

团 体 标 准

T/EI 7402-2023

服务机器人模块化设计

Design of Modularity for Service Robot

2023-08-30 发布

2023-08-30 实施

广州市从化区青年创新创业协会 发 布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本文件由国家工业设计研究院（生态设计领域）提出并归口。

本文件起草单位：教育部计算机辅助产品创新设计工程中心、浙江省服务机器人重点实验室、国家工业设计研究院（生态设计领域）、浙江理工大学艺术与设计学院、杭州亿脑智能科技有限公司、杭州点狮机器人科技有限公司、杭州慧慧科技有限公司、广州市从化区湾区设计协同研究院、广州松音电子科技有限公司、杭州天设科技有限公司。

本文件主要起草人：应卫强、万然、何彩虹、姚琤、吴群、尧优生、曹向晖、张旭生、张玲燕、楼佳程、王秋蕊、刘镇宇、斯莉娅。

服务机器人模块化设计规范

1 范围

本文件规定了服务机器人模块化设计的原则、硬件要求、软件要求、功能要求、人机交互界面、安全和隐私要求等。

本文件适用于服务机器人模块化设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的应用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用与本文件。

GB/T 33261-2016 服务机器人模块化设计总则

GB/T 14468.1-2006 工业机器人 机械接口 第1部分：板类

GB/T 12642-2013 工业机器人 性能规范及其试验方法

ISO 22166-1:2021 机器人技术. 服务机器人的模块化. 第1部分：一般要求

3 术语和定义

3.1

服务机器人 Service Robot

一种具备自主感知、决策和执行能力的机器人系统，能为人类提供日常生活协助、信息查询、导航等各种服务。

3.2

模块化设计 Modular Design

将复杂的系统分解为相互独立但又相互配合的模块，以实现可重用性、可组合性和可维护性的设计方法。

3.3

硬件平台 Hardware Platform

服务机器人系统的物理组成部分，包括机器人的机械结构、传感器、执行器等。

3.4

感知 Perception

识别 Recognition

服务机器人系统的能力，包括通过传感器收集环境信息、感知和识别物体、人的动作和语音等。

3.5

自然语言处理 Natural Language Processing

一种使机器能够理解、解析和生成人类自然语言的技术，用于实现人机对话和交流。

3.6

对话管理 Dialogue Management

控制服务机器人与用户之间的对话流程和交互的软件模块，管理对话的上下文、理解用户意图和生成适当的回应。

3.7

任务执行 Task Execution

服务机器人系统中负责执行具体任务的模块，如根据用户需求和系统能力，执行购物、导航等服务任务。

3.8

性能优化 Performance Optimization

性能优化是指通过改进系统或应用程序的设计、实现和配置等方面来提高其性能的过程。

3.9

人工智能系统 Artificial intelligence system

人工智能系统是一种模拟和模仿人类思维和行为的智能系统。

3.10

用户界面 User interface

用户界面是人与计算机交互的接口，它允许用户通过输入和输出设备与计算机系统进行交流 and 操作。

3.11

接口 Port

接口是一个定义了类或模块与外部世界交互规范的抽象概念，用于实现模块化、封装和代码重用。

4 设计原则

4.1 用户中心原则

将用户需求和体验置于设计的核心位置，通过深入理解用户需求和行为模式，设计直观、易用且满足用户期望的功能、界面和交互方式，以提供个性化、便捷和舒适的服务机器人体验。

4.2 模块独立性

模块独立性是指每个模块都应该具备相对独立且完整的功能，能够在不依赖其他模块的情况下正常运行。在设计过程中，应该尽量避免模块之间的紧密耦合，以便提高整个系统的可维护性和扩展性。

4.3 接口明确性

模块化设计应该具备明确的接口定义，确保模块之间的通信和数据交换能够高效、可靠地进行。接口应该清晰、简洁，并且符合统一的规范和标准，以便实现模块的互操作性和互通性。

4.4 可扩展性与灵活性

模块化设计应该具备良好的可扩展性和灵活性，每个模块应能够轻松地进行替换、升级或新增，以满足不同应用场景和需求的变化。

4.5 可重用性与通用性

模块化设计应该注重可重用性和通用性，设计和实现具有通用性的模块，以便在不同的服务机器人系统中进行复用，从而提高开发效率和降低维护成本。

4.6 安全性与可靠性

在提供服务的过程中，服务机器人与人类进行交互，必须具备良好的安全性和可靠性。设计过程中应该注重模块的安全性需求，包括数据安全、用户隐私保护、碰撞和摔倒预防等方面，以确保服务机器人的可信度和稳定性。

4.7 易维护性与可测试性

模块化设计应该注重易维护性和可测试性，以便快速定位和解决问题。模块应该具备良好的可调试性和可重现性，便于开发人员进行故障排除和性能优化。

4.8 道德和法律考量

在设计过程中考虑道德和法律问题，遵循道德准则并符合相关法律法规，确保系统的应用符合伦理和法律要求。服务机器人的设计应遵守道德和法律的规定。

5 硬件要求

5.1 机械结构

具备稳定的机械结构，能够承载传感器、执行器和其他组件，并保持稳定的姿态和移动能力。

5.2 传感器

配备多种传感器，包括但不限于摄像头、深度相机、激光雷达（LIDAR）、触觉传感器、声音传感器等，用于感知和理解周围环境的视觉、声音、触觉等信息。

5.3 执行器

具备适当的执行器，如电机、伺服驱动器、液压/气动驱动器等，用于执行各种任务，如移动、抓取、操作等。

5.4 计算平台

具备强大的计算能力，以处理感知数据、执行复杂的算法和决策，并支持实时响应和交互。

5.5 通信模块

具备通信能力，可连接到网络或其他设备，以与其他系统进行交互和数据交换。

5.6 电源管理

需要一个可靠和高效的电源管理系统，以保证稳定的供电，并提供长时间的工作能力。

5.7 存储设备

足够的存储容量，用于存储运行时数据、软件和算法模型等。

5.8 可持续性和维护性

服务机器人的硬件应具备耐用性和易维护性，以减少故障和损耗，并支持及时的维护和升级。

6 软件要求

6.1 操作系统

服务机器人和人工智能系统需要一个可靠、高效的操作系统作为底层基础，如 Linux、ROS 等。

6.2 算法和模型

服务机器人和人工智能系统需要实现适当的算法和模型，以实现例如感知、理解、决策、规划、控制等核心功能。

6.3 机器学习和深度学习框架

服务机器人和人工智能系统需要使用机器学习和深度学习技术，需要相应的框架和库，如 TensorFlow、PyTorch 等。

6.4 数据管理和存储

服务机器人和人工智能系统需要能够有效地管理和存储大量的数据，包括感知数据、知识库、用户数据等。

6.5 自然语言处理

需要相应的 NLP 等技术，以实现语音识别、自然语言理解和生成等自然语言等功能。

6.6 对话系统和机器人控制

需要对话系统和机器人控制模块，以实现与用户的对话和交互，并能够管理机器人的行为和决策。

6.8 安全和隐私保护

服务机器人和人工智能系统需要采取相应的安全措施。

6.9 性能优化和并行计算

合理优化算法，并利用并行计算技术来加速处理过程，提高系统的响应速度和效率。

7 安全模块

7.1 模块独立性

每个模块应该具有独立的功能和任务，能够独立地完成特定的任务，以便实现模块的复用和替换。

7.2 接口标准化

每个模块应该定义清晰的接口，包括输入输出格式、数据传输协议等，以便于模块之间的交互和集成。

7.3 可插拔性

模块应该能够方便地添加或移除，以满足不同应用需求和场景变化，同时不影响其他模块的正常运行。

7.4 可扩展性

模块应该具有可扩展性，能够根据需求进行功能的扩展和升级，以提供更多的服务和功能。

7.5 模块间解耦

各个模块之间应该解耦，降低模块间的依赖性，以便于模块的替换和维护。

8 安全和隐私要求

8.1 数据安全

服务机器人应采取安全的数据存储和传输方式，确保用户的个人敏感数据不被泄露或滥用。

8.2 身份认证

服务机器人应具备用户身份认证机制，确保只有经过授权的用户才能访问和操作机器人的功能和数据。

8.3 权限管理

服务机器人应具备权限管理机制，根据用户的身份和权限控制其对特定功能和数据的访问和操作权限。

8.4 数据保护

服务机器人应采取适当的技术手段，如加密、备份等，对用户的数据进行保护，防止数据丢失或被恶意篡改。

8.5 隐私保护

服务机器人应明确告知用户其收集的数据类型和用途，并遵守相关的隐私法规和规范，保护用户的隐私权益。

8 人机交互界面

8.1 简洁明了

用户界面应该简单明了，避免复杂元素和信息过多，以使用户能够快速理解和操作。重要信息应该突出显示，操作流程应该简单明确。

8.2 一致性

界面设计应保持一致性，包括颜色、图标、字体等方面的统一。不同模块和页面之间应保持统一的风格和布局，使用户感到熟悉和舒适。

8.3 响应式设计

界面应具备响应式设计，能够适应不同屏幕尺寸和设备，在不同终端上提供良好的显示和操作体验。

8.4 易用性

界面应具备良好的易用性，操作方式应符合用户的习惯和心理模型。按钮、链接等交互元素应易于点击和操作，输入框和选项控件应易于输入和选择。

8.5 可访问性

界面应具备良好的可访问性，针对听觉、视觉、运动等不同能力水平的用户进行优化。例如，提供文字描述、语音交互、屏幕阅读等辅助功能。

8.6 反馈和提示

界面应提供及时的反馈和提示，让用户了解当前操作的状态和结果。例如，加载时显示进度条，输入错误时给出错误提示等。

8.7 颜色和图标选择

选择合适的颜色和图标，可以提高用户界面的可识别性和可理解性。颜色应遵循合适的对比度和色彩搭配原则，图标应符合直观的认知。

8.8 文字和语言表达

文字应清晰易懂，语言表达应简洁明了。避免使用太复杂或专业化的语言，尽量使用通俗易懂的语言进行交流和指导。

9 功能要求

9.1 基础功能

9.1.1 自然语言理解

能够理解用户的自然语言输入，包括意图、情绪、上下文等，并能对其进行解析和处理。

9.1.2 对话管理

能够进行对话管理，包括上下文跟踪、对话流程控制、对话状态管理等，以提供连贯的对话体验。

9.1.3 知识查询

能够从相关知识库或数据库中查询和提供准确的信息和答案。

9.1.4 智能推荐

能够根据用户的需求和偏好，提供个性化的推荐内容和建议。

9.1.5 任务执行

能够执行特定的任务或指令，如定时提醒、日程管理、设备控制等。

9.2 其他功能

9.2.1 语音识别

能够识别和理解用户的语音输入，并将其转化为可处理的文本信息。

9.2.2 图像识别

能够识别和理解图像内容，如物体识别、场景识别等。

9.2.3 人脸识别

能够识别人脸特征，实现人脸认证、用户识别等功能。

9.2.4 情感识别

能够识别和理解用户的情感表达，如喜怒哀乐等，以更好地进行情感交互和服务。

9.2.5 情感生成

能够生成符合情感色彩和情感需求的语言、音频或图像。

9.2.6 知识图谱

能够构建和维护知识图谱，实现知识的关联、推理和查询。

9.2.7 多模态交互

能够支持多种交互方式，如语音、图像、触摸等，并能够在不同模态之间进行转换和集成。

9.2.8 学习能力

具备学习能力，能够通过分析和挖掘大量数据，不断提升自身的智能水平和服务质量。

10 性能评估与验证

10.1 准确性和正确性

评估系统在处理用户请求时的准确性和正确性，包括语音识别准确率、自然语言理解准确率、回答正确率等。

验证系统的基本功能是否按照要求正常工作。例如，测试语音识别准确性、对话管理流程、知识查询准确性等。

10.2 评估系统

评估系统对用户请求的响应时间，包括从用户发起请求到系统给出回应的时间，以及系统执行任务的速度。

10.3 用户满意度

在用户体验和用户满意度方面的表现，可以通过用户调查、用户反馈、用户评分等方式进行评估。用户可以对系统的界面、交互方式、回答准确性等方面进行评价。

10.4 适应性和可扩展性

评估系统在不同环境和场景下的适应能力，以及系统的可扩展性和可定制性。

验证系统在不同平台、不同操作系统和不同设备上的兼容性。例如，测试系统在不同浏览器、手机和平板电脑上的运行情况。

10.5 鲁棒性和稳定性

评估系统在面对各种异常情况和噪声干扰时的鲁棒性和稳定性，包括对错误输入的处理、系统的容错能力等。例如，模拟用户的错误输入、模拟网络中断等情况进行测试。

10.6 安全性和隐私保护

评估系统在数据安全和隐私保护方面的表现，包括对用户数据的保护、身份认证机制、权限管理等方面的评估。

10.7 可用性和易用性

评估系统的可用性和易用性，包括界面设计是否符合用户习惯、操作是否直观易懂等方面的测试。

10.8 可靠性和稳定性

评估系统的可靠性和稳定性，包括系统的故障率、容错能力、持续运行时间等指标。

10.9 学习能力和持续改进能力

评估并测试系统的学习能力和持续改进能力，包括系统是否能够根据用户反馈和数据不断提升自身的性能和服务质量。

11 文件和文档要求

11.1 用户手册

用户手册应提供详细的使用指南，包括服务机器人的基本操作、功能特性、故障排除方法等。用户手册应以简洁明了的方式编写，方便用户快速上手和使用服务机器人。

11.2 技术规格

技术规格应提供服务机器人的详细技术参数和性能指标，包括尺寸、重量、电池续航时间、移动速度、传感器类型等等。这些信息对于用户在选择和使用服务机器人时非常重要。

11.3 维护指南

维护指南应提供服务机器人的维护和保养建议，包括定期清洁、更换零部件、软件升级等。维护指南的编写应具体到细节，以确保用户能够正确地进行维护操作，延长服务机器人的使用寿命。

11.4 部件说明书

对于服务机器人的每个模块或部件，制造商或开发者应提供详细的部件说明书，包括该部件的功能、安装方式、连接方式等。这些信息对于用户进行维修或更换部件时非常有用。

11.5 接口文档

服务机器人可能具有与其他系统或设备进行通信的接口，制造商或开发者应提供相应的接口文档，以使用户了解如何与服务机器人进行集成或扩展功能。

11.6 安全手册

服务机器人在使用过程中可能涉及到一些安全问题，制造商或开发者应提供相应的安全手册，包括操作时的安全注意事项、紧急情况下的应对措施等。

12 培训和支持

12.1 培训计划

制造商或开发者应制定详细的培训计划，包括培训的内容、培训的方式（例如在线培训、现场培训等）、培训时间等。培训计划应充分考虑用户的背景和技能水平，以提供针对性的培训。

12.2 培训材料

制造商或开发者应提供培训所需的材料，例如培训视频、培训手册、培训演示文稿等。这些材料应简洁明了，易于理解，并且涵盖服务机器人和人工智能系统的所有关键操作和功能。

12.3 技术支持团队

制造商或开发者应组建专业的技术支持团队，负责回答用户的问题和解决技术难题。技术支持团队应具备丰富的技术知识和经验，能够及时响应用户的需求，并提供准确和有效的解决方案。

12.4 在线支持平台

制造商或开发者可以建立在线支持平台，例如论坛、知识库等，为用户提供在线交流和问答的机会。这样的平台可以使用户能够与其他用户和技术专家分享经验和解决方案。

12.5 定期更新和培训

由于人工智能技术的不断发展和更新，制造商或开发者应定期更新培训材料和提供技术支持，以确保用户能够获得最新的培训和技术支持。

12.1 反馈机制

制造商或开发者应设立反馈机制，鼓励用户提出问题、建议和意见。对于用户的反馈，制造商或开发者应及时回应并采取相应的改进措施。

13 变更管理

13.1 变更管理流程

制造商或开发者应建立规范的变更管理流程，管理服务机器人和人工智能系统的任何变更。包括变更请求、评估、批准、实施和验证等环节，以确保变更能够被全面审查和跟踪。

13.2 变更记录和文档

制造商或开发者应记录和文档化所有对服务机器人和人工智能系统的变更。包括变更的原因、内容、日期和责任人等信息，以便后续跟踪和回溯。

13.3 变更测试和验证

制造商或开发者应对服务机器人和人工智能系统的变更进行充分的测试和验证，确保变更不会对系统的稳定性和功能产生负面影响。测试和验证的范围应涵盖软件、硬件、通信等方面。

13.4 更新计划和策略

制造商或开发者应制定清晰的更新计划和策略，确保对服务机器人和人工智能系统的更新能够及时有效地进行。更新计划和策略应考虑到用户需求和反馈，以及相关技术的发展和变化。

13.5 更新通知和文档

制造商或开发者应及时向用户通知服务机器人和人工智能系统的更新，包括内容、时间和方法等。同时，提供更新的相关文档，帮助用户理解和应用更新。

13.6 更新支持和培训

制造商或开发者应提供相应的支持和培训，确保用户能够正确进行更新操作，并充分利用更新的功能和改进。

14 法律和伦理要求

14.1 法律法规遵守

制造商或开发者应确保服务机器人和人工智能系统的设计、开发和使用符合适用的法律法规，如数据隐私法、数据保护法、知识产权法、消费者保护法等。制造商或开发者应了解相关法律法规，并确保系统设计、功能和数据处理方法符合法律要求。

14.2 伦理规范遵守

制造商或开发者应强调服务机器人和人工智能系统在设计和使用过程中的伦理规范，如透明度、公正性、隐私保护、公共安全和机器人道德等。制造商或开发者应制定相应的伦理准则，并确保系统的行为和功能符合这些准则。

14.3 数据隐私和保护

制造商或开发者应确保服务机器人和人工智能系统在使用过程中合法、透明和安全地处理用户数据，并保护用户的隐私权。包括数据收集、存储和使用等方面的合规性。

14.4 正当用途和责任

制造商或开发者应确保服务机器人和人工智能系统的设计、功能和使用都是为正当的目的，并遵守责任原则。制造商或开发者应明确指定系统的使用范围和限制，并警示用户不得将系统用于违法、不道德或潜在危害的活动。

14.5 公平和偏见消除

制造商或开发者应努力消除服务机器人和人工智能系统中的偏见和不公平对待。包括数据收集和使用过程中的偏见，以及系统在提供服务 and 决策时的公正性。制造商或开发者应采取措施，确保系统在不偏袒任何特定群体或个人的前提下提供服务。
