

自适应学习算法在汽车自动变速器软件中的应用研究

田文瑞 胡保刚^(通讯作者) 章海霞

浙江万里扬股份有限公司杭州分公司 浙江杭州 310000

【摘要】伴随汽车产业的飞速进步，加之人们对驾车感受期望的持续攀升，汽车自动变速器性能的改良，已然成为重点探究方向。自适应学习算法这一智能手段，可促使自动变速器软件依据车辆当下的运行状态和行车环境，自行调适与完善。此篇文章深入钻研了自适应学习算法于汽车自动变速器软件里的运用，细致剖析其运作机制、适用情形以及展现出的突出长处，还对后续的发展走向予以展望，目的在于为增强自动变速器效能、增进驾驶体验给予理论与实践支撑。

【关键词】自适应学习算法；汽车自动变速器；软件应用；驾驶体验；性能优化

Research on the application of adaptive learning algorithm in automotive automatic transmission software

Tian Wenrui Hu Baogang^(corresponding author) Zhang Haixia

Zhejiang Wanliyang Co., LTD. Hangzhou Branch Zhejiang Hangzhou 310000

【Abstract】With the rapid advancement of the automotive industry and the continuous rise in people's expectations for driving experiences, the improvement of automatic transmission performance has become a key area of research. Adaptive learning algorithms, as an intelligent approach, can enable automatic transmission software to adjust and optimize itself based on the vehicle's current operating conditions and driving environment. This article delves into the application of adaptive learning algorithms in automatic transmission software, meticulously analyzing their operational mechanisms, applicable scenarios, and notable advantages. It also looks ahead to future developments, aiming to provide theoretical and practical support for enhancing the performance of automatic transmissions and improving driving experiences.

【Key words】adaptive learning algorithm; automatic transmission; software application; driving experience; performance optimization

引言

汽车自动变速器经多年演变，从起初简易的液力自动变速器，逐渐发展成现今技术繁杂、性能优良的智能变速器体系。一直以来，其宗旨皆为给驾驶者带来更平稳的换挡感受、更佳的燃油经济性以及更稳定的车辆性能。不过，传统自动变速器在应对复杂多样的驾驶状况时，要做到精准又高效的换挡操控颇具难度。自适应学习算法的问世，为攻克这一难题开拓了新思路。此算法给予自动变速器软件自我学习和适应的本领，让它能依照车辆真实的运行数据，灵活调节换挡策略等核心参数，进而大幅提升自动变速器在各类工况下的性能水准，这对汽车行业的发展有着极为重要的意义。

一、自适应学习算法概述

（一）算法基本原理

车速传感器、发动机转速传感器、节气门开度传感器等

不间断地把车辆运行参数传送至变速器控制单元（TCU）。算法借助这些数据，按照特定数学模型与逻辑准则展开运算。就像神经网络自适应算法，它效仿人类大脑神经元的运作模式，让输入数据在多层神经元里传输并处理。一开始算法依照预先设定的参数开展初步运算，随着数据持续累积和处理，算法可自行调节神经元间的连接权重，完善运算流程。在自动变速器情境中，通过持续研习车辆行驶时的换挡时机、发动机和变速器的适配状况等信息，算法渐渐“掌握”契合当下驾驶工况的换挡策略，达成对变速器控制的持续改进。

（二）常见算法类型

模糊自适应算法会对驾驶风格、道路坡度这类难以精确量化的驾驶工况信息进行模糊化操作，将其转化成模糊集合，例如把车速划分为“低速”“中速”“高速”子集，接着依据预先设定的模糊规则库，结合车辆实时运行数据来开展模糊推理；在自动变速器换挡控制方面，当车速处于“中速”子级且节气门开度较大时，按照规则能判定为加速工况，进而延迟升挡以获取更强动力，适配复杂工况。遗传自

适应算法模拟生物进化机制,在自动变速器软件中,将不同换挡策略编成“染色体”,先随机生成代表不同换挡方案的初始“染色体”群体,然后依据车辆运行后的换挡平顺性、燃油经济性等性能指标对“染色体”进行评估打分,淘汰表现差的,通过交叉、变异从优良者中生成新“染色体”,经多轮迭代找到适配特定工况的最优换挡策略。强化学习算法使自动变速器软件与车辆运行环境进行交互学习,软件每次做出换挡决策后,根据环境反馈的奖励信号评估决策,换挡后若加速性能好、舒适性高就获得正奖励,反之得负奖励,软件依据这些反馈持续调整换挡策略,力求实现长期累积奖励最大化,以此来优化变速器控制。

(三)与传统算法对比优势

传统算法依托预先设定的换挡逻辑,难以在实际驾驶中实时契合驾驶工况的变动。就拿不同坡度道路驾驶情况来说,传统算法往往依照固定的车速及发动机转速阈值实施换挡操作,在爬坡之际,或许会因过早升挡,致使车辆动力匮乏;而在长下坡时,又没办法适时降挡,从而难以借助发动机制动。与之不同的是,自适应学习算法能够实时对车辆运行状态予以监测,灵活地对换挡策略做出动态调适^[1]。爬坡过程中,它可依据坡度传感器所获数据以及发动机负载状况,自行延迟升挡时机,确保发动机维持在高扭矩区间运转,为车辆供给充足动力;长下坡时,能够及时降挡,充分利用发动机制动,有力保障行车安全。自适应学习算法还能依据驾驶员日常驾驶习惯,逐步对换挡策略加以优化,针对不同驾驶风格的用户,打造个性化的驾驶体验,这是传统那种采用固定参数的算法所难以企及的。

二、汽车自动变速器软件系统架构

(一)硬件基础支持

变速器控制单元(TCU)身为核心硬件,承担着数据处理与指令发送的重任。其拥有强劲的计算性能,能够迅速处理来自众多传感器的海量数据,并且依照软件算法生成控制信号。就传感器而言,车速传感器运用电磁感应或者霍尔效应,精准测定车轮转速,而后将其转变为电信号传递至TCU,这为判断换挡时机提供了关键参照;发动机转速传感器实时监控发动机曲轴的旋转速率,助力TCU协调发动机和变速器的适配情况;节气门开度传感器借助电位计原理,探测节气门的开启角度,以此体现驾驶员的动力需求。

(二)软件模块构成

数据采集模块以毫秒级频率采集车速、发动机转速、节气门开度、油温等数据,随即进行初步整理与格式转换,如

把传感器输出模拟信号转为数字信号,按特定结构存储,为自适应学习算法提供数据基础。算法处理模块作为自动变速器软件核心,运行自适应学习算法,接收数据采集模块数据,运用模糊自适应、遗传自适应或强化学习等算法分析计算,依结果生成换挡控制策略及参数调整指令,借对历史和实时数据学习,确定当前工况下最优换挡时机与油压,保障换挡平顺及动力高效传输。控制执行模块依算法处理模块指令控制变速器换挡操作,通过控制电磁阀开合调节内部油压,进而控制离合器、制动器结合与分离,实现挡位切换。

(三)自适应学习算法嵌入位置

自适应学习算法内置于算法处理模块,和其他模块协同配合。数据采集模块持续把车辆实时运行数据输送至算法处理模块,为自适应学习算法供给学习材料。算法处理模块里的自适应学习算法依据这些数据,经反复迭代与优化,生成契合当下工况的换挡控制策略^[2]。控制执行模块依照算法处理模块给出的指令,精准把控变速器换挡操作。待控制执行模块完成换挡操作,又将实际换挡成效反馈给算法处理模块,算法依据反馈内容进一步完善自身参数与策略。这套闭环工作模式,让自适应学习算法得以持续研习并适应车辆运行状况,不断增强自动变速器的控制效能。

三、自适应学习算法在自动变速器软件中的应用场景

(一)不同驾驶风格适应

部分用户钟情激进驾驶,频繁进行急加速、急减速操作,对车辆动力响应有着极高要求。自适应学习算法凭借监测节气门开度的迅速变动、车速的急剧起伏等数据,识别出此类驾驶风格。在换挡策略制定方面,该算法会延后升挡时刻,让发动机维持在高转速区间,进而输出更为强劲的扭矩,契合激进驾驶时对动力的瞬时需求。与之不同,有些用户驾驶风格温和,驾驶过程平稳,加速、减速都较为平缓。自适应学习算法通过剖析车速变化的平稳态势、节气门开度的缓慢调节等数据,判断出这种驾驶风格。在此情形下,算法会对换挡策略予以优化,提前升挡,使发动机于较低转速运行,以此提升燃油经济性。

(二)复杂路况应对

城市拥堵路况中,车辆频繁启停,传统自动变速器常出现换挡顿挫,且频繁换挡易致使油温升高。自适应学习算法实时监测车速、发动机转速与车辆启停频率等数据,识别出拥堵工况。随即,算法调整换挡策略,降低不必要换挡,防止在低速状态下频繁换挡^[3]。山区道路多有频繁上下坡,对自动变速器性能要求严苛。上坡时,车辆需更强动力,自适应学习算法依据坡度传感器数据和发动机负载状况,延迟升

挡,必要时甚至降挡,让发动机维持在高扭矩输出区间,保证车辆有充足动力爬坡。下坡时,算法借助发动机制动,适时降挡,依靠发动机压缩阻力助力车辆减速,减轻刹车系统负担,保障行车安全。

(三) 变速器老化补偿

伴随汽车行驶里程不断累积,自动变速器内部的零部件会慢慢出现磨损老化现象,进而致使变速器的换挡性能降低。自适应学习算法可通过监测变速器的换挡时长、油压变动等参数,察觉变速器的老化状况。就像当算法察觉到换挡时间逐步变长,这表明变速器内部离合器或制动器的结合速率变缓,极有可能是因为摩擦片磨损所致。算法会自行调节换挡油压,适度增大油压,以此加快离合器和制动器的结合速度,弥补因零部件老化所造成的性能损耗。针对因齿轮磨损引发的传动比改变,算法同样能够通过学习与调适,优化换挡策略,保证变速器在老化的状态下,依旧能够提供较为稳定的换挡性能,延长变速器的使用年限。

四、应用效果与挑战

(一) 性能提升表现

在不同驾驶风格和路况下,算法精准调控换挡时机与换挡油压,让离合器和制动器的结合、分离更平稳。急加速后升挡时,算法依实时监测的发动机转速和车速提前调油压,使离合器缓结合,避免动力中断或衔接不当致顿挫,大幅提升乘坐舒适性。针对不同驾驶工况,自适应学习算法合理调整换挡策略,让发动机处于更经济转速区间,城市拥堵时减少不必要换挡,高速行驶提前升挡保持发动机低转速。研究数据表明,应用该算法后,车辆综合工况燃油经济性能提升5%~10%,有效降低用户使用成本^[4]。激进驾驶时,算法延迟升挡让发动机维持高转速,动力输出直接迅速。驾驶员急踩油门,变速器迅速响应调挡,输出强大扭矩,显著提升车辆加速性能,满足用户对驾驶激情的追求。

(二) 可靠性验证

测试车辆配备应用自适应学习算法的自动变速器软件,

在各类真实驾驶场景中采集数据。历经长时间、长里程测试,结果表明,自适应学习算法运行稳定,切实提升了变速器性能,全程未因算法问题引发故障或异常,证实该算法在实际运用中的可靠性。在实验室里,针对搭载自适应学习算法的自动变速器开展耐久性测试。模拟车辆处于极端工况下长时间运转,像频繁急加速、急减速以及连续上下坡行驶等情况。历经数百万次换挡循环测试后,变速器性能依旧良好,自适应学习算法持续正常运作,持续优化换挡策略,彰显出算法在长期高强度使用状态下的可靠性与稳定性。

(三) 现存挑战与解决方案

自适应学习算法需大量车辆运行数据,这些数据涵盖车辆敏感信息和用户驾驶习惯等隐私内容^[5]。为应对数据安全和隐私问题,汽车制造商运用加密技术,对传输和存储的数据加密,保证数据传输时不被窃取篡改。同时建立严格数据访问权限制度,仅授权人员和系统可访问相关数据,保护用户隐私。部分先进自适应学习算法如深度神经网络算法复杂度高,对变速器控制单元(TCU)计算资源要求大。为应对此挑战,汽车制造商一方面提升TCU硬件性能,采用更强处理器和更大内存;另一方面优化算法,使用模型压缩、算法简化等技术,在不影响性能前提下降低算法对计算资源需求,确保算法在现有硬件平台高效运行。

结语

自适应学习算法应用于汽车自动变速器软件,极大提升自动变速器性能,显著改善驾驶体验。它能适应不同驾驶风格、应对复杂路况、补偿变速器老化,实现换挡平顺性、燃油经济性和动力响应等多方面性能提升,且经实际道路测试与耐久性试验验证了可靠性。在实际应用中,该算法也面临数据安全、算法复杂性等难题,这需要借助技术创新与优化来攻克。随着汽车智能化、网联化发展,自适应学习算法在自动变速器领域有望发挥更大效能,持续推动汽车技术朝着更高效、更智能、更安全方向发展,为用户打造更优质的驾驶体验。

参考文献

- [1]郑家阳.基于机器学习与智能优化算法的车辆速度控制与路径规划[D].天津大学,2023.
- [2]赵玉梅,龙海洋.汽车自动变速器换挡控制自动校准算法研究[J].机械设计与制造,2024,(01):204-210.
- [3]高志宏.汽车自动变速器换挡的控制[J].机械管理开发,2023,38(02):88-89+94.
- [4]李漠尘,张云云,赵鹏.AUTOSAR与汽车控制器软件开发[M].化学工业出版社:202407.232.
- [5]徐鹏,胡昌辉.自适应汽车零部件循环取货车辆智能路径规划方法研究[J].南方农机,2024,55(21):160-164.