

Research on the Combined Effects of Plant Odor and Traffic Noise on Crowd Behaviors in Urban Environments

Meihui BA¹, Zhongzhe LI^{1,*}, Jian KANG^{2,3}

¹ Pan Tianshou College of Architecture, Art and Design, Ningbo University, Ningbo 315211, China

² Institute for Environmental Design and Engineering, The Bartlett, University College London (UCL), London WC1H 0NN, United Kingdom

³ School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072, China

***CORRESPONDING AUTHOR**

Address: No. 818, Fenghua Road, Jiangbei District, Ningbo 315211, Zhejiang Province, China

Email: lizhongzhe@nbu.edu.cn

EDITED BY Tina TIAN, Xidong MA

TRANSLATED BY Tina TIAN, Xidong MA

Two-by-two Comparison Results

1 Impacts of Plant Odor-Traffic Noise Impacts on Crowd Path

Table 1 lists the two-by-two comparison results of the longitudinal coordinate y -values of the crowd paths and grid intersections under both the odor and odor \cap sound pressure level (SPL) conditions. First, in terms of the single effect of odor concentration, there was no significant difference between y_1, y_2 , and y_3 (no odor) ($p > 0.05$), but all of them and the rest of y values were significantly different ($p < 0.01$). Differences were found between y_4, y_5 , and y_6 (weak odor) with any y value ($p < 0.01$). In addition, $y_7 \sim y_{11}$ (strong odor) were not significantly different from each other ($p > 0.05$). Second, there were no significant differences between all y -values at low SPL. Meanwhile, under high SPL condition, $y_1 \sim y_4$ were not significantly different from each other ($p > 0.05$), but they were all significantly different from the other y values ($p < 0.01$). Similarly, the differences between $y_5 \sim y_{11}$ were not significant ($p > 0.05$), but again they were all significantly different from the rest of y values ($p < 0.01$). It means that plant odor attracts pedestrians to a certain extent, and this phenomenon is more pronounced under high SPL condition.

Table 1: Difference matrix for two-by-two comparisons of the longitudinal coordinate y-values of crowd paths and grid intersections

Condition	Number of the ordinate value	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}
Odor	y_1	—	0.969	0.723	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_2	0.969	—	0.693	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_3	0.723	0.693	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_4	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_5	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_6	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_7	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.937	0.767	0.813	0.502
	y_8	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.937	—	0.828	0.752	0.454
	y_9	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.767	0.828	—	0.594	0.334
	y_{10}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.813	0.752	0.594	—	0.664
	y_{11}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.502	0.454	0.334	0.664	—
Odor \cap low SPL	y_1	—	0.803	0.978	0.978	1.000	0.560	0.437	0.345	0.345	0.114	0.058
	y_2	0.803	—	0.824	0.781	0.803	0.739	0.598	0.487	0.490	0.183	0.055
	y_3	0.978	0.824	—	0.956	0.978	0.578	0.453	0.359	0.359	0.120	0.120
	y_4	0.978	0.781	0.956	—	0.978	0.541	0.421	0.331	0.300	0.107	0.057
	y_5	1.000	0.803	0.978	0.978	—	0.580	0.453	0.359	0.350	0.120	0.068
	y_6	0.560	0.739	0.578	0.541	0.580	—	0.846	0.718	0.748	0.317	0.076
	y_7	0.437	0.598	0.453	0.421	0.453	0.846	—	0.868	0.890	0.421	0.114
	y_8	0.345	0.487	0.359	0.331	0.359	0.718	0.868	—	1.000	0.523	0.157
	y_9	0.345	0.490	0.359	0.300	0.350	0.748	0.890	1.000	—	0.540	0.160
	y_{10}	0.114	0.183	0.120	0.107	0.120	0.317	0.421	0.523	0.540	—	0.437
	y_{11}	0.058	0.055	0.120	0.057	0.068	0.076	0.114	0.157	0.160	0.437	—

(Continued)

Table 1: Difference matrix for two-by-two comparisons of the longitudinal coordinate y-values of crowd paths and grid intersections (Continued)

Condition	Number of the ordinate value	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}
Odor \cap high SPL	y_1	—	0.836	0.575	0.099	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_2	0.836	—	0.723	0.149	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_3	0.575	0.723	—	0.257	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_4	0.099	0.149	0.257	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_5	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.516	0.262	0.157	0.082	0.105	0.072
	y_6	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.516	—	0.637	0.443	0.275	0.330	0.250
	y_7	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.262	0.637	—	0.768	0.536	0.616	0.498
	y_8	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.157	0.443	0.768	—	0.746	0.836	0.701
	y_9	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.082	0.275	0.536	0.746	—	0.906	0.953
	y_{10}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.105	0.330	0.616	0.836	0.906	—	0.860
	y_{11}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.072	0.250	0.498	0.701	0.953	0.860	—

NOTE

* represents $p < 0.05$; ** represents $p < 0.01$.

2 Impacts of Plant Odor-Traffic Noise on Crowd Speed

Table 2 demonstrates the two-by-two comparison results of crowd speeds between individual grids for the odor and odor \cap SPL conditions. First, when there was only a single effect of odor, no significant differences were found in crowd speed between grids 1 ~ 3 ($p > 0.05$), but all of them were significantly different from the rest of the grids ($p < 0.01$). As for grids 4 ~ 6 (weak odor), they differed from any other grid ($p < 0.01$). Grids 7 ~ 10 (strong odor) were not significantly different from each other ($p > 0.05$). Second, no significant differences ($p > 0.05$) were found in the crowd speeds between individual grids under the odor \cap low SPL condition. Third, whereas under the odor \cap high SPL condition, grids 1 and 2 were not significantly different ($p > 0.05$), but they were significantly different from all other grids ($p < 0.01$). Grids 3 ~ 5 were significantly different from all grids ($p < 0.01$). The differences between grids 6 ~ 10 were also not significant ($p > 0.05$), but their differences with the other grids were significant ($p < 0.01$). These results suggest that crowd speed would slow down with increasing odor concentration. At the same time, at high SPL, crowd speed would be more significantly affected by odor concentration.

Table 2: Difference matrix for two-by-two comparisons of crowd speeds in grids

Condition	Grid No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odor	1	—	0.949	0.978	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	2	0.949	—	0.928	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	3	0.978	0.928	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	4	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	5	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	6	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	7	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.999	0.841	0.980
	8	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.999	—	0.842	0.981
	9	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.841	0.842	—	0.861
	10	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.980	0.981	0.861	—
Odor ∩ low SPL	1	—	0.713	0.691	0.550	0.814	0.916	0.953	0.894	0.791	0.594
	2	0.713	—	0.977	0.112	0.894	0.793	0.757	0.814	0.918	0.869
	3	0.691	0.977	—	0.119	0.871	0.771	0.735	0.792	0.895	0.892
	4	0.550	0.112	0.119	—	0.085	0.064	0.058	0.068	0.090	0.154
	5	0.814	0.894	0.871	0.085	—	0.898	0.860	0.919	0.976	0.765
	6	0.916	0.793	0.771	0.064	0.898	—	0.962	0.978	0.874	0.669
	7	0.953	0.757	0.735	0.058	0.860	0.962	—	0.941	0.837	0.635
	8	0.894	0.814	0.792	0.068	0.919	0.978	0.941	—	0.895	0.689
	9	0.791	0.918	0.895	0.090	0.976	0.874	0.837	0.895	—	0.788
	10	0.594	0.869	0.892	0.154	0.765	0.669	0.635	0.689	0.788	—

(Continued)

Table 2: Difference matrix for two-by-two comparisons of crowd speeds in grids (Continued)

Condition	Grid No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odor \cap high SPL	1	—	0.529	0.000**	0.000**	0.003**	0.001**	0.002**	0.001**	0.000**	0.000**
	2	0.529	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.009**	0.001**	0.007**	0.001**	0.000**
	3	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.001**	0.000**	0.004**	0.006**	0.002**	0.001**
	4	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	5	0.003**	0.000**	0.001**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	6	0.001**	0.009**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.930	0.942	0.412	0.329
	7	0.002**	0.001**	0.004**	0.000**	0.000**	0.930	—	0.872	0.363	0.287
	8	0.001**	0.007**	0.006**	0.000**	0.000**	0.942	0.872	—	0.454	0.366
	9	0.000**	0.001**	0.002**	0.000**	0.000**	0.412	0.363	0.454	—	0.877
	10	0.000**	0.000**	0.001**	0.000**	0.000**	0.329	0.287	0.366	0.877	—

NOTE

* represents $p < 0.05$; ** represents $p < 0.01$.

城市环境中植物气味与交通噪声的交互作用对人群行为的影响研究

巴美慧¹, 李忠哲^{1,*}, 康健^{2,3}

1 宁波大学潘天寿建筑与艺术设计学院, 宁波 315211

2 英国伦敦大学学院环境设计与工程研究所巴特莱特建筑学部, 伦敦 WC1H 0NN

3 天津大学建筑学院, 天津 300072

*通讯作者

地址: 浙江省宁波市江北区风华路818号

邮编: 315211

邮箱: lizhongzhe@nbu.edu.cn

编辑 田乐, 马锡栋

翻译 田乐, 马锡栋

两两比较结果

1 植物气味—交通噪声对人群路径的影响

表1罗列了气味、气味浓度—声压级条件下的人群路径与网格交点纵坐标值 y 值的两两比较结果。首先, 可以发现在气味浓度单一作用下, y_1 、 y_2 、 y_3 (无植物气味) 三者间没有显著差异 ($p > 0.05$), 但它们和其余 y 值均存在显著差异 ($p < 0.01$); y_4 、 y_5 、 y_6 (植物气味较淡) 与任意 y 值之间均有差异 ($p < 0.01$); $y_7 \sim y_{11}$ (植物气味浓郁) 彼此间的差异不具有显著性 ($p > 0.05$)。其次, 在低声压级条件下, 所有的 y 值之间都不存在显著差异。而在高声压级条件下, $y_1 \sim y_4$ 彼此间的差异不显著 ($p > 0.05$), 但它们与其他 y 值存在显著差异 ($p < 0.01$)。与之相似, $y_5 \sim y_{11}$ 之间的差异也不显著 ($p > 0.05$), 但同样它们和其余 y 值都存在显著差异 ($p < 0.01$)。这表示植物气味会在一定程度上吸引人群靠近, 且在高声压级条件下这一现象将会更加明显。

表 1: 人群路径与网格交点纵坐标值 y 的两两比较差异矩阵

条件	纵坐标值序号	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}
气味	y_1	—	0.969	0.723	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_2	0.969	—	0.693	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_3	0.723	0.693	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_4	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_5	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_6	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_7	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.937	0.767	0.813	0.502
	y_8	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.937	—	0.828	0.752	0.454
	y_9	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.767	0.828	—	0.594	0.334
	y_{10}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.813	0.752	0.594	—	0.664
	y_{11}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.502	0.454	0.334	0.664	—
气味∩ 低声压级	y_1	—	0.803	0.978	0.978	1.000	0.560	0.437	0.345	0.345	0.114	0.058
	y_2	0.803	—	0.824	0.781	0.803	0.739	0.598	0.487	0.490	0.183	0.055
	y_3	0.978	0.824	—	0.956	0.978	0.578	0.453	0.359	0.359	0.120	0.120
	y_4	0.978	0.781	0.956	—	0.978	0.541	0.421	0.331	0.300	0.107	0.057
	y_5	1.000	0.803	0.978	0.978	—	0.580	0.453	0.359	0.350	0.120	0.068
	y_6	0.560	0.739	0.578	0.541	0.580	—	0.846	0.718	0.748	0.317	0.076
	y_7	0.437	0.598	0.453	0.421	0.453	0.846	—	0.868	0.890	0.421	0.114
	y_8	0.345	0.487	0.359	0.331	0.359	0.718	0.868	—	1.000	0.523	0.157
	y_9	0.345	0.490	0.359	0.300	0.350	0.748	0.890	1.000	—	0.540	0.160
	y_{10}	0.114	0.183	0.120	0.107	0.120	0.317	0.421	0.523	0.540	—	0.437
	y_{11}	0.058	0.055	0.120	0.057	0.068	0.076	0.114	0.157	0.160	0.437	—

(续表见下页)

表 1: 人群路径与网格交点纵坐标值 y 的两两比较差异矩阵 (接上表)

条件	纵坐标值序号	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}
气味∩ 高声压级	y_1	—	0.836	0.575	0.099	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_2	0.836	—	0.723	0.149	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_3	0.575	0.723	—	0.257	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_4	0.099	0.149	0.257	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	y_5	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.516	0.262	0.157	0.082	0.105	0.072
	y_6	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.516	—	0.637	0.443	0.275	0.330	0.250
	y_7	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.262	0.637	—	0.768	0.536	0.616	0.498
	y_8	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.157	0.443	0.768	—	0.746	0.836	0.701
	y_9	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.082	0.275	0.536	0.746	—	0.906	0.953
	y_{10}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.105	0.330	0.616	0.836	0.906	—	0.860
	y_{11}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.072	0.250	0.498	0.701	0.953	0.860	—

注

*代表 $p < 0.05$; **代表 $p < 0.01$ 。

2 植物气味—交通噪声对人群速度的影响

表2展示了气味、气味浓度—声压级条件下的各个网格之间人群速度的两两比较结果。首先,当仅有气味单一作用时,1~3号网格的人群速度无显著差异 ($p > 0.05$),但它们皆与其余网格存在显著差异 ($p < 0.01$)。于4~6号网格(植物气味较淡)而言,它们与任意网格内的速度均有差异 ($p < 0.01$)。而7~10号网格(植物气味浓郁)彼此间则无显著差异 ($p > 0.05$)。其次,在气味∩低声压级条件下,各个网格间的人群速度均无显著差异 ($p > 0.05$)。再者,在气味∩高声压级条件中,1号和2号网格虽无显著差异 ($p > 0.05$),但它们与其他网格均存在明显差异 ($p < 0.01$); 3~5号网格与所有网格都存在显著差异 ($p < 0.01$); 6~10号网格间的差异也不显著 ($p > 0.05$),但与其他网格的差异却较为显著 ($p < 0.01$)。这些结果均表明,伴随植物气味浓度的升高,人群速度将会放缓。同时在高声压级条件下,人群速度受到气味浓度的影响更加显著。

表 2: 网格中人群速度的两两比较差异矩阵

条件	网格序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
气味	1	—	0.949	0.978	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	2	0.949	—	0.928	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	3	0.978	0.928	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	4	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	5	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	6	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	7	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.999	0.841	0.980
	8	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.999	—	0.842	0.981
	9	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.841	0.842	—	0.861
	10	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.980	0.981	0.861	—
气味∩ 低声压级	1	—	0.713	0.691	0.550	0.814	0.916	0.953	0.894	0.791	0.594
	2	0.713	—	0.977	0.112	0.894	0.793	0.757	0.814	0.918	0.869
	3	0.691	0.977	—	0.119	0.871	0.771	0.735	0.792	0.895	0.892
	4	0.550	0.112	0.119	—	0.085	0.064	0.058	0.068	0.090	0.154
	5	0.814	0.894	0.871	0.085	—	0.898	0.860	0.919	0.976	0.765
	6	0.916	0.793	0.771	0.064	0.898	—	0.962	0.978	0.874	0.669
	7	0.953	0.757	0.735	0.058	0.860	0.962	—	0.941	0.837	0.635
	8	0.894	0.814	0.792	0.068	0.919	0.978	0.941	—	0.895	0.689
	9	0.791	0.918	0.895	0.090	0.976	0.874	0.837	0.895	—	0.788
	10	0.594	0.869	0.892	0.154	0.765	0.669	0.635	0.689	0.788	—

(续表见下页)

表 2: 网格中人群速度的两两比较差异矩阵 (接上表)

条件	网格序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
气味∩ 高声压级	1	—	0.529	0.000**	0.000**	0.003**	0.001**	0.002**	0.001**	0.000**	0.000**
	2	0.529	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.009**	0.001**	0.007**	0.001**	0.000**
	3	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.001**	0.000**	0.004**	0.006**	0.002**	0.001**
	4	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	5	0.003**	0.000**	0.001**	0.000**	—	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	6	0.001**	0.009**	0.000**	0.000**	0.000**	—	0.930	0.942	0.412	0.329
	7	0.002**	0.001**	0.004**	0.000**	0.000**	0.930	—	0.872	0.363	0.287
	8	0.001**	0.007**	0.006**	0.000**	0.000**	0.942	0.872	—	0.454	0.366
	9	0.000**	0.001**	0.002**	0.000**	0.000**	0.412	0.363	0.454	—	0.877
	10	0.000**	0.000**	0.001**	0.000**	0.000**	0.329	0.287	0.366	0.877	—

注

*代表 $p < 0.05$; **代表 $p < 0.01$ 。