

# 探索日常生活中的心理与行为规律： 运用移动传感技术的心理学研究

冯雪,张丹

清华大学社会科学学院心理学系,北京 100084

**摘要** 移动传感技术可以通过人们不易察觉的方式,随时随地采集其心理和行为数据,给日常生活情境下的心理学研究带来了新的突破。本文回顾了以纸笔日志和便携式电子设备为主要研究工具的传统自然情境心理学研究的发展,简要介绍了可用于心理学研究的移动传感技术在临床心理学、社会心理学和认知心理学等领域的新进展,并讨论了这一技术的引入给心理学研究带来的机遇和挑战。

**关键词** 移动传感;日常生活情境;可穿戴式传感器

随着智能手机的普及与快速发展,以智能手机为平台并辅以各类生理与行为传感器的移动传感技术正在逐步得到心理学家的关注。相比传统心理学中常见的实验室研究,移动传感技术通过手机应用程序、可穿戴式的心率、皮肤电、加速度等各类生理与行为传感器,辅以机器学习算法,使心理学家在日常生活情境下开展人类行为和心理活动的长时程、多维度追踪记录和分析成为可能。以 mobile sensing 和 psychology 为关键词进行检索,谷歌学术的检索结果显示,在 2011 年后,相关的文献数量出现快速增长(图 1),这体现了移动传感技术在心理学研究中的快速发展和所得到的广泛关注。美国市场调查公司 IDC 发布的报告显示,到 2016 年,全

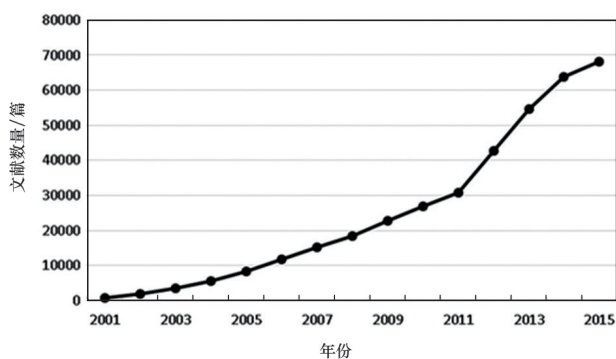


图 1 移动传感技术相关心理学文献发表情况  
(图片来源:谷歌学术)

球智能手机用户量已经超过 20 亿,而智能可穿戴设备,如智能手环、智能眼镜等的出货量也达到了 1 亿台<sup>[1]</sup>。移动传感设备的大规模普及为开展大样本的日常生活情境心理学研究提供了前所未有的便利,而基于大样本数据所得的研究发现具有更高的外部效度,可以真正有效地描述日常生活状态下人们的心理与行为规律。本文从日常生活情境心理学研究历史出发,首先介绍移动传感技术相比传统研究方法的优势,接下来梳理面向心理学研究的移动传感关键技术,最后介绍移动传感技术在心理学各领域的应用现状,并对未来发展趋势进行展望。

## 1 日常生活情境心理学研究:从纸笔日志走向移动传感

心理学家很早就意识到实验室研究存在的问题<sup>[2]</sup>。首先,实验室研究的参与者大多是高校或科研机构的学生,难以覆盖其他人群,研究样本的代表性具有一定局限性;其次,很多日常生活情境中行为和生理状态是实验室内难以获取的,如环境中的应激行为、人际互动行为等很难在实验室情境中人为再现;再者,传统的实验室研究结论往往是基于较短时间的实验室测量数据,难以跟踪了解个体的心理和行为发展趋势和变化规律。因此,心理学研究者一直在探索可以在日常生活情境下进行心理与行为数据记录的实验技术与方法。纸笔日志是最早出现的日常生活追踪研究手段,最初产生于 20 世纪 40 年代<sup>[3]</sup>。参与研究的志愿者通过纸笔

收稿日期:2016-11-02;修回日期:2017-01-04

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFB1001200);清华大学自主科研计划项目(2014z21043)

作者简介:冯雪,博士研究生,研究方向为社会认知和可穿戴心理学,电子信箱:fengxue0716@126.com;张丹(通信作者),特别研究员,研究方向为工程心理学,电子信箱:dzhang@tsinghua.edu.cn

引用格式:冯雪,张丹.探索日常生活中的心理与行为规律:运用移动传感技术的心理学研究[J].科技导报,2017,35(2):45-49;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2017.02.005

记录的形式,在特定的时间、地点或事件情境下,根据研究要求自主完成相应的问卷或量表,报告自己的心理、行为或环境等状态信息。研究者对纸笔日志数据进行人工整理后,开展定性或定量分析,以回答研究问题(图2)。



图2 日常生活情境心理学研究技术方法的变迁

自20世纪70年代移动通讯设备开始普及以来,研究者也开始尝试引入便携式信号接收装置(如寻呼机、移动电话等)与纸笔日志相结合<sup>[4]</sup>。人们在接收到这些装置发出的信号后,根据研究要求通过纸笔形式完成问卷或量表。信号接收装置的引入可以便捷地提醒其用户进行数据记录,提升对于记录任务完成率,从而更有效地开展研究。例如,在有关“心流”(flow)的代表性研究中,参与研究的志愿者连续一周时间佩戴寻呼机,该寻呼机在每天的上午7:30到下午10:30之间大约每隔2小时会收到1次来自研究人员发出的提示信号。志愿者被要求在收到提示信号后,立即在随身携带的报告册中完成心流相关的问卷和量表。该研究发现,无论对于哪一个职位层级的员工,这一表达全身心投入的“心流”心理状态在工作状态下的发生频率都远远高于休息状态<sup>[5]</sup>。这一研究发现基于日常生活情境下采集得到的数据,所得结论外部效度高,对心流的理论和应用都有很好的指导意义。

在20世纪80年代开始发展起来的个人数字助理(personal digital assistant, PDA)设备更进一步地提升了研究效率。PDA类设备不仅可以向使用者发出提示信号,还可以用电子化的方式替代纸笔日志完成数据记录,减少了携带纸质记录册以及书写回答的负担,也大大减轻了事后数据录入的工作量。不少高校或科研机构也曾开发了基于PDA的数据收集的软件包,比如ESP、CAES、PMAT、MONITOR等<sup>[6]</sup>。由于PDA类设备价格相对昂贵,普及率不高且软硬件更新换代频繁缺乏延续性,限制了基于PDA的数据采集技术方法在心理学研究中的推广。然而,基于PDA的“纸笔日志”方法已经是当代移动传感技术的雏形了。

## 2 面向日常生活情境心理学研究的移动传感关键技术

移动传感技术有着丰富的内涵。与PDA相比,当代智能手机平台的应用程序用户界面更加友好,可以便捷、高效地通过电子化的问卷和量表获取人们的心理与行为状态的主观报告信息。更重要的是,智能手机内置或可穿戴式的各类

传感器可以自动连续采集个体的多维度行为、环境和生理数据,从而更加全面地描述其在日常生活中的各种状态。这些移动传感技术可以获取的主观和客观数据全面涵盖了心理学研究的需求,本节分别介绍心理与行为主观数据、行为与环境客观数据以及人体生理信号的移动传感关键技术 in 心理学研究中的应用现状。

### 2.1 心理与行为主观数据传感

当代智能手机不仅高度普及,而且高度标准化,大大方便了日常生活情境的数据采集。不同于PDA时代存在标准不一互不兼容的大量软硬件系统,目前主流的智能手机操作系统为Android和iOS,两者的市场占有率之和达94.6%<sup>[7]</sup>。因此,研究者不必购置和维护大量的研究专用移动终端设备,只需开发或使用面向安卓、iOS的数据采集软件,向志愿者的手机中进行部署即可开展研究。与PDA方法类似的,手机端应用程序按照研究设计的时间提示志愿者通过应用程序完成问卷或量表,实现心理与行为状态的主观报告数据采集。软件所采集到的数据可以实时通过移动互联网传输到研究人员部署的网络服务器的数据库中,实现数据采集的高度自动化。目前,这类应用程序除了由研究者自己进行开发设计,还有很多公共的数据收集平台可以供研究者直接使用,例如movisensXS、ESM Capture、ANSLAB、Mobile Code Catalog、EmotionSense等。

### 2.2 行为与环境客观数据传感

人们的行为数据不仅可以主观报告的方式得到,还可以通过基于手机或可穿戴设备的传感器获取。来自传感器的行为数据获取以自动连续的方式进行,不需要个体的主观参与,提供了描述其日常生活情境状态的客观依据。目前移动传感技术所获取的个体行为数据主要可分为2类:一类是身体活动行为,另一类是与智能设备的交互行为。目前市场上大多数智能手机和部分可穿戴产品都配备有能感知身体运动信息的加速度传感器和陀螺仪等,结合相应的计算模型可以有效地识别出人们的身体活动状态,包括走路、跑步、上下楼等。另外,随着手机、平板电脑、电子书等智能设备与人们的生活关联越来越紧密,与智能设备的交互行为数据已经可以反映人们日常生活中很多有意义的行为信息,包括社交、学习、娱乐等。例如,人们操作智能手机通讯录、日历行程表、通话记录等应用程序的行为与他们的日常生活正负面情绪的变化存在显著关联<sup>[8]</sup>;在另外一些研究中,心理学家也开始尝试通过挖掘短信息、邮件以及社交媒体中的文本信息来挖掘更多人的网络心理与行为特征<sup>[9-11]</sup>。

移动传感设备还可以感知个体所处环境的信息。例如,通过大多数智能手机都配备的GPS芯片可以实时定位个体所处的位置,将位置信息与地图信息、时间信息等相结合可以大致推断个体当前环境信息,如公司、商场等;基于红外线发射技术的接近性传感器可检测智能手机终端周围的其他人或物体,以评估该手机用户所处环境的社交属性;光线传感器还可以探测出用户所处的环境光强度;声音传感器如表

克风则可以采样个体环境中的声音数据,分离出环境噪音和语音信息,评估环境噪声强度,并基于语音信号对说话者的身份和情绪进行分类判断。

### 2.3 人体生理信号传感

可穿戴式传感器还可以获取多种类型的人体生理信号。目前心电、皮肤电、皮肤温度、肌电、血氧、呼吸等外周神经系统响应已经可以较好的以可穿戴的形式采集到,代表性的设备如Polar系列运动手表、FitBit Charge HR手环、Basis Peak腕表、BioHarness运动胸带等。同时,基于脑电或近红外光谱成像技术的便携式脑功能影像设备也正在快速发展,如Emotiv EPOC+脑电、NIRx NIRSport近红外等,可实现对中枢神经系统响应的有效采集。大量实验室研究早已发现人体生理信号可以有效表征人的心理活动状态,而把生理信号采集设备可穿戴化并用于日常生活情境的研究也有不少报道,已有研究主要关注压力、情绪等心理状态<sup>[12-13]</sup>。特别地,心理状态的变化往往伴随多种生理信号的改变,心理状态的准确有效识别往往需要多维度生理信号的融合分析<sup>[14]</sup>。上述提及

的可穿戴生理信号采集设备大多可同时采集2种或2种以上的生理信号,一定程度满足心理学研究需求。与实验室研究相比,日常生活情境所测得生理数据更加复杂多变,往往需要运用机器学习算法进行数据分析。

移动传感设备所获取的行为与环境信息和生理信号,同样可以通过移动互联网实时传输到数据存储服务器,方便科研人员远程监控研究进展。这些来自物理传感器的客观数据与来自应用程序“传感”的心理与行为状态的主观报告数据相结合,可以实现对人们日常生活情境下心理和行为规律的全面、有效描述。图3中展示了部分移动传感技术运用于心理学研究数据采集过程的案例。图3(a)中左图为EmotionSense的情绪报告界面,右图为一周中的情绪报告得分显示界面;图3(b)中左图任务所佩戴的为SenseCam可穿戴数码相机和GPS位置追踪仪,右图为其所记录的佩戴者一天活动位置轨迹以及固定时间间隔所采集的图片信息;图3(c)中左图为Basis腕表,右图为其所采集的一天中生理活动信息,包括心率、皮电、皮肤温度、行走步数和能量消耗。



图3 面向日常生活情境心理学研究的移动传感关键技术

## 3 移动传感技术的心理学应用现状

### 3.1 临床心理学领域

近些年的临床心理学研究表明,大多数心理疾病和异常往往伴随着生理指标和身体活动模式的异常<sup>[15]</sup>。例如,根据精神障碍诊断和统计手册的诊断标准,至少有30种精神疾病伴随着身体活动的增强或减弱,最典型的例子包括注意缺陷障碍、精神分裂症、重度抑郁症以及双向障碍等<sup>[16]</sup>。过去的心理疾病的诊断一般是通过量表评估来进行的,但这种方法至今被认为存在一些不足,同时对于丧失了认知能力的严重病患而言,诉诸客观指标的测量往往是必要的途径。因此,在临床诊断的过程中,引入传感技术获取疾病诊断的客观行为和生理证据是近些年来发展趋势。Ben-Zeev等曾采用智能手机连续追踪27名志愿者的地理空间的活动轨迹、肢体活动情况、睡眠持续时间以及谈话时间等,同时完成每日的压力评估,以及抑郁、压力及孤独感,结果发现,肢体活动、地理位置的变异性及睡眠时间都与压力水平有显著关联<sup>[17]</sup>。还有研究发现了抑郁与讲话时间,地理位置活动和睡眠持续时间有关,孤独感也与身体活动有关<sup>[13]</sup>。Hays等利用一种被称为

“移动传感器”的系统对一组65岁以上老年人进行家庭内行走速度和活动量的监控,长达418天的研究数据显示,脑损伤组的个体步速的变异系数是健康老年人的2倍<sup>[18]</sup>。Prociow等的研究设计了一个可以对双向障碍进行早期预警的系统,这个系统使用了可穿戴行为和环境的传感器独立地收集病人的行为数据,能够取代临床心理治疗师对早期的双向情感障碍进行识别<sup>[19]</sup>。这些已有研究表明,移动传感技术可以对于与心理健康有关的行为指标进行有效的监控,从而在一定程度上对某些心理疾病作出早期诊断。这尤其有利于对一些特殊病患群体的照料和护理,比如老年人、儿童或严重的精神疾病患者,通过系统自动识别出一些危险的情境或状态,以方便其照顾者及时采取调整、预防和干预措施。

### 3.2 认知心理学领域

情绪和心理应激是当代认知心理学的重要研究课题,不仅在用户体验研究中有广泛应用前景,也对于探索当代社会快节奏高强度生存环境下如何提高生活质量和幸福感有积极意义。过去的实验室中对于情绪和压力的研究往往是通过人为的情绪和压力状态诱发,比如通过图片或视频的刺激

材料,或者是心理负荷任务来诱发相应的情绪或压力状态。然而,在很多情况下,日常生活环境下的情绪体验在实验室中很难再现和重复出来。哈佛大学心理学家 Killingsworth 和 Gilbert 在他们发表在《Science》上的一篇文章中,通过一款智能手机应用程序对来自全球 2250 名志愿者的日常生活事件与伴随的情绪状态进行了研究。他们采用经验取样的方法,在一天中的各个时间段随机选取时间点,对人们通过手机推送进行提问调查,调查的内容包括:他们正在从事的活动,是否处于“走神”或“白日梦”状态以及从事当前活动时的幸福感评分。结果发现,人们不但经常处于走神状态(大约占清醒时间的 46.9%),而且不管当下正在做什么事情,处于走神状态都会伴随着更不愉快的情绪体验<sup>[20]</sup>。另外,近年来心理学家也关注人们处于某些日常积极情绪状态下的生理活动反应。例如 Gaggioli 等的研究就考察了日常生活中心流体验所对应的生理基础。通过对人们的心血管活动的监控和日常生活的经验取样调查数据,发现心流体验伴随心血管系统指标中心率的升高以及心率变异性中低频与高频成分能量占比的升高,表明交感神经系统活动的增强<sup>[21]</sup>。

### 3.3 社会心理学领域

社会心理学是最早开展日常生活情境研究的心理学领域,尤其是群体行为和社会互动现象的研究。只不过这类研究早期更多采用访谈、参与式或半参与式观察、社会计量法等研究方法,且一般以人作为观察者和信息收集的主体、纸笔作为记录的方式、观察者的主观报告和评估作为数据来源。Pentland 及其所在的麻省理工大学人类动力学实验室研究团队所开发的用于自动测量人们社会交互活动的社会测量仪(sociometer)是社会心理学领域应用移动传感技术的一个最具代表性的示例。他们通过让人们佩戴一个胸牌形式的移动传感设备,通过声音、距离、加速度、室内定位等传感器采集人们在现实生活中面对面交流的时间、语音的情感特征、活动水平、位置以及身体接近性等信息。研究者发现,该设备所记录的丰富的社会信息可以预测人们在日常交际、商业营销以及薪酬谈判等场景下的行为表现<sup>[22]</sup>。

## 4 移动传感技术的心理学应用展望

移动传感技术的应用可以极大地弥补心理学传统实验室研究和问卷测量的不足,为心理学各个领域的研究带来新的突破,一批活跃在心理学和计算科学交叉领域的研究者已经完成了不少基于该技术的研究探索。

在未来的心理学研究中,通过移动传感技术采集大样本群体的、多传感器结合的丰富日常生活情境数据是必然的发展趋势。然而,这一领域仍然是一个新兴领域,受限于可穿戴设备的尺寸和形态,目前移动传感设备还不能达到实验室科研设备性能;日常生活情境下的长时程采集所得数据比实验室情境下更加复杂多变;此外,如何保护参与研究志愿者的隐私,也是当前移动传感时代的新问题。

虽然如此,移动传感技术正在改变传统心理学的研究对象、思路和方法。数据采集的工具从庞大的、笨重的实验室设备转变成了便携的、功能多样的移动传感设备,对于实验过程的设计也逐渐由研究者的单向操控转变为灵活的、个性化的、人机自适应的数据采集方式。随着移动传感技术的普及,每个人都在通过智能手机终端及个人可穿戴设备时时刻刻采集自己的心理、行为、环境和心理数据,人们可以通过互联网“分享”个体的数据,科研工作者将在合作和共享的基础上更高效、更深入地探索人类的心理与行为规律。

### 参考文献(References)

- [1] Smartphone Vendor Market Share, 2016 Q3[EB/OL]. [2016-10-20]. <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-market-share.jsp>.
- [2] Conner T S, Mehl M R. Ambulatory assessment: Methods for studying everyday life[J]. *Emerging Trends in the Social and Behavioral Sciences: An Interdisciplinary, Searchable, and Linkable Resource*, 2015. doi: 10.1002/9781118900772.etrds0010.
- [3] Allport G W. The use of personal documents in psychological science [J]. *Social Science Research Council Bulletin*, 1942, 49: 210.
- [4] Bolger N, Davis A, Rafaeli E. Diary methods: Capturing life as it is lived[J]. *Annual Review of Psychology*, 2003, 54(1): 579-616.
- [5] Csikszentmihalyi M, LeFevre J. Optimal experience in work and leisure [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1989, 56(5): 815.
- [6] Ebner-Priemer U W, Kubiak T. Psychological and psychophysiological ambulatory monitoring[J]. *European Journal of Psychological Assessment*, 2007, 23(4): 214-226.
- [7] Smartphone OS Market Share, 2016 Q3[EB/OL]. [2016-10-20]. <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>
- [8] Muaremi A, Armrich B, Tröster G. Towards measuring stress with smartphones and wearable devices during workday and sleep[J]. *BioNanoScience*, 2013, 3(2): 172-183.
- [9] Golder S A, Macy M W. Diurnal and seasonal mood vary with work, sleep, and daylength across diverse cultures[J]. *Science*, 2011, 333(6051): 1878-1881.
- [10] Kern M L, Eichstaedt J C, Schwartz H A, et al. The online social self: an open vocabulary approach to personality[J]. *Assessment*, 2014, 21(2): 158-169.
- [11] LiKamWa R, Liu Y X, Lane N D, et al. MoodScope: Building a mood sensor from smartphone usage patterns[C]//*Proceeding of the 11th annual international conference on Mobile systems, applications, and services*. Taipei, Taiwan, China: ACM, 2013: 389-402.
- [12] Kreibig S D. Autonomic nervous system activity in emotion: A review [J]. *Biological Psychology*, 2010, 84(3): 394-421.
- [13] Picard R W, Vyzas E, Healey J. Toward machine emotional intelligence: Analysis of affective physiological state[J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2001, 23(10): 1175-1191.
- [14] Wilhelm F H, Grossman P. Emotions beyond the laboratory: Theoretical fundamentals, study design, and analytic strategies for advanced ambulatory assessment[J]. *Biological Psychology*, 2010, 84(3): 552-569.

- [15] Bussmann J B J, Ebner Priemer U W, Fahrenberg J. Ambulatory activity monitoring: Progress in measurement of activity, posture, and specific motion patterns in daily life[J]. *European Psychologist*, 2009, 14(2): 142–152.
- [16] Teicher M H. Actigraphy and motion analysis: New tools for psychiatry [J]. *Harvard Review of Psychiatry*, 1995, 3(1): 18–35.
- [17] Ben Z D, Scherer E A, Wang R, et al. Next-generation psychiatric assessment: Using smartphone sensors to monitor behavior and mental health[J]. *Psychiatric Rehabilitation Journal*, 2015, 38(3): 218.
- [18] Hayes T L, Abendroth F, Adami A, et al. Unobtrusive assessment of activity patterns associated with mild cognitive impairment[J]. *Alzheimer's & Dementia*, 2008, 4(6): 395–405.
- [19] Prociow P, Wac K, Crowe J. Mobile psychiatry: Towards improving the care for bipolar disorder[J]. *International Journal of Mental Health Systems*, 2012, 6(1): 1.
- [20] Killingsworth M A, Gilbert D T. A wandering mind is an unhappy mind[J]. *Science*, 2010, 330(6006): 932–932.
- [21] Gaggioli A, Cipresso P, Serino S, et al. Psychophysiological correlates of flow during daily activities[J]. *Studies in Health Technology and Informatics*, 2013, 191: 65–69.
- [22] Pentland A, Heibeck T. *Honest signals: How they shape our world*[M]. Massachusetts: MIT press, 2010.

## The study of mind and behavior in daily life based on mobile sensing technology

FENG Xue, ZHANG Dan

Department of Psychology, School of Social Science, Tsinghua University, Beijing 100084, China

**Abstract** The mobile sensing technology has made a new breakthrough for behavioral and psychological studies in naturalistic scenarios, for its capability of acquiring psychological and behavioral data anytime and anywhere with minimal awareness of the users. This paper firstly reviews the development of traditional psychological studies in daily life situations based on the paper-pencil diary and the portable electronic device, then briefly introduces the application of the mobile sensing technology in the fields of the clinical psychology, the social psychology and the cognitive psychology, and finally discusses the new chances and challenges for psychological workers brought about by this technology.

**Keywords** mobile sensing; daily life situation; wearable sensor

(责任编辑 田恬)