

# 基于群智感知的正念隐式社交交互系统设计

朱媛, 项雯茜

(浙大城市学院, 杭州 310015)

**摘要:** **目的** 构建基于群智感知的正念隐式社交交互系统, 在用户个体间形成隐式互助关系, 使用个体在正念中获得共鸣, 提升正念效果, 促进使用积极性, 形成以社交为反馈方式的新型正念体验。**方法** 引入群智感知技术, 搭建基于群智感知的正念隐式社交交互系统, 包括信息收集端、信息处理端、软件使用端3大端口。**结果** 提出“隐联系、隐互助、隐共鸣”的隐式社交模型, 以及基于群智感知的正念隐式社交交互系统构架, 并通过“一段”APP的核心功能、信息构架、界面设计, 对面向音乐的群智感知正念隐式社交交互系统进行实践验证。**结论** 基于群智感知的正念隐式社交交互系统挖掘正念中用户间的隐式联系, 创造隐式社交这一网络社交新场景, 对于群智感知在社交领域的应用提出新的应用模型。

**关键词:** 群智感知; 正念; 交互系统; 隐式社交; 交互设计

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)24-0022-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.24.003

## Design of an Implicit Social Interaction System for Mindfulness Based on Crowd Sensing

ZHU Yuan, XIANG Wen-xi

(Zhejiang University City College, Hangzhou 310015, China)

**ABSTRACT:** In order to build an implicit social interaction system of mindfulness based on crowd sensing, form an implicit mutual help relationship among individual users, use individuals to gain empathy in mindfulness, enhance the effect of mindfulness, promote the enthusiasm of use, and form a new type of mindfulness experience based on social contact. The group intelligence perception technology is introduced, and a group intelligence perception-based positive social interaction system is established, including three main ports: the information collection side, the information processing side, and the software use side are proposed to build the crowd sensing mindfulness implicit social interaction system. Based on the three major ports of the system, the implicit social model of “implicit connection, implicit mutual assistance, and implicit empathy” and the implicit social interaction system architecture of mindfulness based on crowd sensing were formed. Besides, to verify the system in practice the core functions, information architecture, and interface design of the “Period” APP are used, and the group intelligence-aware positive thinking implicit social interaction system for music is also verified in practice. With the system, it aims to tap the implicit connection between users in positive thinking, to create a new scenario of implicit social networking, and to propose a new model for the application of crowd sensing in the social field.

**KEY WORDS:** crowd sensing; mindfulness; interaction system; implicit social interaction; interaction design

目前就业中的竞争压力逐渐增大, 越来越多的人面临着心理亚健康问题。正念 (Mindfulness) 作为

一种有意识地感知当下、不带批判性地集中在此刻的冥想方式<sup>[1]</sup>, 经研究发现其对于缓解焦虑、抑郁以及

收稿日期: 2021-07-09

基金项目: 2021年国家级大学生创新创业训练计划项目“基于正念训练的数据反馈可穿戴设备设计”(202113021054)

作者简介: 朱媛(1982—), 女, 浙江人, 浙江大学博士生, 浙大城市学院讲师, 主要研究方向为智能交互设计。

维持情绪稳定性有重要作用，能够有效地改善焦虑、压力、患得患失、不安等负面情绪<sup>[2]</sup>，促进个体的身心健康以及社交能力发展<sup>[3]</sup>。传统的正念模式通常为个体行为，以自我感知为主要途径，在人与人之间的联系方面有所缺乏，是一种没有反馈的个体行为，使用者常常会因为缺乏自觉性而不能持续性正念。引入群智感知技术，以正念个体对交互系统提供的信息为纽带，以“隐”的方式联系多个正念个体，在彼此间产生互助关系，从而形成一种隐式社交交互系统，令用户在正念中获得共鸣，促进使用积极性，形成以社交为反馈方式的新型正念体验。

## 1 隐式社交理念

当前网络社交模式多为语言社交，并可依据 M Granovetter 的强弱关系理论<sup>[4]</sup>分为强关系的熟人社交、弱关系的陌生人社交，以及两者共存的泛社交等<sup>[5]</sup>，而非语言社交将以文字为主要交流形式的语言社交转向以视觉为主要交流形式的非语言社交，以图像、音频、视频等方式<sup>[6]</sup>为切入点，以多感官的方式拓展了信息传达方式，增强了社交的趣味性和多样性。其中音频社交以音乐社交为主要代表，音乐社交这个概念由 Rdio 公司的 Drew Lerner<sup>[7]</sup>较早提出，他认为：“音乐在本质上是社交的，而数字音乐的未来也将由社交体验的有效传递来推动。”在音乐社交中网易云音乐<sup>[8]</sup>的“一起听”通过一起分享歌曲的方式实现用户间的双向互动，形成一种隐式的交流，产生陪伴感，增强情感联系，促进泛社交关系个体向强关系社交发展。Spotify<sup>[9]</sup>推出和宠物一起听歌，拓展沟通对象，通过让宠物和主人共同听歌展现出品牌的人文关怀，促进双方产生幸福感，避免孤独感。这些非语言社交都隐含着共同的特点：依靠一种媒介在使用个体间产生隐式联系，是一种以更偏向于精神沟通的方式对交流个体间产生共鸣的社交方式。

根据非语言社交的共同性，针对非语言社交的使用场景及其隐性效用，提出非语言媒介下的隐式社交模型的 3 大特征，隐式社交模型见图 1。(1) 隐联系。在非语言的隐式社交中，个体间通常以一种相同行为特性而产生交集，并因这一种特性产生彼此间隐式联系。(2) 隐互助。在隐式社交中，通过非语言媒介产生社交互动，个体能够感受到彼此间的隐式联系，从而消除内心的孤独感，找到群体归属感，这是一种个体间的互助行为。(3) 隐共鸣。个体通过同一特性作为纽带，组建形成群体，产生归属感和认同感，是一种精神上无形的、隐式的共鸣。但是，对于如何通过隐式社交 3 大特征构建以非语言为媒介的社交交互系统尚未有深入的研究。通过群智感知技术增加个体数据收集，为隐式社交在如何通过媒介判别相同行为特征、以何种方式产生互助、如何产生共鸣等方面提供更充足、高质量的数据样本和系统模型。

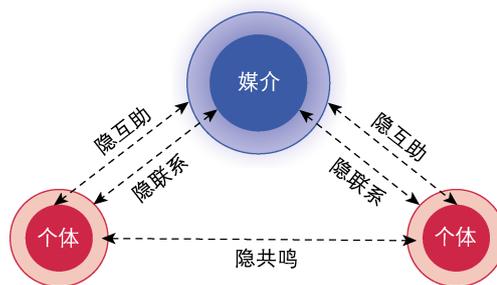


图 1 隐式社交模型

Fig.1 The implicit social model

## 2 基于群智感知的隐式社交交互系统

### 2.1 群智感知

设计 3.0 背景下，依托大数据、云计算、产业云等技术基础，创新设计已从原先仅由设计公司内部资源进行的封闭式创新（Closed Innovation），走向多方包括用户共同参与的开放式创新（Open Innovation）<sup>[10]</sup>，有力推动了众创、众筹、众包、众享<sup>[11]</sup>等创新方式的产生，积极促进了个性化需求设计的发展。群智感知（Crowd sensing）<sup>[12]</sup>以众包思想为出发点，移动设备为媒介收集数据，集结个体能力对特定目标进行创新集成、共同创造，形成个体参与式的感知设计，为创新设计提供更广阔的发展空间。群智感知近年来在各领域已有一些应用，其中社交领域通过传感数据来丰富社交内容，构建更完整的社交系统。BikeNet<sup>[13]</sup>创建了一个自行车骑行群智感知社区，通过对自行车骑行者的位置、速度、运动状况以及骑行路线沿途的空气质量、道路情况等环境数据的统计分析，提供骑行相关数据（如最喜爱的自行车路线）以及附近的环境质量问题，为自行车骑行爱好者创造一个优质的交流社区。DietSense<sup>[14]</sup>使用手机内部嵌入式传感器监测用户生理状态并自动拍摄用餐图像，通过捕获的数据比较和分析用户的饮食习惯，从相似状况用户间的互助和医生建议两个方面提升用户的饮食健康。Four-Square<sup>[15]</sup>借助用户评价和地点标记分析用户情绪，将用户偏好整合到推荐排序中，提供更为个性化的地点推荐。GroupMe<sup>[16]</sup>支持群体社交活动，通过智能手机感知系统指导群体在现实生活中管理和组织活动，降低社会活动组织和群体形成的成本。CenceMe<sup>[17]</sup>通过感知用户的活动、性格、习惯和所处环境来分析用户的状态并将感知情况注入社交应用程序（如 Facebook、Skype），同时根据数据感知提出了一种非语言的隐式交流概念，使用户在非语言互动的情况下以感知的数据展现个人生活模式和特征，促进用户间的非语言交流，丰富社交模式。

### 2.2 基于群智感知的隐式社交交互系统构架

群智感知在社交领域具备 3 大特征：(1) 多端数

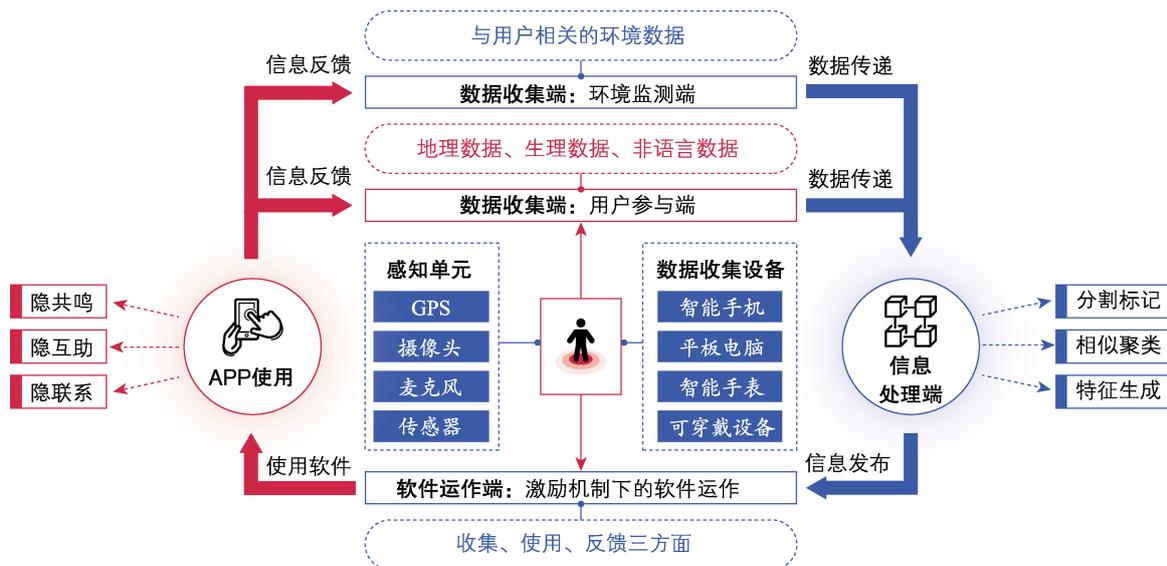


图2 基于群智感知的隐式社交交互系统架构

Fig.2 The implicit social interaction system architecture based on Crowd Sensing

据收集。用户端通过智能手机以及相关辅助智能设备收集用户个体数据。环境端通过GPS、信号塔、卫星等设备收集地理位置、温度气候等环境数据。(2) 社交场景拓展。在群智感知的背景下,万物皆社交,社交场景拓宽至各行业各领域,渗透人们的生活。社交可以不仅仅是语言社交,也可以是一种通过数据、情绪、状态等非语言的形式而存在的隐式社交。(3) 社交体验优化。在社交领域中通过群智感知对相似数据进行聚类,能够对特定用户群提供更为个性化的服务,在提升用户自身衣食住行以及健康等生活各方面的体验的同时对他人的生活产生一定帮助。

根据以上特征,基于群智感知的隐式社交交互系统通常由数据收集端、信息处理端、软件运作端3个部分组成,基于群智感知的隐式社交交互系统架构见图2。数据收集端分为通过智能移动终端(手机、平板电脑、手表、可穿戴设备等)和GPS、麦克风、摄像头、各类传感器等感知单元收集地理数据、生理数据、非语言数据的用户参与端,以及通过卫星雷达检测与用户相关环境数据的环境监测端。信息处理端的功能主要包括:分割标记,对数据进行分类标记;相似聚类,整合相同特征的数据;特征生成,根据相同特征生成典型数据信息。软件运作端主要分为激励机制和隐式社交两个层面,其中奖励机制分为收集、使用、反馈3个方面。

### 2.3 基于群智感知交互系统的隐式社交模型

基于群智感知的隐式社交,其最终目的是通过各种功能使用户在使用软件的过程中达成隐联系、隐互助、隐共鸣。用户在使用包含信息收集端、信息处理端、软件运作端3个层次交互系统时将产生3个层次的操作行为,即提供自身信息产生隐联系的上层、使用系统产生隐互助的使用层、个体间产生隐共鸣的

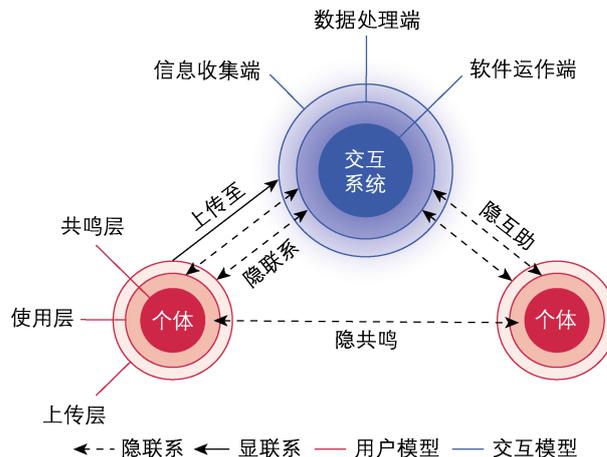


图3 基于群智感知交互系统的隐式社交模型

Fig.3 The implicit social model based on Crowd Sensing interaction system

共鸣层,基于群智感知交互系统的隐式社交模型见图3。个体在收集和上传信息时,与信息收集端产生交互行为,此行为在软件运作端对个体使用层产生反馈,当多个个体与信息收集端进行交互时,信息处理端就会拥有足够多的信息去为每一个使用个体提供更为个性化的服务,而这种服务来源于每个个体的贡献,也就是个体之间存在的隐联系。由于这种隐联系,个体在自我上传信息的过程中,看似为自身服务,实际上也会对其他使用的个体产生一定助益,这便是隐互助。隐共鸣则是指在个体上传足量数据后在信息处理端生成的大众共同认知信息,这种典型的信息会对每一个相关个体产生强烈的共鸣。

## 3 面向音乐的群智感知正念隐式社交交互系统

音乐(非语言媒介)对人的积极增益起到辅助正

念训练的作用<sup>[18]</sup>，正念冥想中也常以古典音乐、自然声音（比如流水声、雨声、海浪声）以及白噪音作为辅助，这些音乐形式能更有效地帮助人们集中注意力、降低心率和放松心情。以正念与音乐的结合为切入点，研究使用个体间的隐式社交关系，以达到更好的正念效果。利用群智感知在社交领域的特征提出社交的新场景——音乐正念冥想，挖掘用户间的隐式联系。

### 3.1 数据收集端：群智感知

1) 用户参与端。通过参与个体上传数据的形式组成用户参与式地域感知网络集群。用户参与端收集的主要数据为音频，其中音频分为目标音频和噪声音频两类。收集目标音频即为参与者进行正念行为时，在正念期间通过收集麦克风录制外界声音。为达到检测音频是否有效的目的，需要参与者通过可穿戴设备获取体温、心跳速率等健康型数据评估得出音频对情绪舒缓的效果并对此进行分档评级，根据评级结果对音频增加情绪标签。收集噪声音频即为参与者在非正念时刻进行对其平时常用正念场所的噪音收集，此处噪声通常为汽车鸣笛、施工装修、人声干扰等正念音频中不可存在的元素。用户端还需要使用手机收集地理位置，通过 GPS 每间隔一定时间更新位置，减少能耗，同时根据地理位置对音频增加地理标签。最终向数据处理端发送带有情绪标签和地理标签的音频数据。为保证参与者的隐私权，本文将收集数据分为必要性和非必要性两个方面，参与者除了必要的音频以及地理位置数据，按需求选择是否拥有可穿戴设备、是否感知心跳、温度以及上传音频对应的视频数据（用于增强感官交互，在正念空间中进行播放），使参与者在隐私和自由度上拥有自主选择权力，减少上传的抗拒心理。

2) 环境监测端。通过卫星雷达检测环境数据与用户参与端共同形成照应式地域感知网络集群。由于用户端收集的数据为用户自身的健康、地理位置、音频数据，在环境对用户情绪的影响上有所欠缺，所以环境端口对于温度、天气、湿度、时间、风速的监测也尤为重要。通过用户端收集的地理位置与环境端数据相照应，形成一个完整的以用户为中心、环境为辅的数据收集端，准确记录环境对用户正念时产生的情绪影响，以及不同地域间正念效果的差异。

### 3.2 信息处理端：音频加工

1) 分割标记。数据收集端收集到的数据是繁多、冗杂的，为了减少数据储存空间，对收集的数据进行效用筛选是首要步骤，且基于群智感知收集到的音频数据，因其所处环境的差异性以及设备的优劣不可避免地会产生噪音，信息处理端首要任务为通过对参与者上传的目标音频和噪声音频进行噪声消除训练，在

噪声消除后筛选出高质量音频，并对其上传用户进行标记，确保奖励能够发送至正确账户。其次根据用户端情绪标记和地理标记去对照环境端的环境数据，分析环境对情绪标记的影响，对音频进行环境标记。完成标记后，需要对高质量音频数据做短时傅里叶变换（STFT）处理，转换成对应的声谱图便于下一步相似聚类。

2) 相似聚类。分割标记后的数据仍然具有重复性，因此相似聚类的目的是整合具有相同特征的数据。根据声谱图数据使用卷积神经网络（CNN）从线性分类器模型中提取特征图，进行局部特征提取，学习局部关联性，产生声音所属类别的预测。在使用 CNN 声音模型作为音频预测时，主要应用场景为环境声识别，首要任务为评估音频中各类音频要素在时间维度上的跨度，判定其起点和终点，达到声音准确定位；其次将音频中的要素进行细颗粒度的分类，比如判断下雨场景中雷声、雨打栏杆声、雨敲玻璃窗声、雨落雨伞声等不同类别的下雨声音，对此进行更深入的音频分类。在此基础上对相同类别的声音进行聚类，增加类别标签用于下一步类别的特征生成。

3) 特征生成。使用生成对抗网络（GAN）对上传的大量分类后的音频数据进行深度学习，然后根据音频特征生成相关类别的典型音频以减少数据冗余，由此产生大众认知的关于能够积极促进正念的相关音频，引起用户对音频的认同和共鸣。

4) 个性化推荐。针对不同用户的健康状态以及音乐习惯，为其推荐适合的音频以及由相同健康状态个体所形成的群体正念空间。通过个性化的手段，达到信息的有效过滤，防止用户在使用过程中感受到信息过载。

### 3.3 软件运作端：正念隐式社交

在软件运作端，主要从激励机制和隐式社交两个层面进行阐述。用户数据收集端与使用端是相互关联的，用户在数据收集端上传的数据有机会成为软件运作端提供的信息原型，它们之间是共生共荣的关系。用户数据收集端可能存在参与上传用户数量不足或供给的数据较低的问题，采用激励机制能够促进群智感知的发展，以低成本、高回报的方式促进用户自发性参与，获得高质量、多数量的数据。目前国内外的激励主要分为报酬支付激励、娱乐游戏激励、社交关系激励、虚拟积分激励 4 种方式<sup>[12]</sup>，具体使用类目应根据社交系统的特征进行针对性选择。正念隐式社交交互系统依据社交功能和地理位置数据采集特性，主要通过上传音频获得相应社交增益以及根据不同位置和采集数据质量获得不同奖励以及积分，积分可用于兑换社交增益。核心功能端围绕正念进行展开，提供正念音频和隐式社交，增加正念的趣味性和鼓励性。基于群智感知的正念隐式社交交互系统架构见图 4。

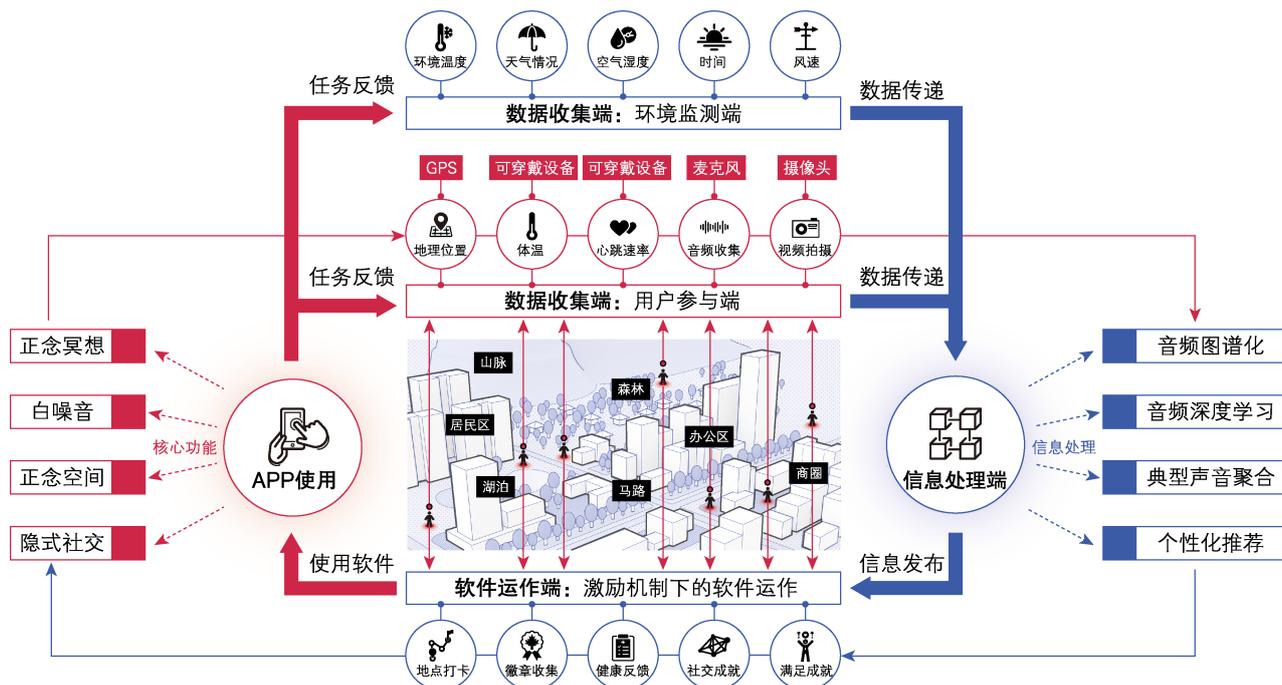


图4 基于群智感知的正念隐式社交交互系统架构

Fig.4 The mindfulness-based implicit social interaction system architecture based on Crowd Sensing

## 4 面向音乐的群智感知正念隐式社交交互系统实现

### 4.1 “一段”APP的核心功能

面向音乐的群智感知正念隐式社交交互系统以“一段”APP为实现载体，核心功能包括正念冥想、白噪音播放、隐式社交。其中，隐式社交是突破传统正念冥想APP的重要创新性特征，根据基于群智感知交互系统的隐式社交模型，“一段”APP将个体通过数据收集端上传的音频在信息处理端与其他个体上传的类似音频共同进行处理，这是用户间的隐联系；“一段”APP在使用者集结相同特征个体位于空间内播放特定典型白噪音进行正念冥想，隐式的陪伴能够增强个体归属感，促进正念效果，这是用户间的隐互助；“一段”APP在信息处理端生成的典型白噪音音频是同类个体的共同认知，此类音频可以使个体间产生潜在精神连结，实现隐共鸣，从而排解孤独感找到群体归属感，促进个体的自发正念积极性。

在基于群智感知的隐式社交中，激励机制尤为重要，分为收集、使用、反馈3个方面。在用户端数据收集时需要收集健康数据、音频数据、地理数据3个类别，在数据达到一定数量后，为用户授予相应类别的徽章，徽章能够令用户在使用冥想空间内拥有不同的身份特征，彰显用户地位，从而达到社交增益。例如用户在一个地区收集到一定数量的噪音音频即可获得噪音消灭者的徽章，徽章会以头像装饰的形式显示在界面上。在地理数据收集上，除了徽章成就外还

设有地图打卡模式，当用户每次前往不同的地方和听取不同地域的音频时，会产生打卡交互，将用户存在的地点以地图的形式展现。在健康数据上，增设了健康反馈的功能，用户在上传健康数据时，系统会对用户的健康数据进行分析呈现，以可视化图表的方式展现用户通过正念产生的健康变化。这3个方面贯彻了用户使用“一段”APP的全流程，使用户在使用的每一个阶段都能够有激励体验，这样的阶段式激励能够带给用户更大的成就感。

### 4.2 “一段”APP的信息架构设计

“一段”APP的信息架构展现了其使用逻辑和信息，在“一段”APP的信息架构中，分为音频上传、正念探索、个人中心3个模块，“一段”APP信息架构见图5。

1) 音频上传模块分为目标音频收集模块和噪音收集模块。目标音频收集会开启个人正念模式，在收集中以图标和文字的形式展示收集者目前的健康数据、地理数据、音频数据。噪音收集模块会要求使用者在正念地点打开录音收集噪声。

2) 正念空间模块，以不同类别的音频和情绪标签对空间进行划分，用户可以自主选择与当前心情和喜好相对应的空间进行正念。信息处理端会根据用户的正念习惯和健康状况对用户进行个性化正念空间推荐。在同一正念空间中，正念用户拥有相似的特征，能够通过同一段音频舒缓心情。用户间的隐式社交也主要在这一模块中得以应用。

3) 个人信息模块设有健康反馈和徽章展示两个

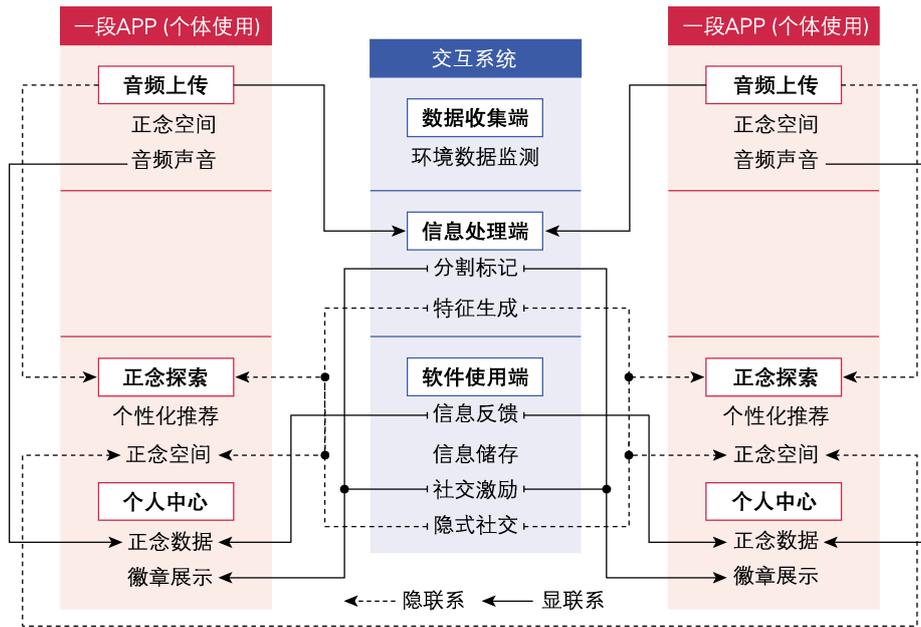


图 5 “一段” APP 信息架构  
Fig.5 The information architecture of “Period” APP

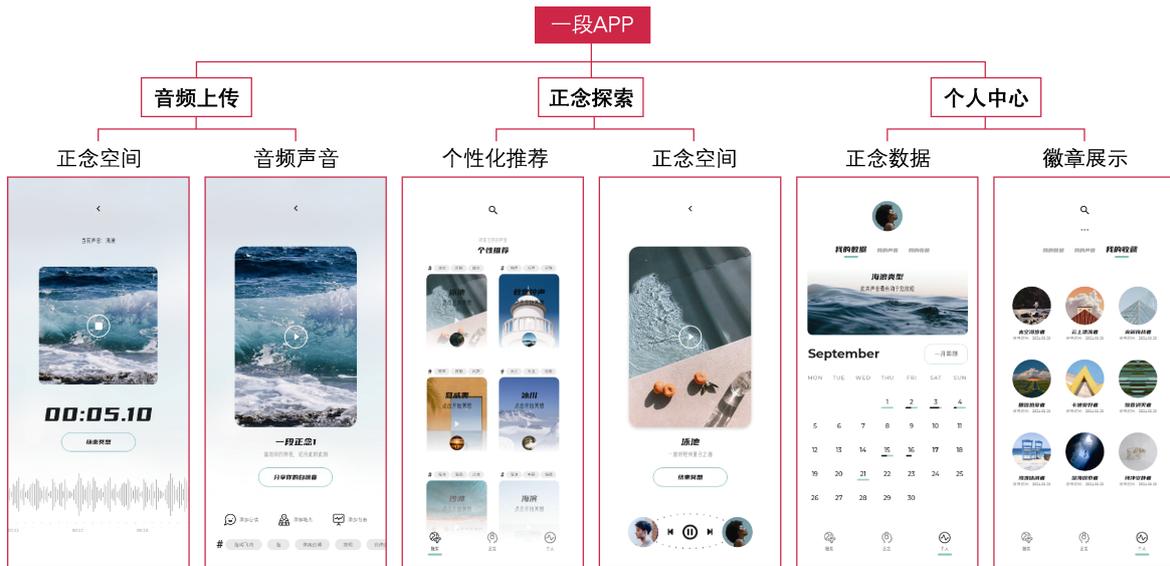


图 6 “一段” APP 界面设计  
Fig.6 The interface design of “Period” APP

模块。健康反馈模块以推荐音频、每月打卡天数、正念健康数据可视化图表 3 个模块呈现，以不同的信息展现方式帮助用户更好地根据反馈对自身正念情况做出调整。推荐音频是通过用户使用行为和健康数据为用户推荐最适合、最能舒缓心情的音频类型。徽章展示是对于用户在音频上传时所获奖励的展示。

### 4.3 “一段” APP 的界面设计

“一段” APP 的界面设计见图 6，采用以白色为背景色的整体配色方案，以玻璃拟态为设计风格，薄荷绿为主要色调，突出“隐”的设计语言。整体界面

设计简洁有力，突出重要信息，使操作更快捷明确。“一段”APP 的主页以不同功能的模块化展示为主要信息呈现，用户可以根据需求快速找寻到相应的模块。为了在各个模块间交互更便捷，“一段”APP 采用底部固定式导航栏，并根据各模块的重要程度依次排序为“探索”“正念”“个人”。“探索”模块中主要功能为个性化推荐正念空间，通过“探索”模块使用者可以同他人一同听取同一段音频，以非语言的方式达成社交目的，这是隐式社交的重要端口。“正念”模块主要是指数据收集端的声音收集模块，使用者在正念的同时收集音频。“个人”模块则主要为个人信息，以健康数据和徽章展示为主要功能。

## 5 结语

随着互联网的发展,群智感知技术融入设计为设计提供了全新发展方向。以群智感知为技术依托,基于收集用户上传的音频提出基于群智感知的正念隐式社交交互系统,并就该系统的设计和实现进行阐述,为正念提供更个性化、多样化的舒缓音频,使用户拥有非语言的隐式社交模式,有效地增强了个体间的共鸣感,缓解个人正念的孤独感。通过面向音乐的隐式社交交互系统的“一段”APP实现群智感知下的隐式社交的可实践性,为其他的隐式社交的方式,如图片、视频、气味等多通道感觉作为音乐以外的要素来结合群智感知技术,构建交互系统实现更丰富的隐式社交具体实现模型提供了参考。

### 参考文献:

- [1] J Kabat-Zinn. Mindfulness-based Interventions in Context: Past, Present, and Future[J]. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 2003(10): 144-156.
- [2] 王云霞, 蒋春雷. 正念冥想的生物学机制与身心健康[J]. *中国心理卫生杂志*, 2016, 30(2): 105-108.  
WANG Yun-xia, JIANG Chun-lei. Mindfulness Meditation: a Review[J]. *Chinese Mental Health Journal*, 2016, 30(2): 105-108.
- [3] 陈语, 赵鑫, 黄俊红, et al. 正念冥想对情绪的调节作用: 理论与神经机制[J]. *心理科学进展*, 2011, 19(10): 1502-1510.  
CHEN Yu, ZHAO Xin, HUANG Jun-hong, et al. The Role of Mindfulness Meditation in Emotional Regulation[J]. *Advances in Psychological Science*, 2011, 19(10): 1502-1510.
- [4] 宾宁, 冼文峰, 胡凤. 基于强弱关系的社交网络信息传播博弈模型[J]. *现代情报*, 2016, 36(12): 30-35.  
BIN Ning, XIAN Wen-feng, HU Feng. Game Model of Information Transmission in Social Networks: Based on Strong and Weak Relationship Theory[J]. *Journal of Modern Information*, 2016, 36(12): 30-35.
- [5] 阮立俊, 陈焯坤. 基于社交关系强度的兴趣社交 APP 设计研究[J]. *包装工程*, 2017, 38(22): 125-130.  
RUAN Li-jun, CHEN Chi-kun. APP Design of Interest Sociality Based on Social Relationships Strength[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(22): 125-130.
- [6] 许莉钧, 陈香, 周丰. 全媒体时代非语言情感符号的多元化设计演变与发展[J]. *包装工程*, 2020, 41(22): 191-196.  
XU Li-jun, CHEN Xiang, ZHOU Feng. Evolution and Development of the Diversified Design of Non-verbal Emotional Symbols in the Omni-media Era[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(22): 191-196.
- [7] 杨燕, 徐丽芳. Rdio: 社交化数字音乐服务平台引领者[J]. *出版参考*, 2015(16): 24-25.  
YANG Yan, XU Li-fang. Rdio: Social Digital Music Service Platform Leader[J]. *Publishing Reference*, 2015(16): 24-25.
- [8] 王路. 从网易云音乐看“音乐社交”生态的建设[J]. *传媒*, 2017(3): 70-72.  
WANG Lu. The Construction of “Music Social” Ecology from Netease Cloud Music[J]. *Media*, 2017(3): 70-72.
- [9] 邓美. Spotify: 和宠物一起听喜欢的歌[J]. *销售与市场(管理版)*, 2020(5): 100.  
DENG Mei. Spotify: Listening to Favorite Songs with Pets[J]. *China Marketing*, 2020(5): 100.
- [10] 罗仕鉴. 群智创新: 人工智能 2.0 时代的新兴创新范式[J]. *包装工程*, 2020, 41(6): 50-56.  
LUO Shi-jian. Crowd Intelligence Innovation: a New Innovation Paradigm in the AI 2.0 Era[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(6): 50-56.
- [11] 罗仕鉴. 群智设计新思维[J]. *机械设计*, 2020, 37(3): 121-127.  
LUO Shi-jian. New Thought of Crowd Intelligence Design[J]. *Journal of Machine Design*, 2020, 37(3): 121-127.
- [12] 吴垚, 曾菊儒, 彭辉, 等. 群智感知激励机制研究综述[J]. *软件学报*, 2016, 27(8): 2025-2047.  
WU Yao, ZENG Ju-ru, PENG Hui, et al. Survey on Incentive Mechanisms for Crowd Sensing[J]. *Journal of Software*, 2016, 27(8): 2025-2047.
- [13] S B Eisenman, E Miluzzo, N D Lane, et al. The Bikenet Mobile Sensing System for Cyclist Experience Mapping[P]. *Embedded Networked Sensor Systems*, 2007(1): 87-101.
- [14] S Reddy, A Parker, J Hyman, et al. Image Browsing, Processing, and Clustering for Participatory Sensing[P]. *Embedded Networked Sensors*, 2007(1): 13-17.
- [15] D Yang, D Zhang, Z Yu, et al. Fine-grained Preference-aware Location Search Leveraging Crowdsourced Digital Footprints from LBSNs[P]. *Pervasive and Ubiquitous Computing*, 2013(1): 479-488.
- [16] B Guo, Z Yu, D Zhang, et al. Toward a Group-Aware Smartphone Sensing System[J]. *IEEE Pervasive Computing*, 2014, 13(4): 80-88.
- [17] E Miluzzo, N D Lane, K Fodor, et al. SensingMeets Mobile Social Networks[P]. *Embedded Network Sensor Systems*, 2008(1): 337-350.
- [18] 夏一婷, 蔡梓丰. 让音乐辅助大脑休息——冥想音乐研究综述[J]. *音乐探索*, 2020(4): 87-91.  
XIA Yi-ting, CAI Zi-feng. Resting the Brain by Music: a Review of the Studies on Meditation Music[J]. *Explorations in Music*, 2020(4): 87-91.