

信息科学

混入智能网联汽车的交通流稳定性与安全性分析

Stability and Safety Analysis of Traffic Flow Mixed with Intelligent Connected Vehicles

孟创

Meng Chuang

(车辆工程 四川省成都市西华大学 610039)

Vehicle Engineering, Xihua University, Chengdu, Sichuan, 610039

摘要: 随着科学技术发展进步,智能网联汽车逐渐迈入人们的日常生活当中,为人们出行带来了便利条件。但是在驾驶智能网联汽车过程中,由于交通系统中混入了智能网联汽车,导致交通流的稳定性与安全性无法按照原有方式进行计算和采集。因此,为了保证人们的出行安全,深入探究混入智能网联汽车的交通流稳定性与安全性,是当前交通领域重点研究内容之一。本文对混入智能网联汽车的交通流稳定性与安全性进行了分析,首先对智能网联汽车关键技术进行了概述,随后从人工驾驶车辆跟驰模型、智能网联车辆跟驰模型两方面深入探究了跟驰模型,并深入分析了稳定性概念、仿真实验思路、混合交通流稳定性与安全性分析、仿真试验评价等内容,基于混入智能网联汽车条件下对交通流稳定性与安全性分析,最后进行了系统性总结,以供参考。

Abstract: With the development and progress of science and technology, intelligent connected vehicles have gradually entered people's daily lives, bringing convenience to people's travel. However, in the process of driving an intelligent connected vehicle, the stability and safety of the traffic flow cannot be calculated and collected in the original way due to the mixing of intelligent connected vehicles into the traffic system. Therefore, in order to ensure people's travel safety, in-depth exploration of the stability and safety of traffic flow mixed with intelligent connected vehicles is one of the key research contents in the current transportation field. This article analyzes the stability and safety of traffic flow when mixed with intelligent connected vehicles. Firstly, it provides an overview of the key technologies of intelligent connected vehicles. Then, it delves into the car following model from two aspects: manual driving vehicle following model and intelligent connected vehicle following model, and deeply analyzes the concept of stability, simulation experimental ideas, mixed traffic flow stability and safety analysis, simulation experimental evaluation, and other contents. Based on the analysis of traffic flow stability and safety under the condition of integrating intelligent connected vehicles, a systematic summary was conducted for reference.

关键词: 智能网联汽车; 交通流; 稳定性; 安全性

Keywords: Intelligent connected vehicle; Traffic flow; Stability; Security

前言: 随着智能网联技术不断发展进步,智能网联汽车已经逐渐融入城市交通系统当中。但是在融入过程中,由于多方因素,技术人员需要针对智能网联技术的基础设施进行设计并升级,才能满足智能网联汽车进行交通系统的前提条件。而智慧道路基础设施升级本身属于漫长过程,因此人工驾驶汽车及智能网联汽车共同构建出混合交通流已经成为城市交通的重要发展趋势。为了保障人们的出行安全,技术人员需要深入探究混入智能网联汽车的交通流稳定性与安全性,并在此基础上对智能道路基础设施进行升级,才能帮助交通流维持较高安全性和稳定性,为人们出行提供安全保障。

一、关于智能网联汽车关键技术的概述

随着科学技术发展进步,智能网联汽车已经逐步迈入大众视野当中。对比普通类型汽车,智能网联汽车具备自动化程度较高的特点,由于自身结构中添加了传感器、信息传输设备、控制装置等构件,汽车的实时运行状态能够得到有效控制,为安全提供保障,并强化驾驶人员的驾驶体验。在智能网联汽车关键技术的帮助下,互联网技术能够得到有效发挥,将定位系统、运行数据等内容和交通、天气、路况进行结合,进而维护运行状态,提升交通的稳定性及安全性。具体而言,智能网联汽车关键技术包含三个方面。

首先,信息联网。在信息联网技术的帮助下,可以实现汽车无线联网。只需要对对应功能硬件进行安装和优化,即可根据实际情况对配套车机软件进行设计。设计人员应当注意,通信单元、5G网络终端装置、GPS定位系统是必备硬件,设计软件时需要将上述功能及硬件结合在一起,进一步强化车机系统的功能性,从而为驾驶人员提供良好的驾驶体验,并在此基础上为交通流稳定性与安全性提供保障^[1]。

其次,自动控制。要想实现自动控制功能,就必须在原有控制系统上改进自动控制系统,完善汽车功能。比如在原有技术的基础上添加自动制动、自动调速、自动驾驶模式转换等多样化功能,并在相关理论算法的帮助下借助可编程技术,对智能网联汽车自动控制水平进行优化,从而充分发挥现代汽车的自动控制功能,进而为混入智能网联汽车的交

通流稳定性源泉提供保障。

最后,环境感知。站在混合交通流稳定性与安全性的角度上,可以发现环境感知技术能够帮助汽车对周边位置信息进行采集和感知,并从繁杂的信息中提出去关键信息,进而降低出现车辆碰撞事故风险的概率。在当前环境感知技术当中,雷达探测技术和视觉识别技术是常用技术,能够为智能网联汽车提供良好帮助,使其对周边环境信息进行提取,并细致掌握前车和后车的驾驶情况^[2]。同时,也可以利用技术实现实时通信,进而为协同驾驶创造有利条件,对前车后车的突发行为进行规避,降低发生风险的概率。

综上所述,汽车在形式过程中难免会遇到恶劣的交通环境,导致交通流稳定性与安全性受到严重威胁。因此有效提升智能网联汽车的环境适应能力,可以提升汽车抵抗风险的韧性,充分发挥出智能网联汽车技术的作用,并对当前驾驶策略进行优化,注重交互性,从而有效提升驾驶安全,规避风险,为人身安全提供保障。

二、跟驰模型

(一)人工驾驶车辆跟驰模型

在人工驾驶车辆跟驰模式当中,FVD模型可以充分弥补速度模型的不足之处,并对广义力模型进行补充优化。因此FVD模型已经成为当前人工驾驶车辆跟驰模式中的重要模型。在FVD模型中,人们对车间距和速度差项进行了系统性考虑,并根据实际数据构建了标准参数标

$$\dot{v} = k[V(\Delta x) - v] + \frac{\lambda}{\Delta x - L} \Delta v$$

定,具体模型为

\dot{v} 为车辆速度导数,单位为 m/s^2 ; 而 k 和 λ 为模型当中的敏感系数;
 Δx 是人工驾驶车辆和前车车头之间的距离,单位为米; v 是车速,单位是米每秒; L 为车辆的具体长度,单位同样为米; Δv 表示本车和前

车之间的速度差,单位是米每秒。对优化速度函数进行计算时,需要利

$$V(\Delta x) = v_f \{1 - \exp[-\frac{a}{v_f}(\Delta x - L - s_0)]\}$$

用公式,其中 v_f 是自有流速,单位是米每秒, a 则是敏感系数, s_0 是车辆之间的最小安全距离,单位是米^[3]。

在计算时,模型的相关参数具体可参考表1,标定误差是4.01%。

表1 FVD 模型相关参数取值

参数	取值
$v_f/(m*s^{-1})$	33.0
s_0/m	2.45
L/m	5.0
λ /s^{-1}	4.1
a/s^{-1}	1.26
k/s^{-1}	0.629

(二) 智能网联车跟驰模型

对比其他跟驰模型,CACC 模型对恒定车间时距进行了系统性考虑,而未对其他驾驶策略进行考虑。在 CACC 车辆恒定车间时距跟驰特性的帮助下,能够对智能网联车跟驰模型进行表述。具体模型的表达式为

$$\begin{cases} \dot{v} = v_p + k_p e + k_d \dot{e} \\ \dot{e} = \Delta x - s_0 - L - t_e v \end{cases}$$

在表达式中, v_p 表示前一个控制时间的后车具体速度,单位是米每秒; e 是期望车间距和实际车间距之间的

误差,表达单位是米; \dot{e} 则是 e 的倒数形式; t_e 是期望车间时距,单位是秒; k_p 和 k_d 是控制系数。在利用该表达式对速度进行求导,则表达式

$$\dot{v} = \frac{k_p(\Delta x - s_0 - L) - k_p t_e v + k_d \Delta v}{k_d t_e + \Delta t}$$

会转变为,其中 Δt 表达时间。在 CACC 模型的帮助下,智能网联车跟驰特性能够充分展现出来,

其中具体参数的取值以 $k_p=0.45$; $k_d=0.25$; $\Delta t=0.01$; $t_e=0.6$ 为准^[4]。

三、基于混入智能网联汽车条件下交通流稳定性与安全性分析

(一) 稳定性的概念

要想对道路中出现的随机扰动对交通流状态造成影响进行判断,就碧玺对交通流稳定性进行分析,如果交通流稳定性不足,就会导致出现交通堵塞的情况,影响道路交通的通行率,同时也会极大程度上提升危险性。因此,稳定性分析在道路交通安全评价工作中十分重要,具体非

$$F = \frac{1}{2}(f_v)^2 - f_{\Delta v} f_v - f_{\Delta x} < 0$$

稳定状态条件判定式为

如果交通流的稳定状态无法满足使用需求,就会满足判定式中的条件,具体而言,式中的 f 为跟驰模型关于车速度的偏微分方程, $f_{\Delta x}$

为跟驰模型车间距的偏微分方程, $f_{\Delta v}$ 则是跟驰模型关于车速度的

$$\begin{cases} f_v = \frac{\partial f(v, \Delta v, \Delta x)}{\partial v} \Big|_{(v^*, 0, \Delta x^*)} \\ f_{\Delta v} = \frac{\partial f(v, \Delta v, \Delta x)}{\partial \Delta v} \Big|_{(v^*, 0, \Delta x^*)} \\ f_{\Delta x} = \frac{\partial f(v, \Delta v, \Delta x)}{\partial \Delta x} \Big|_{(v^*, 0, \Delta x^*)} \end{cases}$$

差的偏微分方程。具体计算式为,其

中 v^* 是平衡状态下的速度,单位是米每秒; Δx^* 则是平衡状态下的车头间距,单位是米^[5]。

(二) 仿真试验思路

在智能网联技术的帮助下,智能网联汽车的规模不断扩大,有效提升了当前道路通行的整体水平。为了进一步发挥智能网联汽车的作用,技术人员需要对当前智慧道路相关基础设施进行完善,并缩短整个基础设施建设周期,通过强化基础设施的方式对智慧道路进行更新,并推进智能网联汽车和人工驾驶汽车相结合,进而引导未来道路的发展趋势和主流。但是在完善之前,技术人员需要交通系统的抗扰动能力进行了解和

分析,随后从稳定性方面入手,探究交通流和交通系统之间的关系。由于跟驰车队中的,某辆车或者某几辆车如果出现减速、变道、急刹车等突发变化,则后方车辆的驾驶行为会受到极大影响,十分容易在车流当中引起车速波动。如果车速波动的幅度过大,就会导致车队系统的稳定性下降。如果车速波动下降至0,则车队系统的整体驾驶状态会由之前混乱的状态恢复至平衡态,以此传递出车队系统驾驶状态具有良好稳定性的信息。

由于智能网联汽车和人工驾驶汽车二者之间的跟驰行为存在差异性,因此需要根据仿真试验要求合理选择跟驰模型,比如选择智能驾驶员模型、协同自适应巡航控制模型等,随后在此基础上对交通流的稳定性和安全性进行分析。对交通流稳定性进行探究时,可以采取协同自适应巡航控制模型对人工驾驶汽车跟驰行为以及智能网联汽车跟驰行为分别进行描述,随后在渗透率不同的条件下对交通流稳定性进行分析,最后有效应用连续介质渗流理论,对不同智能网联汽车渗透率情况下的交通流稳定性进行有效分析。对交通流安全性进行分析时,则需要提前收集碰撞暴露时间对应数据,并将其作为交通流安全性指标。具体而言,即在全速度差模型的帮助下对混合交通流跟驰行为进行分析,对碰撞暴露时间、车速标准差等数据进行采集,进而展开综合分析,明确混合交通流的安全性^[6]。

四、结论

随着智能网联汽车的推广及应用,在未来交通发展趋势当中,混入智能网联汽车的交通流将会成为交通领域的主要发展方向。为了进一步强化混合交通流的安全性及稳定性,保障人们的出行安全,技术人员需要深入分析混入智能网联汽车的交通流稳定性与安全性,并在此基础上分析风险发生的概率及对应解决措施,从而通过规避风险、降低车辆行驶速度波动情况的方式达成提供安全交通的目的,为出行者提供安全保障,并在此基础上强化驾驶人员的驾驶体验,实现安全驾驶。

参考文献:

[1]张亚飞,刘昌业,李高坚等.智能网联汽车 FOTA 系统控制策略研究[J].时代汽车,2023(13):34-36.

[2]邬江兴.智能网联汽车内生安全问题与对策[J].重庆邮电大学学报(自然科学版),2023,35(03):383-390.

[3]贯怀光,郭蓬,张登权等.基于车路云协同的智能网联汽车研究态势[J].汽车文摘,2023(06):1-8.

[4]蔡方博,张倩,赵晓令.数据安全在智能网联汽车领域的应用研究[J].智能网联汽车,2023(01):6-9.

[5]蒋阳升,郝慧君,姚志洪.智能网联汽车混合交通流稳定性与路段基本图分析[J].工业工程,2022,25(06):92-100.

[6]胡永辉,金旭峰,王亦兵等.智能网联混行动力异构交通流生态驾驶[J].中国公路学报,2022,35(03):15-27.

[7]孙佳,傅博鑫.我国智能网联汽车高质量发展对策研究[J].电子产品可靠性与环境试验,2021,39(S1):103-105.