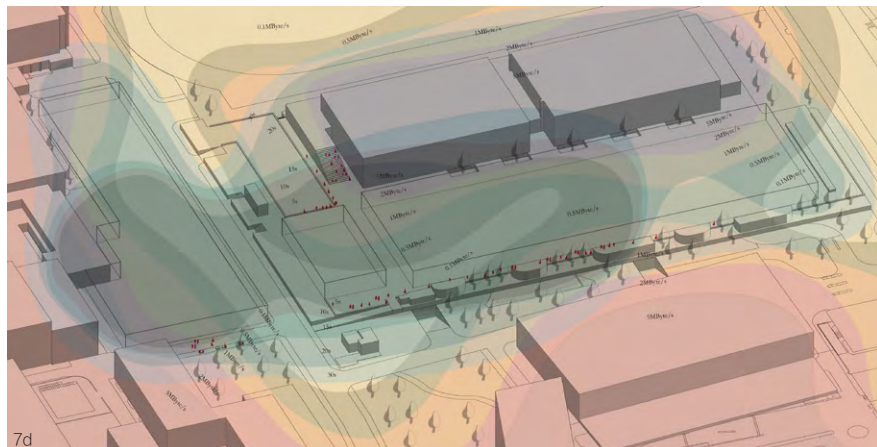
7a



7b



7c



7d

7 Wi-Fi与蓝牙信号对运动“打卡”行为影响研究

- Wi-Fi信号分布
- 蓝牙信号分布
- 各取样区域信号空间占有率统计
- 两种信号作用下的人群分布

义，都是通过视觉传递给其他个体。因此，视觉是行为博弈感官维度中最主要的媒介，并且与空间占位的作用机制紧密关联。除此之外，听觉、嗅觉等媒介也都发挥着相应的作用。在所述关于广场舞的研究中，一方面，周围办公空间和地铁出入口空间的个体行为所带来的环境声光变化，会对广场舞的选址起到决定性的作用。例如，办公楼内的办公行为所伴随的室内照明，会照亮广场上的一片区域，进而在空间中形成了广场舞的“最佳”场所。另一方面，广场舞所产生的高分贝音量显然也会对周围的人群产生影响，驱使他们快速通行或远离该区域。

嗅觉感官同样会介入到人的行为博弈之中，从不可见的层面影响着人的行为。例如，高密度居民区用餐时段的油烟、商场餐饮区域的气味，以及城市垃圾站、公共卫生间的气味，都以潜在的方式影

响着人群的日常行为决策。同时，由于气味的传播特征，嗅觉作用往往还与风环境微气候密切相关，使得其规律更为复杂多变、难以把握。因此，分析基于嗅觉的行为博弈，需要将人产生气味的行为规律、气味借由风环境传播的规律及气味最终影响个体行为决策的规律这三者关联起来。在臭豆腐店刺激性气味对行人路径选择的影响研究中，我们利用三维扫描技术采集了臭豆腐店周围街道区段的动态点云数据，得到基本环境模型和行人轨迹，其中行人轨迹以“脚印序列”在图中表示。同时，研究通过现场调查问卷，在一个均匀点阵的位置上询问被访者对刺激性气味的主观感受评级，进而绘制出刺激性气味的扩散范围，以不规则的曲线轮廓区域进行可视化表达。最后，在三种不同的实时风向条件下，研究对比了三种不同的气味扩散范围（蓝、黄、红）对行人路径选择规律的影响。根据行人进

入气味扩散范围的位置差异，其改变前进路径的急剧程度和偏离幅度也有所不同（图6）。

4.2 智能感官刺激

在生物性身体感官的基础上，以智能手机为代表的当代智能感官媒介同样在行为博弈中发挥着重要的作用。而且，生物感官接收的是视声光热等自然“信号”，智能感官接收的是数字信号。因此，如果说生物感官是在建成环境中架构着人与人、人与动物之间的关系，那么智能感官媒介则将智能机器也引入到博弈关系中。从早期欢乐宫（Fun Palace）等实验性项目^[15]，到后来对于交互建筑、可变结构等议题的设计探索，都体现了一种人与机器行为博弈的未来场景。如今，扫地机器人等自主移动的工作机器人占据空间、与人交互已然成为日常；校园内自动快递送货车与行人一道并行；物流仓库中货运机器人大范围参与运输作业。在城市公

公共空间中，多种层面的人机交互愈发频繁，形成了人与机器行为博弈的现象，同时也在由智能机器构成的智能环境中，重构着人与人之间的博弈关系。

由于智能机器兼具物质和虚拟两种属性，因此公共空间中人与智能机器的行为博弈往往也会借由手机、VR眼镜等智能感官跳出物质空间的限制。手机等智能感官直接感知到的是移动网络信号，并且感官本身的效能也受到移动网络信号的限制。例如，普遍存在于城市空间中的各类通信信号基站，会形成信号强弱变化的场域，进而会对持有手机人群的部分行为决策产生影响。基于这一理论，我们研究了一个特殊场景下校园内Wi-Fi信号强度变化与休憩行为的关系。由于教学要求，学生需要在校内体育馆周围达到一定时间和次数的锻炼，并使用手机完成“打卡”记录。“打卡”要求学生通过蓝牙信号进行不间断的在场验证，因此学生需要尽量靠近体育馆以获得较好的蓝牙信号。同时，由于在“打卡”的过程中，学生可以同时使用手机进行其他线上活动，因此场馆内Wi-Fi信号的覆盖范围和信号强弱，同样影响着学生“打卡”行为的选址。我们使用手机测试了体育馆附近的蓝牙信号范围，以蓝灰色的等高线图表示强度变化的空间分布；并使用网络测速软件测绘了Wi-Fi信号强度的空间分布，以橙红色的等高线图予以可视化呈现。通过将两个等高线图进行叠加，便可以从信号强度的角度找到最适合“打卡”的室外空间区域。再通过与校园设施、实际人群位置进行可视化关联分析，挖掘出实地空间环境、信号强弱分布与人为规律之间的交织关系（图7）。在这个场景下，手机作为智能感官，将人与智能机器的信号发射规律关联起来，并重构了人群在公共空间中的内部博弈现象。

5 总结

本文以《具身性计算设计》课程教学为案例，对公共空间中行为博弈的复杂机制进行探索，初步构建了不同行为之间基于空间占位和感官刺激的博弈作用模式，并将这种模式拓展到人与物体、人与城市动物、人与智能机器等更广泛的范畴。在基于行为博弈的空间认知体系中，每个个体的行为规律不仅会受到物质空间形态的限定，同时还会受到社会空间形态的影响。换句话说，对于每个个体，具有特定行为规律的周围人群可以被视为是空间的构成要素之一，甚至在很多情况下是最为主要的空间要素。这种行为博弈机制为拓展“空间-行为”的

研究思路提供了新需求和新视角。一方面，我们可以将人群作为环境要素之一（当前已有大量研究将人群作为声景要素），评估空间环境在宜居方面的表现。例如，品质中等但游客稀少的空间与品质优秀但游客密集的空间，二者对于舒适度的影响有待重新考量。因此，对于空间吸引力、可达性等属性的评价也可以重新进行审视。另一方面，我们对于某类人群在空间中的行为规律的建模，也可以将社会关系因素考虑在内，进行精细化的分析。例如，在公共空间代际看护的场景下，我们可以对成年人和儿童进行拆解，针对他们在环境中的行为规律分别进行研究（成年人与儿童对环境的感知有明显区别），再考虑两者之间的相互作用，进而解析“遛娃”行为的空间分布规律。

诚然，行为博弈的引入也为“空间-行为”研究带来了挑战。由于人与人之间的行为博弈作用力主要借由具身性的媒介，因此相应的行为观测往往需要能够采集高分辨率动作信息的工具，而相应的行为分析也需要多感官维度博弈规律的耦合。此类研究往往也涉及超越科学理性思维的复杂模型。例如，物质空间形态不仅会直接作用于每一个个体的行为决策，还会通过影响个体之外的周围人群行为，间接作用于该个体，因此构成了空间与行为之间的复杂嵌套模型；另外，人群构成“社会空间形态”较物质空间形态相比，呈现出更为动态的变化规律，因此构成了行为不断迭代的复杂演化模型。然而，正如尤哈尼·帕拉斯马（Juhani Pallasmaa）所倡导的超越单一理性化的人境关系分析^[16]，基于行为博弈视角的研究也正是希望通过引入更为真实、更为复杂的“空间-行为”模型，揭示潜在在建筑环境与具身行为之间的多维度关系及其动态变化机制，进而形成对建筑空间本体认知的演进。□

图片来源：图1，2由作者绘制；其余图片由参与作者指导课程的学生绘制，图3由沈彦廷、徐艺文、Kisra Chadine、姜振龙绘制，图4由王佳慧、余乐闻、李浩威绘制，图5由安子彤、张钰涵、韦雨佳绘制，图6由Juan de Dios Wilhelmi、Irene Moreno、Javier Morán、Juan Pablo Gómez绘制，图7由孙茹楠、贾晨曦、邵礼楠绘制。

参考文献

- [1] 盖尔. 交往与空间[M]. 何人可, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [2] ZUMTHOR P. Atmospheres[M]. Basel: Birkhäuser Verlag, 2006.
- [3] SCHUMACHER P. The Autopoiesis of Architecture, Volume 1: A New Framework for

Architecture[M]. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.

- [4] 李早, 叶茂盛, 孙慧, 等. 徽州传统村落街巷空间与居游通行的关联规律[J]. 建筑学报, 2021(S1): 24-32.
- [5] 比尔·希列尔, 盛强. 空间句法的发展现状与未来[J]. 建筑学报, 2014(8): 60-65.
- [6] 盛强, 胡彦学. 空间形态与局域环境对居民社会聚集的影响: 对北下关街道28个住宅区的实证研究[J]. 城市环境设计, 2021(4): 415-421.
- [7] TSCHUMI B. Architecture and Disjunction[M]. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1996.
- [8] JOHANSEN J. Act and behavior in architecture[J]. Perspecta, 1961, 7: 43-50.
- [9] JOHNSON S. Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software[M]. New York: Scribner, 2001.
- [10] REYNOLDS C W. Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model[J]. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 1987, 21(4): 25-34.
- [11] ALLEN S. Points + Lines: Diagrams and Projects for the City[M]. New York: Princeton Architectural Press, 1999.
- [12] DE CERTEAU M. The Practice of Everyday Life[M]. Rendall S F, trans. California: University of California Press, 1984.
- [13] DONALDSON S, KYMLICKA W. Zoopolis: A Political Theory of Animal Rights[M]. Oxford: Oxford University Press, 2011.
- [14] SCHUURMAN N, SYRJAMAA T. Shared spaces, practices and mobilities: Pet-human life in modern Finnish homes[J]. Home Cultures, 2021, 18(2): 173-194.
- [15] EVERSOLE B. Occupy the Fun Palace[J]. Thresholds, 2013(41): 32-45.
- [16] PALLASMAA J. Towards a neuroscience of architecture: embodied mind and imagination[M]// TIDWELL P. Architecture and Neuroscience. Espoo: Tapio Wirkkala—Rut Bryk Foundation, 2013: 5-22.

收稿日期 2023-09-28

编辑: 朱晨