FoAR 建筑中的沉思性神经美学：基于阿尔及利亚格尔达耶古城的真实场景移动脑电图研究

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/36569.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

FoAR
建筑中的沉
思性神经美学：基于阿
尔及利亚格尔达耶古城的真实场景移动脑电图研究。论文标题：Contemplative neuroaesthetics in architecture: A real-world mobile EEG study in the ancient city of Gharda ï a, Algeria

期刊：Frontiers of Architectural Research

作者：Nourelhouda Zair, Kenza Boussora, Zakaria Djebbara

发表时间： October 2025

DOI： https://doi.org/10.1016/j.foar.2025.02.001

微信链接：点击此处阅读微信文章

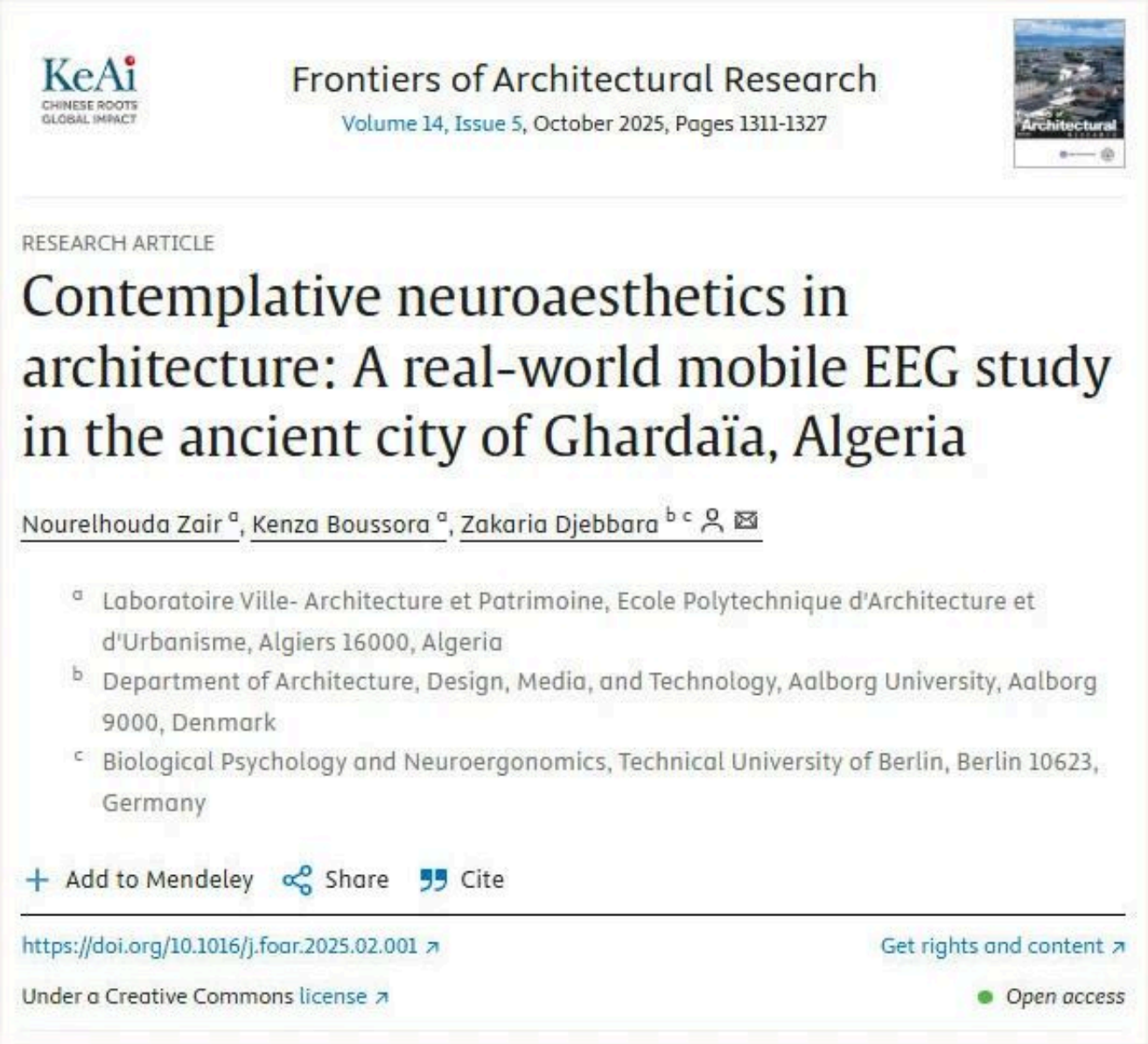


FoAR是由高等教育出版社和东南大学建筑学院联合主办的全英文学术期刊

建筑学 / 城乡规划 / 风景园林

本刊已被 AHCI / EI / CSCD / Scopus / DOAJ / CSTPCD 收录

中国科技期刊卓越行动计划 英文领军期刊



01

论 文 题 目

Manuscript Title

Contemplative neuroaesthetics in architecture: A real-world mobile EEG study in the ancient city of Gharda ï a, Algeria

建筑中的沉思性神经美学：基于阿尔及利亚格尔达耶古城的真实场景移动脑电图研究

02

作 者

Authors

Nourelhouda Zair (a), Kenza Boussora (a), Zakaria Djebbara (b)(c)*

(a) Laboratoire Ville-Architecture et Patrimoine, Ecole Polytechnique dArchitecture et dUrbanisme, Algiers 16000, Algeria

(b) Department of Architecture, Design, Media, and Technology, Aalborg University, Aalborg 9000, Denmark

(c) Biological Psychology and Neuroergonomics, Technical University of Berlin, Berlin 10623, Germany

03

论 文 摘 要

Abstract

This study investigates the potential of built environments to induce contemplative states, contributing to the emerging field of contemplative neuroaesthetics. While the psychological benefits of these states are well-documented, their relationship with architecture remains underexplored. Using an embodied cognition framework, we explore how architectural features engage the sensorimotor system, fostering contemplative experiences. The ancient city of Gharda ï a, known for its natural harmony and subtle aesthetics, was the case study. Twenty participants, with no prior exposure to the site or architectural background, took part in a real-world experiment. They followed a designated path while equipped with a 32-channel mobile EEG system, smart band, and wide-angle cameras. Subjective feedback was collected via questionnaires. Multiple linear regression revealed that curved pathways significantly reduced Default Mode Network (DMN) activity (β =-0.064; $p < 0.0001$), suggesting heightened sensorimotor engagement, potentially inducing a contemplative state. Conversely, higher occlusivity, measured through space syntax, correlated with increased DMN activity (β =0.153; p=0.009), indicating enclosed spaces promote introspection. Architectural features like corbels, arches, and landmarks also influenced DMN activity, highlighting spatial elements role in shaping brain dynamics. Future research should examine architectural contexts to clarify these mechanisms, with implications for designing spaces that promote well-being.

本研究探讨建成环境诱发沉思状态的潜力，为新兴的沉思性神经美学领域提供研究支持。尽管沉思状态的心理学益处已被充分证实，但其与建筑学的关联仍有待深入探索。研究基于自身认知框架，分析建筑特征如何激活感觉运动系统，进而催生沉思体验。案例研究选取以自然协调性与含蓄美学特质著称的阿尔及利亚格尔达耶古城（city of Gharda ï a）。20 名无该遗址接触史、无建筑学背景的参与者参与了真实场景实验。实验过程中，参与者沿指定路线行进，同时佩戴 32 通道移动脑电图（mobile EEG）系统、智能手环，并配备广角摄像头。研究通过问卷调查，收集

参与者的主观反馈数据。多元线性回归分析结果显示，曲线型路径可显著降低默认模式网络（Default Mode Network, DMN）的活性（β=-0.064；p<0.0001），表明该路径能增强感觉运动系统参与度，或可诱发沉思状态；经空间句法（space syntax）测算，空间封闭性（occlusivity）越高，默认模式网络活性越强（β=0.153；p=0.009），说明封闭空间更易促进内省。此外，托臂（corbels）、拱券（arches）、地标（landmarks）等建筑特征也对默认模式网络的活性存在影响，凸显空间要素在塑造大脑动态活动中的作用。未来研究应进一步考察不同建筑语境，明确上述作用机制，为设计具有促进健康功能的空间提供理论依据。

04

关 键 词

Keywords

Externally-induced contemplative states / 外部诱发型沉思状态

Default mode network (DMN) / 默认模式网络

Embodiment / 化身

Sensorimotor / 感觉运动

3D isovist / 3D视域分析法

Mobile EEG / 移动脑电图

05

章 节 标 题

Sections Title

1. Introduction / 引言

1.1. Background / 研究背景

1.2. Purpose and research question / 研究目的及研究课题

1.3. Theoretical framework / 理论框架

2. Methods and materials / 研究方法与研究内容

2.1. Site and path selection for the case study / 研究案例的区位及路径选择

2.2. Experimental paradigm and procedure / 实验范式与流程

2.3. EEG analysis / 脑电图数据分析

2.3.1. Preprocessing / 数据预处理

2.3.2. Microstate analysis and source localization / 微状态分析与源定位

2.3.3. Heart-rate analysis / 心率分析

2.3.4. 3D reconstruction of the site and visual data analysis / 场地三维重建与视觉数据分析

3. Results / 研究结果

3.1. Phenomenological outcomes / 现象学结果

3.2. Microstate analysis / 微状态分析

3.3. Mixed-effects model / 混合效应模型

4. Discussion / 讨论

4.1. Subjective results / 主观结果

4.2. Default mode network and spatial geometry / 默认模式网络与空间几何形态

4.3. Default Mode Network and HRV / 默认模式网络与心率变异性

5. Limitations / 研究局限性

6. Conclusion / 结论

06

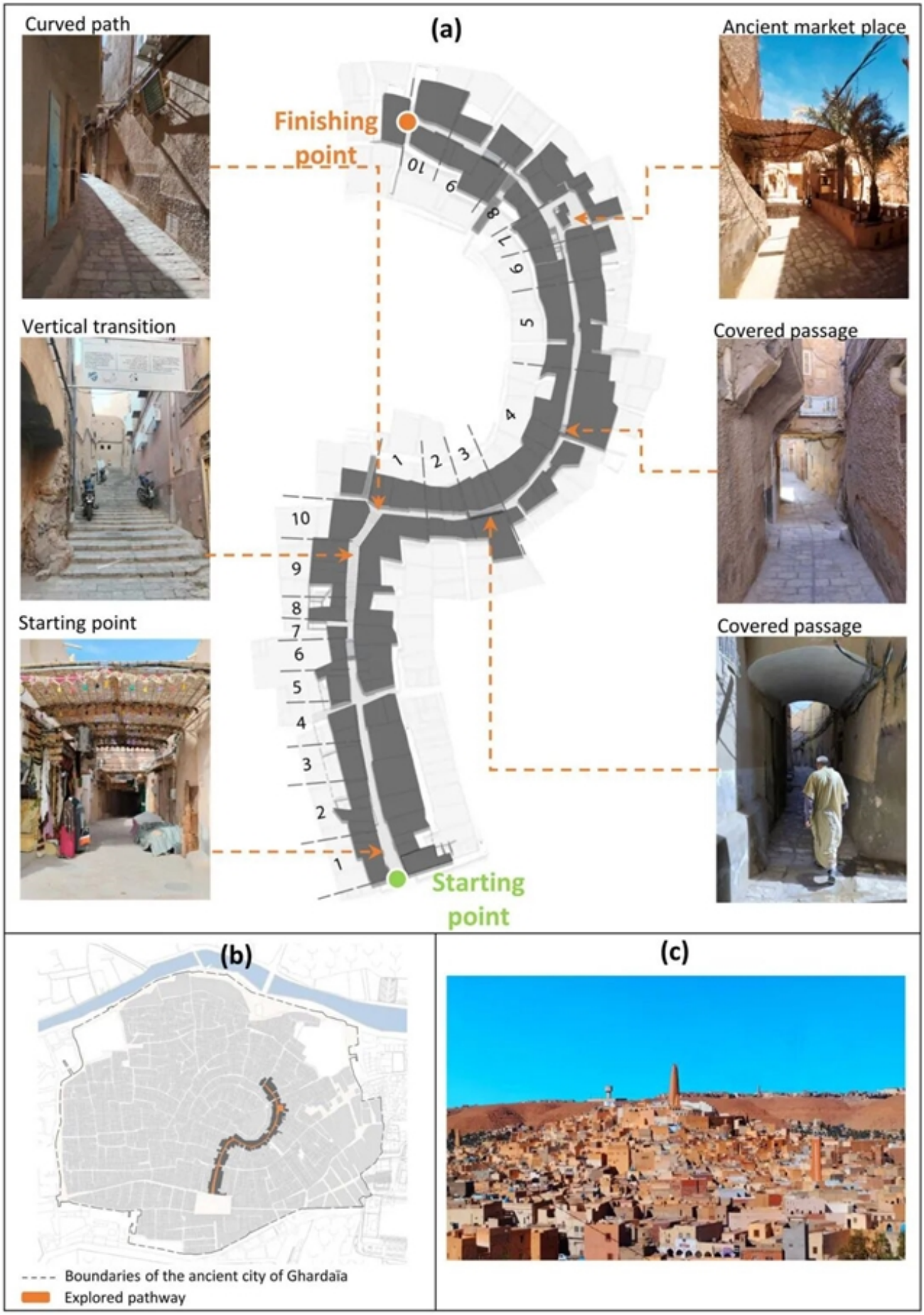
主 要 插 图

Illustrations



▲图一：基于自然语言处理（NLP）的游客体验描述词云可视化。©本文作者

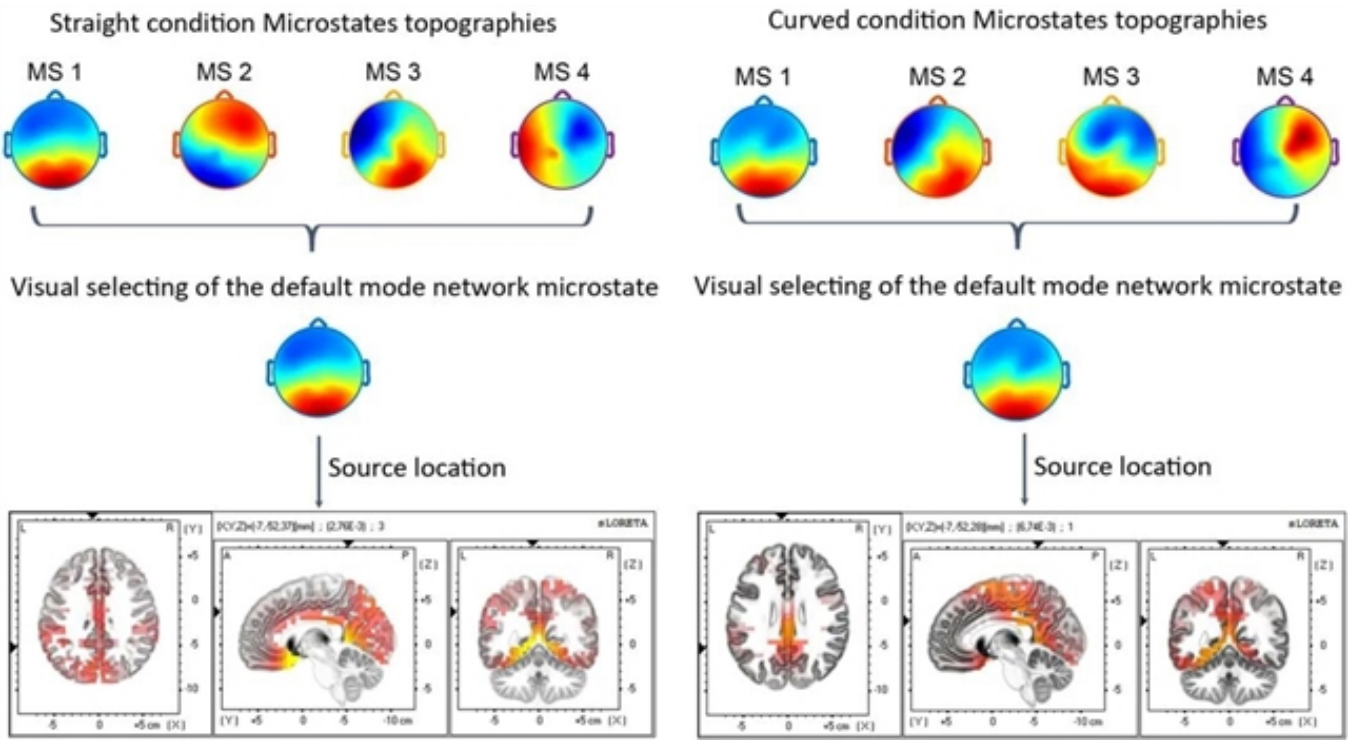
爱科学
iikx.com


(a)
Curved path
Ancient market place
Finishing point
Vertical transition
Covered passage
Starting point
Covered passage
Starting point
(b)
(c)
Boundaries of the ancient city of Ghardaïa
Explored pathway

▲图二：格尔达耶建筑语境下的探索路径。（a）选定路径及标注各实验条件分段的编号；（b）格尔达耶古城平面图，展示该乡土建筑肌理的复杂性，其中探索路径已用高亮标注；（c）古城景观视角图。©本文作者

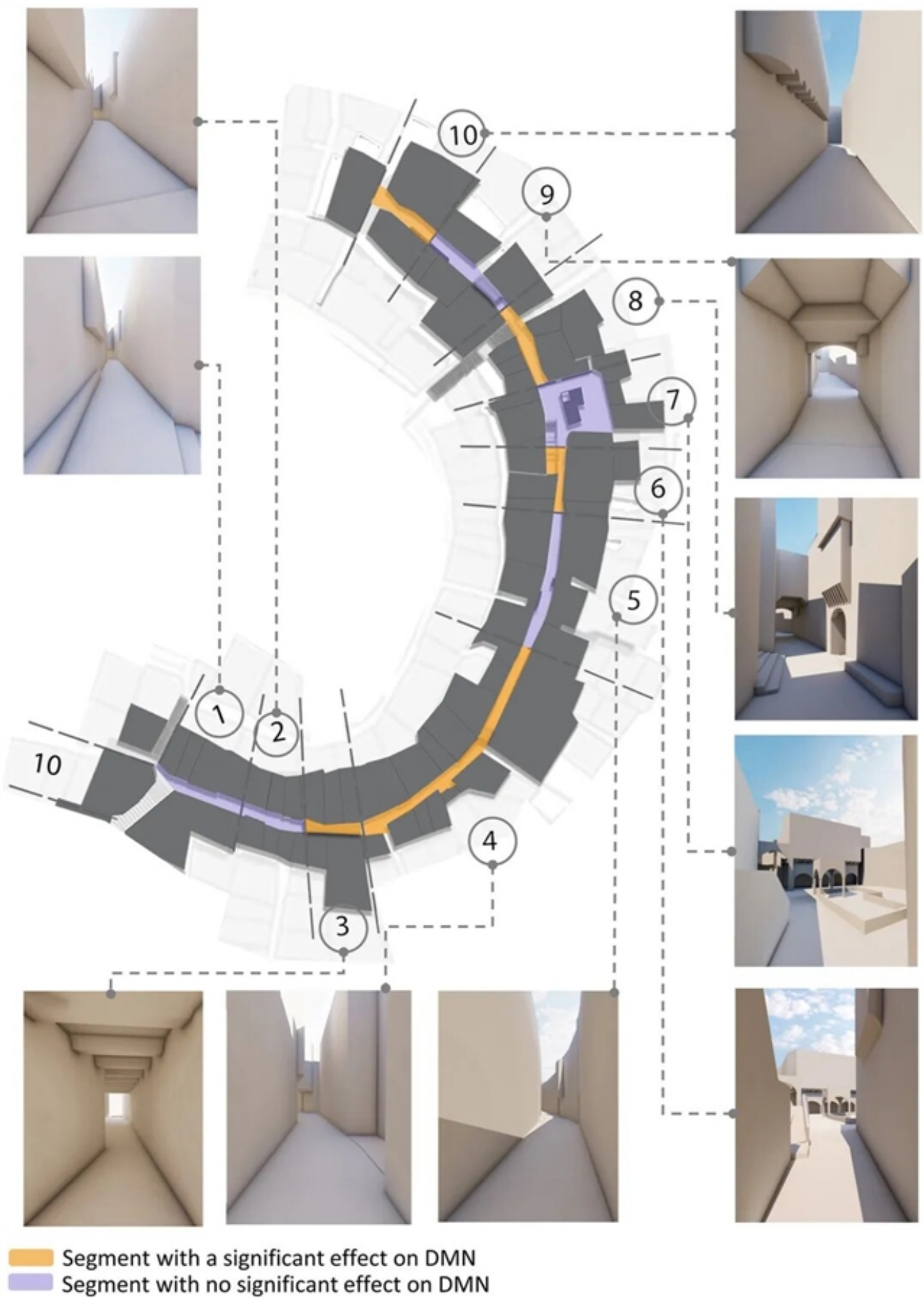


▲图三：佩戴实验设备的参与者。©本文作者



▲图四：默认模式网络（DMN）微状态筛选流程。©本文作者

爱科学
iikx.com


10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
10
Segment with a significant effect on DMN
Segment with no significant effect on DMN

▲图五：含默认模式网络（DMN）影响效应的曲线路径条件分段。图 1 与图 2：标志曲线路径条件的起始部分，无显著建筑特征，视线聚焦于墙体的弯曲形态；图 3：带顶棚的通道，通道宽度增加，空间封闭性高，且无法看到天空；图 4：路径宽度发生变化，随后连接一段带顶棚的通道；图 5：以路径的弯曲形态为主要特征，视线受阻；图 6：终点为古老市集，空间封闭性显著降低；图 7：位于古老市集内部，空间封闭性呈下降趋势；图 8：以与另一条路径的交叉口为特征，此处有一座拱券通向带顶棚的通道；图 9：一段带顶棚的通道；图 10：位于路径末端，空间封闭性高，正前方为墙体，可部分看到一处托臂构件。©本文作者

07

作 者 介 绍

Authors ’ Information



Nourelhouda Zair

PhD Student

Laboratoire Ville-Architecture et Patrimoine

Ecole Polytechnique dArchitecture et dUrbanisme, Algeria

Kenza Boussora

Professor

Laboratoire Ville-Architecture et Patrimoine

Ecole Polytechnique dArchitecture et dUrbanisme, Algeria



Zakaria Djebbara*

Associate Professor

Department of Architecture, Design, Media, and Technology

Aalborg University, Denmark

Zakaria Djebbara, a tenure-tracked assistant professor at Aalborg University, explores how the design of physical spaces impacts human cognitive processes. His research focuses on two interconnected areas: first, how the features and potential interactions within built environments guide human attention, and second, how the visual patterns and rhythms people experience while moving through spaces might influence cognitive functions like attention and working memory. Specifically, he examines how the structural elements of environments might create neural synchronization patterns that affect how we perceive and process information. His main methods involve combining Virtual Reality with mobile EEG and tracking the body.

08

原 文 阅 读

Download Link

长按上方二维码｜浏览本期精彩论文

《前沿》系列英文学术期刊

由教育部主管、高等教育出版社主办的《前沿》（Frontiers）系列英文学术期刊，于2006年正式创刊，以网络版和印刷版向全球发行。系列期刊包括基础科学、生命科学、工程技术和人文社会科学四个主题，是我国覆盖学科最广泛的英文学术期刊群，其中12种被SCI收录，其他也被AHCI、Ei、MEDLINE或相应学科国际权威检索系统收录，具有一定的国际学术影响力。系列期刊采用在线优先出版方式，保证文章以最快速度发表。

中国学术前沿期刊网

http://journal.hep.com.cn



来源：Frontiers of Architectural Research

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发