DOI:10.19789/j.1004-9398.2019.04.006

基于机器视觉的人机交互系统的设计*

涂 朴[1] 沈 荣[1] 黄 晨[2]

(1. 四川文理学院智能制造学院,四川 达州 635000; 2. 四川省达州市公安局,四川 达州 635000)

摘要: 基于深度图像信息的获取与处理技术,实时性、鲁棒性较强,具有易于实现、交互性较好等优点. 基于 Kinect 感应器的人机交互系统,可以实时捕捉深度图像和 RGB 图像,并运用 OpenNI 和 NITE 技术框架,识别人体手势和关节运动姿态,最后将对应的操控指令发送至单片机执行,实现以自然体感的方式控制机器人. 该系统易于实现、交互性较好,可以广泛应用于服务机器人、智能家居、工业控制等领域.

关键词: 机器视觉; 人机交互; Kinect; 图像处理

中图分类号: TP242

0 引 言

随着人工智能和虚拟现实技术的不断发展,人机交互[1-3](human-computer interaction)系统已经成为当前的研究热点. 目前,人机交互系统主要采取了行为识别[4-5](手势交互)、三维交互[6]、语音交互[7-8]、触觉交互[9-10]和多通道交互[10]等技术.

作为行为识别技术中的一个重要研究分支,机器视觉方法实时性、鲁棒性较强,具有易于实现、交互性较好等优点. 如,通过捕捉目标物体的三维坐标信息,可以协助移动机器人完成目标跟踪[11]、自主导航和避障[12-13]. 本文也将利用机器人视觉技术,对人体图像、姿势动作进行识别和处理,以期实际应用于特种机器人、服务机器人及智能家居等领域.

1 整体设计

首先,在上位机层面,通过 Kinect 感应器,实时捕捉深度图像和 RGB 图像. 然后,利用 OpenNI 和 NITE 技术框架,编写人体姿态识别处理程序(手势和人体骨骼),将用户的手部或者肢体动作在空间中的坐标位移进行分类处理. 最后,将对应的操控指令通过串口驱动程序发送至单片机执行,从而实现对人体动作的识别. 整个系统结构框图见图 1.

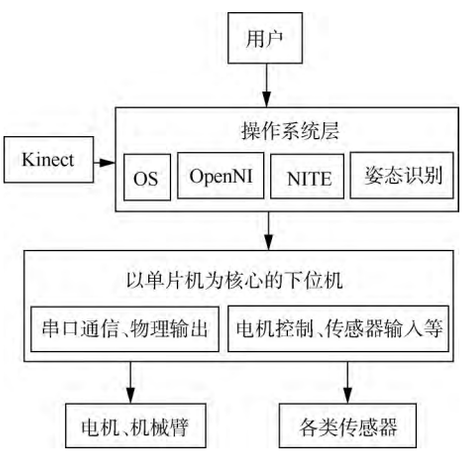


图 1 系统结构框图

2 深度图像和 RGB 图像获取

深度图像的获取是由红外线发射器和 CMOS 红外摄像机共同完成的,只要 Kinect 感应器接收到了光编码的红外图案,其内置的 PrimeSense 的 PS1080 芯片就会把这个图案与存储在芯片内存中的参考图像相比较,经过系统校准后,就转换成了一个 VGA 尺寸的场景深度图像,用户通过 OpenNI 的 API 即可访问这个图像. RGB 图像的获取则相对简单,通过 Kinect 自带的标准 RGB 摄像机及其数据镜像功能,即可访问 RGB 图像. Kinect 感应器获取的深度图像和 RGB 图像对比如图 2 所示.

使用 Processing 语言实现获取深度图像和 RGB 图像的主要过程是,导入 Simple-OpenNI 库,声明包含 Simple-OpenNI 对象的 Kinect 变量,并启动对象

收稿日期: 2018-05-10

* 四川省教育厅项目(18ZB0508); 四川文理学院校级项目(2018ZNZZ004Y)

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中的深度图和 RGB 图像的数据镜像功能.



图 2　深度图像和 RGB 图像对比图

3　手势识别和人体骨骼识别

3.1　手势识别

以用手势控制小车运动为例. 用户向 Kinect 感应器挥手,开启识别功能: 手势向左、右滑动, 分别控制小车左、右转弯; 上下滑动,分别控制小车前进、后退; 用手势画出一个圆形,小车刹停. 主要的程序流程是: (1) 启用 Kinect 对象的深度图、手势和手部函数,用挥手手势命令 Kinect 开始手部跟踪; (2) 设定 NITE 的手点控制器和圆形探测器,跟随用户手部动作,实时更新手部向量(Processing 向量 PVector) ,并在屏幕上通过坐标映射绘制手部跟踪点; (3) 为了检测左右、上下挥手和画圆的动作,还要添加监听器,并且编写 NITE 回调函数. 函数通过计算手部位置向量的数据变化来识别动作,如,本文采用的方法为监测手部位置向量的 x 方向位置变动,超过设定的阈值(50 mm) ,则认为向左(右) 挥手的动作发生; (4) 通过串口驱动程序,向单片机发送指令,执行相应动作. 左手向左、右滑动时,识别手势过程如图 3 所示.

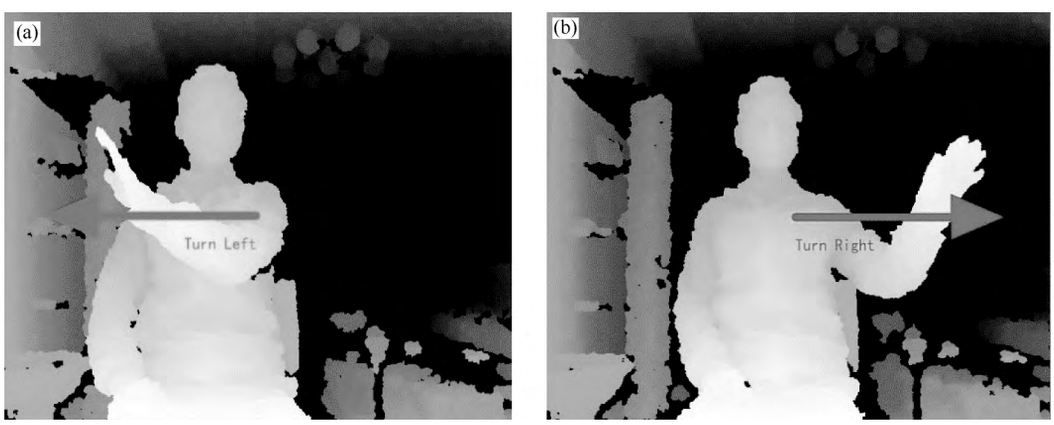


图 3　识别手势图

(a) 左滑动识别手势图; (b) 右滑动识别手势图

3.2　人体骨骼识别

Kinect 感应器能够识别追踪 20 个主要的人体骨骼点,利用各关节点的三维坐标数据可以计算得出关节转角,实现对人体姿态的识别. 进一步的,将人体姿态映射为机械臂的执行动作,就能实现机械臂模仿人体动作的控制方式. 以人体右肩关节作为控制关节为例,主要的程序流程是: (1) 启用 Kinect 对象的深度图和人体关节,注册发现新用户、丢失用户、姿势侦测等相关回调函数. 当监测到设定的触发姿态后使用 NITE 进行骨骼校准; (2) 开始跟踪人体骨骼,实时获取各个关节的向量,并存储各个关节的最新位置; (3) 以右肩部位置为中点,从远端到近端方向,分别提取右肘部、右肩部、左肩部的向量(PVector 对象) ,通过反正切函数计算三点连线所形成的角度,得到右肩关节的转动角度,然后输出相应的控制值. 人体骨骼跟踪如图 4 所示. 右侧肩关节跟踪情况如图 5 所示.

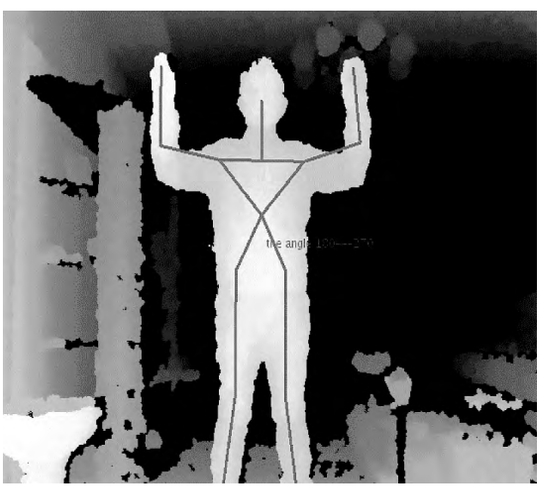


图 4　人体骨骼跟踪识别图

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

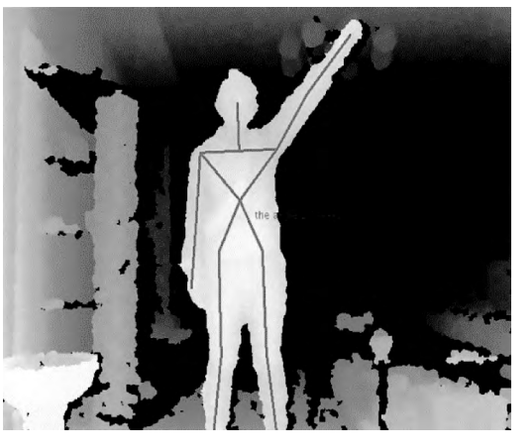


图5 右侧肩关节跟踪识别图

关节角度计算函数如下:

```
float angle( PVector a, PVector b, PVector c) {
//使用反正切函数,求出三点连线形成的角度
float angle01 = atan2( a. y -b. y, a. x -b. x);
float angle02 = atan2( b. y -c. y, b. x -c. x);
float ang = angle02 -angle01;
return ang* (180/PI); }
```

关节角度位置更新函数如下:

```
void updateAngles( ) {
//提取每个关节的位置,并存储在一个 PVector 对象中
kinect. getJointPositionSkeleton (1, SimpleOpenNI. SKEL_LEFT_SHOULDER, lShoulder);
kinect. getJointPositionSkeleton (1, SimpleOpenNI. SKEL_LEFT_FOOT, lFoot);
….
//将关节转换成屏幕上的投影坐标
kinect. convertRealWorldToProjective( rShoulder, rShoulder);
….
//计算关节角度
angles [0] = angle ( rElbow, rShoulder, lShoulder );
….
}
```

3.3 单片机控制系统设计

本文在底层执行机构采用了 Arduino UNO 单片机. PC 机作为上位机在完成图像数据处理后,通过串行通信协议向 Arduino 发送控制命令与目标信息,Arduino 接收后,通过脉冲宽度调制等方法驱动伺服电机、LED 等设备执行相应动作.

4 结 论

本文利用 Kinect 感应器捕捉目标物体的三维坐标信息,并通过处理深度信息数据来实现非接触式、自然式的人机交互,具有易于实现、交互性较好等优点,可以广泛应用于服务机器人、智能家居、机器人教学、工业控制、体感游戏设计等领域. 同时,该系统在消除扰动和深度图像中的空洞及噪声点等方面还存在空白,在空间人体姿态识别、点云分析、3D 扫描打印等方面还有待深入开发,这将是下一步的努力方向.

参 考 文 献

[1] SCHMIDT A. Implicit human computer interaction through context [J]. Personal Technologies,2000,4(2-3):191 -199.

[2] CROWLEY J, COUTAZ J, BRARD F. Things that see: machine perception for human computer interaction [J]. Communications of the ACM,2000,43(3):54 -64.

[3] 徐光祐,陶霖密,史元春,等. 普适计算模式下的人机交互 [J]. 计算机学报,2007,30(7):1041 -1053.

[4] 刘杰,黄进,田丰,等. 连续交互空间下的混合手势交互模型 [J]. 软件学报,2017,28(8):2080 -2095.

[5] 李文生,解梅,邓春健. 基于多点手势识别的人机交互技术框架 [J]. 计算机工程与设计,2011,32(6):2129 -2133.

[6] 雷超,戴国忠. 三维交互体系结构的研究与实现 [J]. 计算机研究与发展,2001,38(5):557 -562.

[7] KULJIC B,JANOS S,TIBOR S. Mobile robot controlled by voice [J]. International Symposium on Intelligent Systems and Informatics,2007:189 -192.

[8] 孙艺红,刘媛. 服务机器人语音交互解决方案 [J]. 控制工程,2004,11(2):184 -186.

[9] BI X J,ZHAI S M. Bayesian touch: a statistical criterion of target selection with finger touch [J]. UIST'13 proceedings of the 26th annual ACM symposium on user interface software and technology [C]. New York: ACM Press,2013:51 -60.

[10] 路璐,田丰,戴国忠,等. 融合触、听、视觉的多通道认知和交互模型 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2014,26

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(4):654 - 661.
[11] 张雪华,刘华平,孙富春,等. 采用 Kinect 的移动机器人目标跟踪[J]. 智能系统学报,2014,9(1):34 - 39.
[12] 于振中,郑为凑,刘鑫,等. 基于 Kinect 的移动机器人实时局部路径规划[J]. 计算机工程,2013,39(4):243 - 247.
[13] 李飞龙,王宇俊,谭艳,等. 一种基于 Kinect 的自动跟随机器人设计[J]. 电脑知识与技术: 学术交流,2013,9(13):3125 - 3128.

Design of Human-computer Interaction System Based on Machine Vision

TU Pu[1]　SHEN Rong[1]　HUANG Chen[2]

(1. School of Intelligent Manufacturing, Sichuan University of Arts and Science, Dazhou Sichuan　635000;
2. Dazhou Public Security Bureau, Dazhou Sichuan　635000)

Abstract: The acquisition and processing technology based on depth image information had real-time and strong robustness, it had the advantages of easy implementation and good interactivity. The human-computer interaction system based on Kinect sensor can capture depth image and RGB image in real time. We used the OpenNI and NITE technology framework to identify human gestures and joint motion posture, and finally send the corresponding control instructions to the single chip microcomputer for execution to realize control of the robot in a natural sense. The system was easy to implement and more interactive. It can be widely used in service robots, smart homes, industrial control and other fields.

Keywords: machine vision; human-computer interaction; Kinect; image processing

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net