

基于情境感知的智慧农机管控系统交互设计研究

陈怀林, 李文欣, 杜歆桐, 张文莉*
(江苏大学, 江苏 镇江 212000)

摘要: **目的** 探索情境感知在智慧农机管控系统交互设计中的应用, 以期改善传统农机管控系统中信息感知效率低、缺乏智能服务等问题, 为用户提供更好的使用体验, 并为智慧农业类系统的设计开发提供参考。**方法** 梳理情境感知理论, 总结归纳农机管控系统中的用户情境、作业情境、设备情境、环境情境这四类情境信息, 分析其与农机管控系统各层次任务的对应关系, 据此提出智慧农机管控系统交互设计策略, 并结合用户体验五层次进行设计实施。**结论** 情境感知理论的运用不仅加强了系统对情境信息的感知能力, 还便于深度挖掘用户需求, 针对不同的情境服务采取合适的交互形式, 既优化了农机作业的管控, 又为用户提供精准、高效的服务, 提高了系统智能程度和体验性。

关键词: 情境感知; 农机管控系统; 层次任务分析; 智能交互

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)22-0123-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.22.014

Interaction Design of Intelligent Agricultural Machinery Management and Control System Based on Context-awareness

CHEN Huai-lin, LI Wen-xin, DU Xin-tong, ZHANG Wen-li*
(Jiangsu University, Jiangsu Zhenjiang 212000, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the application of context-awareness in the interaction design of intelligent agricultural machinery management and control systems, in order to improve the traditional agricultural machinery management and control systems such as low efficiency of information perception, lack of intelligent services and other problems, to provide a better experience for users and reference for design and development of intelligent agricultural systems. The context-awareness theory was sorted out, the four types of context information in the agricultural machinery management and control system were summarized, including: user context, operation context, equipment context, and environmental context, and the corresponding relationship between them and the tasks at all levels of the agricultural machinery management and control system was analyzed. Based on this, the interaction design strategy was proposed for the intelligent agricultural machinery management and control system and then designed and implemented in combination with the five levels of user experience. The application of context-awareness theory not only strengthens the system's ability to perceive context information, but also facilitates in-depth exploration of user needs, and adopts appropriate interactive forms for different context services, which not only optimizes the management and control of agricultural machinery operations, but also provides users with accurate and efficient service and improves the system intelligence and experience.

KEY WORDS: context-awareness; agricultural machinery management and control system; hierarchical task analysis; intelligent interaction

近年来, 国际局势动荡、全球气候恶化加剧了粮食的减产, 粮食生产问题再被推上新的

高度。2021年阿里达摩院发布了未来十大科技趋势, 预测了农业将告别“靠天”吃饭, 进入智慧农业时代。中国工程

收稿日期: 2023-06-21

基金项目: 中国学位与研究生教育学会立项资助重点课题(2020ZDB75); 江苏大学农业装备学部一类项目(NZXB20200102); 江苏省现代农机装备与技术示范推广项目(NJ2021-60)

*通信作者

院院士赵春江^[1]也表示智慧农业已经成为世界农业发展趋势。然而目前我国智慧农业仍然处于起步阶段,渗透率还不到1%,需要大量的理论研究和实践探索。基于情境感知的普适计算具备出色的信息获取和处理能力,并可以通过反馈系统依据不同输入信息调整对应服务,将其应用在农机管控系统的交互设计中,可以通过智慧系统收集情境信息,综合用户使用习惯和偏好进行计算并提供个性化服务,更好地在各任务阶段把握用户需求,降低系统操作难度和用户认知负荷,提高决策效率。

1 情境感知

情境感知最早由 Schilit 等^[2]于1994年提出,指系统可以主动使用软硬件感知、收集用户周围情境信息变化,根据用户当前任务需要,通过预先建立的规则并计算,在恰当时机提供合适信息与服务;其过程主要分为感知、理解和预测三个阶段^[3],三者分别是情境信息输入、转化与输出的过程。目前理论应用在智能产品、信息营销等方面,可以增强信息服务能力、指导智能交互设计并提升用户体验。随着技术进步,系统对用户所在位置的情境感知能力大幅提升,可被感知的信息具有广泛的类别,包括时间、位置、设备、用户、角色、特权、行为、任务等。目前,该理论尚未形成统一的分类标准。其中, Schmidt 从用户角度出发将情境信息划分为用户情境与环境情境两大类;左自磊等^[3]在研究移动购物应用设计时,从移动购物场景出发将情境信息分为用户、环境、任务三类,帮助用户获得更好的购物体验。陈熠璇^[4]在车载AR-HUD界面设计研究中,从行车过程角度将情境信息分为环境情境、驾驶员情境、驾驶情境、车辆情境四类,利于保障用户行车安全与提升用户驾驶体验。总的来说,不同学者因所研究方向或系统应用不同,对情境信息的分类也不同,但其分类可以有效降低情境感知系统的复杂性,帮助了解用户需求进而优化体验。

2 农机管控系统中的情境感知

2.1 情境感知在农机管控系统交互设计中的可行性

在国家助农政策的支持下,各高校及相关科研院所围绕智慧农机装备研究都取得了新的进展,国内部分公司也开发了相应的管控系统,主要集中在机械设备制造、物联网、大数据等技术研发方向,但有关智慧农机管控系统的交互设计研究仍然偏少。调研发现目前的管控系统主要存在情境信息不完整、缺乏智能服务等问题。农机管控系统中,从作业条件到线路选择再到作业决策的完成,对操作者熟练度与注意力有较高要求,因此智慧农机管控系统的交互设计应以用户为中心展开设计,帮助用户提高工作效率并辅助用户决策,降低错误率。对此,可以利用情境感知介入农

机管控系统进行交互设计研究。在任务的准备阶段,感知并显示农场环境信息与设备情况,辅助用户开展农事计划。在农机工作阶段,将某些用户容易忽略的信息与任务部署参数进行智能提示,保障作业顺利。在整体使用过程中,系统记录数据并计算用户偏好,适时推荐有关信息。另外,在交互方式上采用显示与隐式相结合,其中隐式交互是由情境变化而触发并主动完成,使系统智能性、适应性、个性化更加突出,能够避免用户为了观察某个指标信息进行切换而可能发生的操作失误与时机延误。

情境感知对农机管控系统交互设计是不可或缺的,农业生产背景下,各情境信息易发生改变,需做自适应服务,保证用户快速获得信息并做出决策。

2.2 农机管控系统中的情境分类

农机管控系统的情境分类可以从管控任务剖面和使用场景两个角度进行提取。一个角度是管控作业分为作业前、作业中、作业后三个阶段,由活动目标决定每个阶段的子任务,每个任务又涉及不同的情境信息,这些情境信息是完成任务的必要条件,当某个情境信息到达某个阈值时,系统理解并触发;另一个角度是,农机管控系统的功能与使用场景较为独特,情境因素内外互联,通过物联网、数字孪生及通信技术将外部场景在系统中虚拟映射,构成完整的农机管控场景。综合分析后可以将其归纳为用户、作业、设备和环境这4类情境信息。

1) 用户情境。系统的用户是拥有一定专业技术背景的人员。用户情境应融合使用场景,主要是用户在各个任务阶段的数据兴趣偏好、系统使用过程中操作习惯与关注频率,在合适时间推荐关注度较高的数据或是直达操作等,降低决策时间。

2) 作业情境。作业情境包含作业主体、客体和所持续的时间等。作业情境是农机管控系统中最重要,在目标前提下发生的所有作业任务都应充分考虑情境因素,只有把具体的行为放在情境中才有意义,同时情境也决定了用户对信息的使用目的和行为^[5]。

3) 设备情境。农机管控系统中依靠 IOT 及通信技术协作保障完成,设备信息主要包含农机设备、传感器、电脑、网络状态等。相关设备可以帮助系统增强感知、收集信息的能力,如农机的各个关键模块所安装的传感器可监测运行状态。

4) 环境情境。农业生产中环境信息复杂多变,依赖传感器与数据库获得。主要由土地条件和气象条件组成,土地条件包含土地平整性、土壤温湿度、土壤导电率等,气象条件包括温湿度、天气等因素。环境情境是满足农机作业的重要前提之一,其变化还会影响任务中所做决策。

通过相应的分类,系统可以更好的感知情境信息。这些情境包含在任务目标之中,但在不同任务阶段所活跃的情境信息也不同,在具体任务中,对应的

情境信息被系统感知, 触发特定机制后系统进行处
理, 再由系统在合适的时机传达, 从而影响用户当前
或者下一行为。

3 基于情境感知的农机管控系统交互设计 研究

3.1 农机管控系统的层次任务分析

农机管控系统交互界面是农机与用户进行交互
的重要窗口, 需要对用户任务进行层次分解、识别进
而转化为交互需求^[6]。随着农机管控系统的集成化程
度增高, 操作难度与信息量的显示体量也在大幅提升,
会增加用户的认知负荷、降低决策效率。因此, 系统
交互首先考虑用户执行任务所必需的情境信息, 其需
求就来自于对农机管控任务的分析。

层次任务分析法 (HTA) 是用户体验设计中常用
的一种设计方法, 它是对用户如何完成任务以实现其
目标的系统研究。该方法能清晰地观察到任务的始末,
不仅可以了解用户需要做什么, 还可以了解用户如
何与系统交互完成目标。具体分析流程为确立首要
任务, 逐级拆解直至用户具体操作。分解的子任务颗
粒度取决于对象的复杂度与捕获要求的深度。

3.1.1 首要任务分析

农机管控交互设计需求应充分考虑整体的使用
场景, 而不是某一局部场景。各层级任务捕获是一个
自上而下的过程, 需要了解典型活动、用户使用工具
以及遵循的各种流程, 依据农机管控的不同任务阶段

进行细分, 逐层拆解后构建基于农机管控的层次任
务分析流程, 见图 1。

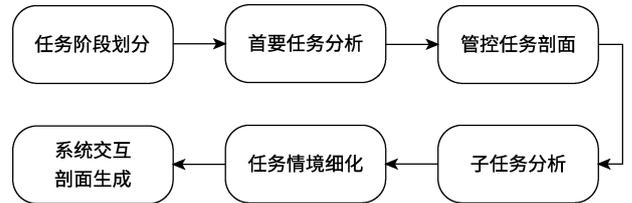


图 1 农机管控的层次任务分析流程

Fig.1 Hierarchical task analysis process of agricultural machinery management and control

以农作物植保目标为例, 首先将任务目标拆解为
若干首要任务, 其作业阶段可分为作业前、作业中、
作业后, 作业前需要完成环境监测、地块选择、路线
规划, 作业中包含农机选择、农机作业, 作业后需要
农机回库; 其次将首要任务分别拆解为对应的一级子
任务, 结合农机管控任务剖面; 最后形成该作业目
标的首要任务及其子任务分析, 见图 2。

3.1.2 基于子任务的情境信息分析

农机管控系统的交互设计目标应该满足用户在
执行不同任务阶段的要求。在一级子任务的基础上继
续细分对应的二级子任务, 以“农机作业”这一首要
任务为例, 利用树状结构图进行相应的任务分析, 见
图 3。

在二级子任务中可分析得到每一子任务对应的
情境信息, 以 5.3 监视作业为例, 5.3.1 监视农机运行
状态为设备情境, 5.3.2 监视相关环境数据对应环境

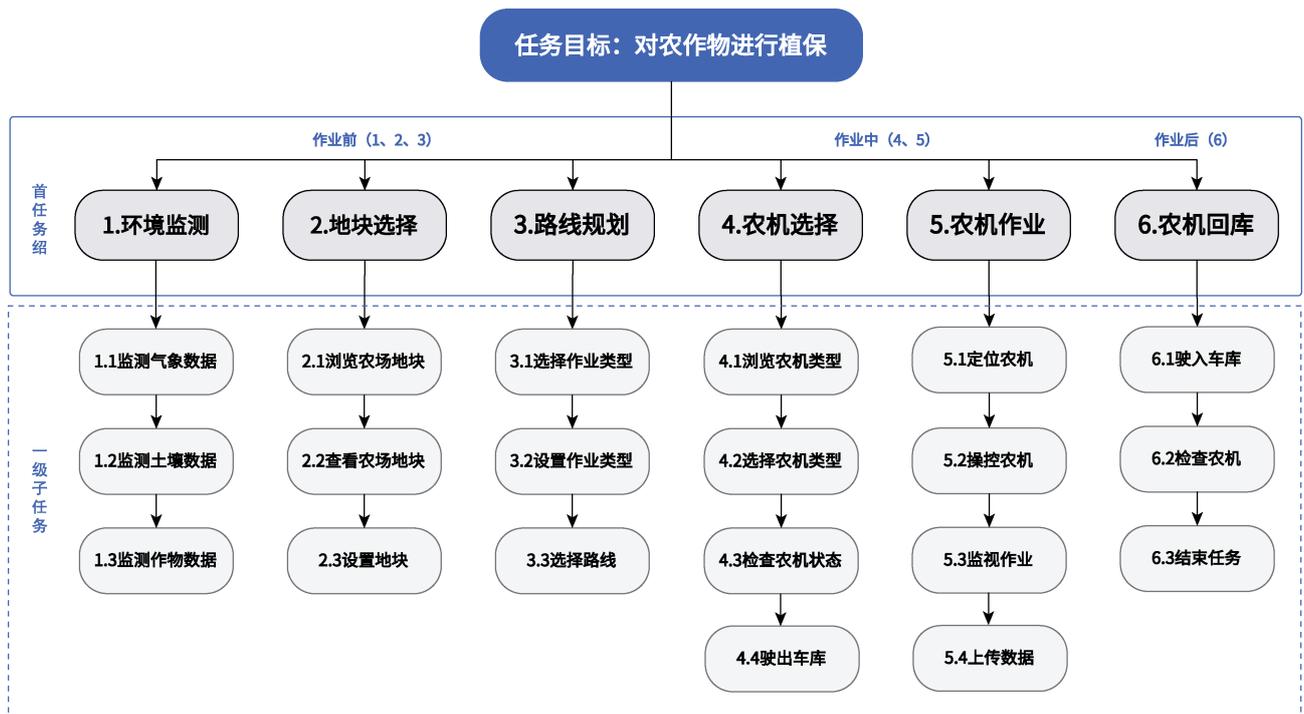


图 2 “农作物植保”目标的首要任务及其子任务 HTA 分析

Fig.2 HTA analysis of the primary task and its sub-tasks of the goal of "crop plant protection"

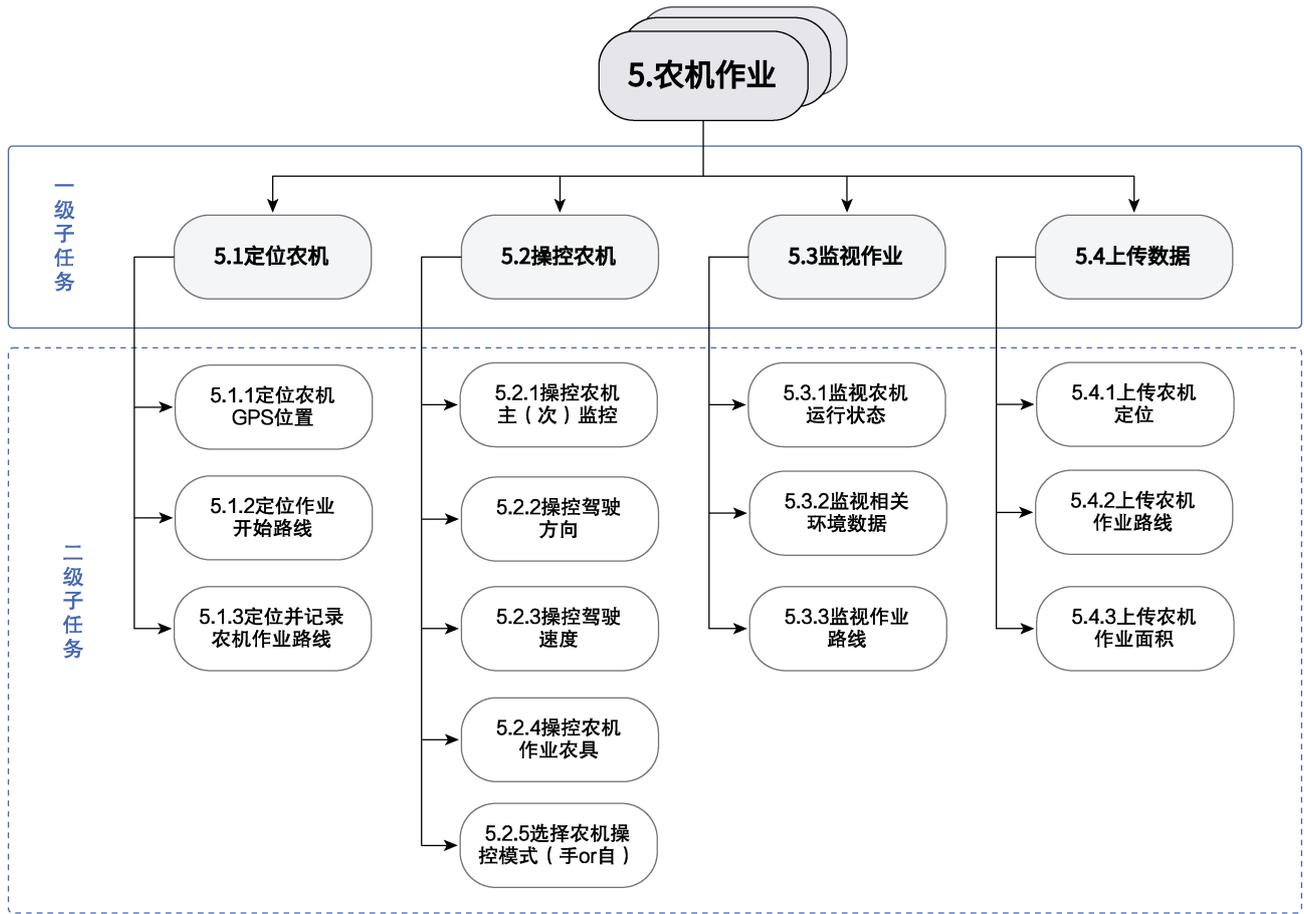


图3 子任务分析—以“农机作业”为例
 Fig.3 Sub-task analysis-taking "agricultural machinery operation" as an example

情境，5.3.3 监视作业路线涉及作业情境、用户情境，见图4。

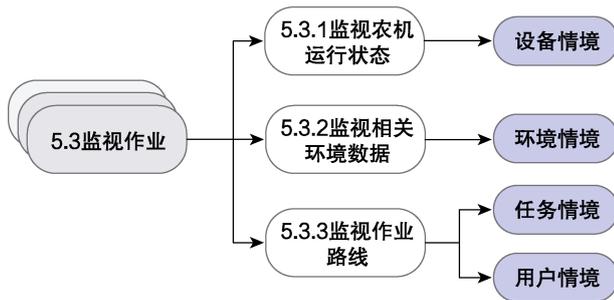


图4 二级子任务对应情境信息—以“监视作业”为例
 Fig.4 Corresponding context information of secondary sub-tasks - taking "monitoring operation" as an example

3.2 基于情境感知的农机管控系统交互设计策略

根据情境感知理论研究和任务层次分析，可对情境感知系统在不同任务阶段的功能进行规划，梳理智慧农机管控系统信息架构。在此基础上，结合用户体验五要素^[7]中结构层的具体要求制定了用户、任务、设备、环境四个方面的交互策略，帮助用户提高效率进而改善整体系统的交互体验，交互设计策略见图5。

3.2.1 基于用户情境的交互设计策略

用户情境信息的交互设计应充分联系其他情境信息，监测用户使用数据，构建偏好模型，让系统积极提供符合用户需求的信息。一方面通过感知农业时间、作物周期和所选作业类型，判断用户需要的信息，主动推送相关气象数据、土壤数据等，随着使用时间越久模型越准确，对用户关注度高的内容，系统交互组件可对页面适应性布局；另一方面可收集用户操作记录，对某些常用控制功能推送，如用户习惯在浏览农机时点击农机工况功能，此时“农机展示”就会与“农机工况”产生链接，系统可以在合适位置进行提示并展示状态，提升作业效率。

3.2.2 基于作业情境的交互设计策略

作业情境处于结构层重要位置。任务目标的不同会导致作业方式有所不同，捕获完整的任务流后，根据需求将部分子任务进行优化，从而简化用户操作。作业情境的设计策略包含情境感知模型三阶段，一方面感知用户所处任务，理解后对当前任务进行提示或对下一任务阶段进行预测，前者表现为对作业状态、作业时间等需求的反馈，后者以地块选择为例，可分为打开部署窗口-浏览作业地块-选择作业地块-选择作业任务-确定作业地块，感知用户当前步骤择时提

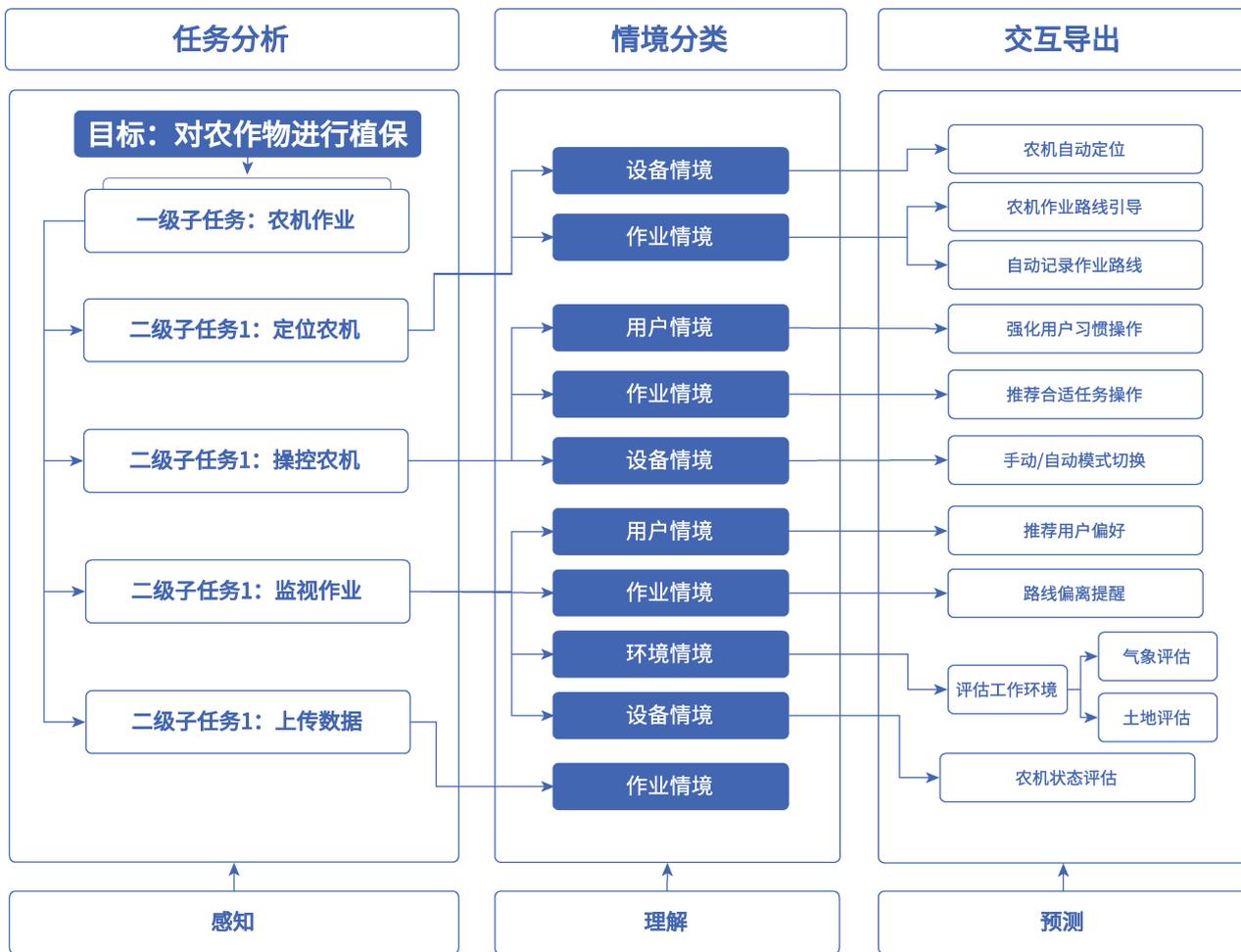


图 5 基于情境感知的交互设计策略

Fig.5 Interaction design strategy based on context-awareness

醒下一任务, 加强引导; 另一方面需联系用户情境, 根据用户长期使用记录进行理解, 优化某个子任务阶段, 如通过智能交互组件在当前页面进行展示或者弹出功能直达按钮。

3.2.3 基于环境情境的交互设计策略

环境情境贯穿整个任务目标。环境信息为是否满足农机作业和需要变量作业的前提, 系统通过传感器、数据库等收集信息后编码呈现。理解数据信息是一个用户主动认知的过程, 如某个地块出现了土壤湿度异常, 可通过智能组件灵活浏览, 用户认读后可调整任务计划。同时, 在农机工作的实时监测中, 用户在操作农机过程中注意力无法监视完整环境信息, 因此环境信息的易变性要求系统必须在合适时间推送关键信息, 当某个农情信息达到阈值, 系统感知处理后应立即对用户提示并帮助决策, 最大程度保障农机工作和粮食生产安全。

3.2.4 基于设备情境的交互设计策略

物联网技术让各设备既是信息感知端也是指令接收端, 通过相互协作, 增强设备信息的采集范围, 组织强有力的感知体系, 从而支持情境计算与情境服

务。农情传感器可以区域性监测土地、气象、虫情, 农机中的传感器可以提供运行工况、记录作业路线, 电脑设备可以记录用户使用情况。不同任务阶段的设备情境应匹配不同的交互方式, 如手动操控模式中, 感知到农机作业路线偏移, 系统会在驾驶页面中通过 AR 路线对用户进行引导, 若处于无人自动驾驶模式, 农机将按计划路线作业并同步监视画面。

4 白马农场农机管控系统交互设计实践

4.1 基于情境感知的农机管控系统功能定义

基于前期需求调研与层次任务分析, 总结出农机管控系统信息架构, 系统主要功能分为首页、土壤墒情、终端展示、作业部署、驾驶舱、作业日志。首页主要为农场数字孪生模型, 系统将所收集信息处理后, 综合布局, 以增强用户对整体态势理解。土壤墒情提供各个地块数据信息, 可为变量作业提供一定依据。终端展示将农机进行陈列, 可感知农机工况并呈现三维全息模型, 方便对故障进行排查。作业部署包含地块选择与路线规划, 是开始作业前的重要一步。农机驾驶舱是整个系统中核心功能, 包含农机重要操

作交互与辅助性监视交互，确保驾驶安全。农机管控系统交互设计将基于情境感知优化各功能，提升系统服务能力。

4.2 基于情感感知的农机驾驶舱交互探索

Schmidt 认为利用情境感知的方法，人机交互设计的工作通常会更复杂，因为会考虑到更多情境因素的变化，但相反，该方法的优势也是明显的，它可以为一系列情境持续不断的优化用户体验^[8]。基于上文所提出的设计策略，用户的不同任务阶段对应不同的情境信息、触发条件和所提供的情境服务。以农机作业的任务剖面为例，分别从定位、操控、监视、上传4种行为出发，分析不同触发条件，系统提供情境服

务，见表1。

在分析不同任务阶段系统所提供的情境服务后，匹配合适的交互方式。结合用户体验架构层进行系统低保真绘制，验证后继续迭代设计。农机驾驶舱部分交互设计如图6所示，在图6A中系统感知到气象变化与电量变化，判断可能对作业影响程度后，弹出相应等级窗口，当弹窗显示超过2个时，将自动折叠，若用户点击提示弹窗即可消失。图6B为驾驶舱的操控与监视部分，当选择手动模式后，下端界面会自适应扩展操控组件，用户所进行的操作会通过颜色进行区别。图6C为手动模式下系统检测到农机路线偏移后出现的AR引导，同时右侧组件会出现提示，当回正时消失。

表1 基于情境感知的系统服务
Tab.1 System services based on context-awareness

任务行为剖面	涉及情境信息	触发条件	系统提供情境服务
定位（农机）	农机 GPS 位置 作业路线	农机工作开始 寻找开始路线	显示农机地理定位 显示规划路线定位 帮助用户确认起点
操控（农机）	主辅监视器 作业农具 农机（速度、方向……） 用户（操作记录）	农机速度不符合任务设定速度 农机操控方向偏离设定路线	提供辅助监视窗口及操作 提供农机、农具相关操作 根据用户前期设置，进行相应提示 根据路线进行 AR 引导
监视（作业）	地面情况（作物、障碍物、他机……） 农情信息（气象数据、土壤数据） 工况（油量、转速……） 用户（数据偏好、操作习惯）	当农情信息变化达到阈值 当农机运行状态异常时	提供主、辅监视窗口 根据农情信息变化情况，提供不同等级弹窗提示 和直达功能帮助 根据农机工作状况，提供不同等级弹窗警示
上传（数据）	作业记录（路线、农机）	农机按计划路线作业	根据设置，自动上传

A.提供不同等级弹窗提示



B.提供操作界面自适应



C.提供AR引导路线



图6 农机驾驶舱部分交互设计
Fig.6 Partial interaction design of agricultural machinery cockpit

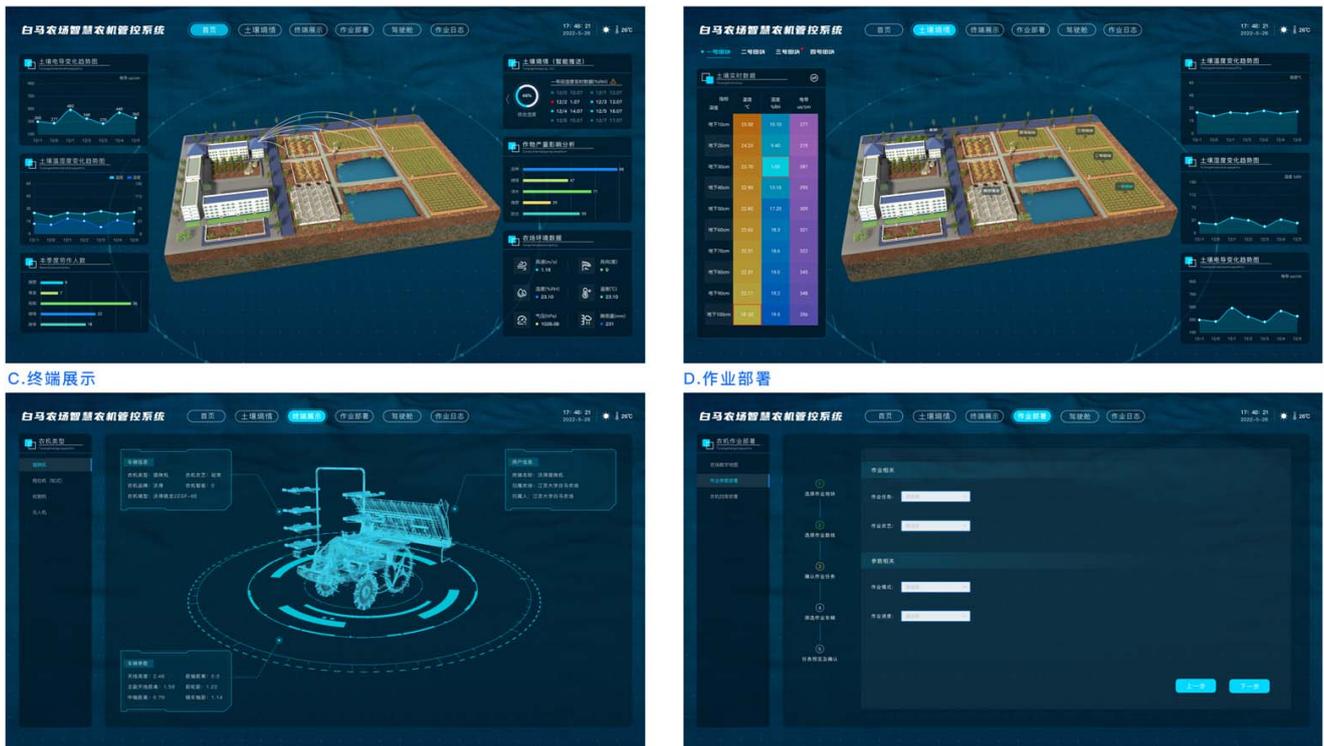


图 7 农机管控系统部分界面设计

Fig.7 Partial interface design of agricultural machinery management and control system

4.3 农机管控系统整体性设计呈现

对农机管控系统表现层而言,丰富的展现形式可以更好地帮助用户获取信息。同时,可视化组件设计应简洁、清晰,确保信息的可读性,降低用户的认知难度。农机管控系统界面高保真部分设计见图 7, 首页界面(见图 7A)中智能推荐组件从右上弹出,若系统判断二号地块土壤湿度发生异常,右上组件会切换智能推荐,点击后即可恢复。图 7B 左侧土壤墒情组件通过交互按钮将数据以颜色卡片形式展现,突出数据变化幅度。图 7C 是默认状态下的终端显示界面,图 7D 为任务部署中参数部署的确认任务阶段界面,通过流程图颜色交互引导用户,右下按钮允许用户返回进行更改。

通过对情境感知理论将信息合理的进行分类与梳理,并结合任务分析法梳理了农机管控系统的信息结构与交互策略,最终在具体设计中从用户体验战略层与范围层确立了具体的设计内容,从结构层梳理了页面交互层级,从框架层将信息更合理地呈现给用户,在表现层输出最终交互界面。利用智能交互将系统决策意见直达工作阶段,提升操作者的用户体验,有效提高工作效率并保障生产安全。

5 结语

本文通过对农机管控流程特征分析出用户、作业、设备、环境四种情境信息分类,对目标不同阶段进行任务层次分析并对应其情境,总结基于情境感知

的农机管控系统交互设计策略。对系统部分交互设计进行阐述,通过探索智能交互与组件设计来优化系统情境服务。后续研究将深挖用户需求并细化任务颗粒度,探索不同任务场景下的信息资源服务,最大程度让技术服务于人,提升决策精准度与效率。传统农业若想克服资源、效率等问题,必须向智能化、数据化、精准化发展,智慧农机管控系统是未来农业发展的必然趋势。

参考文献:

- [1] 赵春江. 智慧农业的发展现状与未来展望[J]. 华南农业大学学报, 2021, 42(6): 1-7.
ZHAO Chun-jiang. Current Situations and Prospects of Smart Agriculture[J]. Journal of South China Agricultural University, 2021, 42(6): 1-7.
- [2] SCHILIT B, ADAMS N, WANT R. Context-Aware Computing Applications[C]// 1994 First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications. Santa Cruz, CA: IEEE, 2008: 85-90.
- [3] 左自磊, 蒋晓. 基于情境感知的移动购物应用设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(24): 156-159.
ZUO Zi-lei, JIANG Xiao. Design of Mobile Shopping Application Based on Context Aware[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(24): 156-159.
- [4] 陈熠璇. 基于情境感知的 AR-HUD 界面设计研究[D]. 无锡: 江南大学, 2021.
CHEN Yi-xuan. Research on Ar-Hud Interface Design

- Based on Context Awareness[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2021.
- [5] 郭桑, 李桂华. 任务情境及其对信息查寻行为的影响研究[J]. 情报理论与实践, 2012, 35(11): 12-16.
GUO Sang, LI Gui-hua. Research on Task Context and Its Influence on Information-Seeking Behavior[J]. Information Studies (Theory & Application), 2012, 35(11): 12-16.
- [6] 徐玮瞳, 孙远. 基于任务场景分析的机载导航页面人机界面设计过程研究[J]. 航空电子技术, 2020, 51(4): 20-25.
XU Wei-tong, SUN Yuan. Research on Human-Computer Interface Design Process of Airborne Navigation Page Based on Task Scenario Analysis[J]. Avionics Technology, 2020, 51(4): 20-25.
- [7] 朱顺吉. 面向临时用户的交互终端信息架构设计研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2019.
ZHU Shun-ji. Research on Information Architecture Design of Interactive Terminal for Temporary Users[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2019.
- [8] 陈媛媛. 基于活动的情境感知模型与情境感知交互设计[D]. 大连: 大连海事大学.
CHEN Yuan-yuan. Activity-Based Situational Awareness Model and Interactive Design of Situational Awareness[D]. Dalian: Dalian Maritime University, .
- [9] 唐少川, 蒋晓, 邓力源. 基于情境感知的哮喘移动医疗应用的设计策略研究[J]. 包装工程, 2019, 40(14): 242-246.
TANG Shao-chuan, JIANG Xiao, DENG Li-yuan. Design Strategy of Asthma Mobile Medical Application Based on Context Awareness[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(14): 242-246.
- [10] 吴剑斌, 张竞元, 张凌浩. 基于情境感知的车载信息娱乐系统交互设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(16): 189-196.
WU Jian-bin, ZHANG Jing-yuan, ZHANG Ling-hao. Interaction Design of In-Vehicle Infotainment Based on Context Awareness[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(16): 189-196.
- [11] DEY A K. Context-Awareness and Mobile Devices[J]. Mobile Computing Concepts Methodologies Tools & Applications, 2009.
- [12] SMIRNOV A V, KASHEVNIK A M, PONOMAREV A. Context-Based Infomobility System for Cultural Heritage Recommendation: Tourist Assistant—TAIS[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2017, 21(2): 297-311.
- [13] KOSKINEN H M K, LAARNI J O, HONKAMAA P M. Hands-on the Process Control: Users Preferences and Associations on Hand Movements[C]// CHI EA '08: CHI' 08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Florence, Italy. New York: ACM, 2008: 3063-3068.
- [14] RÜMELIN S, BUTZ A. How to Make Large Touch Screens Usable while Driving[C]// Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Eindhoven, Netherlands. New York: ACM, 2013: 48-55.
- [15] HELMHOLZ P, ZIESMANN E, ROBBA-BISSANTZ S. Context-Awareness in the Car: Prediction, Evaluation and Usage of Route Trajectories[C]// VOM BROCKE J, HEKKALA R, RAM S, et al. International Conference on Design Science Research in Information Systems. Berlin: Springer, 2013: 412-419.
- [16] SCHMIDT A. Context-Aware Computing: Context-Awareness, Context-Aware User Interfaces, and Implicit Interaction[J]. Encyclopedia of Human Computer Interaction Ed, 2014(8): 58.
- [17] ABOWD G D, DEY A K, BROWN P J. Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness[C]// The Netherlands: Conference on Human Factors in Computing Systems, 2000.

责任编辑: 陈作