

车载智能推荐系统主观评价体系

王文彬 张维轩 康子怡 尹佳伟

(中国第一汽车股份有限公司研发总院, 长春 130013)

【欢迎引用】王文彬, 张维轩, 康子怡, 等. 车载智能推荐系统主观评价体系[J]. 汽车文摘, 2025(8): 40-44.

【Cite this paper】WANG W B, ZHANG W X, KANG Z Y, et al. Subjective Evaluation System of In-Vehicle Intelligent Recommendation System[J]. Automotive Digest (Chinese), 2025(8): 40-44.

【摘要】为了填补车载智能推荐系统在主观评价体系方面的研究空白, 基于丰富度、交互设计、体验设计和响应速度等核心特征, 提出了一套科学全面的评价体系与方法, 探讨了不同技术背景、使用场景和推荐算法下的系统评估标准。结果表明, 该评价体系能够有效指导车载推荐系统的设计与优化, 为提升驾乘体验和用户满意度提供依据。

关键词: 车载智能推荐系统; 评价方法; 用户满意度; 推荐准确性

中图分类号: TP391.1 文献标志码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20230164

Subjective Evaluation System of In-Vehicle Intelligent Recommendation System

Wang Wenbin, Zhang Weixuan, Kang Ziyi, Yin Jiawei

(Global R&D Center, China FAW Corporation Limited, Changchun 130013)

【Abstract】To address the research gap in subjective evaluation systems for in-vehicle recommendation systems, this study proposes a comprehensive and scientifically grounded evaluation framework based on key features such as richness, interaction design, experience design, and response speed. The study explores assessment criteria across different technical backgrounds, usage scenarios, and recommendation algorithms. The results indicate that this evaluation system can effectively guide the design and optimization of in-vehicle recommendation systems, providing a basis for enhancing driving experience and user satisfaction.

Key words: In-Vehicle intelligent recommendation system, Evaluation method, User satisfaction, Recommendation accuracy

0 引言

在“网联万物”背景下, 智能网联汽车的发展加剧了信息过载的问题^[1]。推荐系统作为一种针对信息过载的解决方案, 已逐渐成为各领域研究热点^[2]。车载智能推荐系统为用户提供个性化体验、多样化的功能服务、个性化设置和学习能力, 增强车内环境的便利性、安全性和个性化。尽管推荐系统持续涌现、更新和迭代, 对其评价指标的研究却相对有限^[3]。考虑到技术背景、应用场景和推荐算法的多样性, 如何选取合适的主观评价指标来评估推荐系统的优劣, 至今仍是业界未达成共识的难题。虽然现有部分评价指标被广泛使用, 但其固有局限性导

致难以形成统一标准。建立科学的主观评价体系至关重要, 能为系统优化提供有效反馈, 帮助开发者提升系统性能和用户体验。本文讨论了评价方法的实施和应用问题, 并指出未来研究方向。通过对车载智能推荐系统评价体系的研究, 为推荐系统的设计和优化提供科学的指导, 提高用户体验和满意度。

1 车载智能推荐系统及评价方式

1.1 车载智能推荐系统发展历程

车载智能推荐系统的发展可以追溯到近几十年来智能车辆技术的进步^[4]。其主要发展可分为以下5个阶段:

(1)早期导航系统:在发展初期,车内主要能提供车辆导航功能和路线规划,此时推荐系统的概念并不明确存在^[5]。

(2)基于兴趣点推荐^[6]:随着导航系统功能的完善,汽车厂商逐渐引入基于兴趣点(Point Of Interest, POI)推荐,向驾驶员提供附近的餐馆、加油站和停车场等信息。这些推荐主要基于车辆位置,并不考虑用户的选择偏好。

(3)娱乐内容推荐:随着车载娱乐系统(In-Vehicle Infotainment)的发展,车辆内部的娱乐内容推荐也逐渐出现。通过分析用户的音乐偏好和电影喜好等信息,为驾驶员和乘客提供个性化的音乐、视频和娱乐内容推荐^[7],个性化服务成为推荐系统的组成部分。

(4)交通信息和驾驶辅助推荐:随着智能车辆技术的进步,系统开始关注交通信息和驾驶辅助功能。例如,根据实时交通状况为驾驶员提供最佳路线推荐,或通过车辆传感器数据提供驾驶行为评估和安全提醒。

(5)个性化推荐和智能交互^[8-10]:近年来,车载智能推荐系统更加注重个性化推荐和智能交互。通过分析驾驶员和乘客的行为数据、兴趣偏好以及车辆和环境信息,实现更精准的个性化推荐。同时,车载推荐系统逐渐支持语音助手和手势控制等智能交互方式,提升用户体验和操作便利性。

1.2 推荐系统评价指标

本章节对常用的评价指标^[11]进行分类,包括准确性指标、多样性指标、实用性指标以及效率指标等。

(1)准确性指标^[12]包括均方根误差(Root Mean Square Error, RMSE)、平均绝对误差(Mean Absolute Error, MAE)和Top-N准确率(Top-N Accuracy)。均方根误差可以衡量预测评分与真实评分之间的差距。平均绝对误差可以衡量预测评分与真实评分之间的绝对差距。Top-N准确率可以衡量推荐列表中前N个推荐项目与用户真实兴趣间的匹配程度。

(2)多样性指标包括信息熵(Entropy)、覆盖率(Coverage)以及跨度(Novelty)。信息熵可以衡量推荐列表中项目的多样性和平衡性^[13]。覆盖率^[14]可以衡量推荐系统能否覆盖到不同领域或类型的项目。跨度可以衡量推荐项目的新颖性和独特性。

(3)实用性指标包括个性化度(Personalization)、用户满意度(User Satisfaction)以及用户参与度(User Engagement)。个性化度可以衡量推荐系统针对不同

用户提供个性化推荐的程度。用户满意度通过用户反馈、调查问卷等方式衡量用户对推荐系统的满意程度。用户参与度可以衡量用户对推荐系统的参与程度和活跃度。

(4)效率指标包括响应时间(Response Time)和算法复杂度(Algorithm Complexity)。响应时间可以衡量推荐系统生成推荐结果的速度。算法复杂度可以衡量推荐算法在大规模数据集上的计算复杂度和效率。

2 车载智能推荐系统评价体系

车载智能推荐产品整体处于推荐框架下,各子推荐相互独立,故推荐产品的评价分为推荐框架评价和细分推荐评价。2.1章节通过功能丰富度对推荐框架进行评价。2.2~2.4部分从交互设计、体验设计以及响应速度3个维度对各子推荐功能进行评价。

2.1 功能丰富度

从内容类、功能类和服务类3个方面对功能丰富度的评价进行判断,功能维度对应表如表1所示。

表1 功能维度对应表

功能维度	维度描述	得分/分
内容类	音乐、电台、视频	0~5
功能类	智驾域功能、底盘域功能、座舱域功能	0~5
服务类	含加油或充电服务、基于位置的服务以及维保服务	0~5

(1)内容类推荐包括音乐推荐、电台推荐和视频推荐。需评估推荐系统在这些方面的多样性和质量,如音乐推荐是否能满足用户的音乐偏好、电台推荐是否可以提供丰富的电台选项以及视频推荐是否涵盖各种类型和风格的视频内容等。

(2)功能类推荐包括智驾域功能、底盘域功能和座舱域功能。需评估推荐系统在这些功能方面的丰富程度、实用性及覆盖度。主要评估推荐系统是否在恰当时机为驾驶员推荐使用智驾功能,如在行车或驻车过程中是否推荐行车辅助和驻车辅助功能,底盘域功能是否提供悬架调节推荐、驾驶模式推荐等功能以及座舱域功能是否提供舒适性和便利性的功能推荐。

(3)服务类推荐包括加油或充电服务、基于位置的服务以及维保服务。对推荐系统上述服务方面的全面性和便利性进行评估,如是否可以推送最近的加油站或充电桩的位置和价格信息、是否可以基于用户

位置信息提供周边服务推荐,以及是否可以提供维保服务的预约和提醒功能。

其中,每个子维度下每包含一个推荐计1分,单子维度分数上限分数为5分,由子维度进行累积后求平均数得到各功能维度分数,总体功能丰富度 θ 为3个功能维度的平均分,并在相应的区间进行打分。若 $0<\theta<1$,则车载智能推荐系统丰富度较差;若 $1<\theta<3$,则车载智能推荐系统丰富度基本满足用户需求;若 $3<\theta<5$:车载智能推荐系统丰富度高,可以为用户带来惊喜。

2.2 交互设计

交互设计维度评价是用户对于各智能推荐产品子功能页面的评价^[14],主要包括页面布局、信息丰富性以及交互视觉设计中的层次。

2.2.1 页面设计易用性

推荐系统页面的关键内容应具有直观性和易理解性。页面设计应聚焦于展示产品的主要信息,增强简洁性和美观性。评价核心在于用户能否清晰快捷地理解推荐意图和内容,实现所见即所得的效果。

2.2.2 交互易用性模式

页面交互元素清晰可见,语音交互方式易于理解,交互模式简洁。用户可以明确辨识推荐页面中的可交互区域和不可交互区域。一旦推荐弹出,用户能够清晰知晓可接受和拒绝推荐的位置,并具备即时与推荐系统进行交互的能力。

2.2.3 交互一致性设计

设计理念、逻辑结构、操作交互和视觉形象等方面保持一致。推荐产品的交互形式(如上下滑动)应与产品的其他模块保持一致,以降低用户的学习成本,使其能够轻松上手。例如,拒绝推荐的方式与语音的收起方式保持一致,统一使用上划手势取消当前内容。

2.3 体验设计

智能推荐系统的流程主要包括意图识别、需求匹配和内容召回阶段,因此本研究将体验设计细分为以下5个维度。

2.3.1 场景识别准确度

推荐系统能够基于用户和车辆数据,准确识别场景和意图。准确度的定义是所识别到的场景或意图与用户预期相符。场景识别指的是识别用户的行车场景、身体状态或动作意图等。如识别用户即将上班通勤的场景、用户处于疲劳驾驶状态或用户想要播放

音乐的意图等。

2.3.2 需求认知准确度

需求认知准确度指推荐系统在准确识别意图后,能否匹配满足用户意图的内容、功能或服务。需求认知是指推荐系统如何个性化设计以满足用户行车场景、身体状态和动作意图的需求。如当识别到用户疲劳驾驶的状态时,推荐系统设计为提供提神方式或建议用户靠边停车休息一段时间,这种需求匹配是否准确可通过需求认知准确度来衡量。

2.3.3 推荐准确度

推荐准确度指推荐内容在当前场景下的精确性和用户接受程度。在进行场景识别和需求匹配后,最终呈现给用户的推荐形式是否精准,用户是否愿意接受。例如,当识别到用户处于疲劳驾驶状态并通过需求匹配推荐用户提神,如何选择用户喜欢的提神方式是判断推荐准确度的关键。

2.3.4 推荐频次

推荐频次指推荐系统在各个子推荐之间进行统一的频率控制,避免推荐过于频繁干扰用户驾驶。同时,对于单一的子推荐也应进行控制,不应多次推荐同一内容。例如,当用户已接受迎宾推荐后,在短时间内不应再次进行其他推荐;另外,当用户已经收到并拒绝了油量不足的推荐后,在下次加油前不应再次收到相同的推荐。

2.3.5 情感化

产品应具备情感关怀理念,在主动服务过程中多维度考虑用户的情感需求。推荐系统应考虑用户的情感状态,提供情感化的服务体验。这包括关注用户情绪、情感偏好等,以更好地满足用户的情感需求。

2.4 响应速度

为了确保车载智能推荐系统在实时性、用户体验和安全性等方面提供优秀的性能,系统必须具备快速、准确和个性化的推荐服务能力。响应速度在以下方面深刻影响系统性能。

快速的响应速度能够提高用户满意度和使用体验。用户期望能够快速获取个性化的推荐结果,以更好地满足他们的需求和偏好;在车辆驾驶过程中,用户可能需要即时的推荐信息,如导航指引、交通信息等。快速的响应速度能够满足用户的实时需求,提供准确和及时的推荐结果;快速的响应速度可以减少驾驶员分心的可能性。系统能够迅速响应用户的请求,减少用户在操作系统时的等待时间,提高驾

驶安全性。

响应速度的评估指标涵盖以下2个方面:(1)响应生成效率关注推荐系统生成和呈现推荐结果的效率。评估因素包括处理用户输入的速度、检索相关推荐所需的时间,以及系统对用户交互的整体响应速度。(2)平均响应速度衡量从满足推荐条件到推荐结果可见的平均时间。较低的平均响应速度意味着系统能够更快地生成和展示推荐结果,提高用户满意度和使用效率。

3 评价方法

3.1 评价准备

3.1.1 被评价车载智能推荐产品

部署被测车载智能推荐产品,包括车载测试设备、画像服务、日志服务以及相关的场景设置。

3.1.2 评价人员

选取年龄处于不同年龄段15名评价人员,需具备完善的用车知识,具有推荐系统使用经验,同时评测人员应从未使用过本次被评价车载智能推荐系统。

表2为评价人员基本信息表。

表2 评价人员基本信息表

基本信息项	基本信息内容
评价人员标号	唯一标号
年龄段	18~30岁、30~50岁、50岁以上
性别	(男、女)

注:评价人员需要覆盖性别男、女;评价人员需要覆盖3个年龄段,根据车型定位赋予不同年龄段人员;被推荐评价应覆盖推荐全领域,同时覆盖用车全生命周期,确保评价人员体验完整

3.1.3 被测系统网络环境

要覆盖无网络、弱网和正常网络3种情况,保证测试场景全面。

3.2 评价过程

N名数据完备的体验评价人员应完整体验全部推荐项,针对每个推荐项的全部维度下的每个推荐指标进行打分。

3.2.1 评价维度

每位评价人员完成推荐项的体验后对其进行评价,评价维度如表3所示,对9项评价指标逐项进行评分,分数越高代表评价结果越好。所有推荐项指标评分完成后,按照表4进行计算,最终形成总体推荐产品评价。

3.2.2 评价标准

本文设计了一个通用总体的推荐系统评价标准,按照0~5分的五个阈值划分。

表3 评价维度表

总维度	评价维度	评价分数
功能丰富度	基于表1进行计算	(0~5)分
交互设计	页面设计易用性	(0~5)分
	交互易用性模式	(0~5)分
	交互一致性设计	(0~5)分
体验设计	场景识别准确度	(0~5)分
	需求认知准确度	(0~5)分
	推荐准确度	(0~5)分
	推荐频次	(0~5)分
	情感化	(0~5)分
响应速度	响应生成效率	(0~5)分
	平均响应速度	(0~5)分

表4 评价结果表

分数	评价维度	评价结果
1	推荐系统无法提供有用的推荐结果,无法满足用户的需求和偏好	较差
2	推荐系统提供的推荐结果几乎没有与用户需求和偏好匹配的内容,用户体验非常差	一般
3	推荐系统提供的推荐结果在一定程度上与用户需求和偏好匹配,但仍有较大的改进空间	良好
4	推荐系统能够提供相对准确和个性化的推荐结果,用户对推荐内容较为满意	很好
5	推荐系统提供了完全准确且高度个性化的推荐结果,用户对推荐内容非常满意,并且超出预期	优秀

4 结束语

本文提出了一种新的针对车联网智能座舱^[15]推荐系统的评价体系,考虑了个性化指标、体验评价、时效性评价,并设计了具体实现方案。未来车载智能推荐系统评价的研究方向涉及以下3个方面:(1)安全性。推荐系统对驾驶员安全的影响应该被纳入评价体系中^[16]。从驾驶分心程度、驾驶行为的稳定性等方面推荐系统给对评估该系统是否对驾驶安全性存在影响。(2)可解释性。研究如何评价车载智能推荐系统的可解释性,即系统对推荐结果形成的透明度和解释能力。可以考虑推荐结果的解释性、用户对推荐结果的理解程度等指标,以及推荐算法的可解释性和可信度等方面。(3)社会影响。考虑车载智能推荐系统对社会和环境的影响,研究如何评估系统的可持续性、资源利用效率、用户隐私保护等方面的表现。

参 考 文 献

- [1] 徐志伟, 曾琛, 朝鲁, 等. 面向控域的体系结构: 一种智能万物互联的体系结构风格[J]. 计算机研究与发展, 2019, 56(1): 90-102.
- [2] 胡琪, 朱定局, 吴惠舜, 等. 智能推荐系统研究综述[J]. 计算机系统应用, 2022, 31(4): 47-58.
- [3] 张宇航, 姚文娟, 姜姗. 个性化推荐系统综述[J]. 计算机应用, 2022, 42(6): 287-292.
- [4] 杜志彬, 赵鹏超, 黄晓延, 等. 新一代信息通信技术影响下的智能网联汽车数据资源发展分析[J]. 汽车技术, 2018(3): 1-4.
- [5] 朱来普. 车载导航技术发展及专利布局分析[J]. 大众标准化, 2020(12): 171-172.
- [6] SHI M, SHEN D, KOU Y, et al. Attentional Memory Network with Correlation-Based Embedding for Time-Aware Poi Recommendation[J]. Knowledge-Based Systems, 2021, 214(2): 106747.
- [7] 王海龙, 柳林, 林民, 等. 基于信息检索及k均值聚类的音乐个性化推荐算法[J]. 吉林大学学报(工学版), 2021, 51(5): 1145-1150.
- [8] TIAN L, YANG B, YIN X, et al. A Survey of Personalized Recommendation Based on Machine Learning Algorithms [C]// EITCE '20: Proceedings of the 2020 4th International Conference on Electronic Information Technology and Computer Engineering, 2021: 602-610.
- [9] 程硕. 基于智能网联汽车功能服务的推荐系统设计[J]. 汽车工程师, 2020(9): 30-32.
- [10] 安敬民, 李冠宇, 蒋伟, 等. 基于用户活动轨迹和个性化区域划分的兴趣点推荐[J]. 计算机学报, 2022, 45(6): 1176-1194.
- [11] 刘春霞, 武玲梅, 谢小红. 推荐系统评估研究综述[J]. 现代计算机, 2018(16): 11-15+20.
- [12] 张睿. 基于用户评价的强化学习推荐算法研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2020.
- [13] KE G, DU H L, CHEN Y C. Cross-Platform Dynamic Goods Recommendation System[J]. Applied Soft Computing, 2021, 104(1): 107213.
- [14] LI H, SONG X, MAO M, et al. Information Entropy Based Multi-Criteria Recommendation[C]// World Scientific Proceedings Series on Computer Engineering and Information Science Developments of Artificial Intelligence Technologies in Computation and Robotics, 2020: 513-521.
- [15] 钟磊, 周允升, 余敦辉, 等. 基于亲和力与研究方向覆盖率的审稿人推荐算法[J]. 计算机应用, 2023, 43(2): 430-436.
- [16] 郑红丽, 丁冠源, 回妹, 等. 5G通信时代汽车智能座舱发展趋势[J]. 汽车文摘, 2022(5): 12-15.
- [17] 倪涛. 认知分心状态下纵向驾驶权切换策略研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2020.

(责任编辑 明慧)