IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING，VOL。 41，NO。 1，2015年1月

软件工程的新挑战——关于移动应用程序的用户行为在国家差异方面的调查报告

Soo Ling Lim，Peter J. Bentley，Natalie Kanakam，Fuyuki Ishikawa和Shinichi Honiden

摘要： 移动应用程序是为了在移动设备上使用而开发的应用程序，并通过应用程序商店提供软件。应用商店是高度竞争的市场，开发商需要满足跨越多个国家的大量用户。这项工作假设移动应用用户行为存在国家差异，并对世界各地的应用用户进行迄今为止最大的调查之一，以确定这些差异的确切性质。本次主要调查了用户对应用商店的理解，应用需求以及选择或放弃应用的理由。我们收集了来自美国，中国，日本，德国，法国，巴西，英国，意大利，俄罗斯，印度，加拿大，西班牙，澳大利亚，墨西哥和韩国等15个以上国家的数据。对4,824名参与者提供的数据分析显示，各个国家/地区的应用用户行为存在显著差异，例如来自美国的用户更有可能下载医疗应用，来自英国和加拿大的用户更有可能受价格影响，来自日本和澳大利亚的用户不太可能评价应用程序。结果分析揭示了与包装要求，特征空间，质量期望，应用商店依赖性，价格敏感性和生态系统效应相关的市场驱动软件工程的新挑战。

关键词- 要求/规格，以市场为导向的软件工程，移动应用开发，用户需求，调查研究，应用用户的行为，软件产品线，软件生态系统

## 一、导论

移动应用的应用软件开发是为了在智能手机和平板电脑等移动设备上使用。一旦开发，应用程序通过应用程序平台（通常称为应用商店）进行分发。 App发展是市场驱动的。类似于传统的市场驱动软件[1][2]，一个应用程序的要求通常来自战略业务目标或市场机会。在开发应用程序时，开发人员与潜在用户的联系有限。成功与否是通过应用程序下载的数量和产生的收入来衡量的。应用商店的概念已经民主化。软件行业 - 几乎任何人都可以建立以及通过应用程序商店向全世界的用户销售应用程序。应用商店的好处带来了巨大的挑战。应用程序开发人员面临着拥挤和高竞争力的应用程序市场，由于某些无关其功能和可用性的属性，如应用程序名称，应用程序图标或暴露水平，应用程序可能会失败（接收很少或没有下载）。 作为应用程序销售的利润率是小的（第1.2节），一个应用程序应该理想地吸引全球大量的用户才能成功。然而，许多开发人员不知道来自不同国家的用户有不同的行为和需求，而这些因素会影响应用下载。还有一个缺乏的意识，如应用程序的重要性描述，屏幕截图，定价和用户反馈。这些挑战导致许多应用程序失败。有研究发现iOS App Store中60万个应用程序中有40万个应用程序没有下载，80％付费Android应用收到少于100次下载[3]。尽管出现这些失败情况，全世界应用程序开发速度仍继续加速。在过去[4]，[5]，[6]主要是市场驱动的软件工程，但今天的研究人员进行了对越来越注重新的机遇和挑战的应用程序开发的研究。最近的研究通过挖掘应用商店数据，收集用户活动日志和调查在我们对应用程序用户行为的理解取得了进展（例如，[7]，[8]，[9]）。这些提供有用的关于特定智能手机，应用商店，应用，应用类别（例如，医疗应用），国家或年龄组数据。但是到目前为止对于全球用户行为的研究很少在不同的应用商店和移动设备以及跨国家进行比较。 在这项工作我们将集中在这个重要领域补充以前的研究。

### 1.1意义

这项工作做出了以下贡献：

我们进行了目前全球范围内在参与者人数和国家覆盖率方面最大的关于移动应用用户的问卷调查之一。我们的问卷调查将用户对于应用商店的概念，他们的应用需求，以及他们选择或放弃应用程式的理由作为跨国家的用户行为的差异。我们调查了超过10,208名参与者，分布于15个国家，包括美利坚合众国，中国，日本，德国，法国，巴西，美国王国，意大利，俄罗斯联邦，印度，加拿大，西班牙，澳大利亚，墨西哥和大韩民国。 我们预期这个广泛的数据集将形成一个有价值的资源用于应用软件领域发展，人机交互，和移动计算，我们认为这是我们工作的一个主要贡献。

我们分析的数据确定了明确的证据来证明在用户应用程序行为中存在一些国家差异，但不是全部，这些差异可以与已知的国家文化差异相关。 使用wellestablished进行分析统计测量如Pearson相关系数，线性回归，Pearson方差测试和优势比。大数据集使我们的研究结果具有统计学意义。

从我们比较市场驱动的软件工程文献的结果和分析，我们发现了新的挑战以及它们对软件工程研究的相应影响。

### 1.2动机

应用程序开发现在是主流形式的软件工程。 正如web开发的增长导致每个组织都需要自己的网页，今天每个组织都需要自己的应用程序。 主要软件例如IBM，Oracle和Accenture正在提供移动应用开发服务支持。结果是前所未有的增长和竞争。

例如，2013年1月，苹果的iOS（手机操作系统）App Store有超过20万个应用程序开发商，70万种应用程式，以及每天1000个新应用程序。 一个关键字搜索“待办事项”于2013年1月18日返回超过1,000个提供此功能的应用程式。有这么多竞争，开发人员可能会因为“包装”功能，如应用程序的图标，名称或描述在应用商店[10]失去下载。 应用程式的成本通常在$ 35,000到$ 200,000之间发展，一个研究报告指出，近70％的开发商平均获得了5,000美元的总收入或更少，由于小利润（例如，应用程序的利润定价在0.99美元必须在应用程序商店之间共享显影剂）。 80％的报告显示他们开发的收入不足支持他们的业务。有些代价是非常昂贵的。例如，一个4100万美元的项目开发一个应用程序，允许用户与他们的朋友分享直播视频广播和照片由于用户不足和高搅动率被放弃了。媒体慕名而来的应用受到了关注下载，但用户发现应用程序没有满足他们需要和难以使用，因此放弃应用程序。

一些在一个国家取得成功的开发商发现难以在别人的成功之上再创辉煌。作为开发人员与他们的用户联系有限，他们很难识别目标用户及其需求。 虽然开发人员可以从用户评级和评论中接收反馈或功能请求，但评论率非常低，许多开发商报告的比率不到1％。例如，一个开发商报道共91,534次下载只有81条评论（即平均每1,130次下载会产生1条评论），然而成功的应用已经下载了几千次仅有一个获得有用的用户反馈的机会。 以前研究发现组织中的文化差异和信息系统（例如，Hofstede等人[11]，Straubet al。 [12]，van Everdingen [13]）。 发现如这些导致我们形成的假设移动应用用户行为中也可能存在差异国家之间。 然而，文化和国家的差异在移动应用的上下文中还有待调查。

我们的研究旨在提供证据支持该假设以及确定在各个国家/地区的应用用户行为中精确的差异。

本文的其余部分组织如下：

第2节提供了相关文献的综述；

第3节描述研究问题；

第4节描述使用的方法；

第5节提供结果；

第6节使用Hofstede分析了国家差异文化指数[11]，并讨论了新的挑战对软件工程研究的影响；

第7节讨论对有效性的威胁；

第8节总结。

## 二、背景资料

现需要通过一个大的研究了解应用用户的群体及其应用用户行为。可以分类为应用商店数据的排序，那些从移动设备收集活动日志，以及执行的活动日志调查并引起用户的反馈。

### 2.1挖掘App Store数据

App Store已经积累了大量的数据，如作为应用程式说明，使用者评分和评论。 因此，越来越多的研究通过从应用商店本身进行挖掘数据来了解用户需求是什么。例如，Pagano和Maalej于2012年9月16日从苹果iOS App Store [7]收集了一个国家/地区前25个免费和付费应用程序关于用户评分的数据与评论。他们使用了各种统计方式调查用户在何时以怎样的方式提供反馈，以及分析评论的内容。其结果显示大多数用户在已提供新版本后不久，评论频率随着时间的推移迅速下降。 此外，用户评论通常包含多个主题，如用户体验，bug报告，和功能请求。用户评论质量和建设性差异很大，从有用的建议和创新想法到进攻评论[7]。Harman等人挖掘Blackberry应用商店获取信息，例如应用程式说明，应用程式类别，使用者评分，价格和基于下载的应用程序的排名[14]。 作者发现用户评分和应用程序排名之间存在很强的相关性，但价格和下载次数之间似乎没有相关性。他们的研究集中在应用程序定价，进一步的工作可能是必要的，以证实考虑到免费应用程序的发现[14]。 陈和刘挖掘了苹果iOS App Store收集的应用程序信息，如名称，开发商，类别，当前排名，平均评级和评级数[15]。 他们的分析透露，排名最高的付费应用程序不一定与用户评分密切相关，他们的发现是与Pagano和Maalej [7]一致。

### 2.2活动日志

关于移动应用用户的大量研究已经收集了来自移动设备的活动日志。 例如，Doet al。 从77个诺基亚智能手机用户的持续9个月的时间[16]收集有关应用访问权限，位置和蓝牙的数据。 他们发现应用程序的使用取决于用户的位置。 例如，实用应用程序如时钟最常用在家里，而相机和地图应用程序在度假时最常使用。 参加者花更多的时间在朋友的家也使用通信应用程序更多[16]。 他们的研究强调了开发人员需要以识别身体和社会使用情境来构建他们的应用程序。 Xu et al，研究了由应用[17]创建的网络流量。他们的结果表明新闻和天气应用程序通常每天并在一定时间内使用，建议开发人员可以实现预取机制在他们的应用程序，以减少用户感知的延迟。Falaki等人 从Android Android和Windows Mobile用户[18]收集的应用使用数据。他们发现了巨大的用户之间的多样性，例如，平均数每位用户每天的智能手机互动范围从10到200，并建议应用程序适应不同的用户组。 Bohmer et al从4,125 名Android用户[8]收集与应用的状态信息相关的数据，诸如安装，卸载，打开，和关闭。 他们的研究揭示了许多有趣的应用使用模式，例如，新的应用程序在早上最流行、游戏在晚上最受欢迎。 但是，参与者在Bohmer等人的研究中偏向于早期采用者和频繁的应用用户[19]。 虽然这些研究收集关于应用程序使用的相关数据，但他们局限与关于参与者本身的信息[8]，以及作为结果难以实现统计控制潜在的混杂变量[19]。一些研究的重点是收集特定应用程式的要求。 例如，Henze et al出版五款游戏应用程序在Android市场并监控应用程序[20]。 他们最流行的应用程序从6,907用户收集数据。 他们的数据显示，许多用户在短时间后放弃了应用程序，他们建议开发人员应该专注于应用质量和提供激励，以激励用户长期使用app [20]。 Henze et al也发现他们大多数的参与者是来自美国的英语用户，从而限制了他们得出关于全球人口结论的能力[20]。在另一项研究中，McMillan et al 从8,676用户中收集他们的iPhone在五个月内应用程序的使用数据[21]。数据记录似乎是一种经济有效的收集方式针对于来自大量地理上分散的用户的数据。但是，活动日志无法提供深入理解用户行为，日志分析无法揭示用户的行为背后的需求和理由[21]。 此外，数据偏向于用户享受应用程序，因为用户没有享受的应用程序，停止使用它，不能用于数据记录[21]。研究人员用调查问卷支持活动日志以获取有关应用功能和用户受众特征的反馈（例如，年龄，性别，居住国）。 他们也采访了来自一系列国家的用户，但是由于语言障碍和困难吸引用户，他们只可以接受10个用户[21]。为了提供关于用户的更丰富的数据集，Rahmati等人收集除了活动日志的人口统计信息，如年龄和家庭[19]。 他们的研究是在一年时间内纵向的，涉及34名使用iPhone3GS的大学生。 他们的研究揭示了app理解目标用户的重要性。 例如，较低收入家庭的参与者使用社交网络应用程序，如Facebook和YouTube比同行更多。他们也下载了更多应用，更频繁地使用它们，但发现它们更难使用。在另一项研究中，Rahmati和Zhong进行了为期4个月的对来自美国14名青少年使用HTC Wizard手机研究[22]。 娱乐应用程序是最受欢迎的，而无聊则是游戏应用程序最受欢迎的缘由。

### 2.3调查和用户反馈

调查他们的兴趣和他们的喜好是了解大群体用户的最好的工具之一[23]。 通过活动日志有效地进行调查可以产生相对于间接分析的用户简档的更高程度的确定性的用户行为[23]。例如，除了来自诺基亚N95智能手机的117个用户的活动日志，Chittaranjan et al，在瑞士也使用了问卷以收集用户的人口统计信息（例如，性别，年龄，国籍）和自我报告的人格特质[24]。他们发现外向参与者更有可能在智能手机上使用办公和日历应用程序，并接收更多的电话[24]。男性参与者更有可能使用游戏应用，而内向的女性参与者更有可能使用互联网应用[24]。Franko和Tirrell进行了在线调查美国3,306名医生的应用需求[9]。 他们收集和分析采用由医生（例如，使用的智能手机，在临床实践中使用应用程序），应用程序需求（例如，常用应用，所需应用功能），和人口统计（例如，医学专业，培训水平）的应用商店中的数据。他们的结果表明，超过85％的参与者拥有智能手机和56％使用的应用程序在他们的临床实践。他们也发现了最有用的功能是药物指南，其次医疗计算器，编码和计算和怀孕周期的应用程序。最重要的是，没有一个匹配医生需求和可用性之间的应用程序。对于医生，虽然有大量的应用程序参考资料已经存在于应用商店中，但由于现有应用程序质量不足他们仍然是最多的请求类型的应用程序。只是导入所有信息从教科书到应用程序不提供由于屏幕尺寸或其他原因而产生的最佳用户体验限制。许多参考应用的成本几乎与打印版本等效。为了使应用程序成功在被医生普遍使用的时候，一定是易于使用和价格合理。最后，信息包含在这些应用程序中可能不是基于验证或同行评审信息[9]。Agrawal和Wasserman进行对应用开发者的调查，使用现有的移动开发者论坛来征求受访者[25]，以便更好地了解发展移动应用的实践。 他们的调查发现开发者坚持推荐集“最佳实践”，但很少使用任何正式开发过程。 此外，开发人员很少跟踪他们的发展努力在一个有组织的方式和收集少量指标。 随着移动应用程序的移动从廉价的娱乐用途到复杂的商业关键应用程序，必须应用软件工程过程以确保发展安全，高质量的软件[25]。 Wasserman提出，虽然许多软件工程技术会轻松转移到移动应用领域，还有其他用于新研发的领域如用户经验，非功能需求，过程，工具，和架构[25]。在需求工程领域，Seyff et al，提出使用移动设备来引出终端用户的需求[26]。使用他们提出的方法，手机用户可以使用文本输入记录他们的需求和要求，录音，以及使用手机捕获的图像。他们的评价表明，终端用户能够记录他们的需要以促进分析师分析没有的需求[26]。

### 2.4总结

总而言之，现有的研究应用用户行为专注于特定的智能手机，应用商店，应用程序，应用程序类别（例如，医疗应用），国家或年龄组。大规模使用活动记录和数据挖掘的研究可以揭示有趣的使用模式，但不是模式背后的缘由。此外，他们缺乏与用户相关的人口信息统计（例如，年龄，居住国），这些有助于理解使用模式。研究收集的详细用户数据，可以揭示有趣的见解，但他们的参与人数通常不足以概括结果。最重要的是，研究的是来自高度集中的数据，这是不能阐明许多类型的应用程序在国际上的使用规模。需要更全面的代表了许多国家的应用用户需求数据，这些可能有助于改善用户体验和改进软件移动应用程序的开发实践。