第 21 届海峡两岸都市交
通 学 术 论 文 研 讨 会
2013 年 08 月 17~18 日

行人移动行为反应区域之研究—以捷运车站为例[1]

A Study on Responsive Area of Pedestrian Movement Behavior – A Case Study of Mass Rapid Transit Stations

范俊海 Chun-Hai Fan[2]

陈孝慈 Hsiao-Tzu Chen[3]

郭人豪 Jen-Hao Kuo[3]

摘要

本研究在路径冲突的条件下，探讨行人移动行为的特性，藉由标记冲突主角及周遭影响对象各时点之坐标位置，利用格子的概念，将信息汇入处理平台中，并加以分析以了解行人之移动行为。然而在信息相同之条件下，当采用之处理平台不同时，对于信息的处理范围将有所差异；本研究针对不同之处理平台进行相关研究，主要分为矩形及扇形两种处理平台，其设定概念有所不同，包括：划分空间变量个数以及行人领地范围之设定；之后利用 SPSS 软件进行多元逻辑斯回归之模式检定，透过适配度统计量及类 R^2 指标进行分析，研究得到结果为以矩形平台作为模式之处理平台较为合适。而在此行人移动行为中，行人对于行动冲突的反应区域约落在 0.97 公尺的环形带状区域内，而此区域与行人的速度没有明显的相关性。

关键词：行人移动行为、反应区域、格子、逻辑斯回归

Abstract

In this study, the pathways conflict situations as a condition constructed a model of pedestrian movement behavior, by marking coordinates of conflict pedestrian and the people who around the pedestrian at each time and place, the concept of using the lattice, the range of the information to import information and analyzed in order to understand the movement behavior of pedestrians. However, information on the same conditions, when the use of the information range processing platform is not the same, for the information processing range will be different. In this study, research different information range processing platform, mainly divided into two kinds of processing platform, including rectangular and fan-shaped, which settings are different concepts, including dividing number of space variables and the setting of pedestrian's territory range. Then using SPSS software for multiple logistic regression model calibration by analyzing goodness-of-fit and Cox-Snell R^2、Nagelkerke R^2、McFadden R^2.The result is a rectangular platform as the information range processing platform is more appropriate.

Keywords: Pedestrian Movement Behavior, Responsive Area, Lattice, Logistic Regression

---

[1] 范俊海_行人移动行为反应区域之研究—以捷运车站为例。

[2] 台湾淡江大学运输管理学系副教授 (联络地址：新北市淡水区英专路 151 号，电话：886-9-35545030，E-mail:chunhai@mail.tku.edu.tw)。

[3] 台湾淡江大学运输管理学系硕士班研究生。

一、前言

1.1 研究背景与动机

过去有关行人交织冲突的研究，其观察范围大多以捷运月台为主，然而在转乘站因不同路线之转乘，在穿堂层之交汇处常因行人彼此交织而伴随着路径冲突之现象发生，造成速度延滞，使行人动线容易受到干扰。因此当行人彼此发生路径冲突时，有必要针对行人移动行为模式进行相关研究与探讨。

本研究之研究平台系以人为基准，着重在移动行人彼此间行为特性之研究，藉由标记冲突主角及其周遭影响对象各时点之坐标位置，将其汇入信息范围中，并加以分析以了解其移动行为。然而在信息相同之条件下，当采用之信息范围处理平台不同时，对于信息的处理范围将有所差异；而订定信息范围之远近亦对于其周围有所影响。因此综合上述内容，必须针对不同的信息范围处理平台进行相关比较，以找出较为合适之平台，作为信息范围订定之依据，并用以订出空间变量，比较各变量之影响，将影响变量代入选择模式中，之后可将其用以做为构建更为符合实际情形之模式。

1.2 研究目的

1. 观察行人面临路径冲突时移动行为之变化。
2. 分析行人面临路径冲突时之影响因素及行为选择模式。
3. 利用格子的概念做为操作平台，并针对不同信息范围处理平台进行相关比较分析，以找出较为合适之平台，作为信息范围订定之依据，并建立微观模式的基础。
4. 探讨应用模式预测行人移动行为之可行性，而研究内容可用以作为行人服务水平判定之参考，并可作为未来公共场所划设计与安全之用。

1.3 研究方法

本研究系以捷运转乘站不同路线之交汇处，观察往来行人面临行走路径与他人冲突时之行为特性，并以录像拍摄等方式取得相关资料。经由录像拍摄所取得的影片资料，将其转为静态影像档，再以 5frames/s 为单位对影像进行观察，并以 PicPick 软件撷取行人之坐标，再将其转为实际坐标，然后利用格子的概念作为研究平台，针对不同信息范围处理平台进行相关比较，选择较为合适之平台，作为信息范围订定之依据，之后将行人的位置置入，找出影响行人移动行为特行之影响变量，以作为构建模式之依据。

二、文献回顾

2.1 行人基本特性

行人步行特性受到行走的旅次目的、行走环境以及个人的经验、偏好等心理层面因素影响，影响的层面及种类很广，因此有关行人之分析往往也是最为复杂。

陈正德(2004)是以空间认知之理论发展个体行为导向之模拟程序，来了解空间与行人之互动关系，采用视距与视域做为空间认知的两种属性，来连结空间与行人之关系。研究针对行人移动模型研究取向做分类，模型考量的各种因素，主要是希望能够将几何性质与移动之地点等影响因子纳入模型中。

Alexandra Wills(2004)指出行人的个体偏好，如：速度、距离、位置，会被本身的个性、现场的情况，以及外在的环境所影响，而且行人极可能会被社会力量（与附近的行人）所影响而导致本身去选择当时最理想的路程来到达目的地。并在其研究中发现，年纪、性别、移动能力、团体大小、一天中不同时间，以及不同地点，会对行人移动特性造成显著的影响。

行人行走时会与周遭行人或障碍物保持一段距离，用以实时闪避冲突及预防碰撞，以维持行走之舒适感（包括不受阻碍、自由选择行走速率及方向），而 Hall 认为此一距离根据长短，可分为密接距离、个人距离、社会距离以及公众距离，相关说明如下表 1 所示。

表 1 Hall 定义行人空间距离特性

人与人距离	长度（公尺）	说明
密接距离	0.2 以下	人与人碰触，可感触对方热气
个人距离	0.7~1.2	人伸手可触及对方
社会距离	1.2~3.7	人伸手无法触及对方
公众距离	3.7 以上	行人危急所需的避难空间

Fruin(1971)提出一个人站立所占有的空间约为肩宽 60 公分、体厚 45 公分、呈椭圆形之身体尺寸。当行人与行人间属于密接距离时，每人约占 0.3 平方公尺；而行人与行人间属于个人距离时，每人则占有 0.7 平方公尺；当行人欲从人行中穿越时，依其通行顺利与否，可分别为侧身通行 1.0 平方公尺与正向通行 1.3 平方公尺。

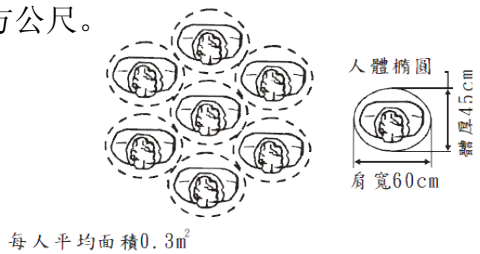

图 1 Fruin 之行人所占面积示意图

2.2 细胞自动机

细胞自动机(Cellular Automata Model)设计方式是将一空间环境切割成许多小网格，将行人位置置入于网格，并利用网格之间的相互关系解释行人移动之过程。

每个细胞的活动空间，都有一定的维度限制，也就是细胞与细胞之间所能活动的范圈。决定活动范围之后，就必须定义细胞所可能呈现的几种不同的状态，再来就是它的影响范围。其组成要素说明如下：

1. 网格：决定细胞活动空间的维度，即为细胞格形式。一般细胞格基本形式分成三角形网格、四边形网格及六角形网格三种。
2. 网格状态：定义细胞可能具有的状态，即每一个细胞所代表的参数值。在一般基本细胞自动机的规则中常以 0 或 1 表示细胞格的参数值，或以其他表达式进行参数运算，以描述某种现象并据以观察。
3. 邻近区：定义每个细胞所能影响的临近局部区域。一般邻近区形式可分为 von Neumann 四邻近型、Morre 八邻近型及圆形。
4. 演化规则：定义每个细胞的活动规则，并在每一时阶以此规则逐步更新。

Zhang等人(2010)应用细胞自动机模式设计二维混合性交通流，模拟行人穿越道路动态。该研究模拟行人平均速率为1.2(公尺/秒)，最高速率1.4(公尺/秒)，模拟结果认为在不断增加行人交通流量情况下，行人步行速率会持续减慢，且横向通过道路车辆速率也会持续减慢。

2.3 逻辑斯回归

张正达(2012)之研究是针对混合车流中机车运动推进模式之研究，并以临近路口与红灯号志为条件，根据领地效应及格子的概念设定影响变量，并利用逻辑斯回归建构机车之选择路径之模型，最终得到的模式用以预测机车钻隙行为，其预测率为83%，其研究指出若屏除因驾驶者心理因素所产生之特殊驾驶行为，认为利用逻辑斯回归预测机车之钻隙行为确实有其可行性。

DOU Huili、WANG Guohua、GUO Min(2011)为了获得准确而客观的交通导引及交通状态讯息，并且能够应用于复杂的城市道路及充满随机性的交通状况，因此利用逻辑斯回归建立交通状态的预测模型，用以分析交通状态与车流之间的参数关系。该模型探讨影响交通状态的因素及预测未来时间的交通状态，最后利用车流量的数据可预测不同时间点的交通状态。该研究经过样本测试后，得知其模型具有精确度及稳定性。

文献中利用逻辑斯回归进行车流行为或事故分析之预测，其研究得到的预测结果皆具有良好之预测率，且可正确判断出主要影响因素为何，显示利用逻辑斯回归建行模式构建，确实具有一定可行性。过去文献较少用于研究行人行为及预测行走路径，因此本研究针对信息范围之两种不同处理平台，利用逻辑斯回归进行相关分析与比较，以运用在行人移动行为方面之预测。

三、资料调查与分析

3.1 调查地点拍摄作业

本研究选定之拍摄地点位于台北捷运台北车站 B2 穿堂层交汇处路口，以及捷运民权西路站 B2 穿堂层交汇处路口进行架设摄影机拍摄作业，拍摄时间为上午 10 点到下午 1 点，拍摄画面如图 2、图 3 所示。

图 2 现场拍摄影像图(捷运台北车站)

图 3 现场拍摄影像图(捷运民权西路站)

3.2 撷取影像坐标点

利用 PicPick 图片编辑器软件将样本图档载入，接着使用软件内建之十字线功能点取行人双脚之坐标点，如下图 4 所示。

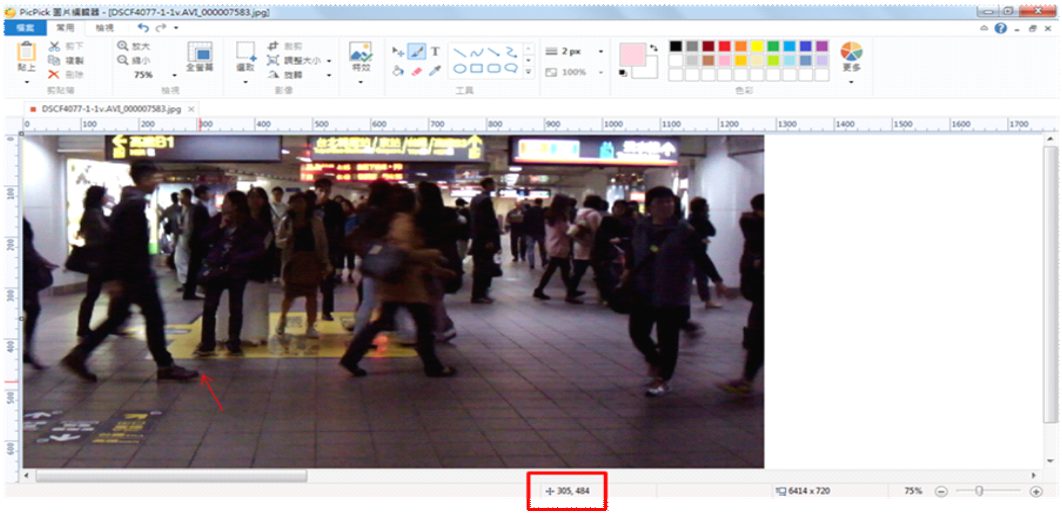

图 4 影像坐标点取示意图

3.3 行人空间坐标点

经过上述点取双脚坐标可得到行人位置之中点，但该点坐标不足以代表行人于路面上之空间位置，因此本研究假设每人站立时身体所占有的肩宽为

60 公分，体厚为 45 公分，并假设每人之领地范围皆同，每人占有之空间大小亦相同，故可依此假设求出行人所占空间之四个坐标点。

另外由于之后欲将行人占有空间表现于格子之中，而为了使操作能够更为便利，在占有空间范围之设定不影响之后模式操作结果的前提下，将行人占有之领地范围订为长方形 60cm*45cm 之大小。

3.4 空间状态输出

首先设定格子的大小，行人行走时之平均步行速率为 1.2 公尺/秒，本研究是以 5frames/s(每 0.2 秒切割一张)进行影片切割转为图片，经过换算得知每张图片行人行走之距离平均约为 24cm；另外考量到调查地点地面楼地板设计，是以每块约 30*30 公分之磁砖所铺设，该项设计有利于准确判定行人行走方向及位置。考量到上述有利条件，因此本研究以 30 公分作为一个最小方格之边长，并利用格子来表示距离，而这些距离之最小值即为一个方格大小。

利用 EXCEL 之插入图表功能，将框起来的资料画成带有直线的 XY 散布图，再将 X、Y 坐标轴之间距分别调为 30，再依照影像编码依序画出，即可得到行人各时点在空间上之位置。

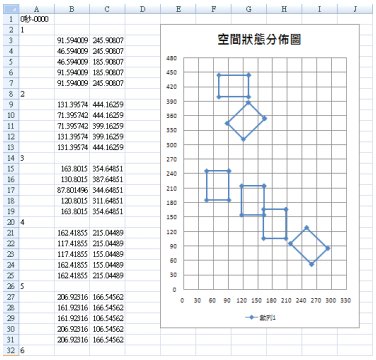

图 5 行人空间状态分布图

3.5 变量汇入

本节将讨论影响行人移动行为之变量。本研究认为，主要观察目标之行人其周围是否有其他行人，会影响观察目标改变其行进方向，故将针对观察目标之周围方格是否有其他行人占有而进行讨论。

本研究透过录像观察发现，影响行人因路径冲突而改变其行走速率或方向，多以其周围几格之范围内为主，而本研究以 30 公分为方格之边长，故讨论影响行人移动方向及行为反应之变量时，将以其周围之格子数进行讨论。根据前面提及之行人平均步行速率为 1.2 公尺/秒，因此将行人直行视线范围

订为 1.2 公尺，也就是往前推四格；至于左右方之范围，则以各站一个人的距离，也就是各为 60 公分，即为左右方各推两格，如下图 6 所示。

另外本研究欲得知结果为观察目标是否会因变量的影响而改变移动方向或选择静止不动，若选择改变方向，则有五种方案选择，包括：左边、左前、直行、右前、右边，再加上静止状态，因此总共可分为六种方案选择，如下图 7 所示。

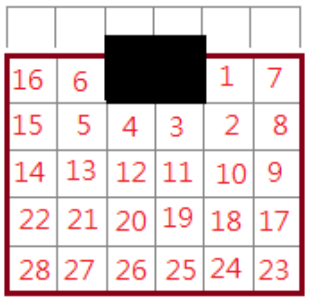

图 6 观察范围图

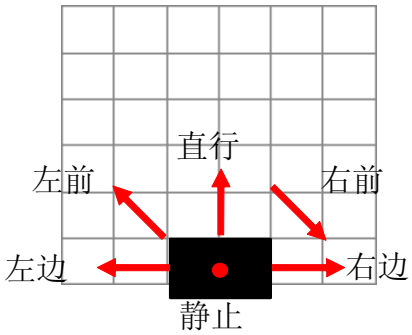

图 7 行人选择方向

最终，资料输入 EXCEL 档之格式如图 8 所示。图中 X1~X28 为上述提及之 28 个影响行人移动行为之空间范围，若范围内有行人占据则输入 1，没有则输入 0。将以上 28 个影响变量的资料皆输入完毕后，则观察行人改变的移动方向。方向的部分则输入观察对象选择的方案，选择往左输入 1、左前输入 2、静止不动输入 3、右前输入 4、往右输入 5，直行则输入 6。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	脚架(秒)	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	方向选择
2	1-0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3	1-0.2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
4	1-0.4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	3
5	1-0.6	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	3
6	1-0.8	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
7	1-1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	2
8	1-1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
9	1-1.4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	3
10	1-1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
11	1-1.8	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
12	1-2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13	1-2.2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14	1-2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
15	1-2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16	1-2.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17	1-3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
18	1-3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
19	1-3.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
20	1-3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21	1-3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
22	1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23	1-4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
24	1-4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	2-0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3
26	2-0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3
27	2-0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
28	2-0.6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
29	2-0.8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
30	2-1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
31	2-1.2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
32	2-1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	3
33	2-1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	3
34	2-1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	5
35	2-2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	5
36	2-2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	6
37	2-2.4	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
38	2-2.6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6

图 8 行人移动方向变量 EXCEL 档

四、信息范围处理平台

4.1 处理平台设定概念

本研究主要系针对行人路径冲突现象发生时，冲突情况之主要观察对象改变其行为之样本进行相关研究，并将另一影响主要观察对象之冲突对象之位置进行标记，而得到冲突现象发生时其彼此位置所呈现之散布图如下：

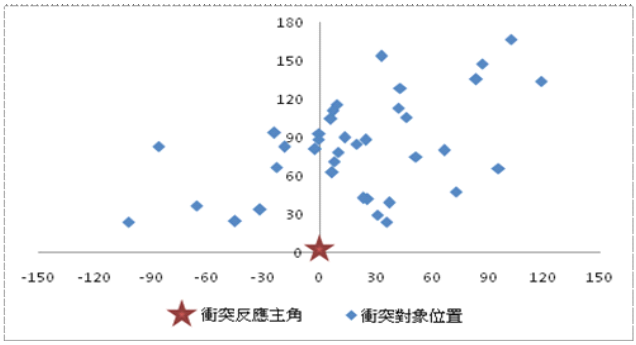

图 9 行人移动方向变量 EXCEL 档

根據散佈圖所呈現之趨勢，可發現衝突對象之位置多半集中於主要觀察對象之前方 120 公分、左右方各 60 公分之區域範圍內，若將其化為資訊範圍，即如同前面第 3.6 節之觀察範圍圖所示。

本研究除了以設定之矩形範圍內共 28 個方格作為空間變數以外，由於空間變數相當多，因此考慮將資訊範圍縮小，嘗試以扇形作為資訊範圍之設定。重新設定資訊範圍之概念，主要係將原先範圍縮小，並將扇形依圓弧狀將其重新劃分為三層，再將各層範圍分別以 15° 分成五區塊，共計 15 個空間變數，如此一來，空間變數的個數相較於原先矩形之空間變數個數則減少許多，且各空間變數之範圍大小較不一致。

另外，原先矩形資訊範圍之衝突反應主角之領地範圍以長 60 公分、寬 45 公分之長方形作為領地範圍，而扇形資訊範圍之衝突反應主角之領地範圍則改以長軸 60 公分、短軸 45 公分之橢圓形作為其領地範圍，相關圖示如下：

图 10 矩形处理平台

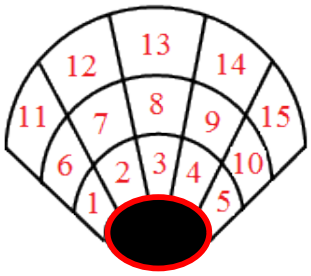

图 11 扇形处理平台

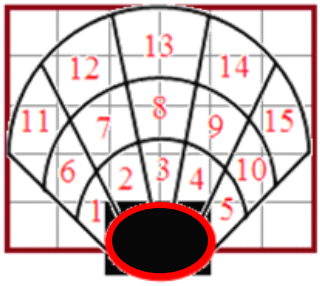

图 12 两种平台范围合并

4. 2 两种处理平台之分析比较

为了得知哪一种平台较适合作为信息范围订定之依据，因此将前述调查所得之行人坐标信息，转换成两种不同之领地范围后，将其置入两种不同的

信息范围处理平台中，并将各个空间范围之情形进行标记，之后利用 SPSS 软件进行多元逻辑斯回归之参数校估与模式检定，在此主要针对两种平台之模式检定部分进行相关比较，以得到较适合作为信息范围订定之平台。

本研究利用适配度(Goodness-of-Fit)统计量及类 R^2 指标(Cox-Snell R^2、Nagelkerke R^2、McFadden R^2)进行模式检定，以下是两种平台模式检定结果：

第一部份，两种平台之适配度统计量 Pearson 显著性，矩形为 p=0.839>0.05；扇形为 p=0.726>0.05，皆接受虚无假设(观察次数与期望次数没有差异)，其中以矩形平台之适配度为较佳；至于离差(Deviance)显著性，两种平台之结果皆为 p=1.000>0.05，表示接受虚无假设；两种平台之两项适配度指标均呈现包含所有的自变数，故模型适配度良好，内容如表 2 所示：

表 2 适配度统计量

	显著性	
	矩形平台	**扇形平台**
Pearson 相关系数	0.839 (较佳)	0.726
离差(Deviance)	1.000	1.000

第二部份，两种平台之类 R^2 指标分别为：矩形之 Cox-Snell R^2 值为 0.640、Nagelkerke R^2 值为 0.724、McFadden R^2 值为 0.617，表示自变数所构成的逻辑斯回归模型可以有效预测结果变项，其效果大小分别为 64.0%、72.4%、61.7%；而扇形之 Cox-Snell R^2 值为 0.615、Nagelkerke R^2 值为 0.708、McFadden R^2 值为 0.583，表示自变数所构成的逻辑斯回归模型可以有效预测结果变项，其效果大小分别为 61.5%、70.8%、58.3%。效果值的大小乃根据实际结果变项的分数(0 或 1)及自变数的分数估算而得，其数值若愈接近 1，表示模型的整体适配度愈佳，相关比较内容如表 3 所示：

表 3 类 R^2 指标

	矩形平台	**扇形平台**
Cox-Snell R^2	0.640 (较佳)	0.615
Nagelkerke R^2	0.724 (较佳)	0.708
McFadden R^2	0.617 (较佳)	0.583

因此综合上述研究结果得知，整体分析结果以矩形平台之适配度统计量以及类 R^2 指标之模式解释力为较佳，因此本研究最后选择以原先设定之矩形平台作为信息范围之处理平台。

五、行人移动行为信息分析

若要了解行人移动行为之特性，行人之移动距离以及速度则为判定行人

行为之重要信息。因此必须利用调查所得之资料，将各样本中行人移动时之点与点之间的坐标，经过公式运算后，即可得知两坐标点之间的距离；另外而时间皆为已知，因此之后再运用公式计算即可得知各行人之行走速率。

而根据本研究调查统计得知，当行人面临与他人冲突时，会改变其原本行为之与他人距离平均约为 97.19 公分，而与他人面临冲突时移动速率每秒平均约为 0.97 公尺，相较于原先行人行走速率平均约为每秒 1.2 公尺，明显速率有较为减缓之现象，显示当行人面临冲突时，不论其选择之反应行为为静止、减速、超越或偏移等，其行走速率将会受到影响，速率则以减缓居多，进而影响其原有行走之行为，容易影响行人行走动线之流畅度，而造成延滞情形发生。

以下是根据本研究调查得知，行人与他人产生路径冲突时，其改变原有行走行为时与他人之间的距离与行走速度，而距离与速度之间的相关程度，呈现为无相关，其回归方程式为：$y = 0.058x + 91.49$，内容如下图所示：

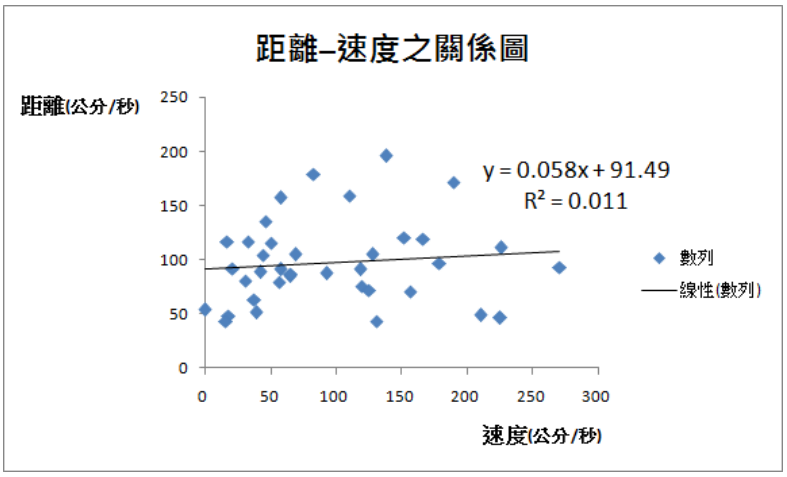

图 13 当冲突发生时行人距离-速度之关系图

另外，针对本研究所得之距离数据进行相关之统计分析，得到其标准差约为 38.98，若以平均值±1 倍标准差，可得其之下限为 58.21，而其之上限为 136.17；由此可知当冲突情况发生，行人改变其原有行为而有所反应时，与他人之间的距离范围约集中在 58.21~136.17 公分之间，因此在冲突情况下行人反应影响距离范围之相关示意图如下：

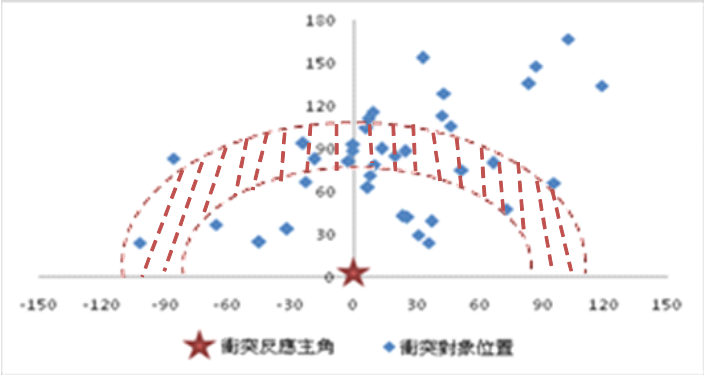

图 14 当冲突发生时行人反应距离之环状范围图

六、结论

1. 本研究以路径冲突下之情形作为条件构建行人移动行为模式；模式中以行人周遭之空间范围作为影响行人移动之变量，再利用格子的概念诠释此行为；结果显示，当行人彼此之间空间距离较近时，行人会因此改变其原有之行走方向、速率，而改采静止、超越、偏移等行为以避免冲突而导致彼此身体碰撞；反之，若行人彼此间空间距离较远时，即便是即将面临冲突，其反应仍较不明显。
2. 本研究针对行人移动行为信息范围之不同处理平台进行相关研究，主要分为矩形及扇形两种处理平台，其设定概念有所不同，包括划分之空间变量个数以及行人领地范围之设定；之后利用 SPSS 软件进行多元逻辑斯回归之参数校估与模式检定，两种处理平台整体分析结果以矩形平台之适配度统计量及类 R^2 指标之模式解释力较佳，因此本研究认为以矩形平台作为信息范围之处理平台较为合适。
3. 行人对于路径冲突的反应区域，不受于行人速度的显著影响，由于行人速度改变不容易，以及行人认为有冲突危险的相对距离，必须是有侵犯到私人空间的反应。因此得到行人的反应范围约为 58.21~136.17 公分之间，这个距离与 Hall 所定义 0.7~1.2 人伸手可触及对方相当接近，也就是说行人认为有被接触的危险所采取的反应，加上速度的影响，有时候过度近(58.21)才反应，或相对速度先行(136.17)采取了行动，这样的结论是值得行人安全的设计所参考的。

参考文献

张正达(2012)，「混合车流中机车运动推进模式之研究–以临近路口与红灯号志为条件」，淡江大学运输管理学系运输科学研究所硕士论文。

陈正德(2004)，「空间结构与行人移动之模拟拟 以西门徒步区为例 」，台湾大学建筑与城乡研究所硕士论文。

Alexandra W. (2004), “Human movement behaviour in urban spaces: implications for the design and modelling of effective pedestrian environments”, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 31, pp. 805-828.

Fruin(1971), “Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners”, Pedestrian Planning and Design, New York.

Yue, H., Guan, H.Z., Zhang, J., Shao, C.F.(2010), “Study on bi-direction pedestrian flow using cellular automata simulation”, Physica A 389, pp. 527-539.

DOU Huili, WANG Guohua, GUO Min (2011), “Traffic Guidance Oriented Model of Traffic State Probability Forecast”, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, Volume 11, Issue 2, 27-32.

论文作者信息表

姓名	范俊海	职称/学位	副教授/博士
单位	淡江大学运输管理系	电子邮件	chunhai@mail.tku.edu.tw
电话	02-26299501	手机	0935545030
地址（邮编）	新北市淡水区英专路 151 号淡大运管系		
论文题目	行人移动行为反应区域之研究—以捷运车站为例		
所属主题	交通安全管理		
作者简介 （限 150 字）	学术领域从事于车流理论以及智能型运输系统的侦测技术发展有较大的兴趣。		

姓名	陈孝慈	职称/学位	学生/硕士
单位	淡江大学 运输管理学系	电子邮件	699660097@s99.tku.edu.tw
电话	(03)3502602	手机	0989-583058
地址（邮编）	33353 桃园县龟山乡振兴路 376 号之一		
论文题目	行人移动行为反应区域之研究—以捷运车站为例		
所属主题	交通安全管理		
作者简介 （限 150 字）	台湾淡江大学运输管理学系硕士班研究生		

姓名	郭人豪	职称/学位	学生/硕士
单位	淡江大学 运输管理学系	电子邮件	601660359@s01.tku.edu.tw
电话	(03)3227181	手机	0955-589843
地址（邮编）	33392 桃园县龟山乡南上路 386 巷 9 号		
论文题目	行行人移动行为反应区域之研究—以捷运车站为例		
所属主题	交通安全管理		
作者简介 （限 150 字）	台湾淡江大学运输管理学系硕士班研究生		