

用户驾驶行为建模的研究和应用

许 洋 李石坚 焦文均 潘 纲

(浙江大学计算机科学与技术学院 杭州 310027)

摘 要 随着汽车工业的快速发展,车载环境成为人们日常生活中最重要的私人空间之一。同时,随着车载设备的增多,车载服务也日益丰富,然而大多数车载服务都是针对大众而设计的,缺乏个性化支持。通过车载环境下的用户建模,可以使车载环境成为以用户为中心的个性化空间,从而为用户提供个性化车载服务。车载服务的一个关键目标是提高用户的行车安全,它与用户的驾驶行为息息相关。因此,对用户驾驶行为的建模是车载环境下用户建模的一个重要组成部分。对车载环境下的用户建模进行了研究,提出并实现了用户驾驶行为的建模方案,并在其基础上构建了个性化车载服务。

关键词 驾驶行为,风险分析,HMM模型,驾驶模拟器,数据采集

中图法分类号 TP311.56 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2015.9.001

Driving Behavior Identification System and Application

XU Yang LI Shi-jian JIAO Wen-jun PAN Gang

(College of Computer Science and Technology, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract With the rapid development of the automotive industry, people use the car so frequently that it can be regarded as a personal private space. As more and more sensors and devices shipped with the car, there are increasingly rich services. However, most of the services are for common people without considering individual difference. To solve this problem, a user model is necessary to make a user-centric car space, which can provide personalized service. For the car industry, a key goal is to improve safety, so modeling driving behavior is one of the key parts of user modeling in car space. This paper presented a solution under simulation environment to model driving behavior, and provided an example of personalized service based on the model.

Keywords Driver behavior, Risk analysis, HMM model, Driving simulator, Data collection

1 引言

随着汽车行业的迅速发展,车载环境已经成为人们日常生活中最重要的私人空间之一。而如何在车载环境下为用户提供服务是汽车发展过程中的大主题。随着车载设备的逐渐增多,车载服务也日益丰富,例如GPS导航服务、车辆部件监控系统已经逐渐成为所有汽车的必备服务。然而,车载服务在高速发展的过程中也暴露了许多问题:大多数服务都是针对大众设计的,缺乏个性化支持;与驾驶安全相关的服务算法过于简单,实用的场景较少(例如基于激光测距的警报系统只能在倒车、跟车等有限的环境中使用)。要解决这些问题,就必须对车载环境下的用户进行建模,使得车载环境成为以用户为中心的个性化空间,为车载服务提供更加深刻的语义环境,拓展其适用范围。

随着传感器技术、车载自动诊断系统(On-Board Diagnostics, OBD)的广泛普及,大量的车内数据能够被服务商和学术界所获取,为车载环境下用户模型的研究和建模提供了丰富的材料。

车载服务的一个关键目标是提高行车安全。随着汽车行业的迅速发展,交通事故也在持续增长。为了解决这一问题,以驾驶员为中心的主动安全系统以及相关的驾驶控制系统正在世界各地的汽车制造商中快速普及。对驾驶行为的深入理解,能够更好地分析驾驶员当前的驾驶状态,有助于更早地发现驾驶失误操作,避免交通事故的发生。

因此,本文提出并实现了基于驾驶模拟器的用户驾驶行为的建模方案,并在其基础上构建了个性化车载服务。相比于真实环境,驾驶模拟器内的数据更容易获得,且更加丰富。只要保证仿真环境真实,驾驶模拟器内的数据可以替代真实数据完成模型最初阶段的建模和研究。

2 相关工作

2.1 驾驶行为分析

驾驶行为的分析和研究通常是作为其他车内应用的支撑技术而存在的。例如车道偏离预警(Lane Departure Warning, LDW)、车道保持系统(Lane Keeping System, LKS)、巡

到稿日期:2014-06-01 返修日期:2014-08-09 本文受国家科技支撑计划(2012BAH94F03)资助。

许 洋(1989—),男,硕士,主要研究领域为普适计算,E-mail: xuyang@zju.edu.cn;李石坚(1979—),男,博士,副教授,CCF会员,主要研究领域为普适计算、移动互联网、社会计算等,E-mail: shijianli@zju.edu.cn;焦文均(1990—),男,硕士生,主要研究领域为普适计算,E-mail: wenjun@zju.edu.cn(通信作者);潘 纲(1976—),男,博士,教授,CCF会员,主要研究领域为普适计算、计算机视觉、智能系统等。

航控制系统 (Adaptive Cruise Control, ACC), 都使用了相关的技术, 其重要性可见一斑。

驾驶行为的相关研究至今已经大致有 70 年的历史。随着时代的变迁, 其研究方法和观点也在不断变化, 大致可以分为如下的几类:

1) 驾驶员外部特性

按照研究对象的不同, 可以将研究分为两类: 针对特定信号的研究以及针对特定场景的研究。

针对特定信号的研究^[4,5]主要是通过分析某一传感器所获得数据, 来研究与其相关联的特定驾驶行为。例如, 通过分析方向盘夹角和刹车, 判断驾驶员注意力是否集中、是否醉酒; 通过分析眼睛注视位置, 判断驾驶员的操作序列是否合理。

图 1 所示为 faceLab 所研究的驾驶疲劳分析系统。其核心思想是通过图像识别算法, 检测出面部的关键轮廓, 以此作为标准分析驾驶员的状态。

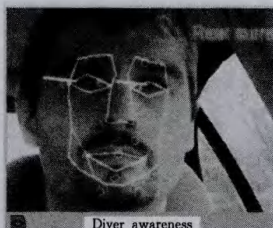


图 1 faceLab 驾驶疲劳分析系统

针对特定场景的研究^[6]则是考察最容易出事故的驾驶环节。通常会对这些场景以及场景中的操作进行数学建模, 进而描述和评定驾驶行为。常见的场景有停车、超车、变道等。

图 2 是研究停车轨迹的原理图。该类研究一般使用控制学模型进行汽车的轨迹建模, 并以此预测其行驶轨迹。

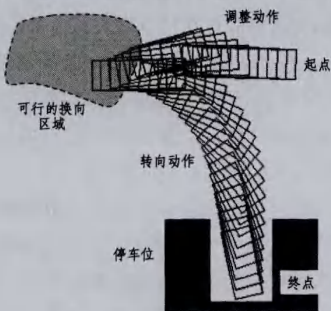


图 2 倒车轨迹分析

2) 驾驶认知行为建模

这一类研究主要是将认知学的理论应用到驾驶行为研究领域。其研究目标是通过分析驾驶操作的内在机理, 从本质上解释和理解驾驶行为, 完成建模。由于人类对自我处理机制的理解还不够深刻, 因此很难用实验验证其建模结果的准确性, 更多的只能从定性的层面对行为进行阐述^[7]。

如图 3 所示, 该类研究会事先完成驾驶行为的认知模型构建, 确定每个模块的组成部分。在此基础上, 利用一些前置规则模拟实现每一个模块, 最终通过这些规则以及模块间的联系来描述驾驶行为。

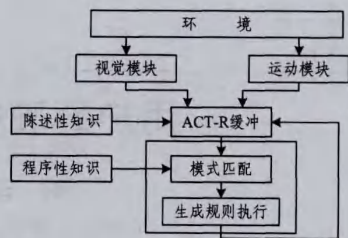


图 3 驾驶行为认知建模

3) 驾驶心理研究

该类方法主要是通过调查问卷的方式, 由驾驶员自己主观地进行自我评价, 大致分为违规 (violations) 和失误 (errors) 两类。违规操作指的是驾驶员在明知危险的情况下故意执行的行为, 通常用来评价驾驶风格; 失误操作则是无意识做出的危险操作, 通常用来评定驾驶水平^[8]。

总的来说, 驾驶行为的分析通常涉及到许多不同的学科技术, 如监测数据统计、随机模型、信号处理、控制理论和人工智能等。不同的研究人员会针对不同的问题, 使用不同的方法对驾驶行为进行建模, 进而解决特定的领域问题。

近年来, 随着数据的增多, 越来越多的学者开始使用机器学习的方法来研究驾驶行为。相较于早期的方法, 这些模型更容易在实际应用中发挥作用。

2.2 驾驶风险分析

关于驾驶风险分析的研究大多是与驾驶行为一起研究的。目前, 驾驶风险分析已经取得了一定的进展, 某些研究成果已经有了实际应用。其大致可分为两类:

1) 针对于驾驶状态的风险分析

这一类型的风险评估大都以检测特定的驾驶状态为基础, 再根据驾驶员所处的状态, 来评判目前是否有危险。常见的评判状态有醉酒驾驶、注意力是否集中、情绪波动等。通常, 这种类型的甄别都涉及到一些特殊的辅助硬件。例如, 用视频或眼动仪来跟踪驾驶员的视角或脸部动作; 用特制的传感器记录驾驶员的生理指标 (心跳、血管舒张压) 等。由于这些应用通常受制于硬件, 因此也有人研究如何用普通的传感器数据来识别相同的数据。例如, Christian G 等人^[12]就是通过方向盘数据的波动变化, 来确定注意力是否不集中。

2) 带有预测性质的风险分析

这种方式主要是对特定环境的行为进行建模, 然后预测汽车的行驶轨迹或行动, 从而确定是否危险。较早期的方法多来源于控制理论, 通常使用函数回归的方式来模拟汽车的行驶轨迹, 计算相应的参数值; 然后利用该模型进行行驶轨迹的预测, 通过比较预测轨迹和理想轨迹的差距来判定是否危险。

随着机器学习理论的兴起以及原先理论模型的精确度不高等问题, 两类研究也开始将神经网络、模糊识别等方法引入原先的研究中, 以增强模型识别结果的精确度。

3 问题及解决方案

3.1 问题分析

任意环境下, 构建基于驾驶行为的服务应用, 都需要解决如下 3 个问题: 怎样实现模拟驾驶器下的数据的采集? 在当前的系统运行环境下, 选择什么样的驾驶行为模型? 怎样构建上层的服务应用? 下面详细分析这 3 个问题带来的挑战。

1) 数据的采集

在驾驶模拟器内,数据的传输并不只在汽车总线内部传输,也会在程序间甚至网络间传输。例如,在多驾驶模拟器的环境下,通常需要将数据发送到局域网内,供其他机器上的应用使用。因此,这种环境下的数据采集就要考虑许多比较特殊的问题。例如,由于驾驶模拟器都处在同一子网内,因此很可能在短时间内网络上存在大量的数据。怎样保证这些数据能够及时传递而不会丢失,便成为了数据采集的难点。

另一方面,数据的格式也需要单独的处理模块。因为不同的应用对数据的模式需求是不同的,需要有专门的软件实现数据的转化。

2) 驾驶行为模型的选取

不同于真实环境,许多特定的设备在驾驶模拟器上是难以搭建的,例如常用到的脸部观测摄像头,以及心电图、静脉指标的感应器件,这就造成了许多已有的模型无法在驾驶模拟器环境中使用。

而另一方面,模拟环境也有其优势。例如,数据的采样率可以达到一个较高的数值,并且能够如实地记录下来而不用考虑存储量的问题;相较于实际环境,模拟器上的环境数据会更加精确。针对这些特点,选取什么样的驾驶行为模型才能更好地利用这些传感器数据,也是一个难点。

3) 上层服务的构建

在构建服务时,主要考虑驾驶行为识别结果的获取形式,以及针对驾驶行为所使用的算法;主要是需要保证各个服务能够及时地获取识别结果,并且能够方便使用。

3.2 解决方案

为了解决上述问题,本文提出了一种解决方案,其整体框架如图4所示。

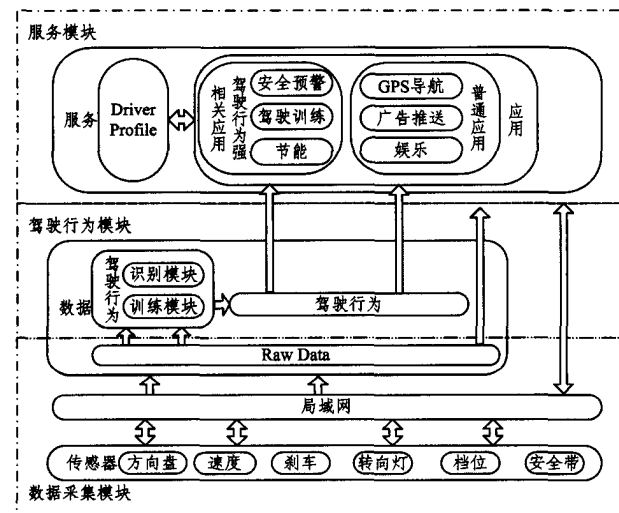


图4 系统整体框架

其中,最重要的是数据采集模块、驾驶行为模块、服务模块这3个部分,分别对应于3.1节的3个问题。

数据采集模块主要是实现驾驶数据的收集和保存,构建模型训练的原始数据,同时为驾驶行为识别模块提供特征向量序列。为了解决并发性问题,在采集时使用了消息队列机制,并制定了相关的存储格式,以方便各个应用的使用。

驾驶行为模块提供了两个功能,其一是完成模型的最初训练,其二是为上层应用提供实时的识别结果。为了充分利

用驾驶模拟器的特性,在建模时使用了HMM模型。在提供识别结果给应用时,亦采用了消息队列机制。

服务模块则是构建在驾驶行为模块之上,利用识别的结果实现相应的功能。需要指出的是,图中的应用并没有全部实现,只是实现了驾驶风险分析系统作为可行性的体现,并对部分服务的实现进行了原理性的阐释,以展现该方案的可行性以及驾驶行为在提升服务品质上的潜力。

4 数据准备

数据的准备分为两个阶段:1)数据获取,即收集驾驶行为相关的数据,主要是指各类车上传感器(方向盘、档位、油门)所产生的数据;2)数据标注,即标识出每个数据段对应的驾驶行为,构成模型的训练集和测试集。

针对以上两个阶段,本文分别构建了数据采集系统和数据标注器,并予以实现。经过它们处理的数据最终应用到驾驶行为模型的构建中。

4.1 数据采集系统

由于大规模的实体车上的数据通常难以获取,因此本文采用的思路是从驾驶模拟器上获取数据。如今,驾驶模拟器对真实环境的仿真已经足够精确,同时数据的获取要相对容易得多。因此,目前许多与驾驶行为有关的研究都开始采用模拟环境来代替真实环境。另一方面,模拟环境中数据的种类和格式与真实环境类似,因此模拟环境中的研究成果可以无缝地迁移到真实应用中。

4.1.1 数据采集系统工作环境

1) 单台驾驶模拟器

数据采集的单台对象为北京宣爱公司的QJ-3B1互动学习机系统,其外观如图5所示。



图5 驾驶模拟器外景

驾驶模拟器由两部分组成:①虚拟场景:主要负责对真实驾驶环境的模拟,由运行在普通台式机上的MICE、Scanner-DT、Evariste等一系列软件实现;②数据交互:主要负责真实驾驶操作数据的获取,并通过转换器将其转变为数字信号,以供虚拟场景使用。因此,驾驶模拟器的主要任务都是由其上的台式机完成和实现的,传感器等硬件设备只是负责将真实环境中的驾驶操作投影到虚拟场景中。

2) 模拟训练中心

模拟训练中心是以数台驾驶模拟器为基础设备而构成的集中式驾驶技能训练环境,也是数据采集系统的主要工作地点。

如图6所示,一个典型的训练中心通常包含多个区域;每个区域都有数十台驾驶模拟器,用以完成各自的训练任务。例如,基础驾驶训练区主要是完成驾驶理论的训练。通过模拟各种实际场景(如雨天驾驶、山区道路驾驶、城市驾驶),让学员在实际的驾驶环境下练习,更深刻地掌握基本理论。应

用驾驶训练区,则通过提供不同道路、不同事故原因等 150 个经典事故案例,让学员进行体验和学习。

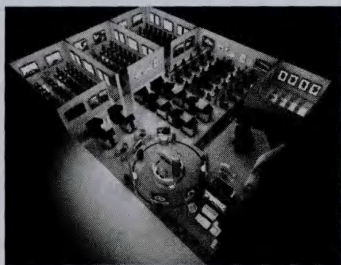


图 6 驾驶模拟器外景

3) 数据传输方式

训练中心每个功能区内的模拟器通过路由器相连,构成一个子网;不同的功能区又通过路由器相连,构成一个本地局域网。此外,每一台模拟器都配有两台台式机,并通过路由器构成一个最小的子网。一台为主要的功能性机器,负责场景建模、汽车行驶等软件的运行;另一台为辅助性机器,主要提供用户的触屏界面,完成用户的登录和场景的选择。二者通过网络通信完成信息的交互。图 7 是训练中心的网络拓扑结构示意图。

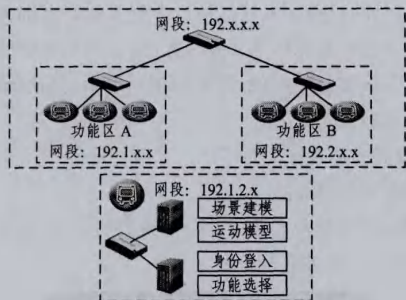


图 7 数据采集系统网络拓扑结构

驾驶模拟器会产生 3 类数据,分别为主车信息(驾驶员所操纵汽车的信息)、辅车信息(主车附近汽车的相关数据)以及车上传感器数据(由各类传感器获取)。前两类数据使用 TCP 协议发送,后者则使用 UDP 协议发送。发送的时候,各类数据按照预先约定好的格式,存放在数据包内。接收方获取数据后,按照协议将数据取出。其中,UDP 数据每隔 50ms 在子网内广播,而 TCP 数据则以 500ms 为间隔定时发送到指定的服务端。

4.1.2 数据采集系统框架

整个采集系统的框架如图 8 所示。

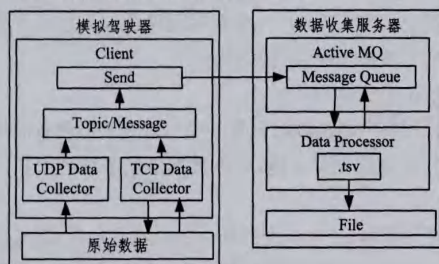


图 8 采集系统框架

其可以分为 3 个模块,即数据发送端、消息队列、数据固化端。

数据发送端安装在每一个驾驶模拟器上,负责数据的包装和发送。驾驶模拟器定时获取当前传感器的各项数值,然后按相应的主题(Topic)封装,发送给消息队列。考虑到网络问题,数据发送端实现了重连机制。每次消息发送前,都会检测是否能与本机的数据发送端连接,之后再检测能否与远端的消息队列连接。一旦出现了连接丢失,则整个过程全部重新启动。

消息队列采用 Active MQ 开源实现。消息队列会实时监听端口,并以多线程的方式处理接收到的数据,存储在消息队列中,等待其他应用获取。通过设置时限的方式,可以避免因为长期没有应用获取数据而造成的内存泄露问题(队列是在内存中实现的)。

数据固化端负责获取消息队列中的数据,并将其调整格式后存储在服务器上,方便将来使用。

4.2 数据标注系统

获取 Record 数据后,需要对其进行语义标注才能构成机器学习模型的训练集和测试集。由于驾驶行为是一个复杂的过程,因此无法在数据采集时自动完成标注,而需要手工实现。

4.3 数据处理结果

总共采集了 36 个人的数据;每个人都有将近 2300 条数据。经过筛选,本文选择了如表 1 所列的数据进行模型训练和行为识别。

表 1 采集数据结果

数据名称	数据范围
速度	显示当前动力学模型转速(整数)
转弯灯	-1. 左转向, 1. 右转向, 0. 是无转向灯
方向盘夹角	最大显示值为 1.0, 最小显示值为 -1.0, 方向盘在中点时显示为 0

5 驾驶行为识别

驾驶行为有如下两种特点:1)驾驶行为可以理解为一个层级结构,高层次的行为是由低层次的行为序列构成的;2)每一层的行为可以看作一系列的状态,状态之间的转换符合统计学概率。这种内部的特征与概率图模型相符,因此本文采用隐马尔科夫模型(Hidden Markov Model)对驾驶行为进行建模。

5.1 识别模型的构建

通常,驾驶任务可以看作由 3 个层次的控制行为组成,抽象程度由高到低分别为驾驶战略(strategic)、驾驶策略(tactical)和驾驶操作(operational)。驾驶战略对应于一个长时间的目标,如一次旅行。驾驶策略则短一些,指的是驾驶员针对特定车况做出的反应,如跟车、变道、超车、转向等。驾驶操作则对应于最小时间内的操作,如踩刹车、转动方向盘等。

每一层的控制行为都是由其下层的行为按照一定顺序组成的;即一系列的驾驶操作实现了一个驾驶策略,之后一系列的驾驶策略实现一个驾驶战略。另一方面,每一层的行为可以抽象为一系列的状态集合;状态之间可以互相切换,切换的结果就是该层的驾驶行为序列。例如,超车可以看作由左加速-右加速-右转这一序列组成。

如图 9 所示,驾驶员在驾驶策略层次所处的行为(如左转、右转、加速、减速等)会在驾驶的过程中互相转换。通常,

这种转换被认为是按照一定的概率实现的。这种转换的结果最终构成行为序列,并实现某个驾驶战略。之后,驾驶操作按照同样的方式以一定的概率进行切换,实现某一个驾驶策略。

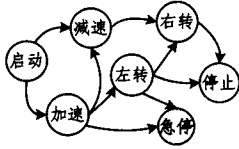


图9 驾驶状态转换

本文针对驾驶策略(tactical)层次的行为进行识别模型的构建。建模时,每一个驾驶策略(例如左转、右转)使用一个独立的 HMM 模型进行建模;模型内的隐状态则对应于 4.1.2 节所述的驾驶元素,即一些共有的驾驶操作。考虑到驾驶行为有极强的时序性特征,HMM 模型使用从左向右的单向模型,且不允许隐状态的反序跳转。其结构如图 10 所示。

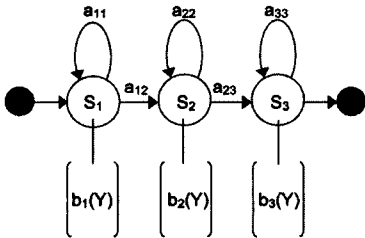


图10 单向的隐马尔科夫模型

确定好模型后,需要利用数据对模型进行训练。如4.1.3节所述,关于驾驶元素的定义并没有公认的标准,因此无法为每一个驾驶行为人为定义准确的隐状态个数。为此,在进行具体模型训练时,需要采用枚举实验的方式,确定最合适的 HMM 结构以及参数。枚举的参数有两个:一个是隐状态的个数,变化范围为 1~4;另一个则是每个隐状态对应的高斯混合模型的个数,变化范围为 1~2。最后,通过识别效果,来确定最终的模型参数。

在为每个驾驶策略构建完单独的模型后,其并不能直接应用到驾驶行为的分析和识别中。为了将连续的传感器数据流最终划分为行为序列,需要将数个 HMM 模型连接在一起,构成一个统一的识别模型。为了简便,假设不同的驾驶策略可以任意跳转,不存在特定的不合法序列(比如左转不能出现在右转前)。最终,连续的识别模型如图 11 所示。

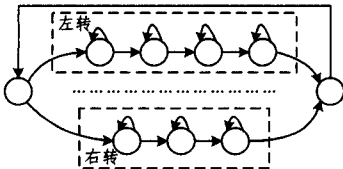


图11 隐马尔科夫模型识别网络

同时,为了提高识别的精确度,还需要对连续识别模型再进行一次训练,对每个 HMM 中的参数进行一定的调整。

在进行 HMM 模型训练和识别时,都是采用剑桥大学的 htk 工具包^[13]完成的。该工具作为一个知名的 HMM 开发工具包,在语音研究领域被广泛的使用,其权威性有所保证。

5.2 特征选取以及驾驶策略选取

数据中所包含的特征有速度、方向盘夹角、转向灯状态,我们选择了表 2 的数个特征用以描述驾驶行为。

表2 特征向量

特征	类型	描述
速度	连续变量	主车的行驶速度(m/s)
加速度	连续变量	主车采样时刻间行驶速度的差值(m/s)
转向灯	离散变量	转向灯状态
方向盘转角	连续变量	归一化后的方向盘转角

同时,本文选择表 3 中的策略作为建模对象。

表3 驾驶策略

驾驶策略	描述
启动	从停止状态启动汽车
停止	使汽车进入停止状态,例如,看到信号灯或指示牌
紧急停止	在遇见突然冲出的汽车或行人后停止
左转	左转至左侧的车道,在高速公路上左转至最左侧车道
右转	右转至右侧车道,从高速公路的出口离开
保持	没有大的方向盘波动和速度波动
加速行驶	速度一直上升
减速行驶	速度一直下降

需要指出的是,最后两项行为可能在某种意义上是比较直观的。但是为了让整个行驶过程能够由驾驶策略序列构成,因此需要增加它们作为复杂行为的粘合部分。

5.3 模型训练

HMM 的训练其实就是对参数的估计,由以下 3 个阶段来完成。

1)参数进行初始化

通过对训练数据序列进行一个较为武断的分配,确定那些时间序列属于哪一个状态,之后由基本的高斯公式得出相应的初始参数和跳转概率。这种方法可行的原因是我们采用的模型都是单向传播的,连续的数据必定属于同一隐状态,且前后数据所处的状态也有前后关系。在此之后,使用维特比对齐的方式(一种特殊形式的前向后向算法)将原先的数据序列重新分配给隐状态,使得产生最终序列的概率更大。新的序列又会产生新的参数。通过几次迭代,最终获得一个最优的初始化参数。

2)独立模型的迭代

初始化后,使用经典的 Baum-Welch 算法对 HMM 参数进行迭代估计。需要指出的是,该算法只对转移概率进行了优化;而高斯分布参数的迭代则是在重新计算了序列分配后再做出的重新估计。一般会在此处迭代 3 次左右。

3)连续模型的迭代

这一步骤主要是针对标定数据的重新调整。因为人工标定的数据可能存在误差,对于数据序列的划分可能并不能完全符合语义,因此需要将多个 HMM 模型放在一起共同训练,重新调整序列的划分。htk 在此处所用的算法是 token passing 算法,它是 Baum-Welch 算法的一种变种,能够有效地减少计算量。

最终,训练出了数十个模型,并对这些模型的准确度进行了比较。

5.4 识别结果

本文为每一个驾驶策略分别构建了一个单独的连续识别网络。在该网络内,只存在一个模型,对应于所要识别的驾驶策略。同时,本文根据标注对特征文件进行了划分,保证每个文件内只包含一个单独的操作。最后,用这些模型和数据进行性能的评估。

本文以准确率与召回率为指标,构建了模型的评价标准,

如下所示^[8]：

$$F = \frac{1 + b^2}{\frac{b^2}{\text{recall}} + \frac{1}{\text{Precision}}}$$

式中, b 用来调整召回率和准确率两者之间的比重, 本文将 b 取值为 2。模型的训练结果如表 4 所列。

表 4 模型结果评估

驾驶策略	最佳模型	F
启动	6 个隐状态, 2 个高斯混合模型	73.1%
停止	6 个隐状态, 2 个高斯混合模型	76.5%
紧急停止	6 个隐状态, 3 个高斯混合模型	74.1%
左转	6 个隐状态, 2 个高斯混合模型	82%
右转	6 个隐状态, 3 个高斯混合模型	81.7%
保持	6 个隐状态, 3 个高斯混合模型	90.1%
加速行驶	4 个隐状态, 1 个高斯混合模型	91%
减速行驶	4 个隐状态, 1 个高斯混合模型	89.1%

可以看出, 本文所提模型能够在较精确的情况下识别相应的驾驶策略。同时, 越复杂的行为所包含的隐状态越多。

6 应用

在完成了驾驶行为的识别之后, 本文实现了一个简单的驾驶风险分析应用, 用来证明基于驾驶行为构建相关应用的可能性。同时, 也列出了两个未来的应用, 以展示驾驶行为研究在未来车载服务构建中的方向和潜力。

6.1 风险分析识别

每个驾驶策略被拆分为安全和危险两种情况, 分别构建独立的 HMM 模型。此时的连续识别模型如图 12 所示。

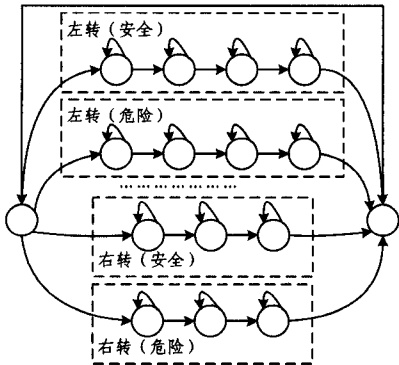


图 12 风险分析识别应用原理

由此, 最后识别出的行为序列中会自动包含驾驶安危信息。根据这些信息, 可以确定驾驶员在某次驾驶中危险操作的部分和细节, 方便进行回顾和姿势改正; 同时, 通过计算危险操作的比例, 可以评判驾驶员习惯的好坏。

为了构建这样的识别模型, 需要将训练数据划分为标准的驾驶策略和不良的驾驶策略; 随后, 使用两种数据分别对安全和危险模型进行训练。本文对于数据的划分, 基于如下的假设: 驾驶风格良好的驾驶员总是倾向于做出较好的驾驶操作(从概率上来说, 确实如此); 反之, 对于驾驶风格较差的驾驶员, 其操作也大多危险。

驾驶员风格的区分通过调查问卷的形式实现。按照驾驶风格将数据进行划分, 分别完成驾驶策略模型的训练, 最终构成识别模型。

6.2 基于 Driver Profile 的衍生服务

Driver Profile 主要为不同的驾驶员提供一个档案, 存储一系列驾驶相关的信息(历史记录、驾驶风格、驾驶员评分

等)。早期, 由于缺乏统一的表示方式, 这些信息都是散落在各个服务当中的。应用很难将这些信息单独地剥离出来, 也没有那个必要。随着驾驶行为概念的引入, 这些信息也成为了许多应用共同需要的数据。为此, 需要将它们整合在一起, 作为其他服务的公共数据接口。

有了 Driver Profile 后, 许多服务都能从中收益。例如, 驾驶员可以通过比较自己的形式记录和标准记录的区别, 以改进自己的驾驶技术; 同时, 通过查看历史记录, 还可以了解自己的驾驶技巧是否有所提高。与以往单纯的图表记录不同的是, 这些记录都是由驾驶行为组成的, 因此驾驶员更容易看出自己的不足, 同时更容易针对特定的行为进行改进, 大大增强了可操作性。另外, 保险业评级和物流管理的准确性也会随驾驶行为更加详尽而大大提高。

结束语 本文采集了驾驶模拟器的驾驶行为数据, 并使用 HMM 模型对驾驶行为进行建模, 实现了对驾驶员驾驶行为的风险识别, 最后在其基础上构建个性化车载服务。未来将引入真实驾驶数据, 改进驾驶行为识别的准确性, 使得系统能应对更加复杂的识别场景。

参考文献

[1] Xively[OL]. <https://xively.com/>

[2] Funf[OL]. <http://funf.org/>

[3] Kukkonen J, Lagerspetz E, Nurmi P, et al. Betelgeuse: A platform for gathering and processing situational data[J]. Pervasive Computing, IEEE, 2009, 8(2): 49-56

[4] Beach A, Gartrell M, Xing X, et al. Fusing mobile, sensor, and social data to fully enable context-aware computing[C]// Proceedings of the Eleventh Workshop on Mobile Computing Systems & Applications, ACM, 2010: 60-65

[5] Brunette W, Sodt R, Chaudhri R, et al. Open data kit sensors: a sensor integration framework for android at the application-level [C]// Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services, ACM, 2012: 351-364

[6] Atzmüller M, Hilgenberg K. Towards capturing social interactions with SDCF: an extensible framework for mobile sensing and ubiquitous data collection[C]// Proceedings of the 4th International Workshop on Modeling Social Media, ACM, 2013: 6

[7] Open. Sen. Se[OL]. <http://open.sen.se/>

[8] Wang Y, Lin J, Annavaram M, et al. A framework of energy efficient mobile sensing for automatic user state recognition[C]// Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services, ACM, 2009: 179-192

[9] Sae-Tang A, Catasta M, McDowell L K, et al. Semantic place prediction using mobile data[C]// Mobile Data Challenge (by Nokia) Workshop, 2012: 18-19

[10] Chon Y, Lane N D, Li F, et al. Automatically characterizing places with opportunistic crowdsensing using smartphones [C]// Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing, ACM, 2012: 481-490

[11] Wu J, Pan G, Zhang D, et al. Gesture recognition with a 3-d accelerometer [M] // Ubiquitous Intelligence and Computing, Springer Berlin Heidelberg, 2009: 25-38

[12] Quintero M, Oñate Loópez J A, Ruúa J M P. Intelligent erratic driving diagnosis based on artificial neural networks[C]// ANDESCON, 2010 IEEE, IEEE, 2010: 1-6

工具。表 1 和表 2 清晰地表明, ID_{eye} 模型在不同颜色条件下的工效指标(EMT 和 EPT)的 R^2 平均达到了 0.95,取得了足够好的数据拟合度。同时,图 9 和图 10 中的回归直线也直观地说明了模型的参数能准确反映不同颜色条件下人机工效的相对优劣、差异程度及其变化趋势。

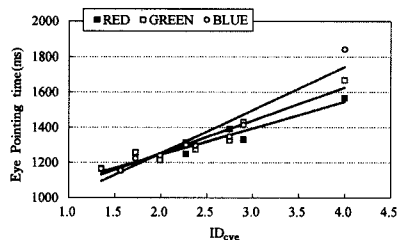


图 9 实验一中 EPT 的回归直线

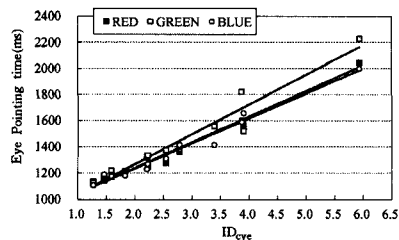


图 10 实验二中 EPT 的回归直线

结束语 本文以 ID_{eye} 模型为理论评估工具,通过两个不同的实验从视点坐标空间稳定性和人机工效两个层面有效揭示了目标颜色对视线交互的影响。研究结果为视线交互界面的设计实践提供了进一步的指导原则:采用暖色调会相对更有利于改善交互工效,特别是在视线移动距离较大的条件下,改善的空间更大。

参 考 文 献

- [1] Jacob R. The use of eye movements in human-computer interaction techniques; what you look at is what you get [J]. ACM Transactions on Information Systems, 1991, 9(3): 152-169
- [2] Kong J, Ren X, Shinomori K. Investigating the influence of colors on the performance of pointing tasks for human interface design[J]. IEICE Transactions on Information and Systems, 2007, E90-D(2): 500-508
- [3] Zhang X, Ren X, Zha H. Modeling dwell-based eye pointing target acquisition [C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2010: 2083-2092
- [4] Instance H O, Spinner C, Howarth P A. Providing motor impaired users with access to standard GUI software via eye-based interaction [C]// Proceedings of the 1st European Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, 1996: 109-116
- [5] Hansen J P, Johansen A S, Hansen D W, et al. Command with-

out a click; dwell time typing by mouse and gaze selections [C]// Proceedings of INTERACT'03, 2003: 121-128

- [6] Glenstrup A, Engell-Nielsen T. Eye controlled media: present and future state[D]. Institute of Computer Science, University of Copenhagen, 1995
- [7] Lankford C. Effective eye-gaze input into windows [C]// Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium, 2000: 23-27
- [8] Majaranta P, MacKenzie I S, Aula A, et al. Effects of feedback and dwell time on eye typing speed and accuracy [J]. Journal of Universal Access in the Information Society, 2006, 5(2): 199-208
- [9] Hansen J P, Johansen A S, Hansen D W, et al. Command without a click; dwell time typing by mouse and gaze selections [C]// Proceedings of INTERACT'03, 2003: 121-128
- [10] Kumar M, Paepcke A, Winograd T. Eyepoint: Practical pointing and selection using gaze and keyboard [C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2007: 421-430
- [11] Jacob R J K. Eye movement-based human-computer interaction techniques; Toward non-command interfaces [J]. Advances in Human-Computer Interaction, 1993, 4: 151-190
- [12] Hatfield F, Jenkins E A, Jennings M W, et al. Principles and guidelines for the design of eye/voice interaction dialogs [C]// Proceedings of the IEEE 3rd Symposium on Human Interaction with Complex Systems(HICS'96), 1996: 10-19
- [13] Zhang X, Feng W, Zha H. Effects of different visual feedback forms on eye cursor's stabilities [C]// Proceedings of International Conference on Human-Computer Interaction(LNCS Vol. 6775), 2011: 273-282
- [14] Soukoreff R W, MacKenzie I S. Towards a standard for pointing device evaluation, perspectives on 27 years of Fitts' law research in HCI [J]. Int. J. Human-Computer Studies, 2004, 61: 751-789
- [15] Zhang X, Zha H. Human performance modeling for two-dimensional dwell-based eye pointing [C]// Proceedings of the 16th Pacific Asia Conference on Information Systems, 2012: 96
- [16] Zhang X, Zha H, Ma W. An Evaluation of 2D Target Expansion for Gaze-based Interactions [OL]. 2014-06-10. CHI '13 workshop on "Gaze Interaction in the Post-WIMP World". <http://gaze-interaction.net/wp-system/wp-content/uploads/2013/04/ZZM13.pdf>
- [17] 张新勇, 查红彬. 视线交互中两类扫视运动的人机工效评估研究 [J]. 计算机科学, 2014, 41(10): 1-6

Zhang Xin-yong, Zha Hong-bin. Evaluation of Effects of Centripetal and Centrifugal Saclades on Humman PErformance in Gaze-based Interactions[J]. Computer Science, 2014, 41(10): 1-6

(上接第 6 页)

- [13] HTK Hidden Markov Model Toolkit [OL]. <http://htk.eng.cam.ac.uk/>
- [14] 堵炜炜. 车载信息系统支撑与服务平台设计及实施管理研究 [D]. 上海: 复旦大学, 2011
- [15] 史敏锐. 车载信息服务分析与研究 [J]. 电信网技术, 2012(1): 24-30

- [16] 李力, 王飞跃, 郑南宁, 等. 驾驶行为智能分析的研究与发展 [J]. 自动化学报, 2007, 33(10): 1014-1022
- [17] 刘雁飞. 驾驶行为建模研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2007