# 《新型多模态智能咀嚼装置的可行性调研与分析》

# 一、调研基本情况

# (一)参加调研人员姓名、专业、学号

姓名	专业	学号
王硕硕	人工智能	WA2314221
刘祥超	人工智能	WA2314165
张立璇	机器人工程	WA2324075
时启硕	人工智能	WA2314006
范俣辰	物流管理	M92314006

# (二) 调研起止时间

2024年12月—2025年3月

## (三) 调研地点或场所

- 1. 武汉楷恩医院
- 2. 华中农业大学食品营养科学技术学院
- 3. 问卷星网络问卷调查平台

(注:本次问卷调查,实际获得可参考数据 177 份。数据来源十分广泛,涵盖安徽省、浙江省、江苏省、吉林省、四川省等 14 个省份及部分海外地区。)

- 4. 安徽大学材料科技大楼
- 5. 老年福利院
- 6. 安徽大学图书馆智慧平台

# 二、调研背景

- 咀嚼能力评估的重要性: 咀嚼能力评估在营养学、口腔医学、牙科 治疗及咀嚼功能障碍相关疾病管理中意义重大。准确评估咀嚼能力, 有助于了解个体营养摄入情况,为口腔疾病诊断、治疗规划提供依据, 对保障人群健康至关重要。
- 2. 传统评估方法的局限性:传统咀嚼能效评估方法依赖医生或评估者的临床经验,评估过程所需时间资源难以标准化,且可能使用引起不适的测试工具。同时,人为干涉易导致无法准确反映咀嚼功能细节,还缺乏长期、全面、有效的数据支撑,这些不足限制了咀嚼能力评估的准确性和应用范围。
- 3. 技术发展带来的机遇:随着人工智能成为全球科技竞争核心领域,在 我国受到国家战略层面重视,医疗健康领域借助人工智能技术实现咀 嚼能力有效评估成为趋势。《新一代人工智能发展规划》等政策文件 为项目研究提供了政策支持和技术指引,推动人工智能在医疗领域的 应用,多模态数据采集和深度学习技术的发展也为解决传统咀嚼评估 问题提供了可能。

# 三、调研内容

#### (一) 调研目的

- 1. 评估公众对传统咀嚼能力评估方法的认知及满意度,特别是针对老年群体;
- 2. 探索新型多模态咀嚼能效评估系统的市场需求与用户痛点, 重点关注 家用设备的潜在市场;

- 3. 分析人工智能技术在医疗健康领域的应用潜力,特别是其在咀嚼能力评估中的自动化与智能化优势;
- 4. 根据调研数据优化系统设计方向,促进研发工作的针对性和有效性;调查咀嚼困难在不同人群中的普遍性及其对健康的影响;
- 5. 评估人工智能模型在咀嚼能效评估中的应用效果,为模型的优化和改进提供数据支持;
- 6. 调查咀嚼困难在不同人群中的普遍性及其对健康的影响。
- 7. 开发创新评估装置,解决传统咀嚼评估方法的问题,推动人工智能技术应用,更好地服务于医疗健康和公共卫生领域。

#### (二) 调研方法或形式

**问卷调查**:通过线上平台发放问卷,共收集有效样本 178 份;问卷内容涵盖咀嚼困难的普遍性和健康影响、对新型评估系统的期望和需求等方面,确保数据的全面性和代表性。

**实地访谈**:与楷恩医院口腔科医生及数 10 名患者进行深度访谈,与 华中农业大学食品营养技术学院专家进行深入探讨,重点关注传统评估 方法的局限性,患者对新型系统的期望和新型系统在实际应用中的潜在 价值等方面进行深入探讨。

文献研究: 查阅国内外关于营养学、口腔医学、牙科治疗以及与咀嚼功能等方面相关文献及技术专利,如: 多模态技术在医疗领域、咀嚼评估的应用和多模态技术研究现状与发展趋势。

数据采集:整合音频、视觉等多种数据源,通过事件相机和骨传导麦克风等设备,捕捉咀嚼过程中的动态特征和声音信号,提供更全面的数据支持。对采集到的数据进行去噪、滤波、特征提取等预处理操作,提高数据质量和可用性。根据研究目的和模型训练需求,对数据进行准确标注,为后续的模型训练和评估奠定基础。

# (三)调研详细内容

# 传统评估方式痛点分析:

55.17%受访者不了解传统方法(问卷或人工检测);

仅 7.59%受访者对传统咀嚼评测方法"很满意", 43.45%受访者认为"一般";

主要痛点: 主观性强(依赖人工观察和主观判断,导致评估结果不稳定。)、耗时长、舒适度低。

#### 新型系统需求分析:

78.62%受访者重视检测舒适度, 68.97%关注准确度;

- 63.45%认为家用咀嚼能力评估设备有帮助;
- 63.84%选择佩戴仪器进行简单咀嚼;

80%认为给家中老人定期检查牙齿健康来判断咀嚼能力是有必要的;

70%认为会购买居家检查设备。

## 市场需求分析:

63.84%的受访者认为咀嚼完后口腔清洁较差;

近50%认为食物咀嚼后不容易下咽;

84.83%的受访者认为咀嚼能力与营养吸收相关,47.59%认为其与生活质量有一定相关。

# 技术可行性验证:

**多模态数据结合**:通过音频、视觉等多种数据源,提供更丰富的信息,帮助更全面地评估咀嚼能力,特别是通过事件相机和骨传导麦克风的结合,显著提升了数据采集的稳定性和可靠性;

人工智能模型: 以 ESResNet 为代表的深度学习模型,具有优秀的特征提取能力。它能够自动从大量复杂的多模态数据中学习到关键特征,有效捕捉咀嚼音频信号中的关键模式,如不同食物在咀嚼时产生的特定频率成分和时序变化,从而为咀嚼能效的评估提供有力支持。通过引入注意力机制等技术,人工智能模型能够突出显示对咀嚼能效评估关键的特征区域,如特定的音频频段或视觉上的肌肉运动模式,从而使模型的决策过程更具可解释性,有助于临床医生和研究人员更好地理解评估结果。

**硬件设备选型**:选择合适的硬件设备(如事件相机、帧式相机、骨 传导麦克风等)可以确保数据采集的稳定性和可靠性。

事件相机具有**高时间分辨率和低数据冗余**的特点,适合捕捉快速的咀嚼动作;帧式相机能够提供**高分辨率的静态图像**,用于分析咀嚼时的颌面部特征;骨传导麦克风则专为获取骨骼传导的声音信号设计,能够稳定

地记录咀嚼声音。这些设备在性能上相互补充,共同确保了数据采集的稳定性和可靠性。**数据同步采集**,硬件设备支持同步数据采集功能,确保音频和视频数据在时间上严格对齐。这对于后续的多模态数据融合和分析至关重要,可以避免因数据不同步而导致的特征关联错误,提高模型训练和评估的准确性。

# 四、调研分析

# (一)调研信息与数据分析

# 咀嚼困难的普遍性:

- 疼痛感知: 29.66%的受访者偶尔感到咀嚼疼痛,这表明咀嚼疼痛 是一个较为常见的问题,可能与个人的口腔健康状况、饮食习惯等 多种因素有关。
- 食物选择受限:48.28%的受访者因为咀嚼困难而避免摄入某些食物,这不仅影响了他们的饮食结构,可能导致营养不均衡,还可能对生活质量产生负面影响。

#### 健康影响显著:

- 。 营养吸收关联: 84.83%的受访者认为咀嚼能力与营养吸收相关, 这反映出大众对于咀嚼功能在消化过程中的重要性有较为清晰的认识, 良好的咀嚼能力有助于食物的充分咀嚼和消化液的混合, 从而提高营养成分的吸收效率。
- 。 生活质量影响: 47.59%的受访者认为咀嚼能力与生活质量 "有一 定相关",说明人们意识到咀嚼功能的正常与否会直接影响到日常

饮食的享受程度和身体的健康状态,进而影响整体的生活质量。

#### 社交活动受限:

- 。 偶尔影响: 15.25%的受访者表示咀嚼困难偶尔影响社交活动,如 聚餐时无法正常进食自己喜欢的食物,可能会感到尴尬或不便。
- 经常影响: 4.52%的受访者表示经常受到影响,这意味着咀嚼困难已经成为他们社交生活中的一个显著障碍,可能会影响他们的社交信心和人际关系。

#### 1. 市场需求明确:

- 家用设备潜力大:在当今快节奏的生活中,人们越来越关注个人健康,对家用健康检测设备的需求也日益增长。根据调查数据显示,66.9%的受访者表示愿意接受"佩戴仪器进行简单咀嚼"的检测方式,这表明大多数人群对便捷、可在家自行操作的咀嚼能力评估设备具有较高的接受度。63.45%的受访者认为家用咀嚼能力评估设备对他们来说是有帮助的,他们认可这类设备能够在日常生活中及时监测咀嚼功能,为个人健康提供有价值的信息。
- 舒适度高:在医疗检测和健康评估过程中,检测的舒适度已成为影响人们选择的重要因素之一。78.62%的受访者重视检测舒适度,他们更倾向于选择那些在使用过程中不会给自己带来不适感或额外负担的检测方法。多模态智能咀嚼测量装置充分考虑到了这一点,其硬件设备均采用非侵入式设计,如骨传导麦克风固定在额头处,事件相机和帧式相机放置在合适位置,不会对受试者的正常咀嚼动作产生干扰,也不会给受试者带来不适感。

这种高舒适度的设计不仅能够提高受试者在检测过程中的配合度,还能确保数据采集的准确性和完整性,从而更好地满足市场对于舒适检测方式的需求。

对非侵入式技术的强偏好: 63.84%的受访者选择佩戴仪器进行简单咀嚼,这反映出大多数人群对非侵入式技术存在强烈的偏好。所选硬件设备均采用非侵入式设计避免了传统侵入式检测可能带来的感染风险、身体不适等问题,同时也减少了受试者在心理上对检测的抵触情绪,使得检测过程更加自然、轻松,更易于被广大人群所接受,进一步增强了该装置在市场上的竞争力。

## (二) 调研结论

- 传统的咀嚼能力评估方法包含问卷调查、个人访谈、咀嚼测试等,还会使用特殊测试工具如色素涂层颗粒、变色口香糖等,或借助肌电图、压电传感器等设备。但这些方法依赖人工观察或专用设备,存在主观偏差和操作复杂的问题;多依赖单一数据源,易受环境干扰和个体差异影响,精度受限;部分侵入式传感器或复杂设备会降低用户舒适度,无法长期监测和大规模应用;现有方法还普遍缺乏自动化性和高精确性。
- 用户普遍认为改善咀嚼能力有助于提高健康水平和生活质量。老年人群体对咀嚼能力评估的需求尤为迫切。
- 3. 咀嚼能力不足导致饮食选择受限,用户希望新型评估系统能够提供更准确的评估,帮助他们改善饮食结构。

- 4. 非侵入式、多模态结合的自动化评估系统符合用户需求,市场接受度较高。
- 5. 人工智能算法与硬件集成是项目落地的关键,需进一步优化数据 同步与模型泛化能力。
- 6. 满足市场所需的自动化评估趋势。自动化评估系统能够快速、客观地处理数据,符合现代生活对高效、便捷医疗检测的需求。
- 7. 本项目提出的多模态智能咀嚼测量装置,融合多模态数据采集与人工智能技术,采用非侵入式方法,能有效解决传统评估方法的诸多问题。该装置通过自动化设备和多维数据采集,提高评估准确性,减少人为干扰,降低时间成本和操作复杂度,且提升了用户体验,适用于大规模人群普查和长期连续监测,具有较高的可行性和应用价值。

## (三) 调研结果对拟申请大创项目的支撑分析

需求验证:调研数据证实了新型系统的必要性,尤其在老年人群(36.55%认为咀嚼能力下降影响营养摄取)和临床场景中;
本项目开发的新型评估系统能够为老年人提供便捷、准确的咀嚼能力评估,帮助他们及时发现咀嚼问题,采取相应的干预措施,从而提高营养摄入和生活质量。

- 2. **技术方向**: 用户对"准确度"和"舒适度"的高要求(第 28 题) 支持本项目多模态数据融合与非侵入式设计的研发路径。
- 3. **商业化潜力**: 用户对家用设备的接纳程度 (61.43%平均值) 和价格预期为产品推广提供了可行性依据。
- 4. 准确度需求: 66.1%的受访者关注准确度, 表明准确度是用户对评估方法的另一重要要求; 本项目利用深度学习模型对多模态数据进行分析, 可以有效提高评估结果的准确性和可靠性。
- 5. 简便性需求: 55.93%认为检测时长较短, 35.59%需求非侵入性。 本项目通过优化检测流程和算法,能够实现快速的咀嚼能力评估, 减少用户等待时间,提高用户体验。本项目的非侵入式设计不仅 提高了用户的接受度,还使得检测过程更加简便、自然,无需复 杂的准备工作或专业人员的操作。

# 五、多模态结合的优势

- 1. **全面评估**:单一模态的数据往往只能反映咀嚼过程的某一方面特征,如音频数据主要反映咀嚼时的声音特征,视觉数据主要反映咀嚼动作的外部表现。通过多模态数据结合,可以同时获取声音、图像等多种信息,更全面地捕捉咀嚼过程中的各种特征,从而更准确地评估咀嚼能力。
- 2. 提高准确性: 不同模态的数据可以相互补充和验证。例如, 在嘈杂环境中, 音频数据可能受到干扰, 但视觉数据可以提供额外的信息来辅助判断; 反之, 在光线不足或遮挡的情况下, 音频数据可以弥补视觉数据的不足。多模态数据的融合能够有效减少单一模态数据的不确定性, 提高评估结果的

准确性。

- 3. 增强鲁棒性: 多模态数据结合可以提高系统对不同环境和个体差异的适应能力。不同人的咀嚼习惯、口腔结构等可能存在差异,单一模态的模型可能难以泛化到所有情况。而多模态模型可以通过学习不同模态之间的关联和共性,更好地适应各种复杂的实际情况,增强系统的鲁棒性。
- 4. **提高评估效率**: 多模态数据结合可以实现自动化评估, 减少人工干预。传统方法依赖人工观察和主观判断, 耗时耗力且容易受到人为因素的影响。 而多模态智能评估系统可以通过传感器自动采集数据, 并利用人工智能模型进行分析和评估, 大大提高了评估的效率和客观性。
- 5. **非侵入式体验**:采用非侵入式的多模态方法,不会对人体造成潜在的健康风险,参与者在进行评估时舒适度更高,不需要进行复杂的准备或配合,极大降低了参与者的心理负担和不适感。这使得该系统更适合长期连续监测和大规模人群普查。

#### 六、附件

#### (一)参考文献

- 1. 麻红梅, 邓璐, 李月美, 等. 口腔健康与老年衰弱相关性的 Meta 分析[J]. 中华老年口腔 医学杂志, 2024,22(04):230-235.DOI:10.19749/j.cn.cjgd.1672-2973.2024.04.008.
- 2. 吴晓华, 邱勋定, 刘凯, 等. 社区老年人群咀嚼能力与轻度认知障碍的关系研究[J]. 实用 老年医学, 2022,36(02):150-153.
- 3. 刘硕怡,熊莉娟,李凌,等.老年口腔衰弱评估和干预的研究进展[J].老年医学研究,202 4,5(06):67-72.
- 4. 张瑞, 郭三兰, 张春瑾, 等. 老年人咀嚼功能评估工具及影响因素研究进展[J]. 护理研究, 2022,36(24):4443-4446.

- 5. 张瑞. 社区老年人咀嚼功能评估问卷的编制及其影响因素分析[D].华中科技大学, 202 3.
- 6. 黄婉珠, 张琼, 黄悦蕾. 两种咀嚼功能评估方法在老年患者中的运用效果评价[J].上海护理, 2020,20(04):5-8.
- 7. 刘漫丽, 韦靖怡, 谢婉青, 等. 老年人口腔衰弱与膳食摄入相关性的研究进展[J].四川大学学报(医学版), 2024,55(05):1336-1342.
- 8. 李毛毛, 张飞, 沈鑫, 等. 老年人口腔衰弱与跌倒关系的研究进展[J].实用老年医学, 202 4,38(09):876-879+888.
- 9. 陈建设, 吕治宏. 老年饮食障碍与老年食品: 食品工业的挑战与机遇[J]. 食品科学, 201 5,36(21):310-315.
- 10. 唐思凯, 张雪梅, 刘星, 等. 社区老年人咀嚼功能现状及影响因素研究[J]. 护士进修杂志, 2024,39(16):1709-1714.
- 11. 张奋楠, 周星宇, 俞经虎, 等. 基于仿口腔平台的食品咀嚼效果评定方法研究[J]. 食品科学技术学报, 2022,40(06):163-171.

# (二)调研过程代表性照片(不少于3张,并附简要说明)



图 1. 于武汉开展项目研究会议

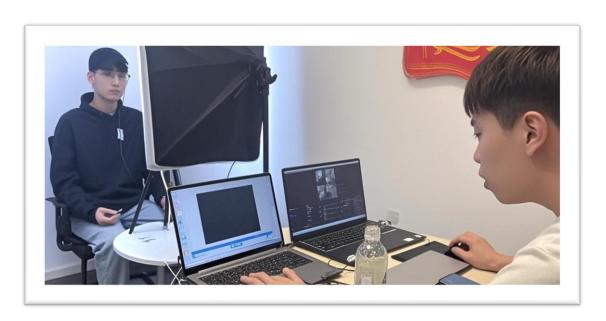


图 2. 在安徽大学材料科技大楼进行志愿者数据采集



图 3. 团队成员前往福利院访问调研



图 4. 在福利院开展相关数据收集

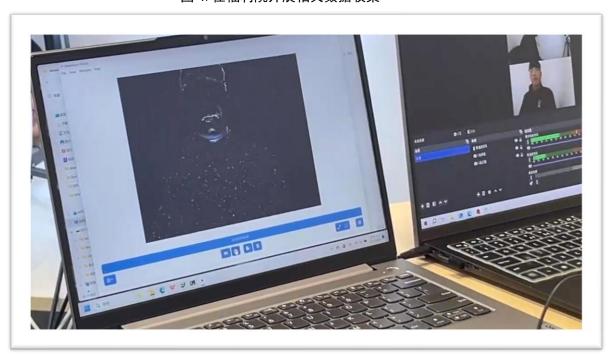


图 5. 调研过程中的数据记录

# 第32题: 您是否觉得在家里有一个咀嚼能力评估设备会帮助到您 [单选题]

选项‡	小计‡	比例
是	109	61.24%
否	69	38.76%

图 6.调查问卷部分问题