**深 圳 大 学**

本 科 毕 业 论 文（设计）

题目: **赖于十字路口驾驶员注视特性的**

**驾驶员意图预测方法研究**

姓名: **朱方平**

专业: **自动化**

学院: **机电与控制工程学院**

学号: 2013110027

指导教师: **李国法**

职称： **助理教授**

二〇一七年五月四日

**深圳大学本科毕业论文（设计）诚信声明**

本人郑重声明：所呈交的毕业论文（设计），题目《赖于十字路口驾驶员注视特性的驾驶员意图预测方法研究》是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。除此之外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。本人完全意识到本声明的法律结果。

毕业论文（设计）作者签名：

日期： 年 月 日

摘 要

本文在现有数据的基础上，通过对驾驶员在十字路口处视线的变化规律的深入分析，选取了一些具有典型性的特征作为注视特性，继而利用模式识别/机器学习的方法建立驾驶意图预测模型。在分析总结后得出驾驶员在不同的驾驶意图下的注视特性特点，达到基于注视特性的驾驶员驾驶意图预测的目的，从而为城市道路交通提供必要理论支持，为驾驶员在十字路口的驾驶行为预测研究奠定基础。同时也为减少交通事故，提高驾驶安全性提供参考依据。

本研究完成的工作主要包括以下方面：

（1）分析了驾驶员在十字路口的驾驶行为，建立了十字路口类型、驾驶意图与注视特性的数据库。根据交通路况，选取了有时间倒数的红绿灯十字路口以及没有红绿灯的十字路口作为本次研究的两种十字路口。驾驶员在十字路口显然只会有三种驾驶意图：左转、右转与直行。在此基础上，先将车内车外环境大致分为13个区域，以便于对驾驶员注视特性进行选择。根据在十字路口驾驶员视线注视和转移的特点，选取了注视时长、注视频次以及转移概率作为本次研究的注视特性。

（2）通过Matlab提取分析整理了现有数据，总结得到了注视特性的相应参数，包括注视频次、注视时长和转移概率。在现有数据的基础上，对13个区域的各类注视特性分别进行了整理分析。

（3）以选取的注视特性参数为基础，采用机器学习方法建立了模型。本次研究总体上来说是一个分类问题，采用的机器学习方法有：支持向量机（LibSVM）和随机森林（Random Forest）。在建立模型之后，再对原始数据进行模拟，得到了相应的分类准确率，并借此不断调整模型参数，完善模型。

（4）对模型及数据进行了分析，得出了结论。

关键词：驾驶意图，注视特性，十字路口，随机森林，支持向量机

Abstract

On the basis of the existing data, this paper chooses some typical features as the gaze characteristics after analyzing the changes of the driver’s sight at the crossroads. Then we use the method of pattern recognition and machine learning to establish the driving intention prediction model. After analyzing and summarizing the characteristics of the driver's attention under different driving intentions, the purpose of the driver's driving intention prediction based on the gaze characteristics is achieved. So it’s easy to provide the necessary theoretical support for the urban road traffic and lay the foundation for the study of driver's driving behavior prediction at the crossroads. At the same time, it’s helpful to provide a reference for reducing traffic accidents and improving driving safety.

The work done in this study mainly includes the following aspects:

（1） Analyze the driving behavior of the driver at the crossroads and determine the type of crossroads, driving intention and gaze characteristics. According to the traffic conditions, select the time to count the number of traffic lights at the crossroads and no traffic lights at the crossroads as the two kinds of crossroads we want to study. The drivers at the crossroads apparently had only three driving intentions: turn left, turn right and go straight. On this basis, the car interior environment is roughly divided into 13 areas, in order to facilitate the choice of the characteristics of the driver to watch. According to the characteristics of the observation and transfer of the driver's attention at the crossroads, the gaze time, the watching frequency and the transition probability are selected as the gaze characteristics of this study.

（2）The existing data are analyzed and analyzed by Matlab, and the corresponding parameters of the gaze characteristics are summarized, including the frequency of gaze, the duration of gaze and the probability of transition. On the basis of the existing data, the various kinds of gaze characteristics of 13 regions were analyzed and analyzed respectively.

（3）Based on the selected gaze characteristic parameters, the model was established by machine learning method. This study is generally a classification problem, so we decided to use machine learning methods: support vector machine and random forest. After the model is established, the original data is simulated and the corresponding classification accuracy is obtained. The model parameters are improved and the model is improved.

（4）The model and data are analyzed and the conclusion is drawn.

**Key words:** Driving intention; Gaze characteristics; Crossroads; Support vector machine; Random forest

目 录

摘 要 I

Abstract III

第1章 绪 论 1

1.1研究背景与意义 1

1.2国内外研究现状 2

1.2.1国内研究现状 2

1.2.2国外研究现状 3

1.3主要研究内容 4

第2章 研究方法 5

2.1研究方法总述 5

2.2数据库构建 6

2.3基本参数描述 6

2.3.1十字路口 6

2.3.2驾驶意图 7

2.3.3注视特性 7

2.4本章小结 8

第3章 注视特性分析 9

3.1注视频次分析 9

3.1.1左转时注视频次特点 9

3.1.2右转时注视频次特点 11

3.1.3直行时注视频次特点 13

3.1.4不同驾驶意图注视频次对比 17

3.2注视时长分析 18

3.2.1左转时注视时长特点 19

3.2.2右转时注视时长特点 21

3.2.3直行时注视时长特点 23

3.2.4不同驾驶意图注视时长对比 27

3.3转移概率分析 29

3.3.1左转时的转移概率 30

3.3.2右转时的转移概率 31

3.3.3直行时的转移概率 33

3.4本章小结 34

第4章 算法优选与指标筛选 35

4.1分类算法优选 35

4.2注视特性指标筛选 36

4.3本章小结 36

第5章 建模与预测 37

5.1机器学习有关算法简介 37

5.1.1随机森林算法简介 37

5.1.2支持向量机算法简介 38

5.2分类器设计 39

5.2.1基于随机森林算法的分类器设计 39

5.2.2基于支持向量机算法的分类器设计 40

5.3预测结果 41

5.3.1基于随机森林算法的分类器预测结果 41

5.3.2基于支持向量机算法的分类器预测结果 42

5.3.3分类准确率 43

5.4本章小结 43

第6章 结 论 45

参考文献 47

附 录 51

致 谢 57

第1章 绪 论

# 1.1研究背景与意义

汽车保有量指得就是一个地区拥有车辆的数量，一般是指在当地登记的车辆。汽车保有量一直与国民的收入成正比，随着中国经济飞速发展，中国汽车保有量也是呈现持续增长的趋势。图1-1为2009年至2016年的中国汽车保有量趋势变化图。汽车的出现给人们的出行带来了极大的方便，但与此同时也带来一系列交通问题。例如，交通拥堵、交通事故。这样为城市道路交通带来极大压力，人员伤亡和损失也大幅增加。再加上近年来网约车的出现与驾驶员非职业化日益严重，交通压力骤增，交通事故也越发频繁。



图1-1汽车保有量统计（2009-2016）

驾驶员作为汽车的操控者，一直是交通状况的主导者，可以说，驾驶员的行为，基本决定了道路交通的秩序性。另一方面，驾驶员的驾驶水平和控制意识也影响着道路交通的安全性。

驾驶行为是驾驶员驾驶意图的具体体现，研究驾驶员的驾驶意图就能为下一步判断驾驶行为做出预测，从而为驾驶行为可靠性提供依据，也为道路交通安全性提供理论依据。对驾驶行为的预测可以是监测驾驶员操作行为和车辆运行状态参数，也可以是对驾驶员视觉变化和头部运动变化的监测，来判断驾驶员的驾驶意图和进一步预测驾驶员接下来的驾驶行为。

驾驶意图的预测研究对交通系统的安全性具有积极作用。首先就是缓解城市交通压力、降低交通事故发生率。其次是对驾驶员驾驶意图进行预测，使得可以有效预警危险驾驶行为，提高了驾驶员的驾驶安全性。再就是为驾驶安全辅助系统完善做出了一定程度上的完善，为智能驾驶奠定了基础。

综上所述，驾驶员驾驶行为预测研究主要是为了提高驾驶安全和交通安全。本文主要是对驾驶意图预测方法的研究，以驾驶员的注视特性作为预测驾驶员驾驶意图的特征指标，利用模式识别/机器学习的方法建立相应的模型，从而达到某些条件下预测驾驶员的驾驶意图，为危险驾驶行为做出预警，减少交通事故的发生，提高驾驶安全性。

# 1.2国内外研究现状

## 1.2.1国内研究现状

我国经济发展较西方国家起步较晚，汽车产业更是滞后于西方发达国家，因而对汽车技术的相关研究也比国外落后。但近些年来，不少研究人员在这方面也做出了不少贡献，对驾驶员的驾驶行为及意图方面的研究也在不断进行中。

吉林大学的冀秉魁[1]对城市道路交通环境下驾驶员在行车过程中的驾驶行为进行了预测。他通过深入分析和研究驾驶员在跟驰、超车以及换道（包括左换道和右换道）行为及意图阶段视觉特征的表征参数的变化规律，选取了具有典型特征的表征参数作为模型参数，以隐马尔科夫理论为基础建立模型，找出了驾驶意图和驾驶行为的关系，从而对驾驶意图做出预测。

长安大学的袁伟等人[2]以视觉特性为基础，对驾驶员的换道意图做出了预测。试验中，他们以驾驶员实际的数据进行了对比分析，构建了包含7个参数的换道意图识别指标体系。同时，他们运用证据理论确定识别框架和证据链，构造了基于多证据融合识别的换道意图识别模型，为改进汽车驾驶辅助系统提供了一定程度上的帮助。

上海工程技术大学的麻婷婷等人[3]利用支持向量机建立了驾驶员超车辨识模型，对驾驶员超车意图做出了预测。在江苏大学6自由度SCANER II驾驶模拟器和眼动仪的帮助下，以驾驶员实际的超车数据为基础，运用控制变量法对不同参数组合的辨识效果进行了对比分析，得出了最佳辨识效果的参数，为预测驾驶员超车意图提供理论依据。

吉林大学的宗长富等人[4]则将隐马尔可夫模型（HMM）和人工神经网络（ANN）相结合，以驾驶模拟器获得的双移线和直线行驶的数据为基础，实现了对驾驶员在紧急转向、正常转向和直线行驶三种工况下的驾驶意图辨识和驾驶行为预测。

合肥工业大学储颖等人[5]，基于驾驶员的操作信息标定不同驾驶意图及驾驶行为的片段权重，建立了判断典型驾驶意图及驾驶行为的权重矩阵。并通过Matlab编程，对所建立的权重矩阵进行了仿真，确定了其合理性及可靠性，为汽车主动安全技术的发展提供了一种新方法。

长沙理工大学喻丹、吴义虎等人[6]选择了以后车车速、前后车速差和车间距作为变量输入，输出驾驶人的驾驶状态，以隐马尔可夫模型为基础来预测机动车驾驶人状态。

清华大学教授宋健等人[7][8]通过统一驾驶员的操作意图和驾驶环境，辅以模糊推理理论为基础，建立了一种量化并且能输出驾驶员意图的驾驶意图模型，从而修正驾驶员的基本换挡规律。

## 1.2.2国外研究现状

国外在驾驶意图和驾驶行为预测的方向上进展比国内早，研究也具有特点，值得国内研究人员所学习。

Winsum W V等人[9]采用了驾驶模拟器的方法，研究变换车道过程中车速、车道宽度以及行驶方向的驾驶员感知信息与车辆响应之间的关系。他们将车道变换分成三个连续的状态，认为驾驶员的操作行为是受其前一阶段驾驶行为的结果所控制的，并研究视觉和车道变换策略选择的关系。

Olsen E等人[10]把驾驶员在行车过程中的注视点划分为多个注视区域，包括正前方、内后视镜、左窗、左后视镜、左侧盲区、右窗、右后视镜、右侧盲区、仪表盘区域等。其研究的是换道过程中注视点与换道策略选择之间的关系，是基于注视特性的驾驶员换道意图预测。

Liu A [11]认为驾驶员的驾驶意图可以通过驾驶员当前的驾驶行为和路面状况判断，将驾驶员现有的动作、路况以及车况作为数据来预测驾驶员下一步的驾驶行为，也就是预测驾驶员的驾驶意图。驾驶员的驾驶行为比如转向、加速等在一定程度上可以为驾驶员下一步行为作出解释。

Werneke J, Vollrath M [12]采用驾驶模拟器研究了交叉路口复杂度对驾驶员驾驶意图和驾驶行为的影响，同时用实验来探究驾驶员注视特性、车辆反应等对驾驶员在交叉路口处驾驶意图的影响。其研究表明驾驶员的注视特性——注意力分配这一项对驾驶员在交叉路口处的驾驶意图产生明显影响，且最不复杂的交叉路口显示出最多的意外。

Takano W, Matsushita A等人[13]认为可以基于隐马尔可夫理论（Hidden Marko Model）来研究驾驶员转向意图，其研究过程中提出了该方法，实现了对驾驶员转向意图的辨识。

日本爱知大学的Kishimoto Y等人[14]利用已经发生的驾驶员操作或动作，以不同动作行为与驾驶行为的内在联系为基础建立了驾驶行为的预测模型。

维多利亚大学的Miller S[15]提出了基于IF-ELSE方法来辨识驾驶意图，并设计了一种车辆避障系统，以车辆当前的驾驶员意图及车辆运行环境为辨识根据，预测当前情况下可能发生的交通事故，继而对驾驶员进行预警，避免交通事故的发生。

# 1.3主要研究内容

本文在研究国内外驾驶意图相关研究的基础上，以注视特性为桥梁，研究驾驶员在十字路口处的驾驶意图与驾驶行为的关系，设计了以支持向量机算法和随机森林算法为基础的分类器。本文的主要内容如下：

第1章 绪论。阐述本次研究的背景与意义，介绍国内外当前在相关领域的研究成果，并说明本文的主要内容。

第2章 研究方法。主要阐述本文的研究思路和研究方法，也包括对研究中出现的参数的描述。

第3章 注视特性分析。本章主要以三种注视特性、三种驾驶意图、两种十字路口为基础进行统计分析，也包括对同一驾驶意图不同十字路口数据的对比以及同一十字路口不同驾驶意图数据的对比，得出了驾驶员在十字路口的主要注视特性的特点。

第4章 算法优选与指标筛选。本章首先对研究的分类算法进行优选，以分类准确率、鲁棒性等指标为参考，优选出两种算法——支持向量机和随机森林进行下一步的研究。接下来还对本次研究的众多指标进行了一次筛选，得到了一部分对分类器具有主要作用的指标。

第5章 建模和预测。本章以两种分类算法为基础，确定了分类器参数，继而设计了两种分类器，并对原始数据进行了再预测，得出了不同分类器的预测结果以及分类准确率。

第6章 结论。总结了本次研究的主要过程，将研究中得到的主要结论展现了出来。

第2章 研究方法

本章主要对研究过程进行总述，同时对研究中遇到的数据、参数进行一个分析和基本描述。其中包括数据库建立的方式以及对课题主要的三个参数——十字路口、驾驶意图和注视特性的基本描述。

# 2.1研究方法总述

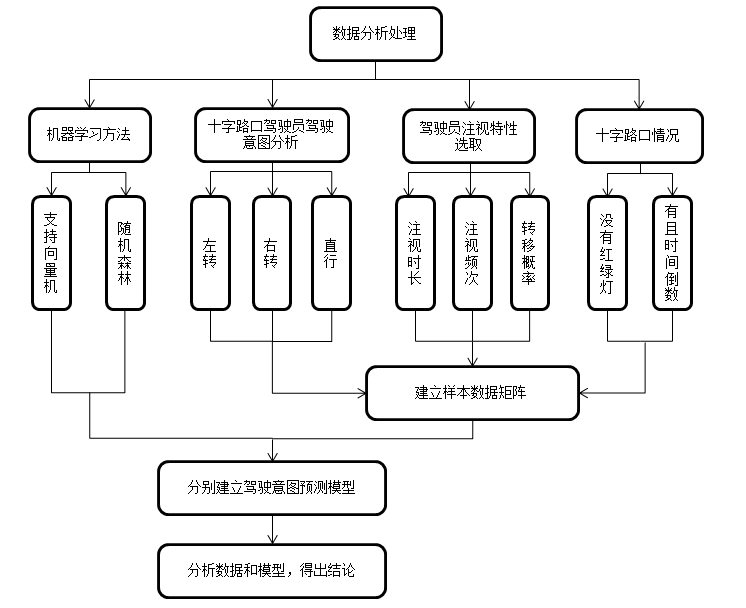
本论文的研究方法如下流程图所示。

图2-1论文研究方法流程图

研究过程中，首先对现有数据进行分析整理，这里面包括提取必要数据和对相应数据的整合。其中，十字路口处驾驶员的驾驶意图分为三种：左转、右转、直行，那么根据这三种驾驶意图，驾驶员在同一种十字路口处也会表现出不同的注视特性。那么作为对比，也选取两种十字路口做一个分析。

下一步则是对提取好的数据进行一个数据整理，将其变为我们想要的形式，也就是为机器学习建立好样本数据矩阵。在拥有了样本数据矩阵之后，选取机器学习方法分别建立对应的驾驶意图预测模型。在众多机器学习方法中，考虑到这次研究重点是分类问题，综合考虑各类算法的特点，选取支持向量机（Support Vector Machine）和随机森林（Random Forest）两种方法。最后就是对已建立好的模型进行完善，分析数据得出结论。

# 2.2数据库构建

本研究的数据采集方法以视频采集为主，其他方法为辅。

视频采集利用在试验车上安装带有前后摄像头的行车记录仪对10位驾驶员约一周的驾驶行为进行了视频录像，并通过后期人工视频分析的方法从视频中提取出驾驶员的注视行为、驾驶员的状态、交通信号灯类型、驾驶员的行车行为等信息，建立起基本的驾驶员注视特性数据库。

采集过程中有很多衍生数据，包括驾驶时间、路口类型、驾驶员交叉口行为等。

其他方法包括有问卷采集，问卷对驾驶员的驾驶行为及驾驶风险性量化提出了针对性的问题。

本研究基于上述数据库进行。

# 2.3基本参数描述

## 2.3.1十字路口

中国国情决定了国内道路情况复杂，国内的十字路口情况更是复杂。国内的十字路口主要分为以下五种：有红绿信号灯但是没有倒数读数、有红绿信号灯且有倒数读数、有红绿信号灯但是没有单独的左转倒数读数、有红绿信号灯且有单独左转信号但没有读数以及没有红绿信号灯。

十字路口处的红绿信号灯很大程度上决定了交通秩序，现今的驾驶员在遵守交通规则的情况下，红绿灯给十字路口处交通安全带来了很大帮助。那么，有无红绿信号灯对驾驶员行车的判断有很大影响，因此，选取有红绿信号灯且有倒数读数(Yes,number,left)和没有红绿信号灯(No)这两种作为典型十字路口进行研究更具有代表性。

## 2.3.2驾驶意图

十字路口处驾驶员的驾驶意图很明显，分为左转、右转和直行，这三种驾驶意图也决定了这次研究属于一个三分类问题。我们要做的驾驶意图预测就是基于驾驶员的这三种驾驶意图。

驾驶意图作为驾驶行为的内在响应，必然是有相应的行为反映出来。这些行为可以使肢体上的行为，比如说手转动方向盘，也可以是视觉的反应，比如说眼睛关注后视镜。人体潜意识上的本能会以各种方式展示，但眼睛是我们获取信息的最主要渠道，因而选取视觉反应即注视特性作为本次研究的重点参数。

## 2.3.3注视特性

驾驶员的注视特性展示的是人眼视觉的不同特性。在行车过程中，驾驶员的注视特性可以解释为驾驶员视线的变化规律。在十字路口处，驾驶员根据其下一阶段的驾驶行为会做出相应的视线变化，包括观察什么区域、观察多久等等。

为了更好的描述驾驶员视觉变化的规律，本次研究将在十字路口处的车内车外大致分为13个区域，从而将视觉特性量化。图2-2是13个区域的划分。这些区域包括：1前方道路、2右前方道路、3后视镜、4左视镜、5右视镜、6信号灯、7仪表盘、8左侧、9右侧、10中控区、11乘客、12左侧道路区域、13其他。



图2-2十字路口行车区域划分

描述视觉变化规律的特征很多，在这里同样是选取具有典型意义的特征作为研究驾驶员驾驶意图的视觉特性。一是驾驶员注视某一区域的总时长，其定义为注视时长（Duration）。二是驾驶员注视某一区域的总次数，其定义为注视频次（Frequency）。三是驾驶员注视区域的转移，即从某一区域转移到另一区域的概率，其定义为转移概率（Transition Probability）。显然，转移概率具体计算方式为

# 2.4本章小结

本章主要阐述了论文的研究思路和研究方法，其中包括数据库的构建以及对研究涉及主要参数的描述。本次研究选取了两种十字路口（有红绿信号灯且有倒数读数和没有红绿信号灯），通过对三种注视特性（注视时长、注视频次、转移概率）的分析来预测十字路口情况下驾驶员的驾驶意图（左转、右转、直行）。

第3章 注视特性分析

本章主要对现有数据进行分析处理结果的展示。其中，第二章所讲述的十字路口、驾驶意图、注视特性在这章都会有结果展示出来，对数据的处理能帮我们更好的理解研究的内容，并且对研究的结果可以有一个初步的认识，为下一步驾驶意图预测做好铺垫。

关于数据提取和数据处理的相关内容均为Matlab编程完成，具体程序见附录。

# 3.1注视频次分析

研究分两种十字路口研究驾驶员的注视特性——注视频次，第一种为有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口，第二种为没有红绿灯（No）的十字路口。

## 3.1.1左转时注视频次特点

研究整理了所有数据中，在第一种十字路口的情况下，驾驶员驾驶意图为左转时，对13个区域的注视频次。如表3-1所示。

表3-1 Yes,number,left十字路口下驾驶员左转注视频次

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 5 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 | 2 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 6 | 2 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

（续表3-1）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 10 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| 10 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 8 | 0 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 9 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 0 | 6 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 |
| 11 | 5 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 5 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2 |
| 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 9 | 1 | 7 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |

作对比，研究还整理了另一种十字路口的情况下，驾驶员的驾驶意图为左转时，13个区域的注视频次成表3-2。

表3-2 No十字路口下驾驶员左转注视频次

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 7 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 5 | 1 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| 9 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 13 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | 0 |
| 16 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 13 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 1 | 3 | 0 |

为了更直观的显示两种路口下，驾驶员驾驶意图为左转时的注视频次特点，对上述数据做简单处理后，做出图3-1如下。

图3-1两种十字路口左转注视频次对比图

从表3-1、表3-2及图3-1可以看出，无论该十字路口是否有红绿信号灯，驾驶员将要左转时注视以下几个区域的次数比较多：1前方道路、2右前方道路、4左视镜、8左侧、12左侧道路区域，其中，注视1前方道路的频次最高。

另一方面，有红绿信号灯时，驾驶员还会关注3后视镜以及6信号灯；没有红绿信号灯时，驾驶员还会关注9右侧。

## 3.1.2右转时注视频次特点

同样地，本次研究整理出驾驶员驾驶意图为右转时的表3-3、表3-4和图3-2。

表3-3 Yes,number,left十字路口下驾驶员右转注视频次

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 8 | 6 | 0 | 2 | 4 | 1 | 5 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| 7 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

（续表3-3）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 4 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 8 | 4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 3 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 5 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表3-4 No十字路口下驾驶员右转注视频次

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 7 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 |
| 5 | 8 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 4 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 |
| 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 |

图3-2两种十字路口右转注视频次对比图

从表3-3、表3-4以及图3-2可以看出，无论该十字路口是否有红绿信号灯，驾驶员驾驶意图为右转时，驾驶员更关注以下区域：1前方道路、2右前方道路、4左视镜、5右视镜、8左侧，其中1前方道路是驾驶员注视次数最多的区域。而3后视镜和12左侧道路区域在驾驶员视野中也占有较小的比例。

另一方面，有红绿信号灯时，驾驶员还会关注9右侧；没有红绿信号灯时，驾驶员还会关注10中控区。

## 3.1.3直行时注视频次特点

驾驶员在十字路口处的驾驶意图除了左右转还有直行，直行的注视频次也一定特点。数据整理为表3-5、表3-6和图3-3。

表3-5 Yes,number,left十字路口下驾驶员直行注视频次

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 12 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |

（续表3-5）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 3 | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 3 | 3 | 1 | 0 | 5 |
| 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 9 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | 9 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 6 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 3 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 |
| 6 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 3 | 0 | 2 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

（续表3-5）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 9 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 2 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 14 | 2 | 1 | 2 | 5 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 14 | 2 | 8 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表3-6 No十字路口下驾驶员直行注视频次

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 2 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

（续表3-6）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 注视频次/次 | 6 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 8 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 6 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 9 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

图3.3两种十字路口直行注视频次对比图

从表3-5、表3-6和图3-3可以看出，无论该十字路口是否有红绿信号灯，驾驶员驾驶意图为直行时，驾驶员更关注以下区域：1前方道路、2右前方道路、4左视镜、8左侧、9右侧，其中，1前方道路依旧是驾驶员最关注的区域。3后视镜、5右视镜、12左侧道路区域也占有一定比例。

另一方面，有红绿信号灯时，驾驶员相对更关注6信号灯；没有红绿信号灯时，驾驶员相对更关注7仪表盘。

## 3.1.4不同驾驶意图注视频次对比

在分析两种十字路口相同驾驶意图的注视频次特征后，将同一路口下不同驾驶意图的注视频次特征进行对比分析，从而得出不同驾驶意图之间的区别。

对于第一种有红绿信号灯且有倒数计时的十字路口，将三种驾驶意图的注视频次数据表示成图表的形式，如图3-4所示。

图3-4 Yes,number,left十字路口下驾驶员不同驾驶意图注视频次

同样地，将没有红绿信号灯的十字路口三种驾驶意图的注视频次数据也绘成图表，如图3-5。

图3-5 No十字路口下驾驶员不同驾驶意图注视频次

观察上述两张图可以发现，无论是哪种十字路口，对驾驶员行车来说，1前方道路始终是重点的关注对象，驾驶员在视线转移之后还是会迅速转回前方，这符合实际情况。2右前方道路也作为次重点被驾驶员所关注。

另外，对于不同的驾驶意图，驾驶员注视频次特征也表现出不同的特点。如左转时，驾驶员会更关注8左侧、12左侧道路区域；右转时，2右前方道路是驾驶员尤为关注的对象；直行时，驾驶员会兼顾左右侧和左右道路，但并没有特别的关注某一区域。

# 3.2注视时长分析

在选取的注视特性中，驾驶员的注视时长是另一个比较重要的特征。联系注视频次来看，注视频次越高的区域相对应注视时长也越长，但是由于注视频次不能完全代表注视时长，注视频次少的区域也可能注视时长更长，因而将注视时长也作为一个预测驾驶员驾驶意图的重要指标。

和研究注视频次的方法一样，我们需要考虑两种十字路口：有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）、没有红绿灯（No），三种驾驶意图：左转、右转、直行。

## 3.2.1左转时注视时长特点

对于有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口，驾驶员驾驶意图为左转时的注视时长数据如表3-7所示。

表3-7 Yes,number,left十字路口下驾驶员左转注视时长（单位：秒）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 27.82 | 0.56 | 0.00 | 2.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.50 | 1.29 | 0.00 | 4.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.16 | 0.00 |
| 19.34 | 0.00 | 1.09 | 1.42 | 0.00 | 1.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.00 |
| 17.03 | 0.79 | 0.00 | 1.42 | 0.36 | 0.83 | 0.00 | 3.86 | 0.00 | 7.23 | 0.00 | 1.98 | 0.00 |
| 13.53 | 9.47 | 0.92 | 0.00 | 0.00 | 5.08 | 0.00 | 1.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.95 |
| 15.35 | 1.22 | 0.00 | 3.33 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 9.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.82 | 0.00 |
| 13.60 | 2.11 | 0.56 | 0.66 | 0.76 | 0.83 | 0.00 | 3.80 | 0.00 | 0.00 | 5.58 | 0.00 | 0.00 |
| 12.51 | 0.00 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 0.92 | 1.25 | 2.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.24 |
| 30.69 | 2.61 | 0.00 | 0.66 | 1.42 | 2.54 | 0.00 | 1.19 | 1.55 | 0.00 | 0.00 | 3.14 | 0.00 |
| 37.39 | 0.00 | 0.00 | 1.62 | 0.00 | 7.69 | 0.00 | 14.03 | 0.00 | 3.17 | 35.48 | 0.00 | 13.10 |
| 20.23 | 0.00 | 0.00 | 2.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.68 | 0.00 |
| 6.14 | 0.00 | 0.00 | 1.39 | 0.00 | 0.00 | 1.98 | 7.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 3.00 |
| 25.15 | 0.00 | 0.00 | 2.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.32 | 0.00 |
| 20.66 | 0.00 | 0.00 | 1.88 | 0.00 | 2.57 | 0.00 | 1.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.29 |
| 33.00 | 6.11 | 0.00 | 0.00 | 0.79 | 0.76 | 0.00 | 2.21 | 0.00 | 1.62 | 0.00 | 1.29 | 0.00 |
| 26.99 | 0.00 | 0.00 | 1.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.12 | 0.00 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.00 |
| 18.98 | 1.29 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 2.48 | 1.16 | 2.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.00 |
| 20.46 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.84 | 0.00 |
| 17.75 | 0.79 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.68 | 0.00 |
| 14.36 | 0.83 | 0.00 | 1.75 | 0.00 | 4.52 | 0.46 | 0.00 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23.13 | 1.25 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 1.58 | 0.00 | 0.00 | 3.10 | 0.46 |
| 23.33 | 0.00 | 0.00 | 2.24 | 0.00 | 0.00 | 0.99 | 0.00 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 3.83 | 0.00 |
| 37.65 | 0.00 | 4.36 | 8.32 | 4.92 | 1.06 | 0.00 | 4.72 | 2.41 | 0.00 | 0.00 | 2.34 | 8.78 |
| 25.38 | 2.31 | 1.29 | 2.31 | 0.73 | 6.40 | 0.00 | 14.55 | 2.94 | 4.55 | 9.77 | 0.00 | 30.66 |
| 8.98 | 8.84 | 3.96 | 2.38 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 3.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 |
| 8.98 | 8.84 | 3.96 | 2.38 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 3.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 |
| 16.70 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.07 | 5.97 | 1.75 |
| 25.74 | 1.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.31 | 0.00 | 2.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.35 | 0.00 |
| 9.67 | 0.43 | 9.47 | 3.83 | 1.02 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.34 | 0.00 |
| 26.93 | 2.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.31 | 0.00 | 0.00 | 2.11 | 0.00 | 0.00 |
| 15.05 | 5.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.25 | 0.00 | 0.36 | 0.00 | 0.63 | 0.00 |
| 23.20 | 0.00 | 0.99 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.94 | 1.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.28 | 0.00 |

附注：A代表区域，例如A1代表区域1。后同。

同样地，在没有红绿灯（No）的十字路口下，驾驶员驾驶意图为左转时的注视时长数据整理后如表3.8所示。

表3-8 No十字路口下驾驶员左转注视时长（单位：秒）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 11.39 | 7.03 | 0.92 | 1.75 | 3.53 | 0.00 | 0.76 | 4.26 | 0.79 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 |
| 15.91 | 0.00 | 0.63 | 3.66 | 0.79 | 0.00 | 1.06 | 5.38 | 1.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.32 | 0.36 | 0.96 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 0.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22.80 | 0.00 | 0.00 | 1.09 | 0.00 | 0.00 | 0.86 | 1.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 0.00 |
| 21.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.06 | 1.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.11 | 0.00 | 0.00 | 0.76 | 0.73 | 0.00 | 0.83 | 5.25 | 3.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.92 | 2.01 | 0.00 | 0.00 | 4.16 | 0.00 |
| 17.95 | 0.46 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.05 | 0.00 |
| 13.93 | 2.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.55 | 0.46 | 0.00 | 3.80 | 4.29 | 0.00 |
| 18.84 | 1.72 | 0.00 | 1.09 | 1.19 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 6.27 | 0.00 | 0.00 | 1.32 | 0.00 |
| 12.84 | 0.00 | 0.83 | 1.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.60 | 4.49 | 3.47 | 0.89 | 5.71 | 0.00 |
| 19.90 | 4.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.86 | 1.39 | 0.00 | 0.00 | 5.41 | 0.00 |
| 12.08 | 5.84 | 0.73 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.51 | 3.53 | 0.00 | 1.02 | 2.90 | 0.00 |

为了直观显示驾驶员注视时长的特点，对上述数据处理后绘成图3-6如下。

图3-6两种十字路口左转注视时长对比图

从上述表3-7、表3-8和图3-6可以发现，从注视时长这个特征来看，驾驶员左转时视线更长的聚集在1前方道路上，且8左侧、12左侧道路区域也占有一定时长。对比前面的注视频次特性可以看出，1前方道路、8左侧、12左侧道路区域是公共的重点注视区域，且1前方道路是最主要的关注区域。

另一方面，有无红绿灯对驾驶员关注的区域也有所影响。例如，3后视镜、6信号灯就是有红绿灯时额外关注的区域；9右侧是没有红绿灯时额外关注的区域。

## 3.2.2右转时注视时长特点

对于有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口，驾驶员驾驶意图为右转时的注视时长数据如表3-9所示。

表3-9 Yes,number,left十字路口下驾驶员右转注视时长（单位：秒）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 9.21 | 4.09 | 0.00 | 0.96 | 3.50 | 1.06 | 4.13 | 0.00 | 6.37 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.95 | 6.04 | 1.58 | 1.19 | 2.77 | 0.00 | 0.00 | 1.32 | 3.86 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7.03 | 6.47 | 0.00 | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 0.73 | 9.47 | 1.22 | 0.00 | 0.00 | 2.31 | 0.00 |
| 24.52 | 7.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.39 | 2.08 | 0.00 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25.61 | 156.02 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21.29 | 2.84 | 1.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.93 | 2.71 | 0.00 | 1.49 | 0.00 | 0.79 | 0.63 | 3.23 | 0.00 | 15.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.73 | 9.50 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 1.45 | 0.00 |
| 12.57 | 4.26 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 2.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.79 | 3.63 |
| 18.78 | 2.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.76 | 5.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.32 |
| 15.44 | 5.64 | 0.73 | 0.00 | 1.12 | 0.00 | 0.00 | 2.31 | 0.00 | 0.00 | 0.92 | 0.00 | 0.00 |
| 18.35 | 9.11 | 0.00 | 0.36 | 0.00 | 1.25 | 0.00 | 0.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.05 | 0.00 |
| 16.01 | 8.25 | 1.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29.77 | 0.00 | 0.00 | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.19 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.66 |
| 15.08 | 7.59 | 0.00 | 0.00 | 1.68 | 0.00 | 0.00 | 0.76 | 0.00 | 0.59 | 0.79 | 0.00 | 0.00 |
| 46.10 | 0.00 | 1.52 | 1.29 | 1.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.17 | 7.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 1.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21.22 | 1.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.02 | 6.57 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.00 |
| 5.64 | 2.71 | 0.00 | 0.59 | 0.99 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 1.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14.98 | 1.82 | 0.00 | 5.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.11 | 0.00 |
| 23.03 | 0.00 | 0.00 | 3.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.22 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 |
| 16.57 | 6.57 | 0.56 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 2.90 | 1.35 | 1.42 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 0.00 |
| 17.59 | 2.61 | 1.42 | 1.09 | 0.83 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 2.21 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 |
| 15.84 | 5.71 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 1.58 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 1.25 | 0.00 |
| 17.79 | 3.50 | 0.00 | 0.00 | 1.22 | 0.00 | 0.00 | 2.05 | 1.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

（续表3-9）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 8.91 | 8.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.99 | 1.78 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16.40 | 3.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.53 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 0.00 |
| 11.52 | 2.64 | 8.32 | 2.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.29 | 1.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16.14 | 4.52 | 0.00 | 1.42 | 0.89 | 1.06 | 0.00 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.97 | 5.84 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.79 | 7.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23.60 | 0.00 | 0.56 | 2.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.41 | 7.19 | 0.00 | 0.46 | 1.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

同样地，在没有红绿灯（No）的十字路口下，驾驶员驾驶意图为右转时的注视时长数据整理后如表3-10所示。

表3-10 No十字路口下驾驶员右转注视时长（单位：秒）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 9.67 | 7.72 | 0.66 | 0.20 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 1.58 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 4.13 | 0.00 |
| 5.38 | 13.93 | 0.00 | 0.50 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 1.22 | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 2.28 |
| 12.67 | 5.31 | 0.00 | 0.00 | 3.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23.83 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.85 | 1.06 |
| 13.17 | 2.15 | 0.00 | 4.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.35 | 1.88 |
| 1.72 | 0.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13.53 | 7.26 | 0.00 | 0.00 | 1.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 |
| 9.27 | 6.37 | 0.00 | 0.00 | 1.02 | 0.00 | 0.00 | 1.82 | 0.00 | 0.00 | 0.99 | 3.40 | 0.00 |
| 21.65 | 0.00 | 1.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.51 | 5.48 | 0.53 | 0.79 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 1.09 | 4.36 | 1.35 | 0.00 | 0.00 |

为了直观显示驾驶员注视时长的特点，对上述数据进行处理后绘成图3.7如下。

图3-7两种十字路口右转注视时长对比图

从上述表3-9、表3-10和图3-7可以看出，驾驶员在右转时，视线更长的聚集在1前方道路和2右前方道路，其它区域在右转时关注很少。对比前面注视频次特点可以知道，驾驶员在右转时更关注1前方道路和2右前方道路，且1前方道路是最主要关注区域。除此之外，有无红绿灯对驾驶员关注其它区域影响很小。

## 3.2.3直行时注视时长特点

对于有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口，驾驶员驾驶意图为直行时的注视时长数据如表3-11所示。

表3-11 Yes,number,left十字路口下驾驶员直行注视时长（单位：秒）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 7.16 | 3.73 | 0.79 | 0.00 | 0.00 | 2.41 | 0.00 | 8.15 | 7.13 | 0.00 | 0.00 | 1.98 | 0.00 |
| 31.25 | 1.16 | 1.35 | 1.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.31 | 2.38 | 1.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.59 | 0.00 | 1.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 61.88 | 5.54 | 0.76 | 1.68 | 0.00 | 0.00 | 1.09 | 6.90 | 7.56 | 0.00 | 0.00 | 11.81 | 0.00 |
| 21.19 | 5.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.04 | 1.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.79 | 0.00 | 4.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.25 | 0.00 |
| 15.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.70 |
| 10.46 | 0.00 | 0.56 | 0.69 | 0.59 | 0.76 | 0.00 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.61 | 19.7 |
| 7.19 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.98 | 21.5 |
| 21.09 | 0.00 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.23 | 0.00 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.98 | 0.00 | 2.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.43 | 4.52 | 0.00 | 0.00 | 5.18 | 0.00 |
| 30.29 | 2.77 | 0.00 | 2.51 | 2.15 | 0.00 | 0.00 | 15.05 | 3.10 | 0.00 | 0.00 | 8.81 | 4.42 |

（续表3-11）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 7.69 | 1.06 | 2.01 | 0.00 | 0.76 | 1.09 | 0.00 | 14.45 | 1.35 | 5.02 | 0.00 | 1.09 | 0.00 |
| 20.43 | 0.00 | 1.12 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.41 | 5.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.52 | 4.22 | 0.00 | 1.88 | 0.00 | 1.06 | 0.89 | 7.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 0.00 |
| 12.74 | 2.05 | 1.75 | 0.00 | 0.00 | 1.12 | 0.00 | 6.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.52 | 0.96 |
| 25.38 | 0.59 | 1.49 | 0.00 | 1.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.99 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 2.67 | 1.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.90 | 4.98 | 0.66 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22.87 | 1.02 | 0.00 | 0.00 | 1.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22.44 | 0.00 | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 62.30 | 0.00 | 0.00 | 2.94 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 4.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 65.08 | 0.00 | 0.00 | 1.65 | 1.12 | 0.00 | 0.00 | 12.08 | 2.48 | 5.51 | 1.58 | 0.00 | 16.7 |
| 18.88 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.78 |
| 20.00 | 4.95 | 0.00 | 0.00 | 1.58 | 2.51 | 0.00 | 12.24 | 18.55 | 0.00 | 0.00 | 1.25 | 2.81 |
| 23.66 | 0.63 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.06 | 0.00 | 0.00 | 1.58 | 1.06 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.57 | 7.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.89 | 0.00 | 0.00 |
| 26.27 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.28 | 0.00 |
| 40.29 | 1.39 | 0.00 | 1.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.46 | 1.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.88 |
| 46.40 | 0.00 | 0.00 | 2.61 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.38 | 0.00 | 4.49 |
| 22.47 | 0.40 | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.00 |
| 24.16 | 0.00 | 0.53 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 | 0.00 | 1.39 | 0.00 | 0.00 |
| 8.65 | 7.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.2 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.63 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 26.43 | 5.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 1.02 | 2.31 | 5.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 26.00 | 1.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.98 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 0.00 |
| 15.18 | 0.46 | 0.00 | 1.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.66 | 6.01 |
| 5.35 | 4.79 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.11 | 2.67 | 0.00 | 0.00 | 6.30 | 3.50 |
| 19.31 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 0.00 | 0.00 | 1.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.03 | 1.85 | 0.00 | 1.75 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 1.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.89 | 0.66 |
| 18.81 | 1.25 | 2.48 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 0.00 | 0.50 | 0.00 |
| 13.63 | 5.84 | 0.00 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.51 | 0.00 | 0.00 | 1.09 | 0.00 |
| 64.98 | 0.00 | 0.00 | 1.22 | 2.94 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.83 |
| 8.65 | 1.82 | 0.00 | 6.01 | 0.00 | 6.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.44 | 0.00 | 0.00 |
| 29.83 | 1.95 | 0.66 | 0.00 | 2.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 36.93 | 0.00 | 14.06 | 0.83 | 2.15 | 3.30 | 0.00 | 2.51 | 0.00 | 0.00 | 1.65 | 0.00 | 16.1 |
| 22.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.1 |
| 39.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.79 | 0.00 | 1.52 |

（续表3-11）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 18.94 | 0.36 | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 2.97 | 0.66 | 1.25 | 0.00 | 0.00 |
| 21.15 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.18 | 0.00 | 1.09 | 2.18 | 0.00 | 4.88 | 0.00 | 1.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.26 | 0.00 |
| 15.28 | 3.27 | 0.63 | 0.92 | 3.80 | 0.00 | 0.00 | 1.78 | 1.39 | 2.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21.48 | 1.45 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.74 | 2.74 | 0.36 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 3.27 |
| 11.09 | 2.71 | 0.53 | 0.40 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 4.22 | 0.76 | 0.00 | 9.34 | 0.00 | 0.00 |
| 17.52 | 1.52 | 4.55 | 1.16 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

研究还整理了在没有红绿灯（No）的十字路口下，驾驶员驾驶意图为直行时的注视时长数据，如表3-12所示。

表3-12 No十字路口下驾驶员直行注视时长（单位：秒）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 17.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.87 | 3.43 | 0.00 | 4.79 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.42 | 0.00 |
| 14.62 | 2.48 | 0.00 | 1.06 | 1.65 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.83 | 0.00 |
| 17.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.12 | 0.00 | 0.92 | 0.00 | 1.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.21 | 2.15 | 0.00 | 2.15 | 1.91 | 0.00 | 0.00 | 1.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.44 | 0.00 |
| 11.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 4.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.51 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.00 | 1.19 | 1.29 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.48 | 0.00 | 2.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.06 | 0.00 |
| 21.98 | 3.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8.94 | 3.14 | 2.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29.93 | 0.00 | 2.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.72 | 6.34 | 3.00 | 0.00 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 1.85 |
| 21.98 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 3.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 0.00 |
| 10.63 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.06 | 0.96 |
| 24.88 | 0.00 | 2.05 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.96 | 0.00 | 0.00 | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.77 | 0.00 | 0.00 | 2.28 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 |
| 20.59 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 1.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.52 | 0.00 | 0.26 | 0.46 | 0.86 | 0.00 | 1.42 | 0.99 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.85 | 0.83 | 0.92 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 2.44 | 2.61 | 0.00 | 0.00 | 4.19 | 0.00 |
| 20.46 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.37 | 0.00 | 0.00 | 2.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

（续表3-12）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 |
| 18.55 | 2.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14.92 | 4.19 | 0.00 | 1.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 0.00 |
| 19.27 | 0.00 | 0.46 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.06 | 0.00 | 0.00 |
| 21.95 | 0.26 | 0.00 | 2.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.00 |
| 14.82 | 1.98 | 0.00 | 0.50 | 1.09 | 0.00 | 2.05 | 0.00 | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 1.12 | 0.00 |
| 10.13 | 0.00 | 0.00 | 6.80 | 0.00 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 2.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.77 | 2.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 0.00 | 6.14 | 0.00 | 0.00 |
| 14.16 | 3.56 | 0.86 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.56 | 2.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.72 |
| 21.91 | 0.00 | 0.00 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.02 | 0.00 |
| 20.79 | 0.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.77 | 3.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.66 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13.56 | 2.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.29 | 0.00 | 1.02 | 1.12 | 0.00 |
| 16.70 | 2.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.49 | 0.00 |
| 17.29 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.49 | 0.00 |
| 19.73 | 1.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.68 | 0.00 |
| 17.00 | 3.30 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 1.16 | 0.00 |
| 13.27 | 2.61 | 2.84 | 2.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 |
| 20.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.41 | 7.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.16 | 3.37 | 0.00 | 0.00 | 0.89 | 0.00 |
| 17.26 | 1.72 | 0.00 | 0.00 | 0.76 | 0.00 | 1.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20.10 | 2.31 | 1.42 | 0.00 | 1.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.00 |
| 18.02 | 2.24 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 5.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.13 | 1.88 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 1.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.74 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.00 |

为了直观显示驾驶员注视时长的特点，对上述数据进行处理后绘成图3.8如下。

图3-8两种十字路口直行注视时长对比图

从上述表3-11、表3-12和图3-8可以看出，驾驶员在十字路口想要直行时，其关注的区域只有1前方道路，其它区域对其的影响很小。2右前方道路、8左侧、9右侧会有一两秒的关注。对驾驶员来说，6信号灯在有红绿灯时会提供可以行驶的讯号。

驾驶员在直行时，会左右关注一下是否影响到自己直行，故而左右两侧都会兼顾却占比很小，驾驶意图决定了注视特性表现的特点。

## 3.2.4不同驾驶意图注视时长对比

在分析两种十字路口相同驾驶意图的注视时长特征后，将同一路口下不同驾驶意图的注视时长特征进行对比分析，从而得出不同驾驶意图之间的区别。

对于第一种有红绿信号灯且有倒数计时的十字路口，将三种驾驶意图的注视时长数据表示成图表的形式，如图3-9所示。

图3-9 Yes,number,left十字路口下驾驶员不同驾驶意图注视时长

同样地，将没有红绿信号灯的十字路口注视时长数据也绘成图表，如图3-10。

图3-10 No十字路口下驾驶员不同驾驶意图注视时长

从上述两幅图可以分析得出，无论在哪种十字路口，驾驶员的任何一种驾驶意图下，驾驶员都会首要关注1前方道路。并且，在左转时次要关注8左侧；在右转时次要关注2右前方道路；在直行时不特别关注除1前方道路以外的区域。这符合驾驶员在实际行车过程中的视觉行为。

结合注视频次和注视时长两个视觉特性更有利于我们从视觉行为上分析驾驶员的驾驶意图。

# 3.3转移概率分析

转移概率作为注视特性的另一指标，研究中对此也做了详尽的数据统计分析。

各视线区域之间的相互转移如图3-11所示，驾驶员视线可以从某一区域转移到其它区域，驾驶员视线由*Ax*转移到*Ay*称为一种驾驶员视线转移形态，例如，驾驶员视线由区域1（前方道路）转移到区域2（右前方道路）就构成了一次视线转移。驾驶员的视线转移可以表征出驾驶员此刻关注的对象，能为预测驾驶员下一步驾驶行为提供一定程度的帮助，从而达到借助视线转移预测驾驶员驾驶意图的目的。



图3-11 视线关注区域转移示意图

计算一定时间范围内，驾驶员的视线转移概率的方法如式(3-1)所示：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3‑1) |

其中，为联合估计概率，为边缘概率。

根据大数定理，当统计量较大时，概率可用相对频数做估计，即：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3‑2) |

将以上两式代入式(3-1)，可得：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3‑3) |

其中为上一阶段视线所在区域，为视线从转移到的次数， ，为视线转移概率指标，, *N*是视线区域的数量, .视线转移矩阵可以定义为。如果 接近于0，则表明其对应的区域之间的视线转移极少发生。、为第*x*和第*y*个视线关注区域。

为此，针对两种十字路口和三种驾驶意图，本次研究分别统计整理出了相应的转移概率表。

## 3.3.1左转时的转移概率

对于有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口，驾驶员驾驶意图为左转时的转移概率数据如表3-13所示。

表3-13 Yes,number,left十字路口下驾驶员左转转移概率表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Y  X | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 0.00 | 0.11 | 0.06 | 0.22 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.25 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.16 | 0.06 |
| 2 | 0.52 | 0.00 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.14 | 0.00 |
| 3 | 0.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 |
| 4 | 0.68 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.03 |
| 5 | 0.57 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.60 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.09 | 0.00 | 0.07 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.04 |
| 7 | 0.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 |
| 8 | 0.52 | 0.09 | 0.00 | 0.12 | 0.02 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 0.08 |
| 9 | 0.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.00 |
| 10 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.08 |
| 11 | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 |
| 12 | 0.63 | 0.18 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| 13 | 0.55 | 0.00 | 0.05 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.05 | 0.00 |

在没有红绿灯（No）的十字路口下，驾驶意图为左转时的转移概率数据如表3-14。

表3-14 No十字路口下驾驶员左转转移概率表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Y   X | | 1 | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | |
| 1 | 0.00 | | | 0.08 | | 0.03 | | 0.14 | | 0.01 | | 0.00 | | 0.03 | | 0.37 | | 0.10 | | 0.04 | | 0.02 | | 0.14 | | 0.03 | |
| 2 | 0.63 | | | 0.00 | | 0.07 | | 0.07 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.05 | | 0.18 | | 0.00 | |
| 3 | 0.50 | | | 0.10 | | 0.00 | | 0.40 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 4 | 0.65 | | | 0.11 | | 0.02 | | 0.00 | | 0.11 | | 0.00 | | 0.02 | | 0.02 | | 0.02 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.04 | |
| 5 | 0.50 | | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.50 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 6 | 0.00 | | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 7 | 0.50 | | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.25 | | 0.25 | |
| 8 | 0.56 | | | 0.00 | | 0.02 | | 0.03 | | 0.01 | | 0.00 | | 0.04 | | 0.00 | | 0.25 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.09 | | 0.00 | |
| 9 | 0.43 | | | 0.10 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.37 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.10 | | 0.00 | |
| 10 | 1.00 | | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 11 | 0.89 | | | 0.11 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 12 | 0.81 | | | 0.02 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.09 | | 0.07 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 13 | 0.25 | | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.25 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.50 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |

观察上述两表可以发现，无论是何种十字路口，驾驶员对区域1的转移概率均为最高，驾驶员视线的转移总是以1前方道路为中介，可以理解为驾驶员无时无刻不在关注1前方道路，且从1前方道路发起的视线转移以4左视镜和8左侧为主。除1前方道路以外，2右前方道路、4左视镜、8左侧也占有较小比例的转移概率。

## 3.3.2右转时的转移概率

同样的，对于有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口，驾驶员驾驶意图为右转时的转移概率数据如表3-15所示。

表3-15 Yes,number,left十字路口下驾驶员右转转移概率表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Y X | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 0.00 | 0.27 | 0.09 | 0.12 | 0.08 | 0.00 | 0.02 | 0.18 | 0.11 | 0.03 | 0.00 | 0.07 | 0.02 |
| 2 | 0.49 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.06 | 0.10 | 0.08 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.00 |
| 3 | 0.98 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.50 | 0.14 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.17 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.63 | 0.08 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.10 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| 6 | 0.40 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.20 |
| 7 | 0.64 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.13 | 0.00 |
| 8 | 0.58 | 0.27 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 0.52 | 0.23 | 0.00 | 0.06 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.04 |
| 10 | 0.78 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 0.00 | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 0.56 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

同样地，在没有红绿灯（No）的十字路口下，驾驶员驾驶意图为右转时的转移概率数据如表3-16所示。

表3-16 No十字路口下驾驶员右转转移概率表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Y  X | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 0.00 | 0.25 | 0.12 | 0.06 | 0.11 | 0.03 | 0.00 | 0.11 | 0.02 | 0.15 | 0.03 | 0.10 | 0.02 |
| 2 | 0.57 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 3 | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.42 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 |
| 5 | 0.73 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 0.83 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 0.25 | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 0.08 | 0.17 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.25 |
| 13 | 0.17 | 0.22 | 0.33 | 0.17 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

从上述两表的数据来看，驾驶员在右转时，视线多在1前方道路和2右前方道路之间转移，其他区域之间的视线转移所占比例很小。从1前方道路发起的视线转移以2右前方道路、4左视镜、5右视镜、8左侧、9右侧为主。其他区域发起的视线转移以回到1前方道路上为主。

从行车实际来看，我国为靠右行驶，驾驶员关注右侧的情况少能够理解，更关心左侧是否有车出现。

## 3.3.3直行时的转移概率

在左右转的转移概率之后，对于有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口，驾驶员驾驶意图为直行时的转移概率数据，整理之后如表3-17所示。

表3-17 Yes,number,left十字路口下驾驶员直行转移概率表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Y  X | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 0.01 | 0.16 | 0.08 | 0.17 | 0.09 | 0.02 | 0.01 | 0.14 | 0.11 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.09 |
| 2 | 0.68 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.03 |
| 3 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.05 |
| 4 | 0.91 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| 5 | 0.84 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.58 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.05 | 0.11 | 0.11 |
| 7 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 0.64 | 0.10 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.09 |
| 9 | 0.69 | 0.13 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| 10 | 0.82 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| 11 | 0.57 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.22 |
| 12 | 0.32 | 0.14 | 0.06 | 0.08 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 |
| 13 | 0.62 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.03 |

同样地，在没有红绿灯（No）的十字路口下，驾驶员驾驶意图为右转时的转移概率数据如表3-18所示。

表3-18 No十字路口下驾驶员直行转移概率表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Y  X | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 0.00 | 0.21 | 0.07 | 0.13 | 0.14 | 0.00 | 0.04 | 0.13 | 0.10 | 0.00 | 0.03 | 0.08 | 0.07 |
| 2 | 0.75 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.06 |
| 3 | 0.95 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| 4 | 0.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.94 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| 8 | 0.91 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 0.87 | 0.08 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 0.93 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 0.66 | 0.13 | 0.05 | 0.11 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 0.63 | 0.19 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

根据上述两表的数据，可以得出驾驶员驾驶意图为直行时的转移概率特点。和左右转一样的是，驾驶员对任何区域的关注度都低于1前方道路。每个区域到1前方道路的转移概率均为最高。此外，2右前方道路也是一个关注点。由于是直行，驾驶员对4左视镜、5右视镜以及8左侧、9右侧的视线转移概率很接近，也符合前面研究注视频次和注视时长时的特点。

# 3.4本章小结

本章主要对三种注视特性进行了分析。分析是基于不同十字路口和不同驾驶意图的，通过控制变量法分别得出了两类对比的结论，对认识驾驶员在十字路口处的注视特性有较大帮助。通过分析，为研究下一步筛选指标和分类器设计做好了铺垫。

第4章 算法优选与指标筛选

本章的主要内容为对研究下一步建模和预测进行必要的分类算法优选和属性指标筛选，以得到最佳的分类算法和属性指标。

# 4.1分类算法优选

机器学习领域的算法成千上百，本次研究的分类问题所适应的算法也很多。针对这个问题，本次研究需要对算法进行优选。

S.B.Kotsiantis[16]在对机器学习算法中的分类算法综述中，详细分析了六种机器学习分类算法的优缺点，并对这些算法进行了对比。其结果针对这些分类算法的分类准确率、分类速度、学习速度、过拟合风险处理能力等方面进行了对比。

针对其中五种分类算法（随机森林、神经网络、朴素贝叶斯、k近邻、支持向量机）部分的对比分析结果，整理成表4-1。

表4-1分类算法性能对比表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 机器学习分类算法 | 随机森林  （RF） | 神经网络  （NN） | 朴素贝叶斯 | k近邻  （kNN） | 支持向量机  （SVM） |
| 分类准确率 | \*\*\*\* | \*\*\* | \* | \*\* | \*\*\*\* |
| 分类速度 | \*\*\*\* | \*\*\*\* | \*\*\*\* | \* | \*\*\*\* |
| 学习速度 | \*\*\* | \* | \*\*\*\* | \*\*\*\* | \* |
| 过拟合风险处理能力 | \*\*\*\* | \* | \*\*\* | \*\*\* | \*\* |
| 鲁棒性 | \*\*\*\* | \*\*\* | \*\* | \* | \*\*\*\* |

从表中可以看出，在最主要的算法要求——分类准确率这一项上，随机森林和支持向量机具有很大的优势，其次为神经网络算法。对过拟合风险的处理能力，随机森林也占有很大优势，支持向量机略差。鲁棒性这一项上，随机森林和支持向量机也远远优于另外三种算法。分类速度和学习速度在本次研究中不是很重要的因素。

至于对无关属性和冗余属性的容忍度决定了所选的指标需要和模型更相关，这也意味着本次研究的众多指标属性中，需要经过筛选才能作为进一步建模预测的指标。

综合上述性能指标，本次研究选取随机森林和支持向量机作为下一步建模预测的分类算法。

# 4.2注视特性指标筛选

本次研究的注视特性指标众多，其中分为13个区域的注视频次指标（13个）、13个区域的注视时长指标（13个）、13个区域分别的转移概率指标（169个），共计195个指标。这195个指标中，有很大一部分指标和本次研究的相关性很低，例如从1前方道路到1前方道路的转移概率，其理论值和实际值应该均为0，对实验的研究并无帮助，这一类指标显然没有用处。对指标的筛选有相应的算法，本次研究选用的算法为FEAST（a FEAture Selection Toolbox for C and MATLAB）算法。FEAST提供了基于共同信息的滤波特征选择算法的实现，它以离散化的数据为输入，返回所选出的特征的序号。Brown G等人[17]对算法的结果进行了详细的阐述。

本次研究基于第3章中的分析，决定选取6个指标作为优选后的指标，经FEAST算法筛选后，排在前六位的优选指标如表4-2所示。

表4-2 前六位优选指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 优选指标 | 十字路口类型 | |
| Yes,number,left | No |
| 1 | 2右前方道路的注视时长 | 8左侧的注视时长 |
| 2 | 1前方道路的注视时长 | 1前方道路的注视时长 |
| 3 | 1前方道路的注视频次 | 1前方道路的注视频次 |
| 4 | 8左侧的注视时长 | 2右前方道路的注视时长 |
| 5 | 4左后视镜的注视时长 | 12左侧道路区域的注视时长 |
| 6 | 1前方道路到2右前方道路的转移概率 | 1前方道路到2右前方道路的转移概率 |

从上表可以看出，和前面我们的分析一样，1前方道路、2右前方道路始终是驾驶员重点关注的区域，在前六位的指标中就包括了1前方道路的注视频次和注视时长以及1前方道路到2右前方道路的转移概率。

# 4.3本章小结

本章主要完成了两个部分。一是对分类器设计的算法进行了优选，通过对分类准确率等指标的分析，选取了支持向量机和随机森林两种算法作为下一步分类器设计的算法；二是对训练集数据的指标进行了筛选，应用FEAST算法分别筛选出了两种十字路口下排在前六位的指标。

第5章 建模与预测

本章的主要内容为在已有数据和已完成的分析的基础上进行建模与预测。建立模型是机器学习的基础。模型的完善程度决定了下一步预测的精度。

本次建模我们选用的机器学习方法为：支持向量机（LibSVM）和随机森林（Random Forest）。在模型建立后，本次研究又对样本数据进行了预测，得出了相应的预测准确率，具体结果也在本章中展示。

具体的建模和预测过程均由Matlab编程完成，相关程序见附录。

# 5.1机器学习有关算法简介

机器学习涉及多个方面，其主要的目的是研究计算机怎么样模拟或实现人类的学习行为。本次研究中，我们对现有数据的分析，也是为了能让机器为人服务，实现计算机自主学习的能力，帮助我们去预测驾驶员的驾驶意图。

机器学习是人工智能的核心，要让计算机能智能的判断驾驶员的驾驶意图，就需要我们使用一定的算法来实现。本次研究，经过算法筛选后，选取两种相对较好的机器学习分类算法——支持向量机和随机森林来建模预测十字路口处驾驶员的驾驶意图。

## 5.1.1随机森林算法简介

随机森林（Random Forest）是指利用多棵树对样本进行训练并预测的一种分类器，它同样可以用于用户回归，其输出的类别是由个别树输出的类别的种数而定的。简单来说，随机森林就是由多棵CART（Classification And Regression Tree）构成的。对于每棵树，它们使用的训练集是从总的训练集中有放回采样出来的，这也就代表着总的训练集中的有些样本可能多次出现在一棵树中，也可能从未出现在一棵树的训练集中。

首先，从给定的训练集中通过多次随机的可重复的采样得到多个数据集。接着，对每个数据集构造一棵决策树，其构造过程为通过迭代将数据点分到下面左右两个子集中，该过程被称为分割过程。它实际上是将空间用超平面进行划分的一种方法，每次分割都将当前空间一分为二。然后，在每个叶节点处通过统计训练集中来分析此叶节点上的数据分布。这样的一个迭代训练过程会一直执行到用户所设定的最大树深度（nTree）或者直到不能通过继续分割来获取更多信息。如图5-1所示。



图5-1随机森林图解

同时，在生成每棵树的时候，每个树选取的特征都仅仅是随机选出的少数特征，一般默认取特征总数m的开方。而一般的CART树则是会选取全部的特征进行建模。因此，不但特征是随机的，也保证了特征随机性。由于随机性，对于降低模型的方差很有作用，故随机森林一般不需要额外做剪枝，即可以取得较好的泛化能力和抗过拟合能力（Low Variance）。当然对于训练集的拟合程度就会差一些，也就是模型的偏倚会大一些（High Bias）

根据下列算法而建造每棵树 [1] ：

用N来表示训练用例（样本）的个数，M表示特征数目。

输入特征数目m，用于确定决策树上一个节点的决策结果；其中m应远小于M。

从N个训练用例（样本）中以有放回抽样的方式，取样N次，形成一个训练集（即bootstrap取样），并用未抽到的用例（样本）作预测，评估其误差。

对于每一个节点，随机选择m个特征，决策树上每个节点的决定都是基于这些特征确定的。根据这m个特征，计算其最佳的分裂方式。

每棵树都会完整成长而不会剪枝，这有可能在建完一棵正常树状分类器后会被采用）。

## 5.1.2支持向量机算法简介

支持向量机（Support Vector Machine）从根本上来说是一种二类分类算法，它是通过寻求结构化风险最小来提高学习机泛化能力，实现经验风险和置信范围的最小化，从而达到在统计样本较小的情况下，也能获得良好的统计规律的目的。支持向量机最基本的模型定义为特征空间上的间隔最大化线性分类器，即支持向量机的学习策略就是间隔最大化。

假设我们有两组不同种类的数据分布在一个二维平面上，我们便可以用一条线将其分成两部分，这条线便定义为超平面，其两边代表了不同的数据，有不同的数据标签。如图5-2所示。



图5-2超平面区分两类数据

一般而言，对一个数据点进行分类，这个点距离超平面的远近可以表示为分类预测的确信或者准确程度。那么如果这个“间隔”越大，分类的确信度也就越大。所以，为了使得分类确信度尽量高，需要让所选的超平面能够最大化这个“间隔”值。这个“间隔”值定义为图5-3中Gap的一半。虚线上点称为支持向量（Support Vector）。



图5.3分类确信度表示

以上是支持向量机在二维平面的应用，当扩展到更高阶次时，其原理也是一样的。

当然，这里只是简单描述一下线性可分的支持向量机原理，对我们理解并运用这个工具已经足够。而本次研究所采用的软件Matlab自带的支持向量机算法为二分类算法，因此，我们选取了一种完善版本的支持向量机（LibSVM）来完成本次研究的三分类问题。

# 5.2分类器设计

## 5.2.1基于随机森林算法的分类器设计

模型建立需要的基本数据在第三章中已经涉及，第四章也对相应的指标进行了优选，筛选出一部分相关性较高的指标作为此次建模所需数据矩阵的属性值。

基于随机森林算法建模需要的基本参数有两个，一为训练集，二为决策树数量。

在第二章中提到建模需要对应的样本数据矩阵，即训练集数据，在Matlab中应用随机森林算法的样本数据矩阵格式要求如下所示：

标签 属性值1 属性值2……属性值n

标签对应着本次研究中驾驶员在十字路口处3种不同的驾驶意图，这里将十字路口左转的标签设置为1、十字路口直行的标签设置为0、十字路口右转的标签设置为-1。训练集每一行代表了一次实验的数据，即驾驶员在某一个十字路口的驾驶意图和注视特性数据。

为了确定所采用的的随机森林分类器中决策树的数量，本研究对决策树数量对驾驶意图预测的准确率做了详细分析。对两种十字路口的分析结果如图5-4所示。对这两种十字路口，当决策树数量较少时，驾驶意图的预测精度随决策树数量增加而逐渐升高。当决策树数量达到20棵以上时，驾驶意图预测精度趋于稳定。本研究选取决策树数量为25用于对驾驶员驾驶意图的预测。

图5-4两种十字路口随机森林决策树数量和驾驶意图预测准确率之间的关系曲线

## 5.2.2基于支持向量机算法的分类器设计

在分类算法中，除了随机森林算法，支持向量机也是一种比较好的分类算法。本次研究在随机森林的基础上还采用了支持向量机对本次研究课题进行建模。

基于支持向量机算法的分类器训练集数据格式与随机森林的一致，在此不做赘述。

支持向量机本身需要的参数比较多，根据研究问题是分类问题还是回归问题有几个参数需要选择。例如，‘-s’模型参数在分类情况下默认为0，即默认为分类问题并使用默认模型；‘-t’核函数参数默认为2，即默认为RBF核函数。本次研究上述参数均使用默认值即可。‘-g’参数是核函数中伽马函数设置值，其默认为类别数目的倒数。另一个重要的参数就是‘-c’惩罚参数，惩罚参数决定了对模型预测的错误的容忍度，但如果惩罚参数选择的过大，容易导致模型过拟合。

对惩罚参数的选择，以模型预测精度为标准，研究得出了惩罚参数和驾驶意图预测准确率的关系。如图5-5所示。从图上可以看出，在惩罚参数较小时，驾驶意图预测准确率随着惩罚参数增大而逐渐升高。当惩罚参数大于2时，预测准确率趋于稳定。但是当惩罚参数继续增加会出现过拟合问题（即为了使该分类器能够百分之百的正确分类样本数据，从而使得分类器构造规则更复杂，以至于任何与样本数据稍有不同的数据它均认为不属于该类别）。为了防止出现过拟合问题，本次研究选取惩罚为2用于对驾驶员驾驶意图的预测，同时固定选取伽马值‘-g’为常用的0.01。

图5-5两种十字路口惩罚参数和驾驶意图预测准确率之间的关系曲线

# 5.3预测结果

## 5.3.1基于随机森林算法的分类器预测结果

基于前面的分析，以基于随机森林算法的分类器对样本数据进行再预测，得出了两种十字路口的预测结果，如表5-1和表5-2所示。

表5-1 Yes,number,left十字路口驾驶意图预测结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 驾驶意图预测结果 | | |
| 左转 | 右转 | 直行 |
| 驾驶意图实际情况 | 左转 | 32 | 0 | 1 |
| 右转 | 0 | 33 | 1 |
| 直行 | 1 | 1 | 58 |

从表5-1可以看出：驾驶意图为左转时，有一组预测成了直行；驾驶意图为右转时，有一组预测成了直行；驾驶意图为直行时，有一组预测成了左转，一组预测成了右转。

表5-2 No十字路口驾驶意图预测结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 驾驶意图预测结果 | | |
| 左转 | 右转 | 直行 |
| 驾驶意图实际情况 | 左转 | 13 | 0 | 2 |
| 右转 | 0 | 9 | 1 |
| 直行 | 0 | 0 | 50 |

从表5-2可以看出：驾驶意图为左转时，有两组预测成了直行；驾驶意图为右转时，有一组预测成了直行；驾驶意图为直行时，全部预测正确。

## 5.3.2基于支持向量机算法的分类器预测结果

基于前面的分析，以基于支持向量机算法的分类器对样本数据进行再预测，得出了两种十字路口的预测结果，如表5-3和表5-4所示。

表5-3 Yes,number,left十字路口驾驶意图预测结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 驾驶意图预测结果 | | |
| 左转 | 右转 | 直行 |
| 驾驶意图实际情况 | 左转 | 31 | 0 | 2 |
| 右转 | 1 | 30 | 3 |
| 直行 | 2 | 3 | 55 |

从表5-3可以看出：驾驶意图为左转时，有两组预测成了直行；驾驶意图为右转时，有一组预测成了左转，有三组预测成了直行；驾驶意图为直行时，有两组预测成了左转，有三组预测成了右转。

表5-4 No十字路口预测结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 驾驶意图预测结果 | | |
| 左转 | 右转 | 直行 |
| 驾驶意图实际情况 | 左转 | 12 | 0 | 3 |
| 右转 | 0 | 7 | 3 |
| 直行 | 0 | 0 | 50 |

从表5-4可以看出：驾驶意图为左转时，有三组预测成了直行；驾驶意图为右转时，有三组预测成了直行；驾驶意图为直行时，预测结果完全准确。

## 5.3.3分类准确率

对上述结果简单整理后如表5-5所示。

表5-5两种分类器驾驶意图预测准确率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 十字路口类型 | 随机森林预测准确率 | 支持向量机预测准确率 |
| Yes,number,left | 97.25% (123/127) | 91.34% (116/127) |
| No | 96% (72/75) | 92% (69/75) |

从表内数据可以看出无论是哪种路口，基于随机森林算法的分类器预测准确率略高于基于支持向量机算法的分类器，且预测准确率均在90%以上。

# 5.4本章小结

本章主要完成了基于两种不同算法的分类器的设计以及对样本数据的再预测，得出了相应的预测结果，同时对比了两种分类器的分类准确率。其结果为两种算法的分类准确率都达到了90%以上，且基于随机森林算法的分类器预测准确率略高于基于支持向量机算法的分类器。

第6章 结 论

本研究以十字路口的数据库为基础，完成了基于注视特性的驾驶员驾驶意图预测方法的研究。研究分析了驾驶员在十字路口的注视特性，并选取了其中三种作为研究的注视特性，分别是注视频次、注视时长、转移概率。在得到的注视特性数据的基础上，基于FEAST算法筛选出一系列具有代表性的指标作为驾驶意图预测建模的主要指标。为了此次研究的准确性，还对分类器的算法进行了优选。在众多算法中，进过对比分析，选出了两种较好的算法——支持向量机和随机森林作为此次研究分类器设计的算法。完成了所有准备工作后，研究得到了驾驶员驾驶意图预测的模型，并对样本数据进行了再预测，预测结果也在第五章中列出。

本章在总结了前述众多分析和结果以后，得出以下结论：

1、无论是哪种十字路口类型，无论是哪种驾驶意图，驾驶员在十字路口对所有13个区域中1前方道路的关注程度最高，表现在其注视频次最高、注视时长最长、视线转移与1前方道路相关程度也最高；

2、单一驾驶意图下，驾驶员对除1前方道路以外的次要区域的关注程度有明显不同。左转时，更关注于8左侧、12左侧道路区域；右转时，更关注于2右前方道路；直行时，更关注于2右前方道路、8左侧、9右侧；

3、单一类型十字路口下，有无红绿信号灯对驾驶员注视特性有影响。有红绿信号灯时，驾驶员会额外关注红绿信号灯；没有红绿信号灯时，驾驶员更多视线关注于与驾驶意图有关的区域；

4、本次研究的195个指标中，对有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口优选了2右前方道路的注视时长、1前方道路的注视时长、1前方道路的注视频次、8左侧的注视时长、4左后视镜的注视时长、1前方道路到2右前方道路的转移概率6个指标；对没有红绿信号灯（No）的十字路口优选了8左侧的注视时长、1前方道路的注视时长、1前方道路的注视频次、2右前方道路的注视时长、12左侧道路区域的注视时长、1前方道路到2右前方道路的转移概率6个指标。

5、随机森林和支持向量机这两种分类算法比提到的另外三种算法具有更高的分类准确率、更好的过拟合风险处理能力以及更佳的鲁棒性，更适宜于本次研究。

6、基于随机森林算法的分类器分类准确率高于基于支持向量机算法的分类器分类准确率。其中，对于有红绿信号灯且有倒数读数（Yes,number,left）的十字路口，两者的分类准确率分别为97.25%和91.34%；对于没有红绿信号灯（No）的十字路口，两者的分类准确率分别为96%和92%。

参考文献

[1] 冀秉魁. 基于驾驶员视觉特性的驾驶行为预测方法研究[D]. 吉林大学, 2014.

[2] 袁伟, 付锐, 郭应时,等. 基于视觉特性的驾驶人换道意图识别[J]. 中国公路学报, 2013, 26(4):132-138.

[3] 麻婷婷, 涂孝军, 朱伟达. 基于支持向量机的驾驶员超车意图识别[J]. 上海工程技术大学学报, 2016, 30(3):203-208.

[4] 宗长富, 杨肖, 王畅,等. 汽车转向时驾驶员驾驶意图辨识与行为预测[J]. 吉林大学学报(工), 2009(s1):27-32.

[5] 储颖, 肖献强, 朱家诚. 基于驾驶行为及意图的汽车主动安全技术研究[J]. 机械设计与制造, 2011(1):266-268.

[6]喻丹, 吴义虎, 王正武. 基于隐Markov的机动车驾驶人状态预测[J]. 系统工程, 2010(5):99-103.

[7] 王玉海, 宋健, 李兴坤. 基于模糊推理的驾驶员意图识别研究[J]. 公路交通科技, 2005, 22(12):113-118.

[8] 王玉海, 宋健, 李兴坤. 驾驶员意图与行驶环境的统一识别及实时算法[J]. 机械工程学报, 2006, 42(4):206-212.

[9] Winsum W V, Waard D D, Brookhuis K A. Lane change manoeuvres and safety margins[J]. Transportation Research Part F Traffic Psychology & Behaviour, 1999, 2(3):139-149.

[10] Olsen E, Lee S, Wierwille W. Eye Glance Behavior During Lane Changes and Straight-Ahead Driving[J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2005, 1937(1):44-50.

[11] Liu A. Modeling and prediction of human driver behavior[J]. in Proc. 9th Int. Conf. Human-Comput. Interaction, 2001.

[12] Werneke J, Vollrath M. What does the driver look at? The influence of intersection characteristics on attention allocation and driving behavior[J]. Accident Analysis & Prevention, 2012, 45(45):610-619.

[13] Takano W, Matsushita A, Iwao K, et al. Recognition of human driving behaviors based on stochastic symbolization of time series signal[C]// Ieee/rsj International Conference on Intelligent Robots and Systems. IEEE, 2008:167-172.

[14] Kishimoto Y, Oguri K. A modeling method for predicting driving behavior concerning with driver’s past movements[C]// IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety. IEEE, 2008:132-136.

[15] Miller S. A Driver Intent-Based Collision Avoidance System[J]. Alcohol, 2009.

[16] S.B.Kotsiantis. Supervised machine learning: a review of classification techniques.[J]. Informatica, 2007, 31(3):3-24.

[17] Brown G, Pocock A, Zhao M J, et al. Conditional Likelihood Maximisation: A Unifying Framework for Information Theoretic Feature Selection[J]. Journal of Machine Learning Research, 2012, 13(1):27-66.

[18] Birrell S A, Fowkes M. Glance behaviours when using an in-vehicle smart driving aid: A real-world, on-road driving study[J]. Transportation Research Part F Traffic Psychology & Behaviour, 2014, 22(1):113-125.

[19] 彭金栓. 基于视觉特性与车辆相对运动的驾驶人换道意图识别方法[D]. 长安大学, 2012.

[20] 马勇, 付锐. 驾驶人视觉特性与行车安全研究进展[J]. 中国公路学报, 2015, 28(6):82-94.

[21] Lemonnier S, Brémond R, Baccino T. Gaze behavior when approaching an intersection: Dwell time distribution and comparison with a quantitative prediction[J]. Transportation Research Part F Traffic Psychology & Behaviour, 2015, 35:60-74.

[22] Decker J S, Stannard S J, Mcmanus B, et al. The Impact of Billboards on Driver Visual Behavior: A Systematic Literature Review[J]. Traffic Injury Prevention, 2015, 16(3):234-239.

[23] Martens M H, Fox M R J. Do familiarity and expectations change perception? Drivers’ glances and response to changes[J]. Transportation Research Part F Traffic Psychology & Behaviour, 2007, 10(6):476-492.

[24] Wong J T, Huang S H. Attention allocation patterns in naturalistic driving[J]. Accident Analysis & Prevention, 2013, 58(58C):140-147.

[25] Werneke J, Vollrath M. How do environmental characteristics at intersections change in their relevance for drivers before entering an intersection: analysis of drivers’ gaze and driving behavior in a driving simulator study[J]. Cognition, Technology & Work, 2014, 16(2):157-169.

[26] 袁伟. 城市道路环境中汽车驾驶员动态视觉特性试验研究[D]. 长安大学, 2008.

[27] 王畅. 基于隐形马尔科夫模型的驾驶员意图辨识方法研究[D]. 吉林大学, 2011.

[28] 关玉萍, 宋立新. 基于支持向量机决策树的驾驶员眼睛状态检测[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2010, 15(6):5-8.

[29] 祝俪菱, 刘澜, 赵新朋,等. 基于支持向量机的车辆驾驶行为识别研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2017, 17(1):91-97.

[30] 刘志强, 周亮, 汪澎,等. 交叉口驾驶员转向意图辨识研究[J]. 科学技术与工程, 2014(17):299-302.

[31] Simmons R, Browning B, Zhang Y, et al. Learning to Predict Driver Route and Destination Intent[C]// Intelligent Transportation Systems Conference, 2006. ITSC '06. IEEE. IEEE Xplore, 2006:127-132.

[32] Aoude G S, Desaraju V R, Stephens L H, et al. Driver Behavior Classification at Intersections and Validation on Large Naturalistic Data Set[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2012, 13(2):724-736.

[33] Muttart J W, Peck L R, Guderian S, et al. Glancing and Stopping Behavior of Motorcyclists and Car Drivers at Intersections.[J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2011, 2265(2265):81-88.

附 录

**1. 注视特性数据处理程序EyeFixFeature.m**

function Y = EyeFixFeature( IntersectionEyeFixData )

%%%输入：单一十字路口驾驶员的是视点数据

%%%输出：不同视点区域的注视频次Freq及注视时间Duration

DurationData = cell2mat(IntersectionEyeFixData(:,2));

Freq = zeros(13,1);

Duration = zeros(13,1);

%针对不同区域进行注视频次和注视时长计算

TransNum = zeros(13,13);

Transition = zeros(13,13);

%由区域1开始的视线转移次数统计矩阵

for i=1:1:length(IntersectionEyeFixData(:,1))

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'1 前方道路') == 1

Freq(1) = Freq(1) + 1;

Duration(1) = Duration(1) + DurationData(i);

TransNum(:,1) = TransNum(:,1) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'2 右前方道路') == 1

Freq(2) = Freq(2) + 1;

Duration(2) = Duration(2) + DurationData(i);

TransNum(:,2) = TransNum(:,2) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'3 车内后视镜') == 1

Freq(3) = Freq(3) + 1;

Duration(3) = Duration(3) + DurationData(i);

TransNum(:,3) = TransNum(:,3) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'4 左后视镜') == 1

Freq(4) = Freq(4) + 1;

Duration(4) = Duration(4) + DurationData(i);

TransNum(:,4) = TransNum(:,4) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'5 右后视镜') == 1

Freq(5) = Freq(5) + 1;

Duration(5) = Duration(5) + DurationData(i);

TransNum(:,5) = TransNum(:,5) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'6 交通信号灯') == 1

Freq(6) = Freq(6) + 1;

Duration(6) = Duration(6) + DurationData(i);

TransNum(:,6) = TransNum(:,6) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'7 仪表板') == 1

Freq(7) = Freq(7) + 1;

Duration(7) = Duration(7) + DurationData(i);

TransNum(:,7) = TransNum(:,7) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'8 驾驶员左侧区域') == 1

Freq(8) = Freq(8) + 1;

Duration(8) = Duration(8) + DurationData(i);

TransNum(:,8) = TransNum(:,8) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'9 驾驶员右侧区域') == 1

Freq(9) = Freq(9) + 1;

Duration(9) = Duration(9) + DurationData(i);

TransNum(:,9) = TransNum(:,9) + TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'10 中控区') == 1

Freq(10) = Freq(10) + 1;

Duration(10) = Duration(10) + DurationData(i);

TransNum(:,10)=TransNum(:,10)+ TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'11 乘客') == 1

Freq(11) = Freq(11) + 1;

Duration(11) = Duration(11) + DurationData(i);

TransNum(:,11)=TransNum(:,11)+ TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'12 左侧道路区域') == 1

Freq(12) = Freq(12) + 1;

Duration(12) = Duration(12) + DurationData(i);

TransNum(:,12)=TransNum(:,12)+ TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'13 其他-意图未知') == 1 || strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'13-1 其他-看手机') == 1 || strcmp(IntersectionEyeFixData(i,1),'13 其他') == 1

Freq(13) = Freq(13) + 1;

Duration(13) = Duration(13) + DurationData(i);

TransNum(:,13)=TransNum(:,13)+ TransitionProbability(IntersectionEyeFixData,i);

end

end

TransNumTotal = sum(TransNum);%单一区域对应转移总次数统计

%转移概率计算

for j = 1:1:13

if TransNumTotal(1,j) ~= 0

Transition(:,j) = Transition(:,j) + TransNum(:,j)/TransNumTotal(1,j);

else

end

end

TransitionVector = reshape(Transition,169,1);

Y = [Freq;Duration;TransitionVector]';

**2. 转移概率矩阵统计程序TransitionProbability.m**

function Y = TransitionProbability( IntersectionEyeFixData,i )

%%% 输入：单一十字路口驾驶员的视点数据和检测到的区域字符串所在行标号i

%%% 输出：由该区域开始的视线转移次数统计矩阵

Trans = zeros(13,1);

if i ~= length(IntersectionEyeFixData(:,1))

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'1 前方道路') == 1

Trans(1) = Trans(1) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'2 右前方道路') == 1

Trans(2) = Trans(2) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'3 车内后视镜') == 1

Trans(3) = Trans(3) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'4 左后视镜') == 1

Trans(4) = Trans(4) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'5 右后视镜') == 1

Trans(5) = Trans(5) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'6 交通信号灯') == 1

Trans(6) = Trans(6) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'7 仪表盘') == 1

Trans(7) = Trans(7) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'8 驾驶员左侧区域') == 1

Trans(8) = Trans(8) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'9 驾驶员右侧区域') == 1

Trans(9) = Trans(9) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'10 中控区') == 1

Trans(10) = Trans(10) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'11 乘客') == 1

Trans(11) = Trans(11) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'12 左侧道路区域') == 1

Trans(12) = Trans(12) + 1;

end

if strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'13 其他-意图未知') == 1 || strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'13-1 其他-看手机') == 1 || strcmp(IntersectionEyeFixData(i+1,1),'13 其他') == 1

Trans(13) = Trans(13) + 1;

end

else

end

Y = Trans;

end

**3.建模预测程序**

%Yes，number，left路口

%基于支持向量机

SVMFactor\_Yes = svmtrain(Train\_Label\_Yes,Train\_Data\_Yes, '-c 2 -g 0.01')

[SVMpredict\_label\_Yes,SVMaccuracy\_Yes,dec\_values\_Yes] = svmpredict(Train\_Label\_Yes,Train\_Data\_Yes,SVMFactor\_Yes);

%基于随机森林

RFFactor\_Yes = TreeBagger(25,Train\_Data\_Yes,Train\_Label\_Yes);

[RFpredict\_label\_Yes,scores\_Yes] = predict(RFFactor\_Yes,Train\_Data\_Yes);

RFaccuracy\_Yes = RFaccuracycount(Train\_Label\_Yes,RFpredict\_label\_Yes)

%No路口

%基于支持向量机

SVMFactor\_No = svmtrain(Train\_Label\_No,Train\_Data\_No, '-c 2 -g 0.01')

[SVMpredict\_label\_No,SVMaccuracy\_No,dec\_values\_No] = svmpredict(Train\_Label\_No,Train\_Data\_No,SVMFactor\_No);

%基于随机森林

RFFactor\_No = TreeBagger(25,Train\_Data\_No,Train\_Label\_No);

[RFpredict\_label\_No,scores\_No] = predict(RFFactor\_No,Train\_Data\_No);

RFaccuracy\_No = RFaccuracycount(Train\_Label\_No,RFpredict\_label\_No)

致 谢

在本人本科阶段的学习及生活中，得到了深圳大学众多老师和同学的帮助，使我获益匪浅，在此表示真诚的感谢。

在本科毕业设计的整个过程中，导师李国法老师给了我很多鼓励、支持与指导。老师对我的毕设的精益求精让我感触颇深，帮助我也带领我查找了很多相关资料。和老师的一次次交流中，也感受到了老师对问题看待的方式，对我来说是一个很大的引导，整个毕设过程，真的收获良多。

由衷地感谢李老师对我的悉心指导和帮助。