

# 心灵捕手——基于情感计算的车载音乐调节系统

## 项目研究报告

**摘要** 驾驶场景中，高唤醒的负面情绪的出现会增加攻击性驾驶行为的发生，而低唤醒的负面情绪则会降低注意力水平。因此，识别与调节驾驶员的消极情绪是一个充满挑战性的领域，也是本项目的研究重点。本研究采用音乐治疗作为影响情绪的媒介，结合音乐理论和计算机创新技术，打造基于情感计算的车载音乐调节系统。目前已搭建具有针对性的乐库，给出了具体的解决方案，并设计了完整的系统。项目成果方面，已产出情感计算相关论文 2 篇，软著专利各一件。同时，在项目过程中我们也汲取了不少经验教训，无论对于该领域知识的领悟，还是对于我们个人的成长，包括为日后科学技术研究打下基础都有重要的意义。

**关键词** 情感计算 音乐治疗 驾驶 负面情绪

### 1 研究背景

调查显示，驾驶员因带消极情绪驾车而发生的交通事故占比高达总数的 70%。在驾驶场景下，一些负面情绪如愤怒会导致攻击性驾驶行为(Carmona et al., 2016)，沮丧和悲伤会降低注意力水平从而增加道路元素定位的错误率(Du et al., 2018; Jallais, Gabaude, & Paire-ficout, 2014)。然而，消极情绪常见、但不易被发现，这为道路安全带来了隐患。因此，采取一定的措施去帮助驾驶员识别和调节消极情绪，具有巨大的应用价值。

目前，虽然大部分主流汽车厂商生产的汽车，都会搭载基于人脸面部特征识别的车载 DMS 系统（驾驶员监测系统），且少部分具有情绪识别功能，但这些车载 DMS 系统的主要功能为驾驶员疲劳、分心监测和危险驾驶行为监测。另一方面，现有系统仅有监测功能，但无法改善这些问题。音乐治疗的兴起和发展，就是基于音乐对人内心情绪的调节作用，给予了我们团队极大的灵感，探索“AI+音乐治疗”在驾驶场景下的方案。研究表明，在高要求的驾驶情况下，平静的音乐已被证明可以放松、平静和缓解驾驶员的压力或其他负面情绪(Wiesenthal, Hennessy & Totten, 2000)。同时，随着科技的飞速发展，人脸表情识别机制的研究、智能座舱等技术的开发，也为音乐与驾驶员的交互互动提供了良好的载体，这都为我们作品的实践提供了可能性。我们希望通过基于情感计算的车载音乐调节系统，来缓解驾驶时的负面情绪，为安全行驶保驾护航。

为了解决上述痛点，我们的作品首先通过心理学理论和乐理调研选取合适的音乐作为影响情绪的媒介，进行自主构建乐库并设计音乐智能播放机制，然后通过情感计算、物联网、嵌入式开发和应用程序开发等技术构建出一个基于情感计算的音樂调节系统，为驾驶员自动适时播放有助于调节情绪的音乐，不仅是监测，而且能切实助力驾驶员保持情绪稳定。

## 2 研究内容

### 2.1 市场调研与用户需求

统计数据显示，2020 年中国道路交通事故死亡人数达到 1.66 万人，财产损失近 13 亿元其中，私家车肇事的数量最多，我国居民私家车保有量逐年增长。所以，有效防范私家车的驾驶事故风险，是十分必要的。此外，我们的系统也可应用于公交场景，公交事故虽发生频率低，但伤亡数量大，一旦发生，后果极为严重。公交车保有量仅占全国机动车保有量总数的 0.2%，但事故起数和死亡人数却占全国道路交通事故总数的 1%左右。调查显示，驾驶员带消极情绪驾车而发生的交通事故占比高达总数的 70%。“路怒”等驾驶员在驾驶时产生的消极情绪会导致故意尾随、紧逼、阻碍变道、加塞、别车、急刹、故意截停、甚至故意撞车等危险驾驶行为，这都极易造成交通事故的发生。

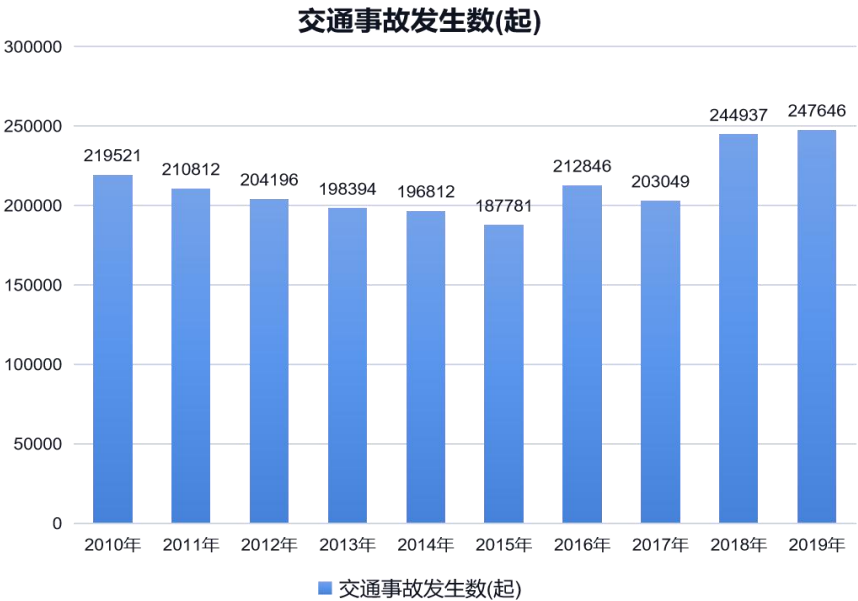


图 1 近年交通事故发生数量统计

在进行了市场调研之后，我们通过发放问卷和进行访谈的方式，了解用户对于我们研发的系统的潜在需求、体验情况和改进建议，来进一步完善我们的情感计算音乐系统。问卷和访谈的内容包含：调研用户平常的听音乐习惯、调研用户对于我们的系统的态度等。

2.2 心理音乐

2.2.1 心理学理论依据

研究表明，在驾驶场景下，一些负面情绪如愤怒会导致攻击性驾驶行为，沮丧和悲伤会降低注意力水平从而增加道路元素定位的错误率，而焦虑会让分心驾驶的可能性增高。以这些问题为着眼点，我们进行了乐理调研，选取了合适的音乐作为影响情绪的媒介，进行自主构建乐库并设计音乐智能播放机制。

2.2.2 乐库调研

通过调研文献，我们发现，在高要求的驾驶情况下，平静的音乐已被证明可以放松、平静和缓解人的压力或其他负面情绪。另外，在进行复杂任务，如在复杂路况下进行驾驶时，突然的音乐变化会让参与者更快、更有效地平静下来(van der Zwaag et al., 2013)。基于这些理论，我们进行乐库的设计。首先，由于我们的表情识别算法模型的输出结果是七种基本情绪，我们在调研了文献和资料后，根据驾驶场景下可能出现危险情况时的用户状态，把乐库分成了散消极、散疲劳、散抑郁、散焦虑、正念和我的收藏六种。第二个阶段，我们根据这四种非常常见的危险情况进行了进一步的调研，根据乐曲的曲速和节奏，流派，选择了能对驾驶员情绪起到调和作用的乐曲加入乐库，比如负面曲库选择了乐曲速度都在行板、柔板和慢板之间的多首纯音乐，疲劳乐库选择的乐曲都为速度在中板、快板和急板之间的经典音乐。

最终的乐库构成包含 35 首不同流派风格的海内外知名乐曲和自然环境采样的纯音乐，如表 1 所示。下面将对各个乐库进行详细介绍。

表 1 自建乐库的分类概况

| 乐库类别 | 特点 |
|------|----|
|------|----|

|     |             |
|-----|-------------|
| 负面  | 节奏舒缓，曲调悠扬   |
| 疲劳  | 层次分明，旋律明快   |
| 抑郁  | 活泼轻松，感染力强   |
| 焦虑  | 大调快速，优美典雅   |
| 正念  | 模拟自然环境下的白噪音 |
| 自定义 | 用户自行添加      |

散消极（负面）乐库介绍

相关研究表面，负面情绪如愤怒会导致攻击性驾驶行为，沮丧和悲伤会降低注意力水平从而增加道路元素定位的错误率。而道路环境又是变化多端的，突发的事件与狭小的空间极有可能会产生负面情绪。在驾驶场景下，节奏舒缓的音乐已被证明可以放松、平静和缓解驾驶员的压力或其他负面情绪。因此，负面曲库选择了乐曲速度都在行板、柔板和慢板之间的多首纯音乐，包含古典乐、现代钢琴曲、古琴曲等多种多样的类型，曲式曲调也富含变化，意在以不同形式的音乐达到相同的消解负面情绪的效果。表 2 是散消极曲库中的曲目举例说明。

表 2 散消极乐库曲目举例

| 序号 | 乐曲名称          | 乐器    |
|----|---------------|-------|
| 1  | 《泰伊思冥想曲》      | 钢琴    |
| 2  | 《阳关三叠》        | 古琴    |
| 3  | 《平沙落雁》        | 古琴    |
| 4  | 《童年的回忆》       | 钢琴    |
| 5  | 《Papillon》    | 小提琴   |
| 6  | 《The promise》 | 小提琴   |
| 7  | 《风居住的街道》      | 钢琴/二胡 |

散疲劳乐库介绍

针对疲劳驾驶的研究结果显示，快节奏音乐对驾驶疲劳具有显著的唤醒作用；

另一方面，负性情绪的宣泄释放和自我治愈力的唤醒也为疲劳的缓解奠定了基础，因而旋律优美、悠扬动听的乐曲也可以使人养心安神、舒缓紧张。综合以上结论，我们为疲劳乐库选择的乐曲都为速度在中板、快板和急板之间的经典音乐。乐库中包含管弦乐、交响乐、民乐和钢琴曲等众多种类、脍炙人口的乐曲，听者在听到这些曲子时，不仅能消解驾驶途中的疲劳，也会对这些熟悉的旋律倍感亲切。表 3 是散疲劳曲库中的曲目举例说明。

表 3 散疲劳乐库曲目举例

| 序号 | 乐曲名称                       | 乐器  |
|----|----------------------------|-----|
| 1  | 《凯旋进行曲》                    | 管弦乐 |
| 2  | 《欢乐颂》                      | 交响乐 |
| 3  | 《勃兰登堡协奏曲》                  | 管弦乐 |
| 4  | 《月光奏鸣曲》                    | 钢琴  |
| 5  | 《田园交响曲》                    | 交响乐 |
| 6  | 《步步高》                      | 民乐  |
| 7  | 《The truth that you leave》 | 钢琴  |

散抑郁乐库介绍

抑郁症是现在最常见的一种心理疾病，以连续且长期的心情低落为主要的临床特征，是现代人心理疾病最重要的类型。我们选取了一些旋律热烈欢快、活泼轻松，构成层次分明，感染力强的乐曲。我们对乐曲的选择参考了国内外音乐治疗相关文献，最后选定了七首经典的古典乐曲，以其中“相胜”的情绪来转移或制约听者的抑郁性情绪，起到调理作用。表 4 是散抑郁曲库中的曲目举例说明。

表 4 散抑郁乐库曲目举例

| 序号 | 乐曲名称    | 乐器  |
|----|---------|-----|
| 1  | 《加沃特舞曲》 | 小提琴 |
| 2  | 《致爱丽丝》  | 钢琴  |

|   |          |     |
|---|----------|-----|
| 3 | 《土耳其进行曲》 | 钢琴  |
| 4 | 《小步舞曲》   | 管弦乐 |
| 5 | 《春节序曲》   | 交响乐 |
| 6 | 《闲聊波尔卡》  | 交响乐 |
| 7 | 《溜冰圆舞曲》  | 管弦乐 |

散焦虑乐库介绍

焦虑是一种常见的驾驶时会出现的情绪,对相关文献的调查发现,在焦虑中,驾驶员更有可能分心驾驶,从而增加了车辆碰撞的可能性。而对新手司机,焦虑也更容易引起驾驶员的注意力偏差。研究发现,大调快速类型的音乐,无论是对情绪愉悦度的唤醒,或是对焦虑情绪的平复,都有较好的效果。慢速类型的音乐可以起到减缓心跳的作用。基于这一原则,我们在焦虑乐库中选择了包含二胡、钢琴、小提琴等多种乐器演奏的,大调快速类型的经典乐曲。这些乐曲各有特色又都优美典雅,对于疏解焦虑大有裨益。表 5 是散焦虑曲库中的曲目举例说明。

表 5 散焦虑乐库曲目举例

| 序号 | 乐曲名称                | 乐器  |
|----|---------------------|-----|
| 1  | 《D 大调第二弦乐四重奏（第三乐章）》 | 管弦乐 |
| 2  | 《月光》                | 钢琴  |
| 3  | 《未完成交响曲》            | 交响乐 |
| 4  | 《六月船歌》              | 钢琴  |
| 5  | 《梁祝》                | 钢琴  |
| 6  | 《小夜曲》               | 交响乐 |
| 7  | 《二泉映月》              | 二胡  |

正念乐库介绍

正念这个概念最初源于佛教禅修，是从坐禅、冥想、参悟等发展而来后来，正念被发展成为了一种系统的心理疗法，即正念疗法，就是以“正念”为基础的心理疗法。正念对于人们的心理问题具有很好的疏通作用，而在驾驶场景下，有研究发现正念训练可以为容易引起愤怒和攻击行为的驾驶员提供有效的干预 (Koppel et al., 2019; Stephens et al., 2018)，且正念对于防止分心驾驶也特别有用 (Wise, Heaton, & Shattell, 2020)。我们在正念乐库中选取了一些自然环境下的白噪音，可以使听者的注意力更容易集中。表 6 是正念曲库中的曲目举例说明。

表 6 正念乐库曲目举例

| 序号 | 乐曲名称             | 乐器     |
|----|------------------|--------|
| 1  | 《初春的清晨万物复苏》      | 自然环境采样 |
| 2  | 《初夏夜雨 星空璀璨》      | 自然环境采样 |
| 3  | 《海边平静的心》         | 自然环境采样 |
| 4  | 《暮秋的田野》          | 自然环境采样 |
| 5  | 《清早的欢愉》          | 自然环境采样 |
| 6  | 《守护地球 听见生灵万物的声音》 | 自然环境采样 |
| 7  | 《竹林里的风》          | 自然环境采样 |

自定义乐库（我的收藏）介绍

为了提高产品的泛用性，对于非危险场景下的用户，我们将给予充分的自定义空间，用户在这一乐库中可以自由添加乐曲并自由播放，只有在检测到危险事件可能发生时，才会切换到我们预设的乐库。

2.3 技术开发

为了更好地在车载环境中分析用户的情感状态、结合音乐调节的方法使用户保持良好的驾驶情绪，经过严谨的考量和设计后，我们确定了“心灵捕手”的整体工作方案：部署情感计算模型的嵌入式设备将被安置在车中，通过摄像头捕获用户人脸并计算出对应的情感状态，随后情感分析数据将通过物联网发送至用户

手机的微信小程序中，小程序将利用这些数据进行可视化展示并播放适合当前情感状态的调节音乐。

2.3.1 情感计算

实现了模型框架的搭建和自建数据集进行微调。由于不同边缘计算设备对模型的结构和性能存在一定的限制，在模型的选取方面，首先我们尽可能选取较为轻量的模型，比如 MTCNN 或者 Nanodet 系列作为人脸检测模型，VGG19 和 ResNet-18 作为情感分类模型。同时考虑到一些设备计算需要进行模型的转化，我们需要尽可能采用具有较为简单算子的模型以避免出错，比如在华为昇腾系列的 Atlas200dk 的板卡上，人脸检测框架我们选取了 Nanodet-RepVGG 模型。此外，在人脸识别模块，针对计算性能有限的情况，我们采取了 VGG19 蒸馏得到 ResNet18 等方法，以牺牲一定精度的方法换取速度的提升。此外，为了提升模型在现实世界中的泛化能力，召集了 12 名大学生构建出一个大小为 197 张不同人脸表情的数据集（表 7），用于算法的微调操作。

表 7 自建数据集的概述

|        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| 被试基本情况 | 12 (4 男 8 女)                       |
| 情感类    | 愤怒，恶心，害怕，快乐，中立，悲伤，惊讶               |
| 图片总数   | 197（各类表情的比例为 31：33：33：36：39：27：42） |

2.3.2 边缘计算和物联网通信

在边缘计算层面，使用 Python 语言中多进程编程的方式，在嵌入式设备端实现了多个任务的并行运行，包括使用摄像头捕获人脸表情进行情感计算和将情感计算的结果通过物联网接口发往应用程序后端以进行可视化展示和音乐推荐。多进程编程使主程序中的任务都能得到充分调度，增强了产品的运行性能表现；在物联网通信层面，基于物联网中的 MQTT 通讯协议、依托阿里云的物联网平台实现了多个设备之间低带宽的迅捷通信，情感分析结果可以在物联网中从嵌入式端快速流转 to 应用程序处，进而进行后续的处理运用，同时用户也可以通过应用程序发送指令到嵌入式端，对设备的运行状态进行控制。

2.3.3 应用程序



针对不同的应用场景开发了不同的应用。在家居、音乐诊疗室等场景，我们基于 HTML，CSS，JavaScript，Flask 等技术开发了网页端程序“心灵捕手——基于华为生态的情感计算音乐治疗系统”，生动的情感可视化和音乐播放等功能，帮助用户正视并积极调节深重的负面情绪。在驾驶等场景下，我们基于 WXML、WXSS 语言、MQTT 协议传输以及云存储等技术开发了手机端的微信小程序“心灵捕手——智能音乐治愈系统”，简洁明了的“驾驶模式”、调节负面情绪的音乐以及个性化的辅助功能等设计都在为司机安全上路提供多一份保障。



图 2 应用程序的界面展示

## 2.4 解决方案

### 2.4.1 车载场景音乐治疗方案

我们的系统只需要一部智能手机和可以连接蓝牙的车载音乐播放器就可以实现对驾驶员情绪的调节功能，应用性强，前景广阔。系统主要由三部分组成，嵌入式设备端、物联网和小程序。嵌入式设备端通过摄像头捕获人脸图像并通过情感计算模型计算出情绪信息。计算得到的情感通过物联网发往小程序进行可视化展示，并据此播放对应的基于音乐治疗理论和专业乐理知识而选取的音乐，以舒缓司机的负面情绪，降低交通事故发生的可能。

### 2.4.2 公交场景解决方案

在公交司机上岗后，我们的情感计算算法可以通过车载摄像头和云端发挥作用。在公交司机驾驶过程中，车载摄像头能够实时观察和记录司机的表情变化，我们的情感计算算法会通过云端实时计算司机的情绪状态，并反馈给总控台。当总控台的观察员发现公交司机的情绪有轻微负面表现时，会给予语音提醒；当识别出司机出现极端情绪，并做出攻击性驾驶行为时，总控台会响起警报，可强制

将公交车停至最近的公交站，阻断事故发生的可能性。

此外，以面部作为模态的音乐治疗算法也是我们自主研发的技术之一。我们自主研发的小程序可以通过蓝牙连接音箱，通过面部识别出用户当下具有负面情绪，并自动从预设的音乐治疗曲库中播放疗愈不同消极情绪的音乐，如焦虑、悲伤、愤怒等。公交公司可配置一个专门的音乐休息室，公交司机可以在下班或者休息的时候过来一边听音乐一边放松，我们的系统将识别出其具有的负面情绪，并播放音乐进行有针对性地调节。

### 3 研究成果

研究成果包含五个方面：设计了完整的系统、比赛成果、论文成果、软著专利以及应用的前景。

经过团队成员的不懈努力，“心灵捕手”已经形成了较为成熟的系统设计，其中的应用程序以效果最优的微信小程序为例，完整的系统架构如下图所示：

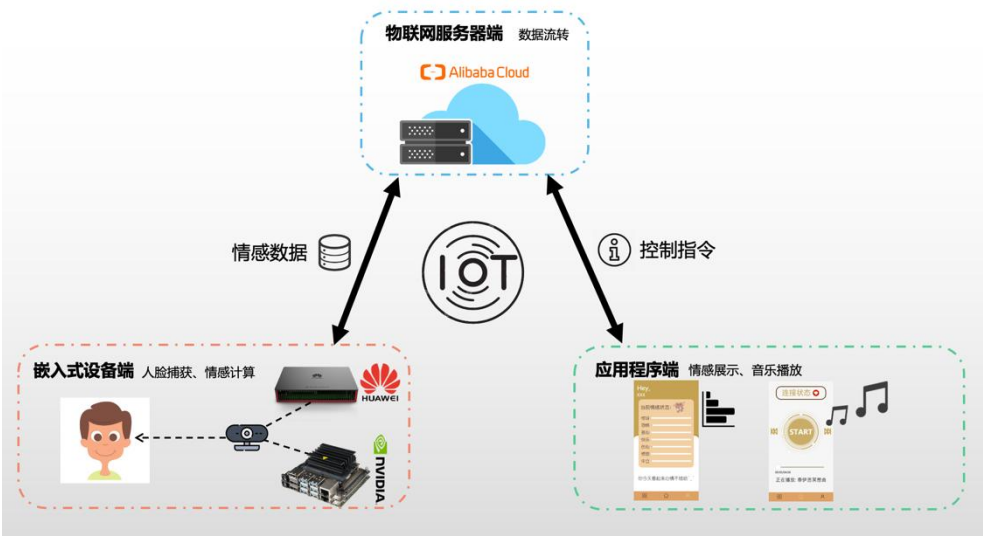


图 3 系统架构展示图

当用户开始使用“心灵捕手”的硬件设备时，设备会利用摄像头捕获到人脸的表情图像，并调用情感分析模型得出用户当前的情绪状态，随后使用物联网接口进行情感分析数据的发送；情感分析数据经由物联网服务器流转后会被应用程序端接收，应用程序会将用户的情感状态进行可视化展示，同时会自动根据当前的情绪去对应的疗愈曲库中播放音乐、以调节用户情绪，用户同样也可以点击微信小程序页面中的按钮来向嵌入式设备发送控制指令。

我们同样对“心灵捕手”进行了系统性的测试和验证。情绪识别方面，“心灵捕手”在情感分类数据集 FER2013 上能够达到 68% 的分类准确率，同时经过自建数据集进行模型微调后能够获得约 90% 的准确率，在用户情感分类的准确性上能达到较高的水准。实际测试时也与上述的结果相吻合，被试用户的大部分表情都可以得到准确的检测；延时速度方面，“心灵捕手”在边缘计算设备端的面部情感推理速度可以达到 2FPS，同时情感分析数据流转 to 应用程序端的耗时仅需约 78ms，能够很好的满足用户即时的情感调解需求。

本项目获得重点比赛 3 个国家级奖项，3 个省部级奖项，2 个校级奖项；发表情感计算相关的期刊论文 2 篇，均已接收；申请情感计算相关的软著和专利各一件，软著接收，专利在审；本项目的产品可应用于私家车驾驶场景或公交司机驾驶场景，通过基于情感计算的音乐调节技术，缓解司机的负面情绪，进而减少交通事故的发生。伴随我国汽车保有量的逐年增长，本项目的产品的市场潜力也将持续扩大。

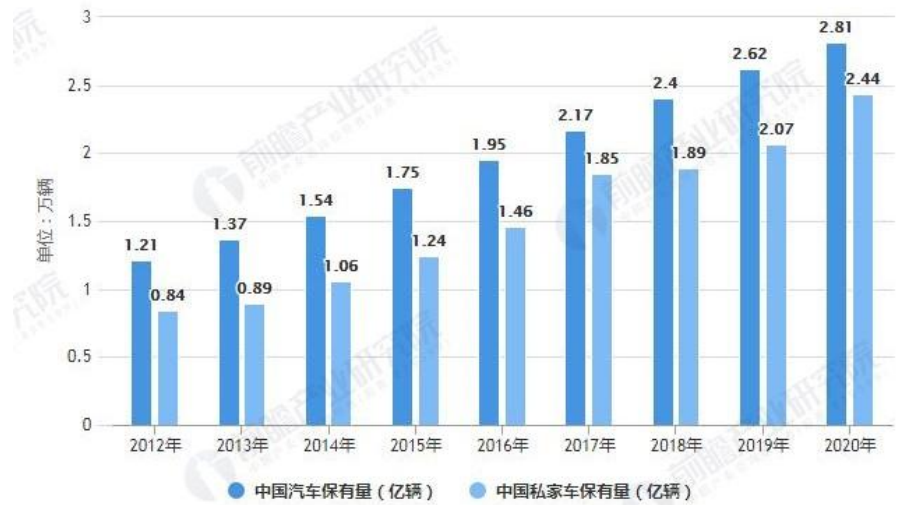


图 4 2012-2020 年中国汽车及私家车保有量（数据来源：前瞻产业研究院）

## 4 研究创新

### 4.1 技术创新

我们构建适应于不同边缘计算设备的算法模型，实现较高的准确率和参数量的平衡，为用户良好的用户体验——实时准确的情感分析和有针对性且个性化的音乐播放提供了有力的保障。其中自主构建的数据集对模型进行的微调提高了模

型的泛化性能。此外将模型部署到边缘设备上进行本地推理不仅能缩短从拍摄图像到情感分析结果输出之间的延迟提高系统的实时性，还能防止用户的人脸数据上传云端，对用户隐私进行有效保护。其中 Jetson Nano 或者 Altlas 系列板卡都有着优秀的边缘计算能力，为 AI 赋能嵌入式设备创造了无限的可能。

## 4.2 理论创新

我们参考专业音乐治疗方法和理论，根据不同性质的音乐会不同的情绪产生的影响选取合适的音乐作为影响情绪的媒介，为项目提供了专业视角。在驾驶场景下，我们将产品定位在缓解基础的负面情绪、焦虑、抑郁以及疲劳上，具有一定的综合性和独创性。此外乐库的构建充分考虑了用户的个性化需求，在解决情绪问题的基础上增加了自定义空间来提升用户体验。另外，在设计过程中，我们也充分注重人机交互方面的理论。在本次作品的完善过程中，用户与产品之间的交互方式的思考便一直贯穿在我们的实践过程中，例如情感的可视化呈现以及“驾驶模式”的提出。

## 4.3 应用创新

应用方面，我们创新性地使用 AI 赋能传统音乐治疗，结合技术和理论研究，设计了一个多场景下的基于情感计算的智能音乐调节系统，积极探索减少因情绪带来的各类风险的解决方案。我们的情感计算音乐治疗系统可以通过多种应用程序实现其完整功能，主打的车载场景下，手机蓝牙连接车载音乐播放器，通过车载摄像头，即可实现驾驶员情绪识别，并自动为其播放调节情绪的音乐。此外，该产品也可以用于日常生活调节情绪、甚至智能家居、音乐治疗功能性机器人等，来拓展其相关功能，方便又实用。

## 4.4 团队创新

项目的团队成员来自我校优势学科计算机、心理学和经济学，充分发挥学科合作的优势。项目依托于华东师范大学智能教育研究院的情感计算实验室，实现产学研结合，构建行业技术壁垒。

# 5 研究心得

## 5.1 理论调研和乐库设计

国内外现有的关于音乐治疗的研究和资料大多都是针对专用的心理治疗场景展开的，而我们的产品面向的是日常生活场景，所以在初期进行相关调查时并不顺利。然而我们发现，无论在何种场景下，音乐对情绪都有着一些共同的影响效果，因此，我们转变了思路，从音乐对情绪的影响本身入手，研究如何更有效地将生活场景中需要处理的负面情绪分类，并配以对应的音乐进行调节。这一过程反映了我们在立项初期对于问题的理解还没有触及核心，直接将学术问题转移到生活场景下是不可行的。所以学会将理论落地，对于研究是一个比较必要的能力。另一方面，初期对于乐库的构建只停留在了对每种情绪匹配一个对应乐库的阶段，而经过深入调查后，我们认为作为一个产品应该更广泛地考虑用户需求，所以在原有的基础上扩展了乐库的范围。音乐是人类共有的语言，人类对音乐的喜好具有一定程度的共性，所以某些乐曲对大多数人的负性情绪确有舒缓作用；当然人与人之间也有个体差异，所以也要考虑个人偏好问题。为了提高产品的泛用性，对于有其他需求的用户，我们也给予了充分的自定义空间。

对于驾驶场景，国内外并没有大量研究是针对驾驶场景下音乐对负面情绪以及疲劳缓解的研究，现有的少量研究也只是笼统地说明了音乐的作用，并没有指出什么类型的音乐会对什么情绪产生影响。同时，研究抑郁、焦虑对驾驶行为的影响的研究也很少。现有的大部分研究仍然停留在影响层面，并没有推进到缓解负面情绪方法层面。所以我们转换了收集文献的思路，先通过收集其他场景下音乐对负面情绪的研究以及驾驶场景下缓解负面情绪的方法，最终得到我们想要的资料。这次文献整理教会了我如何收集到自己想要的资料。

## 5.2 技术研究心得

### 5.2.1 AI 算法

边缘计算的硬件设备性能有限，同时不同平台可能要求使用不同的深度学习框架，因此部署在边缘设备端的算法于在一般设备（PC，服务器等）上的具有显著的差异。因此，考虑到边缘计算的场景，在设计算法的时候，一方面需要考虑不同模型对硬件设备性能的需求以尽可能平衡准确率与精度，另一方面需要兼顾到不同平台的模型转换等问题，除此之外，为了增强模型在现实场景下的鲁棒性，需要结合不同的数据集进行微调，例如自行构建现实场景下的数据集增强模

型对现实场景的泛化性能。

### 5.2.2 边缘计算和物联网通信

在边缘计算设备上部署深度学习模型等计算密集型的任务时，由于嵌入式硬件本身会导致运行性能的局限，此时就需要考虑通过多进程程序加速等一系列特定的优化方法来使得任务运行速度的加快，从而提高产品的可用性；在多设备通信方面存在着多种可用的通信协议，诸如 HTTP 协议、MQTT 协议等，此时应根据设备的特性和产品应用的场景来选择合适的协议。在项目的开发过程中，经过详细的研究后我们发现“心灵捕手”中的通信需要满足低延迟、低带宽/流量、低开销的特点，所以选择了达成上述要求的 MQTT 协议，在后续的实践应用中也证明其充分地满足了我们的需求，实现了非常优秀的效果。

### 5.2.3 人机交互

在本次项目的完善过程中，用户与产品之间的交互方式的思考便一直贯穿在我们的实践过程中。在项目的初始阶段我们选择在板卡上外接小型触摸显示屏，以显示 WEB 网页的方式来实现用户对硬件设备的控制使用，但是这样的方式使得用户在查看数据和使用时总是需要靠近显示屏，容易破坏用户的自然情绪表达、使产品达不到预期的疗愈效果，同时这也对硬件板卡提出了更高的负载要求。故在经过研究和讨论后，我们选择将情感计算和应用程序的载体分离，分别使用不同的设备进行承担（嵌入式设备和用户的电子产品），设备之间的数据流转通过物联网进行完成。通过这样的方法不仅减轻了嵌入式设备端的运算负担，同时也使用户的使用更加便利，只需要在 WEB/小程序上进行相应的操作即可实现情感数据查看、音乐播放和设备控制，以便更沉浸地体验音乐疗愈的效果。

在小程序的设计中，我们也遇到不少涉及人机交互提升用户体验的问题。首先一个便是“正常模式”和“驾驶模式”这两个概念的提出。他们之间的区别在于“驾驶模式”是专注于车载场景，借由控制页面实现，而“正常模式”专注于闲暇场景，借由乐库下的播放页面实现。可以看到，在“正常模式”下音乐播放界面功能丰富，按钮小巧，适合于用户可以分散较多注意力关注小程序的情形，比如居家闲暇时刻，此时“正常模式”色彩鲜明的歌曲封面、引人入胜的歌曲简介可以满足用户休闲放松的需求。而“驾驶模式”下的控制界面呈现出简洁明了

的特点，加大版的按钮方便驾驶场景下司机的操作，比如暂停，上下首，添加喜欢，断开与硬件的连接等等。同时该页面的文字设计得更加简洁突出，方便司机扫一眼便能获取信息，比如上方显示的小程序与硬件连接状态的按钮。这样的设计使得司机可以更加专注于驾驶本身，而非对小程序的操作，避免了不必要的注意力分散，除缓解消极情绪的作用外进一步提升了驾驶的安全性。此外，在两种模式切换方面，我们也进行了巧妙的设计。驾驶场景的一开始，需要司机自主选择默认歌曲，此时停留在“正常模式”的播放界面，在一般情况下如果需要进入到“驾驶模式”下的控制界面，需要进行三步操作“音乐播放-音乐列表-乐库-控制”，操作十分繁琐，因此我们在“正常模式”的播放界面的左上角设计了一键跳转到“驾驶模式”的控制界面的操作，通过简单的操作即可进行模式的切换，简化了用户的操作。



图 5 正常模式和驾驶模式音乐播放对比图

“实践出真知”，用户体验是产品的重要因素，在项目的改进过程中我们进一步认识到了用户体验的重要性。

### 5.3 团队合作心得

这次项目的合作过程中也给我们带来了许多经验和体会。首先是大家的分工需要尽可能公平合理并充分考虑到大家各自的优势特长，比如阮家齐同学十分喜欢做硬件相关的内容，崔芳瑞同学有充足的产品包装和演讲的经验。其次，在项目进行的过程中，最好每段时间召开一次组会，一周至少一次，确保每一个同学的进度，防止偷懒遗忘或者遇到困难不能及时解决的情况。还有很重要的一点，便是遇到困难及时召集大家一起沟通，尤其是来自不同专业的思维模式和态度可能会带来不一样的解决问题的火花，尤其是在人机交互、乐库构建的过程中大家



的 idea 给最终的设计带来了很多灵感。此外在模型微调的过程中，也是大家一起配合使用自己的人脸照片制作的数据集，大家都在为这个项目很努力地做出自己的贡献，这种合伙解决问题的精力也更加激励了每一位同学更好地做好自己分内的工作。

## 参考文献

- [1] Carmona, J.; García, F.; de Miguel, M.; de la Escalera, A. and Armingol, J. (2016). Analysis of Aggressive Driver Behaviour using Data Fusion. In Proceedings of the International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems - VEHITS, ISBN 978-989-758-185-4; ISSN 2184-495X, pages 85-90. DOI: 10.5220/0005805700850090.
- [2] Du, X., Shen, Y., Chang, R., & Ma, J. (2018). The exceptionists of Chinese roads: the effect of road situations and ethical positions on driver aggression. *Transportation Research*, 58F(OCT.), 719-729.
- [3] Jallais, C., Gabaude, C., & Paire-ficout, L. (2014). When emotions disturb the localization of road elements: Effects of anger and sadness. *Transportation Research Part F-Traffic Psychology and Behaviour*, 23, 125-132. doi:10.1016/j.trf.2013.12.023.
- [4] Wiesenthal, D. L., D. A.Hennessy, & B.Totten. (2000). "The Influence of Music on Driver Stress." *Journal of Applied Social Psychology*, 30 (8): 1709–1719.
- [5] van der Zwaag, M. D., Janssen, J. H., Nass, C., Westerink, J. H. D. M., Chowdhury, S., & de Waard, D. (2013). Using music to change mood while driving. *Ergonomics*, 56(10), 1504-1514. doi:10.1080/00140139.2013.825013.
- [6] Koppel, S., Bugeja, L., Phuong, H., Osborne, R., Stephens, A. N., Young, K. L., . . . Hassed, C. (2019). Do mindfulness interventions improve road safety? A systematic review. *Accident Analysis and Prevention*, 123, 88-98. doi:10.1016/j.aap.2018.11.013.
- [7] Stephens, A. N., Koppel, S., Young, K. L., Chambers, R., & Hassed, C. (2018). Associations between self-reported mindfulness, driving anger and aggressive driving. *Transportation Research Part F-Traffic Psychology and Behaviour*, 56, 149-155. doi:10.1016/j.trf.2018.04.011.



[8] Wise, J. M., Heaton, K., & Shattell, M. (2020). Mindfulness, sleep, and post-traumatic stress in long-haul truck drivers. *Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, 67(1), 103-111. doi:10.3233/wor-203256.

### 致谢

我首先要感谢我的项目指导老师——华东师范大学计算机科学与技术学院的沈建华、周爱民、白玥。他们对项目的研究方向做出了指导性的意见和推荐，在项目开展的过程中及时对我遇到的困难和疑惑指点，提出了许多有益的改善性意见，投入了超多的血和精力。我对指导老师们的帮忙和关怀表示诚挚的谢意！还要感谢华东师范大学计算机科学与技术学院的刘峰博士。同时，还要感谢项目组的同学，我们在项目中互相学习，互相帮忙，共同度过了一段完美难忘的时光。此外，还要感谢朋友以及同学们在项目开展过程中带给我的大力支持和帮忙，给我带来极大的启发。也要感谢参考文献中的作者们，透过他们的研究文章，使我对项目有了很好的出发点。最后，谢谢评审老师们的辛苦工作！