

【选题策划：量子思维之下的绿色 IT 及可持续创新设计】

绿色 IT 可持续设计理念下基于量化自我的智能服装交互设计

覃京燕, 曹莎, 王晓慧
(北京科技大学, 北京 100083)

摘要: **目的** 智能服装通过可穿戴计算和量化自我的方式收集个体小数据, 物联网 (IoT) 和万联网 (IoE) 将小数据和大数据相连接, 将用户体验从以用户为中心的设计 (UCD) 向用户参与式设计 (UPD) 转化, 形成绿色 IT 的可持续设计。**方法** 采用用户参与式设计的方法, 利用嵌入在智能服装中的传感器收集穿衣者的身体量化自我的个人小数据, 并进行信息可视化和交互设计。通过情境感知、意识感知和情感感知, 建立信息架构和敏捷交互模型, 提出以意义为中心的交互设计方法。通过映射心智模型, 发掘利益相关者和交互逻辑动线。通过敏捷交互和直觉交互的实时高保真原型进行迭代式的可用性测试。**结论** 人工智能能够应用于交互设计, 将情境角色设计转变为“为真实的用户做真实的设计”, 提出了基于小数据量化自我的绿色 IT 可持续设计理念指导下的参与式交互设计方法。

关键词: 智能服装; 交互设计; 量化自我; 小数据; 可穿戴计算; 参与式设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)04-0001-06

Interaction Design of Smart Clothing Based on Quantified Self under the Concept of Green IT Design for Sustainability

QIN Jing-yan, CAO Sha, WANG Xiao-hui
(University of Science and Technology of Beijing, Beijing 100083, China)

ABSTRACT: The smart clothing uses the wearable computing and quantified self to collect personal small data, and depends on IoT and IoE to connect the small data with the big data, the user experience design transforms the User-Centered Design(UCD) into User Participated Design(UPD) under the perspective of green IT design for sustainability. It uses the UPD to do the information visualization and interaction design based on small data which collected and stored by the sensors embedded in the smart clothing. The design research proposes the meaning-centered design method to build the information architecture and agile interaction model. Through the mental model mapping, the design digs out the stakeholder and interactive logic flow and behavior pattern, and performs the high fidelity prototype iterative usability testing through agile interaction and instinct interaction to modify the design results. It explores the possibility of Artificial Intelligence to interaction design and transforms the personas scenario simulation into "Real Design for Real People", and proves the UPD interaction design method based on small data quantified self with the green IT sustainable design manifesto.

KEY WORDS: smart clothing; interaction design; quantified self; small data; wearable computing; participatory design

绿色 IT (绿色计算) 是支持环境可持续发展的计算形式或者信息技术。依据 San Murugesan^[1]的理论, 绿色 IT 的目标是设计、制造、使用和处理计算

机、服务器和相关的子系统, 例如显示器、打印机、存储设备、网络和通信系统, 对环境的影响很小, 甚至没有影响, 具备低碳节能、安全友好无损害、低污

收稿日期: 2017-01-12

基金项目: 国家社会科学基金后期资助项目 (13FYS012); 教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目 (00022418)

作者简介: 覃京燕 (1976—), 女, 四川人, 博士, 北京科技大学教授、博士生导师, 主要研究方向为交互设计、信息设计、数字文化遗产、新媒体以及大数据的信息可视化等。

染、低辐射、时间精力损耗低、有利于分解回收、符合人体工学、可用性与用户体验良好等多种条件。量子计算、生物计算、自然用户界面（NUI）、脑机接口技术等都是形成绿色 IT 的重要方式。智能服装通过嵌入服装中的传感器及电子元器件,进行可穿戴计算和量化自我,收集个体小数据,并通过物联网（IoT）和万联网（IoE）的系统信息架构,将小数据和大数据相连接。构建绿色 IT 的生态系统,将用户体验从以用户为中心的设计（UCD）向用户参与式设计（UPD）转化^[2],形成绿色 IT 的可持续设计。

1 用户体验设计和智能服装的交互设计

1.1 智能服装的含义

智能服装是指模拟生命系统,并具有感知和反馈功能的服装。智能服装不仅能够感知内部和外部的环境状态变化,同时自身可以实时做出反馈。构成智能服装的三大要素包括感知、反应、反馈^[3]。智能服装的设计需要融合电子信息技术、传感器技术、纺织科学、材料科学、服装设计等多个学科的技术,是交叉学科技术的产物。

20 世纪 90 年代,美国麻省理工学院 MIT 媒体实验室的可穿戴多媒体计算机研发问世^[4],可穿戴技术和智能服装的研究逐渐受到了各国专家学者的关注。人们生活水平提高,人们对于服装的要求不再局限于舒适和时尚,而是希望通过服装实现个人健康管理或是娱乐等目的^[5]。麻省理工学院生物逻辑团队研发的智能服装,通过服装面料中的“纳豆枯草芽孢杆菌”实现服装造型的变化。英特尔与建筑学运动服装设计师 Chromat 研发了两款“响应式服装”(见图 1),根据用户体温、肾上腺素或压力而产生水平变形。



图 1 设计师 Chromat 设计两款智能服装
Fig.1 Smart clothing designed by Chromat

除了智能服装,自然用户界面结合可穿戴计算是智能服装用户体验设计的关键点。2016 年 2 月 15 日,Lady Gaga 与英特尔合作在 2016 年格莱美颁奖礼上呈现出了基于可穿戴计算的表演。

在我们的项目中,智能服装和道具是有智能材

料制作而成的,太阳能可以为充电电源充电,数据可视化和数据分析中心可以为信息可视化设计、可穿戴计算传感器处理信息和算法来支持数据挖掘和数据收集。为了实现舞者和周围环境的实时交互,设计团队将用户体验设计由以用户为中心的设计,向用户参与式设计和以意义为中心的设计转变。设计师与舞者和编舞者一起分析舞蹈内涵,让舞蹈与场景的交互模型相匹配,并且适应信息流、物资流和资金流。依据舞蹈内容含义和隐喻功能,信息将舞者的身体动作语言转化成信息架构,构建舞者的动线、舞台的导航以及和观众的互动、道具的布局、屏幕呈现的内容。我们收集了舞者的个体小数据,包括身份信息、行为模式和身体姿势以及身体语言,使用地理定位服务追踪舞者的轨迹,以此来改变服装的颜色和造型。在表演之前,首先预测了服装颜色的变化,以防在表演中的各种不确定因素。参照舞者的九型人格,依据情境感知、意识感知和情绪感知计算,以应对舞者的敏捷交互。

在一系列的舞蹈表演中,从绿色 IT 产品设计方面,建立了生态信息架构和敏捷交互模型来进行用户体验设计。同时,使用了前意识、潜意识和意识感知大数据来分析和预见用户体验和用户直觉交互的长期影响因素。从战略层面、结构层面、框架层面和视觉层面,提出以意义为中心的设计方法来挖掘绿色 IT 产品用户体验设计,绿色 IT 信息架构生态循环评估。通过映射心智模型满足各种用户的敏捷转化需求、情感和交互反馈,发掘利益相关者和交互逻辑动线。提供大规模定制和众筹来支持绿色 IT 产品和服务系统。优化产品的质量,丰富虚拟现实数字信息内容来延长绿色 IT 产品的生命周期。

1.2 智能服装的交互设计

可穿戴设备与个体有着由浅入深的关系,配戴于身体不同部位的可穿戴设备收集身体不同的数据(见图 2)。服装作为与人最自然接触的媒介,成为可穿戴设备的最佳选择之一。



图 2 可穿戴设备与个体关系

Fig.2 Relationship between the user and the smart clothing

本研究将展示笔者及其设计团队创意开发和设计研制的智能交互服装。智能服装由黑、红、白 3 种颜色构成。我们将灯光与服装相结合，RGB 值定义了各种灯光变幻的类型，反馈出收集的身体数据。

黑色服装，名为“数据”，代表未见光芒，积累数据的过程。舞者穿着这套服装演绎“空性之舞”。禅宗有云：当你得到深层自我实现之时，作为存在的你浑身上下都在跳舞。人想要完整地实现自我，需要透过身、心、意觉醒与真实的自己，将自己的心灵自然而然地展开。红色服装，名为“远行”，代表勇敢、探索人生的过程。智能服装上的 3 条灯带寓意三生三世——前尘、今生、来世。此套服装配备有斗笠，带上斗笠有行者的感觉，人没有足够的力量以致敢于裸露于世界之中。斗笠的记忆金属可以牵引红纱，将红纱自动收到斗笠中，逐渐将舞者的面容展现出来。白色服装，有“瞬间”、“失控”和“自由”3 个部分，白色是吸纳包容一切的万有色，代表瞬间失控、自我表白。舞者通过快速旋转，使得白色服装上的碎片磁性降低，从而脱离身体，服装造型的改变代表瞬间顿悟、偶发失控到终极自由的人生蜕变过程。

传统服装主要是由普通纤维剪裁而成，主要的功能是蔽体、美观时尚。而智能服装主要是由智能材料构成，如光纤、记忆纤维等。智能服装需要考虑电子元件的配置问题，既要保证智能化，又要穿着舒适。

传统服装和智能服装在结构、技术、功能方面也有明显的差异，见表 1。

表 1 传统服装与智能服装对比
Tab.1 The comparative study of the traditional clothing and smart clothing

类别	传统服装	智能服装
材质	普通纤维	普通纤维与光纤丝相互编织
结构	传统剪裁	光纤、灯带、单片机、电源等与纤维布相互连接
技术	剪裁、缝制	3D 打印、压力传感器、声音传感器、红外传感器
功能	蔽体、美观、时尚、舒适	蔽体、美观、时尚、舒适、收集心率、血压、皮电、体温等身体数据，记录步数、消耗卡路里数

舞者服装与舞台道具采用智能服装和交互道具装置的用户体验和交互设计，经过高保真的交互式舞蹈原型，进行迭代式的可用性测试。系统设计过程包含了信息的分类、交互行为模式的分析、前馈和反馈的考量、新媒体舞台上的探路设计、智能信息空间的导航设计、信息设计和智能服装的视觉设计以及整个舞蹈虚拟环境的设计。这 3 种信息类型导致交互的行为模式的不同。前馈和反馈指引实时的潜意识的直觉交互。智能服装设计用户体验图谱见图 3。

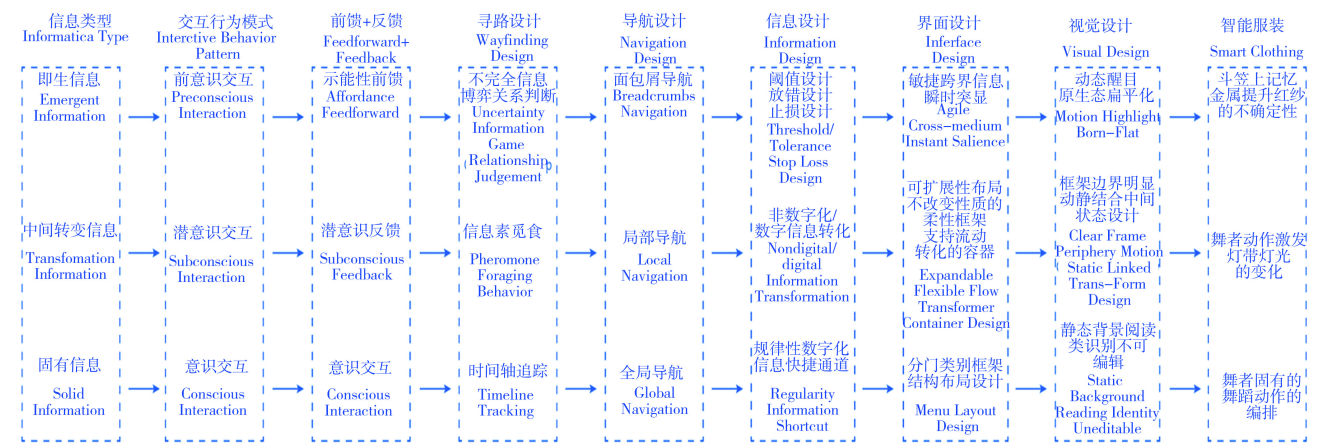


图 3 用户体验图谱——智能服装案例
Fig.3 User experience paradigm: case study of smart clothing

同时，将智能服装与舞蹈动作相结合，并与交互式舞台相结合。本文搭建了 4 m×4 m×4 m 的舞台以展现舞蹈。大舞台代表着人在社会中的社交关系，是群体的象征。舞者作为一个个体融入于舞台之中，是个体与群体的结合，开启其社交关系。智能服装上的传感器可以感知舞台和舞蹈动作，从而触发这个大舞台容器中的数据信息。舞者的舞蹈动作可以与舞台屏幕上的虚拟数字图像进行交互，而舞者怀抱一个 50 cm×50 cm×50 cm 的方体，这是一个不断汲取知识的容器，是个体作为主体去融入社会的象征。智能服装、交互

式舞台与舞者之间的交互行为模型，见图 4。同时舞台下观众的掌声互动可以使得台上舞者的服装受到感应，产生相应的变化。

2 智能服装量化自我积累数据

"Wired"杂志主编 Kevin Kelly 和 Gary Wolf 在 2007 年提出量化自我的概念。量化自我是通过可穿戴传感器、移动应用、软件界面或者线上社区来追踪个体的生理、身体、行为或者环境的信息，从而获得

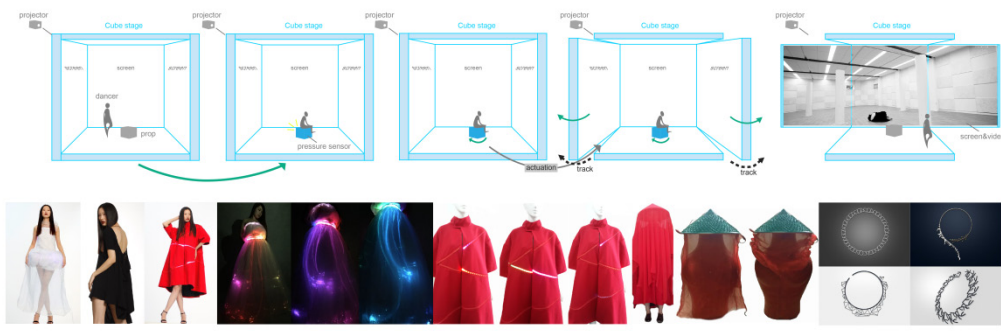


图 4 智能服装、交互式舞台与舞者之间交互行为模型
Fig.4 Interactive behavior pattern among the smart clothing, interactive stage and the dancer

个体的小数据。众多不同领域可以被追踪和分析，比如体重、热量、情绪、时间、睡眠质量、健康、认知行为、运动和学习技巧等^[6]。

Mark Weiser 提出人类最终将进入“普适计算”^[7]的阶段，即可以在任何时间、地点获取和处理信息，通过各种可穿戴传感器、移动设备来采集、传输和计算数据，形成一个信息网络。而当个体的量化自我行为成为一种普遍的社会现象后，大数据就划分成了自然数据和社会数据。社会数据是由无数的个体数据库构成的量化自我的社会数据网络。我们会保留并分析对人类有意义的数据，而自动删除无意义的数据^[8]。

我们的智能服装通过监测身体数据，可以了解到用户的身体状况。用 RGB 色值的不同组合与个体身体小数据一一映射。在实验阶段，我们收集了城市雾霾数据，并通过信息可视化将数据转化为智能服装上不同颜色的灯光闪烁，见图 5。智能服装收集舞者的身体表征及动作数据，身体的动作对应不同的数据点。通过舞者的行为模式来与其个人信息相映射。光影的淡入淡出与舞者的呼吸频次相对应。五官的运动与光纤丝编织的服装形成了相互关系。穿着红色衣服行走时，舞者达到了内心的平静，从而脉搏平稳，触发记忆金属的传感器，使得斗笠上的红纱随着记忆金属的收缩而慢慢升起，让舞者面容逐渐展现出来。而在数据环节舞者动作剧烈，心率脉搏波动大，而不能触发红纱上的记忆金属。黑色、红色、白色服装代表了舞者的 5 个阶段：数据、行走、瞬间、失控和自由。数据也相应经历了积累、收集、控制、反思和重构的过程。处理数据的不同阶段是与舞者的舞蹈动作一一映射的。舞者现场舞蹈见图 5。

智能服装通过收集个体自身的小数据，可以监测个体数据。智能服装上的灯光变换与自然用户界面的变化想对应，服装可以感应舞者的动作变化随之产生相应的光影变化。智能服装与数据的对应关系见表 2。

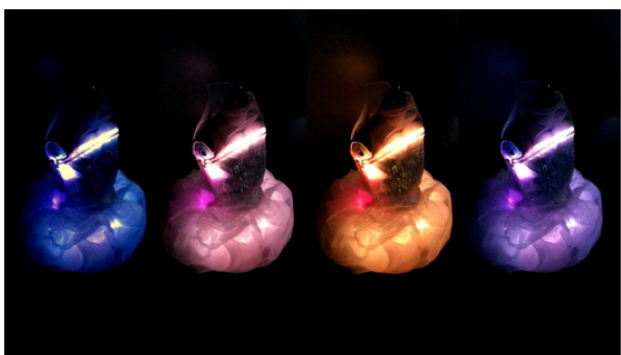


图 5 与城市雾霾数据和舞者动作数据进行交互的智能服装设计
Fig.5 Smart clothing interactive with smog big data and dancers personal small data

表 2 智能服装信息架构映射关系
Tab.2 The smart clothing mapping information architecture

类别	颜色	动作	数据	道具
数 据	黑 色	舞者身体	积累	舞者旋转怀中方体，交互式舞台随之展开。随着运动的剧烈程度，舞台屏幕上显示数据的变化
		剧烈运动	数据	
行 走	红 色	舞者步速 放缓	收集 数据	斗笠上的红纱随着收集的身体数据触发记忆金属，从而红纱收起
瞬 间	白 色	停顿	控制 数据	舞台静止，舞者瞬间停止，舞者顿悟，周围环境静止
失 控	白 色	舞者由慢 变快旋转	反思 数据	智能服装上得流苏随着转速增大，而磁性减小，脱离身体
自 由	白 色	释放舒缓 全身	重构 数据	智能服装上的光纤丝变换不同颜色

3 智能服装的参与式设计

参与式设计最早起源于 20 世纪 60 年代的北欧，

期初着重强调“参与”性，主导者收集大众的想法，把大众的观点纳入决策制定中。而在传统的以用户为中心的设计方法的指导下，用户在设计活动的起到了举足轻重的地位。随着技术不断发展，市场不断成熟，用户的需求越来越多样化，设计的方法、内涵随之发生了改变，继而应运而生了参与式设计。参与式设计将用户从客体转变为主体，从被动参与转变为主动参与，将用户更加深入地融合到设计中。进行参与式设计的用户是目标用户和潜在用户。

在智能服装的设计过程中，舞者作为该系列服装的目标用户，其舞蹈动作也与服装的设计紧密相关，两者相辅相成，互相影响。舞者的舞蹈动作身体语言与智能服装的交互设计紧密相关，舞者通过身体语言来表达精神世界。所以在整个过程中，舞者也参与到了智能服装的造型设计。我们需要先收集舞者的身体语言数据，再根据数据收集处理方式

设计服装样式以及收集数据的方式。同时舞者的现代舞的编排和舞台效果也要与本研究的服装相匹配，达到自然融为一体。

通过减少碳排放量和增加三大流（信息流、资金流、物资流）束缚接触点。我们寻找痛点，并为用户设计出好的用户体验的产品。构建了用户参与创新平台，我们既作为设计师也作为用户，转化用户的功能。为了评估用户体验，我们将情境角色设计转变为“为真实的用户做真实的设计”。通过敏捷交互和直觉交互，我们用实时高保真原型和迭代式的可用性测试来优化用户体验。在初步研究中，我们设计了智能服装和交互舞台，同时设计了道具来收集舞者身上的小数据。这些数据包含用户身上的心率、肌电、脑电、手势、身体姿势、情绪和观众的掌声，周围环境灯光的变化，观众动线以及雾霾指数。智能服装设计见图 6。



图 6 舞者穿智能服装表演舞蹈

Fig.6 Interactive theatre and modern dancing with wearable computing and smart clothing

我们将服装、传感器、记忆金属和光纤采用了模块和分离设计，这样来保证灯光变化、服装形式转化和小数据可视化的平衡。一方面，服装可以收集舞者动作数据，同时，服装也可以和舞者进行交互。观众和舞台环境可以支持舞蹈的数字内容。服装可以持续传递舞蹈的五感。因为分离设计，服装和传感器以并行的方式可以让舞者有自由发挥的空间。这种双赢的设计支持真实和虚拟环境的绿色 IT 产品，体现出可持续设计的特征。本案例设计了智能服装和交互舞台的 3 个版本，通过专家评估、启发式评估、大数据视觉分析和可用性测试来进行用户体验设计的迭代评估。

4 结语

设计团队在智能服装设计中进行了模块化设计，将智能服装的数字化部分（传感器、单片机、记忆金属、电源、交互装置等）与非数字化部分（服装、道具、舞台）相结合，两个部分分别应对不同的循环系统。本设计中为智能服装提供了两种供电方式以保证现场舞蹈表演的顺利进行以及满足静态展示的需要。用户体验和交互设计尝试寻找到痛点的解决方案，提升和平衡机会点。下一步的研究重点将会改进提供电量和能源的方式，以及智能服装批量生产与大规模客

户定制 (MC) 的服务设计, 实现整个绿色 IT 生态系统的可持续设计。在数字舞台和可穿戴计算中, 舞者的行为模式刺激了交互模式。如何将数据分析与基于舞者身体建筑数据和交互模式数据库的表演结合, 根据小数据分析进行交互式舞蹈的设计, 成为研究的下一步重点。同时还需要匹配表演的主题、行为模式的含义以及隐喻与非隐喻设计的情境感知。这些都是未来研究的挑战。量化自我是记录我们的生活、个人基因、地理定位、生物系统和其他小数据。这些需要大数据分析和算法来支持长期的绿色 IT 产品的设计。数字方式是长期研究的核心。

量化自我的可穿戴计算促进了算法经济的发展。智能服装收集小数据, 通过情境感知和意识感知连接大数据, 进行量化自我的分析, 使产品具有智能化的特性。轻量化、便携化、可移动性、自我收集数据、实时收集数据的需求显得日益重要。大数据、互联网与人工智能的信息环境下, 交互设计的交互对象从小数据、非智能的实体虚体转变成了大数据的生态环境。从绿色 IT 的可持续发展理念出发, 进行智能服装到智能环境的系统交互设计, 成为未来设计的重要方向。

参考文献:

- [1] SAN M. Green IT: Helping to Create a Sustainable Planet[J]. *Computing Now*, 2011(5): 15—34.
- [2] 覃京燕. 大数据时代的大设计[J]. *包装工程*, 2015, 36(8): 1—5.
- [3] QIN Jing-yan. Grand Interaction Design in Big Data Information Era[J]. *Packaging Engineering*, 2015, 36(8): 1—5.
- [4] KIEKENS P, LANGENHOVE L V, HERTLEER C. Smart Clothing: a New Life[J]. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 2004, 16(1/2): 63—72.
- [5] MANN S. "Smart Clothing": Wearable Multimedia Computing and "Personal Imaging" to Restore the Technological Balance Between People and Their Environments[C]. *The Fourth ACM International Conference*, New York, 1997.
- [6] 田苗, 李俊. 智能服装的设计模式与发展趋势[J]. *纺织学报*, 2014, 35(2): 109—114.
- [7] TIAN Miao, LI Jun. Design Mode and Development Tendency of Smart Clothing[J]. *Journal of Textile Research*, 2014, 35(2): 109—114.
- [8] AUGEMBERG K. 2012 Building that Perfect Quantified Self APP: Notes to Developers[EB/OL]. <http://www.meas.com/2012/10/building-that-perfect-quantified-self-ap>.
- [9] MARK W. "The Computer for the 21st Century"-Scientific American Special Issue on Communications, Computers, and Networks, September, 1991, 265(30): 94—104.
- [10] SWAN M. Sensor Mania! The Internet of Things, Wearable Computing, Objective Metrics, and the Quantified Self[J]. *Sens Actuator Netw*, 2012(1): 217—253.