

# 基于语音控制及脑控的智慧康养辅助机器人设计

薛海啸, 赵嘉玲, 张炜玮, 张鹏, 黄俊龙, 李想, 田林青

天津职业技术师范大学, 天津

收稿日期: 2022年8月11日; 录用日期: 2022年9月30日; 发布日期: 2022年10月10日

---

## 摘要

如今国内外老龄化问题严重, 失能、半失能老人数量日益增加。为提升养老品质, 因此本项目设计一款辅助型机器人系统。其中包括基于SSVEP的脑电信号实时处理分析系统、智能语音识别系统、机器人控制系统。老人及残障人群可通过使用机器人的语音识别功能来满足基本生活需求, 实现语音交互、音乐及舞蹈表演、新闻播报等功能。同时对于那些失语的老人及残障人群可通过对机器人的脑电控制来实现所需功能。

## 关键词

人工智能, 语音识别, 脑机接口, 视觉诱发, 机器人控制

---

# Design of Intelligent Health Assistant Robot Based on Voice Control and Brain Control

Haixiao Xue, Jialing Zhao, Weiwei Zhang, Peng Zhang, Junlong Huang, Xiang Li, Linqing Tian

Tianjin University of Technology and Education, Tianjing

Received: Aug. 11<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 30<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 10<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

Nowadays, the aging problem at home and abroad is serious, and the number of disabled and semi-disabled elderly is increasing. In order to improve the quality of old-age care, this project designs an auxiliary robot system. These include SSVEP based EEG signal real-time processing and analysis system, intelligent speech recognition system, robot control system. The elderly and people

with disabilities can use the speech recognition function of the robot to meet the basic needs of life, and realize the functions of voice interaction, music and dance performance, news broadcast and so on. At the same time, for the elderly and disabled people who are unable to speak, the robot can be controlled by brain electricity to achieve the desired function.

## Keywords

Artificial Intelligence, Speech Recognition, Brain Computer Interface, Visual Induction, Robot Control

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来兴起的智慧养老,将现代科技与养老服务相结合,其致力于全面提高养老服务的体验与效率。对于中国来说,“护理员严重短缺 + 人均 GDP 突破 1 万美元 + 政策规划”将成为驱动国内养老机器人行业发展的三大要素。智慧健康养老的兴起,将“养老”、“康养”等传统问题与智能发展紧密连接,与此同时,科技医疗的日益成熟,也使人工智能逐步从云端走向物联网终端,养老辅助机器人等智能产品进入人们的视野。婴儿潮与老龄化的激增给养老市场带来巨大的成长空间,但由于传统养老模式无法全面适应当前的养老需求,养老机器人便能较好的填补这一空缺,迎来了新一轮的发展风口。

经过市场调研,市面上存在的养老机器人存在:意识不到位、价格障碍、技术不成熟等问题。其价格问题在中低民众对于选择养老产品时显得更加突出,并且由于技术不成熟等原因,对其养老产品持有怀疑态度。但本次设计的智慧养老辅助机器人系统能够为那些行动不便的老人及残疾人提供更加周全的生活服务和心理疏导需求[1]。

本设计主要由基于稳态视觉诱发电位的脑机接口系统、语音识别系统和机器人控制系统组成。对于老年人的需求,该系统可准确地获取,其技术更加成熟、机器人服务意识更加完善,成本相对市面较低,并且可根据使用者需求进行定制,可进一步扩大市场。其有着功能更集中化、价格更亲民化、应用更方便、技术更成熟等特点。

## 2. 系统设计

### 2.1. 设计背景

人口老龄化是我国当前乃至几十年后的一个重要社会特征[2]。据权威部门统计,直到 2018 年底,我国 60 岁及其以上的老年人达 2.49 亿,其中失能、半失能老年人达 4400 万。到 2025 年,老年人口预计超过 3 亿,到 2030 年老年人口占比约为 30%。据中国残联最新调查显示,目前我国老年人及残疾人数量已经超过 2.3 亿余人,因为各种交通事故、自然灾害和种种疾病,每年平均有成千上万的人丧失一种或多种能力(如行走、动手能力等)。其中肢体残疾患者占据三分之一,多重残疾占比六分之一。由此可见中国已迈入老年化社会,如今老龄化问题严重,失能、半失能老人数量日益增加,这些老人在平常的生活中行动不便,生活不能自理,不仅为自己增添了困扰,更加重了家庭的负担,因此,对于帮助残障人士自主生活的智慧康养辅助机器人研究已逐渐成为热点。

同时, 养老机器人作为目前智能养老服务行业的主流发展方向, 其所具有的集成功能, 将逐步取代仅有单一功能的产品, 成为智能养老服务设备领域中市场份额最大的产品[3]。尤其是人口老龄化和独生子女政策带来空巢老人数量的增加, 导致未来对智慧康养机器人的迫切需求, 例如在护卫、日托、医疗保健等智慧康养机器人需求方面能更为快捷的解决养老难的问题, 给老人的生提供更好的保障[4]。本项目能够根据老人的需要可以增加他们需要的功能, 通过设计不同功能的机器人, 使机器人的行动更加符合使用者的需求, 令机器人的服务更加智能化, 精准化, 让老人能全身心的感到舒适, 为老人的生活提供便利、陪伴与乐趣[5]。

## 2.2. 系统总体结构

本次设计的智能康养辅助机器人系统主要由基于稳态视觉诱发电位(Steady-State Visual Evoked Potentials, SSVEP)的脑机接口(Brain Computer Interface, BCI)系统和语音识别系统和机器人控制系统组成。其中基于 SSVEP 的 BCI 系统如图 1 系统框图所示, 主要包括五个部分: 刺激块呈现、脑电信号采集、预处理、特征提取、特征分类识别[6]。语音识别系统主要通过 Python 编程调用机器人的语音识别模块来实现。机器人控制系统主要应用到 NAO 机器人 naoqi 库中的指令模块来实现。

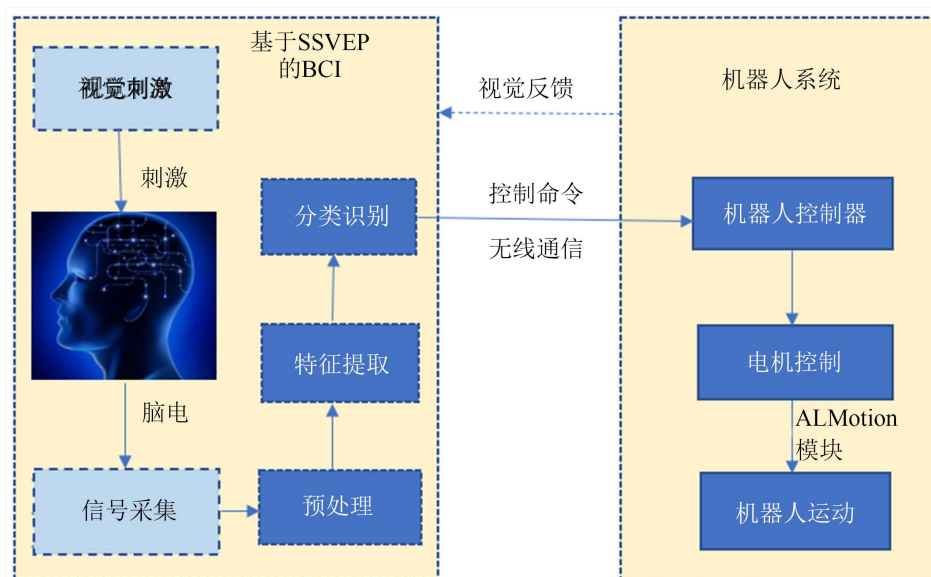


Figure 1. Schematic diagram of brain controlled realization of intelligent health assistance robot  
图 1. 智慧康养辅助机器人的脑控实现原理图

## 2.3. Naoqi OS 系统的环境搭建

首先使用 windows10 版本的电脑设备, 下载 Python2.7 的 Anaconda 并安装, 安装完毕以后, 将安装目录下的 Python.exe 文件路径和 Scripts 文件夹路径一起加入到电脑的系统变量 PATH 中。然后, 下载安装 Choregraphe, 并安装对应的 SDK 库来进行环境搭建。此时就可以进行控制命令行下的 Python 编写 NAO 程序并执行。此外, 通过 Python 和 Choregraphe 的结合能更高效快捷的对 NAO 机器人肢体方式与语言行为进行规划、调节与更改, 实现 NAO 机器人自主规划路线规避障碍物。

## 2.4. 基于 SSVEP 的 BCI 系统

SSVEP 是指当人眼受到固定频率刺激的时候, 人的大脑视觉皮层会产生连续的与刺激频率有关的响

应。BCI 是指大脑与外部设备之间建立连接,实现大脑信号与外部设备的信息交换。近几年来,基于 SSVEP 的 BCI 技术在这方面我们也取得了快速的进展。而本次所设计的智慧康养辅助机器人所应用到的 SSVEP-BCI 技术面向的是失去自主行动能力和言语能力的老人以及残疾人群,希望能够通过脑电控制机器人的功能来满足他们自主生活的需求,提高生活质量。

与传统呈现视觉刺激范式的不同之处在于本次设计使用了混合现实技术(Mixed Reality, MR),即使用了 MR 眼镜进行视觉刺激范式的呈现,使用者在使用时不会受地点的限制。SSVEP 相对于其他脑电信号(例如 P300、运动想象)而言,具有无需训练、识别准确率高、数据传输率高等特点,更适合应用于 BCI 系统中。

使用者通过头戴类属湿电极的便携式电极帽,眼睛注视 MR 眼镜中由 Unity 3D 搭建的稳态视觉诱发刺激界面,在眼镜上会呈现五个闪烁频率不同的刺激块,依次是 8 Hz、9 Hz、10 Hz、11 Hz、12 Hz 分别代表五个指令[7]。系统执行时会在 MR 眼镜中显示 SSVEP 刺激界面,当人眼被具有固定频率闪烁(或变换)的图形刺激时,大脑皮层会在初级视觉区产生连续且与刺激频率相关的信号,即 SSVEP。由脑电帽采集,经过便携式脑电放大器对微弱的脑电信号进行放大后由计算机接受放大后的脑电信号。然后通过 Labview 编程将实时采集到的脑电信号通过 FBCCA (Filter Bank Canonical Correlation Analysis)算法进行识别刺激频率,进行特征提取,得到不同信号的控制指令,最后将控制指令通过网络通信的方式传递给机器人控制器,从而达到控制机器人移动的目的。具体实物如图 2 所示。



Figure 2. Physical picture of intelligent health assistant robot  
图 2. 智慧康养辅助机器人实物图

## 2.5. 语音指令识别系统

该智慧康养辅助机器人的语音识别系统主要是通过编写 Python 程序调用 ALSoundRecognition 语音识别模块的方式来实现。主要服务于具有言语能力的老人和残疾人群,在满足基本生活需求的同时提高生活质量。

识别过程是在线完成的,从语音获取开始,将音频录音传给科大讯飞进行语音识别转成文本,随后

进行语义理解，将识别完的语义传递给 NAO 机器人，NAO 机器人识别后做出相应的语音互动或行为指令反馈。语音识别过程中 NAO 机器人还会对“声音能量”和“语言输入”进行必要的“校正”，进一步提高识别指令的准确率，从而能够较为快速准确的实现[8]。

## 2.6. 机器人控制系统

本次设计所用到的机器人为软银 NAO 机器人，该款机器人是一款双足型机器人，肢体较为灵活，且具有听、看、说的能力，能够与人互动，因而能够作为康养机器人去协助老年人及残障人群满足生活需求。为达到能够将脑电信号或语音信号传递给机器人完成相应指令反馈的目的，通过 Python 进行编程，调用机器人的 ALMotion 模块，来完成指令实现[9]。

## 3. 创新点

### 3.1. 便捷性

对于脑电视觉刺激范式呈现的问题，本次设计加入了混合现实技术，使用 MR 眼镜进行视觉刺激范式的呈现，弥补了传统脑电设备限制使用地点的不足、指定识别效率低、不能精确服务的特点，具有较好的便携性和灵敏性。

### 3.2. 灵敏性

同时本次设计所用到的 NAO 机器人，具有较好的关节度，可进行抓放物体，自护避障，行动方式更为灵活，从而达到帮助老人及残障人群满足基本生活的目的。[10]

### 3.3. 准确性

对于技术优化方面，在原来基础上调用 ALSoundRecognition 语音识别模块实现对语音的精确识别，将语音指令转换为机器语言被 NAO 机器人理解并执行，更能精确服务老人。

## 4. 实物调试运行

### 4.1. 脑电控制功能测试

被试者头戴脑电帽和 MR 眼镜，网络连接完毕后，MR 眼镜中会出现不同闪烁频率的模块，代表不同的指令，当被试者注视不同频率的模块时，机器人会准确无误的完成下达的指令。

### 4.2. 语音识别功能测试

将机器人开机后，触摸机器人头部的传感器，触发机器人的语音识别功能，当使用者下达口头指令之后，在较快的时间内会做出相应的指令反馈，且出错率较低。

## 5. 结论

本次项目设计了一款面向老年人以及残障人群的智慧康养辅助机器人，通过将基于 SSVEP 的 BCI 技术、语音识别技术、MR 技术结合起来，使脑电分析处理系统，智能语音识别系统，机器人控制系统集成于一体，达到能够帮助老人及残障人群满足基本生活需求和提高生活质量的目标。并且通过技术优化，性能分析，使得该智慧康养辅助机器人系统具有较好的便携性、灵敏性、准确性。

## 参考文献

- [1] Ageclub. 一文看懂养老机器人的前世、今生和未来[J]. 机器人在线, 2019(11): 1-16.

- 
- [2] 商晓东, 吴琼. 融合多主体用户的养老服务机器人迭代设计需求研究[J]. 包装工程, 2022, 43(14): 115-121.
  - [3] 徐一芊. 智慧养老背景下老龄陪伴机器人情感化设计探析[J]. 工业设计, 2022(3): 94-96.
  - [4] 刘珊, 兰智高. 养老服务机器人的技术发展趋势[J]. 计算机测量与控制, 2019, 27(7): 6.
  - [5] 卢妍言. 智能型机器人养老——智慧养老新畅想[J]. 中国集体经济, 2018(33): 157-158.
  - [6] 郭光瑞. 基于视觉诱发脑电的脑机接口研究与实现[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津理工大学, 2016: 5-21.
  - [7] 刘文倩. 基于高频稳态视觉诱发电位的脑-机接口研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2020: 2.
  - [8] 范永超, 韩佳南. 基于人工智能的语音识别系统设计与研究[J]. 数字通信世界, 2022(5): 55-57.
  - [9] 温盛军, 孙宇昂. 基于 NAO 机器人的目标识别与运动控制[J]. 中原工学院学报, 2022, 33(2): 45-50.
  - [10] 孙宇昂. 基于 NAO 机器人的目标识别与手臂抓取研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国工学院, 2022.