**附录：浙江大学硕士研究生读书报告模板**



硕 士 研 究 生 读 书 报 告



题目 虚拟环境下对发送交通警报给发短信行人的影响的研究

作者姓名 戈宇泽

作者学号 21651046

指导教师 李启雷

学科专业 三维动画与交互技术

所在学院 软件学院

提交日期 二○一七 年 四 月

The Study On Impact of Sending Traffic Alerts to Texting Pedestrians Under a Virtual Environment

A Dissertation Submitted to

Zhejiang University

in partial fulfillment of the requirements for

the degree of

Master of Engineering

Major Subject: Software Engineering

Advisor: 李启雷

By

戈宇泽

Zhejiang University, P.R. China

2017

摘要

本文提出了一个在大屏幕沉浸式虚拟环境中进行的实验，以评估发短信行人对允许通过手机传送的交通警报的反应。我们开发了一种手机应用程序，可在交通条件允许安全通行时向发短信的行人传递信息。我们比较了三组行人的差距选择和运动时间：发短信，发短信，没有发短信（控制）。控制和警戒组织的参与者选择了更大的差距，并且在发短信群体的参与者中，他们的差距选择比较歧视。控制组和警戒组在退出巷道时都比发短信群组有更多的时间，即使警报组​​比对照组和发短信组的时间更短。通过选择更大的差距，警戒组的参与者能够弥补其较差的进入时间，导致安全边际与没有发短信的人没有差异。然而，他们也严重依赖警戒系统，较少关注道​​路。讨论侧重于基于车对步行（V2P）通信技术的辅助技术的潜力，以减轻行人机动车辆碰撞。

**关键词**：行人模拟，发短信，移动设备的使用，行人安全，与车辆连接技术，车辆与行人交互

Abstract

This paper presents an experiment conducted in a large-screen immersive virtual environment to evaluate how texting pedestrians respond to permissive traffic alerts delivered via their cell phone. We developed a cell phone app that delivered information to texting pedestrians about when traffic conditions permit safe crossing. We compared gap selection and movement timing in three groups of pedestrians: texting, texting with alerts, and no texting (control). Participants in the control and alert groups chose larger gaps and were more discriminating in their gap choices than participants in the texting group. Both the control and alert groups had more time to spare than the texting group when they exited the roadway even though the alert group timed their entry relative to the lead car less tightly than the control and texting groups. By choosing larger gaps, participants in the alert group were able to compensate for their poorer timing of entry, resulting in a margin of safety that did not differ from those who were not texting. However, they also relied heavily on the alert system and paid less attention to the roadway. The discussion focuses on the potential of assistive technologies based on Vehicle-to-Pedestrian (V2P) communications technology for mitigating pedestrian-motor vehicle crashes.

**Keywords：**Pedestrian simulation; Texting; Mobile device use; Pedestrian safety; Connected vehicles technology; Vehicle-to- pedestrian (V2P) communication

1 概述

机动车辆碰撞造成的行人伤害和死亡是全世界主要的公共安全问题。在美国，根据国家公路交通安全管理局规定[1]，行人是最近发布的交通安全数据中少数道路使用者中死亡人数升高的原因之一。 2011年，交通事故中有4,432名行人遇害，估计有69,000人受伤。全球约有40万名行人每年在交通事故中死亡，发展中国家发生率最高[2]。

分心作为车祸的一个原因近年来受到越来越多的关注。许多研究表明，驾驶员的注意力受到手机等移动设备的影响[3]。虽然发短信和打电话对驾驶的有害影响基本都被记录下来了，但对使用移动设备的行人的危险被记录的相对较少。最近，研究人员已经开始通过自然观察研究和通过对照实验室研究来解决这个问题。这项工作表明，在手机发短信或谈话时，行人表现出风险较高的道路交叉行为[4-6]。驾驶员和行人组合在一起被移动设备分散，造成了特别的致命混合。

研究使用大屏幕，身临其境的虚拟环境来研究移动技术的使用如何影响步行道路交叉口，以及辅助信息系统如何有助于改善穿越道路时发短信的有害影响。参与者的动态以3D形式进行跟踪，以产生准确的第一人称视角。图像以立体声显示，给出3D定位和车辆运动的逼真感。模拟器可以向参与者的手机发送消息，提醒他们交通状况和潜在危险。这样我们就可以安全和系统地测试这些信息系统对发短信行人的有效性。本文介绍了一项研究的结果，比较了发短信行人与有无报警系统的道路交叉行为，告知他们何时安全过马路。

**2 穿越道路实验**

穿越道路时发短信可能是危险的，特别是在交通密集的情况下。发短信的行人可能会错误地判断差距的大小，或者不注意交通的变化，例如车道变化和车辆加速度。为了检查发短信有无使用警报的影响，我们在大屏幕，身临其境的行人VE中进行了实验，参与者在身体上穿过单一模拟交通路线。道路交通情景的目的是为了提高参与者的注意力，从而模仿穿越高速公路时发短信的危险行为。参与者站在一个（虚拟）弯曲的单车道的边缘，面对着稳定的交通流。间距在车辆接近参与者之间，车辆之间动态变化。短距离视图，高密度流量和动态可变间隙大小的组合使得这成为一项非常具有挑战性的任务。模拟器自动生成并向参与者发送短信，并记录参与者发送的消息。在警报状态下，模拟器发送警报信息给手机，通知参与者何时可以安全地过马路。文本交换和警报存储在仿真数据流中，用于分析性能。下面介绍发短信（有和没有警报）和非发短信行人在交通流量方面的差异，选择跨越的空白，并在穿越繁忙的道路时缩短他们的空白时间。

**3 方法**

实验采用行人过路工作来检查发短信有无警报的效果，以告知行人有关安全过路的情况。参与者站在单车道的边缘，并观看了来自左边的连续的交通流。他们的目标是安全地过马路。一旦他们选择了一个间距，参与者身体走到虚拟路的另一边。参与者到达道路另一边后，交通停止生效。参加者然后回到起点，开始了新的试验。

实验使用了三个条件之间的主题间设计：发短信，警报和控制。在发短信的情况下，参与者在整个交叉会议期间不断收到并回复自动化短信。警报条件与发短信条件相同，除了参与者也收到他们手机的警报，通知他们安全漏洞正在接近。 在控制条件下，参与者在整个交叉会话期间持有手机，但没有与汉克文字或接收警报。

该研究使用大屏幕虚拟环境Hank进行，Hank由相对于彼此成直角放置的三个屏幕组成，形成三壁房间（4.33×3.06×2.44m）。三台DPI MVision 400 Cine 3D投影机。

将立体声的高分辨率，纹理图形后置投影到屏幕上。相同的投影机将高分辨率立体图像投影到地板上（4.33×3.06米）。参与者穿着与显示器同步的Volfoni ActiveEyes立体快门眼镜，使得图像在左眼和右眼交替可见。这允许我们以每个参与者的正确视角显示立体图像。侧面屏幕长4.33米，允许参与者身体走过一条（大约3.6米宽）虚拟道路的单车道。立体声环绕声用于产生空间交通声音。反光标记安装在手机上和参与者佩戴的头盔上。 OptiTrack运动捕捉系统用于根据围绕卷的17个Flex 13摄像机的标记位置来确定手机和参与者的头部的位置和方向。参与者的观察点是根据头部数据估计的，并用于为参与者的观点呈现场景。虚拟环境软件基于Unity3D游戏平台。在实验期间内部代码产生交通并记录车辆，行人和手机的位置和方向，供以后分析。

在单车道路上从左向右行驶的交通流。车辆是从路边左侧一座建筑物的后面产生的，穿过屏幕，然后在右侧的建筑物后面消失。道路最初弯曲，然后沿着与左屏幕垂直的巷道的直线部分接近参与者。选择道路的可见部分的长度，使得下一个间隙中的尾部车辆始终在引导车辆通过参与者之前出现。因此，参与者可以在开始过马路之前总是看到整个差距。车辆以40.23或56.33公里/小时的恒速行驶。

车辆被定时，使得交叉点之间的车辆之间的时间差距（即引导车辆的尾部穿过CAVE的中心的时刻与尾部车辆的前方横过CAVE的中心的时刻之间的时间差） 是五个预先选择的差距之一（2.5s，3.0s，3.5s，4.0s或4.5s）之一。 请注意，随着车辆接近交叉路口，两车速度不同的两车间的时空差距不断变化。 为了创造中等密度的交通，而小间隙比大间隙发生的频率更高，该模拟器随机地从给定的13个间隙和车辆速度（40.23或56.33公里/小时）中提取了一个差距。

一个Android Messenger应用程序在内部开发并安装在手机上。为了最小化消息交换延迟，手机通过使用TCP / IP的无线网络与主计算机通信。为了给自然对话的外观，发送给参与者的手机的消息被显示为来自我们的虚拟环境Hank。 对话开始于汉克的一个消息，介绍自己。汉克然后询问了一系列预先记录的问题，一次是在发送下一条消息之前等待对一个问题的回复。要求参与者单独回复每个问题。

参与者可以自由使用swype和自动更正功能。通过手机半秒钟的振动，参与者被通知新消息的到来。问题按主题分组，可以通过短信回答。

在报警条件下，当交叉路口（距离4.0s或4.5s）的距离接近人行横道时，与会者获悉。有关航空，地面车辆和行人预警系统的广泛文献。研究已经通过不同的方式（视觉，听觉和触觉）以及不同的刺激特性来检查呈现警告的有效性[2]。许多研究已经显示出具有组合的视觉和听觉信号的优点，而不是仅具有视觉或听觉信号[6]。为了达到最大的效果，我们设计了一个界面，提供了视觉和听觉信息，说明下一个可交叉的差距何时到达人行横道。视觉信息是倒计时钟的形式，显示了以半秒间隔到达下一个间隙的时间。每当交叉路口距离人行横道10秒钟时，时钟就会出现。一旦差距到达人行横道，红色框变成绿色，计数器消失了。计时器出现在光标内，以保持计时器在行人的视野内。听觉信号是手机上的“叮ing”声，在差距到来之前通知行人一秒钟。

主计算机在每个时间步长记录虚拟环境中所有可移动实体的位置和方向，包括行人的头部，手机和所有车辆。 此外，它记录了发送到和从参与者接收的文本消息以及消息被发送或接收的时间步长。 这种数据记录方法使我们能够重建实验的关键方面。在3D 3D内部开发了3D显像，以图形化重放试验。这个应用程序使研究人员可以从不同的角度（例如，自上而下，第一人称或第三人称视角）可视化行人运动和流量，并使用播放，暂停，停止，快进和倒带按钮此外，视觉效果器自动生成性能变量的记录。

使用学习算法开发一种从头部位置和方向估计参与者凝视的方法，以便确定参与者对流量，手机和其他地方的关注。注视分类是基于参与者的头部相对于手机和道路上的车辆的位置和方向。收集了观众注视的培训和测试数据集。训练数据集用作支持向量机（SVM）的输入，该支持向量机（SVM）根据在实验试验期间记录的数据计算注视方向分类的参数。在模拟的每个时刻，参与者的目光被分类为查看流量，看手机或其他地方。分类基于以参与者的眼点为中心的球面坐标系。当前正在接近参与者的车辆和手机周围的边界箱被投影到参与者的头部中心的球体以及参与者的朝向。由SVM返回的模型通过测试数据集实现了93％的正确分类。

共有48名本科生参加了这项研究。 参加者通过爱荷华大学的小学心理学课程招募，并获得了参与的课程学分。三组中有16名参加者（8名女性和8名男性）：控制，发短信和警报。

参与者首先配备了跟踪头盔，快门眼镜和连接到VE背面的柱子的线束，以防止他们走到前屏幕。然后，参与者简要介绍了虚拟社区，并指示他们像现实世界一样穿过道路。每次试验都是从道路上开始的。连续的车辆从左侧驶近。流中的第一辆车总是紫色的。要求与会者等到紫色的车过去，以防止他们穿过交通流前面的空地。他们被告知，他们可以等待他们在尝试过马路之前想要的。一旦参与者到达道路另一边的人行道，则停止交通生成，让参与者返回到起始位置。一旦参与者返回到起始位置，再次以与上述相同的方式产生交通。每个参与者进行了三次练习，然后进行了20次测试。在完成测试试验之后，参与者填写了人口统计调查问卷。

就道路交通安全问题了解情况。该研究花了约30分钟去完成。

要求控制组的参与者手持手机。但是，手机在整个实验中都被关闭了。要求发短信群组的参与者尽快回复他们收到的文本。在第一次实践审判中，他们没有发短信;在剩下的两项实践审判中，他们收到了案文并作出了回应。警戒组的参与者进行了一次没有文本或警报的练习。在第二次实践试验中，他们收到文本并对其进行了回应，没有提示。在第三次实践试验之前，他们被简要描述了警报系统的工作原理。他们被指示等待三个安全漏洞（4.0s和4.5s）通过，以提供他们的警报系统的经验。然后他们执行了一个单一的练习试验，激活警报系统。他们没有给出关于如何使用警报的明确说明，以及是否根据警报过路。所有参与者进行了20次测试。

进行混合效应逻辑回归分析，以确定条件（控制，发短信，警报）是否预示着发生差距的可能性。 数据最适合的模型包括对象的随机截距，间隙大小的随机斜率以及间隙大小和条件的固定效应。

对于所有其他措施，我们进行单向方差分析（ANOVA）与条件（控制发短信，警报）作为受试者因素。 使用Fischer的最小二乘法差分检验进行事后检验，alpha = 0.05。

初步分析没有显着的主要影响或涉及性别的相互作用。 因此，以下报告的分析结果与性别有关。

**4 小结**

这项研究强调了行人发短信对安全道路交通可能产生的不利影响，以及手机警报的潜力，以减少在发送短信时穿过道路时被车辆撞击的风险。在我们的实验中，发短信和非发短信参与者之间最显着的区别在于他们指导他们的目光。没有警报的发短信的参与者看到流量只有非发短信参与者的时间只有一半。减少对交通的关注造成严重后果：发短信的行人越来越小，缺少时间，比非发短信群体更频繁。发短信的参与者花费更少的时间查看流量（他们看到流量约为非发短信参与者的1/4）。然而，他们的交叉行为比没有警报的发短信的风险更小。平均而言，发送警报的参与者选择了更大的差距，有更多的时间和更少的碰撞比没有警报的发短信（尽管并不是所有这些差异都具有统计意义）。

虽然这些结果为促进安全道路交通使用许可警报提供了希望，但参与者侧重于手机的程度引起了对过度决策技术过度依赖的担忧。 减少对交通的关注可能会使他们容易受到意外的交通流量变化或技术失误的预测，从而导致不安全的进入交通繁忙的道路。 在采取措施将其部署在实际道路上之前，对这种辅助技术的广泛测试至关重要。

以仿真为基础的实验出现的一个问题是，虚拟环境中的参与者的行为与现实世界中类似情况下的人们行为方式对应的程度。特别是在这个实验中（特别是在发短信条件下）的高虚拟（虚拟）碰撞率表明，参与者可能已经承担了他们不会穿过实际流量的风险。碰撞率很高的一个原因是交通意图设计为提供交叉的挑战性条件，以调查群体之间的差异。差距较大，差距较大;车辆以不同的速度行驶，导致缝隙在大小接近交叉点时变化;并且间隙在相对较短的时间段内是可见的。在不明确的条件（即不可交叉或易于交叉的间隙）中，性能差异最大。高碰撞率可能部分是因为任务的难度。

大量的研究已经研究了使用驾驶模拟器进行的行为研究的有效性（参见[4,5]审查结果）。一般的发现是，在真实和模拟世界中的行为之间存在中等至强的相关性。较少的工作检查了行人模拟器的有效性，但这项工作也表明模拟和实际环境中的行为之间存在着显着的对应关系。 Schwebel等人将行人虚拟环境中的儿童和成人的行为与实际的模拟任务（儿童和成人）以及成年人的实际道路交通行为进行比较。参与者站在一个模拟的路边，他们看到一个虚拟的道路显示在三个大显示器上。当他们判断为安全的时候，任务就是遏制路边。该步骤触发了以参与者的正常步行速度穿过虚拟道路的第三人头像。与两个常用的真实世界道路交叉模拟任务进行比较，包括差距大小，命中率，关闭呼叫，等待时间和开始延迟等关键性能变量与“呐喊”技术相比，参与者站在道路边缘，在他们认为可以安全地交叉的时候呼吁，以及参与者站在距离道路很远的两步技术，以便在判断出交叉安全的时候可以采取两个步骤开始交叉运动。此外，成年参与者实际上穿越了一条路。

他们发现行人虚拟环境中的表现与模拟任务和实际道路交叉之间存在很大的相关性。 此外，他们发现，母亲报告的与伤害风险（包括冲动和抑制控制）相关的儿童气质的措施预测了模拟器行为的风险。 这些结果为本文报告的结果的有效性提供了支持。 特别是，我们认为，在这些条件下，相对的表现水平表明了现实世界中发短信和不发短信的行人行为，而且在警戒状态下的表现提供了重要的证据，证明行人在行驶过程中可能会出现这种警报的行为 真正的道路。

我们的研究强调了虚拟环境的用途，用于研究移动技术对分散行走的影响，特别是在道路交叉等高风险情况下。我们的行人虚拟环境为进行手机使用的控制实验提供了一个安全的平台。在真正的道路上太危险了。重要的是，我们侧面屏幕的长度可以让我们研究行人如何在交通繁忙的道路上行走。以前的大部分行人过路工作涉及现实世界中的模拟任务（例如“喊”和“两步”技术），具有踩踏工的虚拟环境，或参与者采取单步启动的虚拟环境头像的动议。让参与者身体走过一条道路，涉及广泛的感知/行动机制，并建立一个重要的反馈回路，支持校准感知/动作。此外，参与者可以自然地将其运动的时间和速率调整到车辆的连续运动（例如，加快其响应紧密呼叫的速度）。以前的研究，比较差距决定涉及身体上的差距与在路边的差距决定发现，那些实际上越过公路的人更精细地调整他们的行动，并做出更安全的过境[1,3]。

由于VE的灵活性，我们可以快速开发场景，并尝试流量模式，道路布局和用户界面设计的变化。 在这项工作的早期阶段，我们为警报系统实现了几个接口原型。 我们能够在试点研究中测试界面的变化，并快速改进设计。 最重要的是，VE允许我们对观察性研究中难以或不可能做的参与者行为进行细粒度分析。 我们在实验的每个时间步骤中记录所有车辆的位置，参与者的头部的位置和方向，以及手机的位置和方向。 这样我们可以重播个别道路交叉试验，以估计凝视行为，并以高保真度分析决策和行动。

在我们未来的研究中，我们计划探讨许可信息系统的时间对交叉行为的影响。 例如，如果所选择的差距小于本实验中使用的间隙，参与者是否会继续依赖于允许系统？ 同样，如果许可系统只选择非常大的（甚至是罕见的）差距，参与者如何回应呢？

此外，本次计划调查在不安全的情况下告诉行人禁止信息系统。这包括手机上的“不要走”图标，以指示何时进入道路是不安全的，并且当他们开始危险的行为时警告行人发出警告信号。一个重要的问题是是否可以及时发送信息，让参与者对警报作出反应。另一个关键问题是行人如何对禁止警报作出反应。移动设备和短距离通信技术为车辆内外的道路使用者提供了巨大的潜力。 需要进一步研究，以便更好地了解如何及时提供有用的信息。

参考文献

[1] National Highway Traffic Safety Administration, Traffic safety facts: Pedestrians, volume DOT HS 811 74B, Department of Transportation, Washington, DC., 2013.

[2] ITF. Pedestrian Safety, Urban Space and Health. In International Transport Forum, OECD Publishing, pages 116, Paris. 2012.

[3] D. L. Strayer, F. A. Drews, and D. J. Crouch. A comparison of the cell phone driver and the drunk driver. In Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, volume 48, no. 2, pages 381-391, 2006.

[4] J. Hatfield, and S. Murphy. The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at signalised and unsignalised intersections, In Accident Analysis & Prevention, volume 39, no. 1, pages 197-205, 2007.

[5] M. B. Neider, J. S. McCarley, J. A. Crowell, H. Kaczmarski, and A. F. Kramer. Pedestrians, vehicles, and cell phones. In Accident Analysis & Prevention, volume 42, no. 2, pages 589-594, 2010.

[6] J. L. Nasar, and D. Troyer. Pedestrian injuries due to mobile phone use in public places. In Accident Analysis & Prevention, volume 57, pages 91-95, 2013.