



基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

毕业论文答辩

学生：陶冶

导师：傅忠传 老师

哈尔滨工业大学

2022 年 6 月 10 日

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

1 / 50



目录

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

① 选题背景及意义

② 国内外研究现状

③ 研究思路

④ BlazePose 算法

⑤ 算法的部署

⑥ 展望

⑦ Q&A



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

6 展望

7 Q&A



选题意义

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

人机交互的主要目的是使机器人能够学习和了解人，能领会和模仿人的语言和行为。为了使人机交互自然，必须引入类似于人与人之间的沟通方式，即依赖语音与视觉。在这种背景下，人体姿态估计在人机交互方面有着举足轻重的作用。

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

4 / 50



应用场景

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

人体姿态估计应用场景

- 摔倒检测、健身、跳舞、球类、武术指导
- 肢体语言理解：机场、交通警察手势翻译、手语翻译
- 步态分析，识别身份，异常动作识别
- 动作捕捉：三维特效电影
- 人机交互：动作控制、手势控制
- 虚拟显示，增强显示：抖音尬舞机、3D 试衣

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

5 / 50



3D 试衣

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学



健身

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

6 展望

7 Q&A



性能评价指标

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

MPII 单人数据集是目前单人姿态估计的主流数据集之一，这可以通过计算这个数据集的 PCK (Percentage of Correct Keypoints) 值来评估模型的优劣。

PCK 即关键点正确估计的比例，计算检测的关键点与其对应的 ground truth 间的归一化距离小于设定阈值的比例。

PCK 计算公式

$$\bullet \quad PCK_i^k = \frac{\sum_p \delta\left(\frac{d_{pi}}{d_{pdef}} \leq T_k\right)}{\sum_p 1}$$

$$\bullet \quad PCK_{mean}^k = \frac{\sum_p \sum_i \delta\left(\frac{d_{pi}}{d_{pdef}} \leq T_k\right)}{\sum_p \sum_i 1}$$

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

9 / 50



性能排名

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

10 / 50

	Head	Shoulder	Elbow	Wrist	Hip	Knee	Ankle	Total
Pishchulin et al., ICCV'13	74.3	49.0	40.8	34.1	36.5	34.4	35.2	44.1
Tompson et al., NIPS'14	95.8	90.3	80.5	74.3	77.6	69.7	62.8	79.6
Carreira et al., CVPR'16	95.7	91.7	81.7	72.4	82.8	73.2	66.4	81.3
Tompson et al., CVPR'15	96.1	91.9	83.9	77.8	80.9	72.3	64.8	82.0
Hu&Ramanan, CVPR'16	95.0	91.6	83.0	76.6	81.9	74.5	69.5	82.4
Pishchulin et al., CVPR'16	94.1	90.2	83.4	77.3	82.6	75.7	68.6	82.4
Lifshitz et al., ECCV'16	97.8	93.3	85.7	80.4	85.3	76.6	70.2	85.0
Gkioxary et al., ECCV'16	96.2	93.1	86.7	82.1	85.2	81.4	74.1	86.1
Rafi et al., BMVC'16	97.2	93.9	86.4	81.3	86.8	80.6	73.4	86.3
Belagiannis & Zisserman, FG'17	97.7	95.0	88.2	83.0	87.9	82.6	78.4	88.1
Insafutdinov et al., ECCV'16	96.8	95.2	89.3	84.4	88.4	83.4	78.0	88.5
Wei et al., CVPR'16	97.8	95.0	88.7	84.0	88.4	82.8	79.4	88.5
Bulat & Tzimiropoulos, ECCV'16	97.9	95.1	89.9	85.3	89.4	85.7	81.7	89.7
Newell et al., ECCV'16	98.2	96.3	91.2	87.1	90.1	87.4	83.6	90.9
Ning et al., TMM'17	98.1	96.3	92.2	87.8	90.6	87.6	82.7	91.2
Luvizon et al., arXiv'17	98.1	96.6	92.0	87.5	90.6	88.0	82.7	91.2
Chu et al., CVPR'17	98.5	96.3	91.9	88.1	90.6	88.0	85.0	91.5
Chou et al., arXiv'17	98.2	96.8	92.2	88.0	91.3	89.1	84.9	91.8
Chen et al., ICCV'17	98.1	96.5	92.5	88.5	90.2	89.6	86.0	91.9
Yang et al., ICCV'17	98.5	96.7	92.5	88.7	91.1	88.6	86.0	92.0
Ke et al., ECCV'18	98.5	96.8	92.7	88.4	90.6	89.4	86.3	92.1
Tang et al., ECCV'18	98.4	96.9	92.6	88.7	91.8	89.4	86.2	92.3
Zhang et al., arXiv'19	98.6	97.0	92.8	88.8	91.7	89.8	86.6	92.5
Su et al., arXiv'19	98.7	97.5	94.3	90.7	93.4	92.2	88.4	93.9
Bulat et al., FG'2020	98.8	97.5	94.4	91.2	93.2	92.2	89.3	94.1



基于深度学习的人体姿态估计主要方法

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

从上表我们可以看出现行的人体姿态估计算法主要分两类：

基于热图的方法

热图方法能以较小的算力开销拓展到多人姿态识别，但会使得模型更复杂。

基于回归的方法

而基于回归的算法虽然计算简单，但也有一定的缺陷。基于回归的方法通过预测平均值并不能解决多义性问题。

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

11 / 50



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

① 选题背景及意义

② 国内外研究现状

③ 研究思路

④ BlazePose 算法

⑤ 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

⑥ 展望

⑦ Q&A



研究思路

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

考虑到基于热图和基于回归的方法各有优劣，将两种方法相结合的思路便应运而生。

BlazePose 算法就是将两种方法结合的一个轻量化网络，其中基于热图在训练过程中起效，在预测过程中冻结热图分支，只启用回归分支。

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

13 / 50



研究思路

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

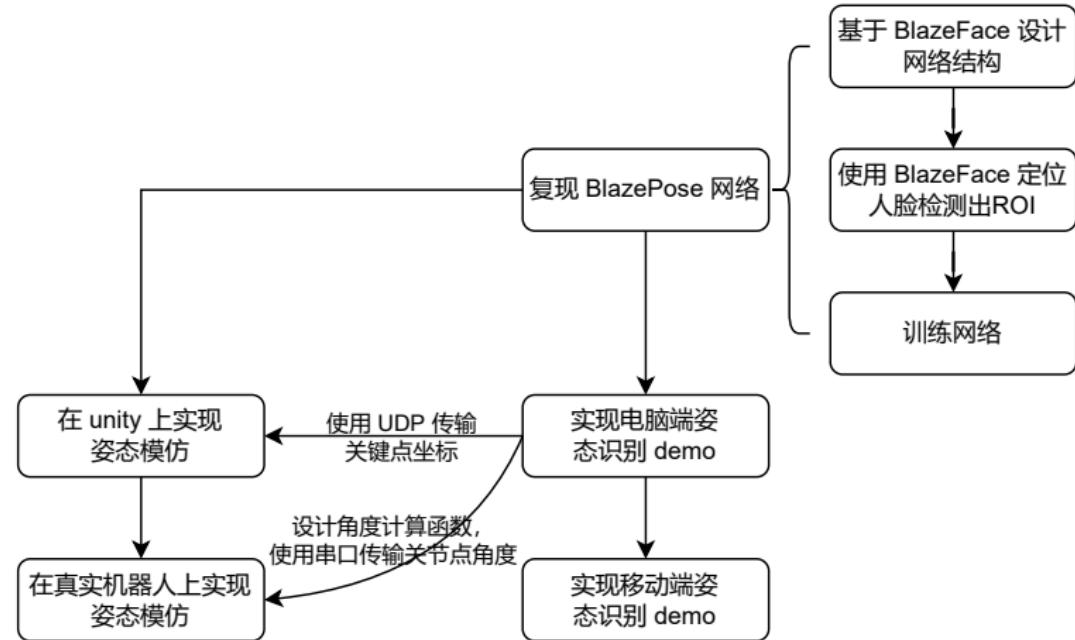
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

14 / 50



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

6 展望

7 Q&A



推理通道

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

在推断过程中，采用了 detector-tracker 设计。流程包括一个轻量级的人体姿态估计检测器，和一个紧随其后的姿态跟踪网络。当目前帧上有人体出现时，使用跟踪网络预测关键点坐标；当跟踪器不能检测出关键点坐标，即没有人出现时，检测器会在下一帧重新启用。

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

16 / 50



推理通道

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

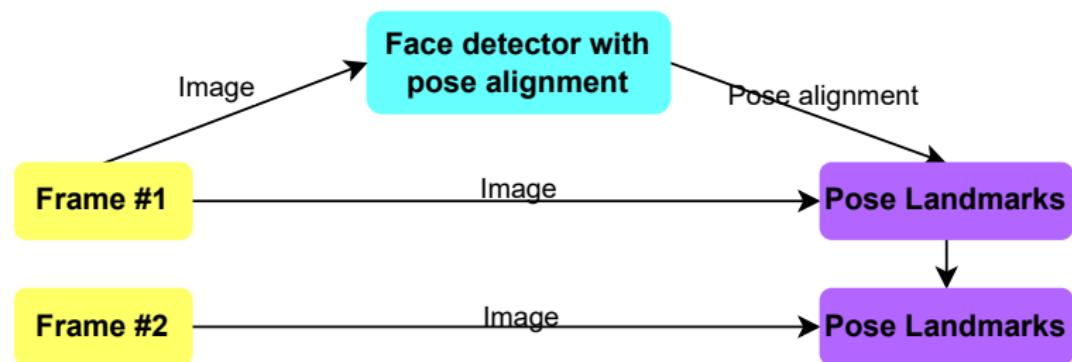
虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

具体来说，模型会使用检测器定位图像的姿态 ROI，然后传给跟踪器，预测出 33 个关键点的坐标。对于视频流来说，检测器只会在第一次出现人脸之前运行。对于检测到人脸之后，会从前一帧的 33 个关键点中预测出 ROI。





神经网络结构

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

我们将两种主流的方法，即基于热图和基于回归相结合，如图所示。热力图所在的网络层只在训练过程中出现，不包含回归。当训练完成时，热力图相对应的输出层将会被删除，从而降低模型的复杂度，提升模型的轻量化。同时，还使用了堆叠沙漏方法，但与之不同的是，本项目同时堆叠了一个 encoder-decoder 热图网络和一个回归 encoder 网络。

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

18 / 50



神经网络结构

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

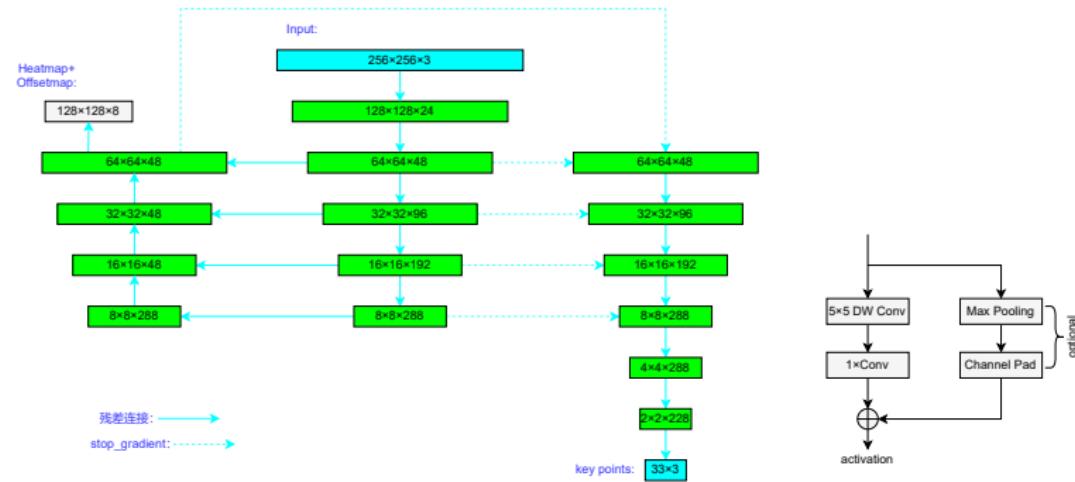
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



不同层次之间存在跨层连接，这样既可以发挥深层网络的特化语义信息，抽象信息，也可以充分发挥浅层网络提取出的细粒度的边缘、颜色、转角、斑块，这些底层的图像信息。实线可以回传梯度，虚线不可以回传梯度。

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

19 / 50



神经网络结构

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

20 / 50

- 中间上面是输入图片，然后逐步向下，是个 bottom-up 的过程，每个 scale 都有向左和向右的横向链接
- 左边从下到上，是个 top-down 的过程，和中间部分有横向链接 skip connections，这都和“Hourglass”一样，最上面是“Hourglass”部分输出的 heatmap，这个 heatmap 仅仅用来应用 loss 监督训练“Hourglass”部分生成中间的 embedding 特征，在预测以及 regression 部分都不参与；
- 右边从上到下整个是 regression encoder 网络，这部分不参与训练“Hourglass”部分，仅仅用来“后处理”。它每层有对应的输入，其中最上面的第一层输入来自两部分，分别是 bottom-up 以及 top-down 的同级分辨率特征（heatmap 没有参与过来，也就是砍掉了），最后输出 33 个关键点信息。



神经网络结构

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

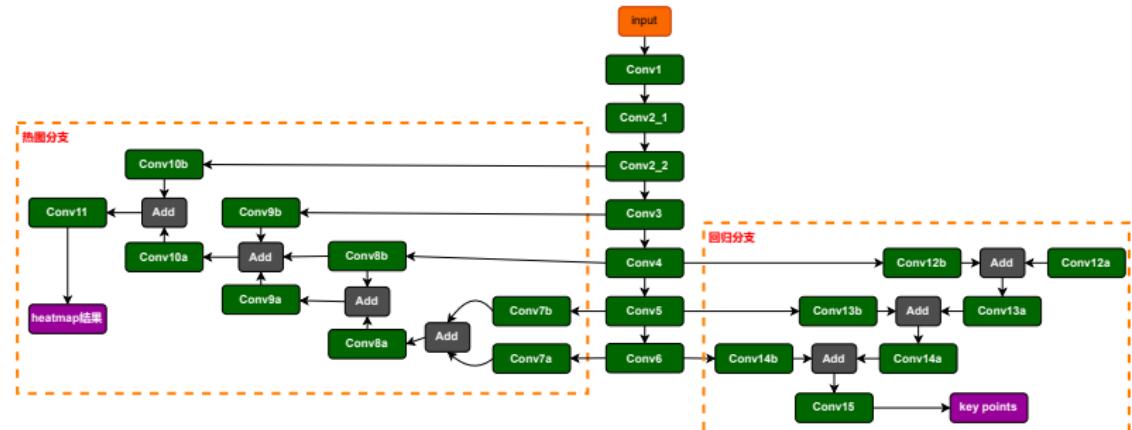
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

21 / 50



神经网络结构

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

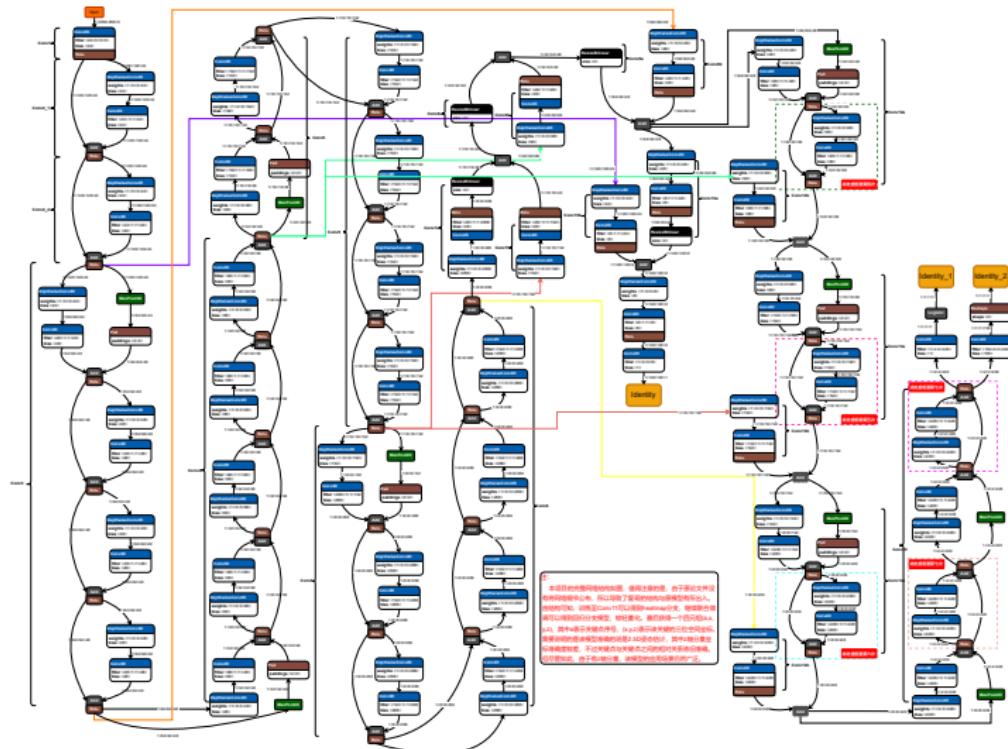
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

22 / 50



人检测器

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

- 目前主流的人体姿态估计算法在检测人体的后处理步骤中，都是使用的 NMS 算法，不过 NMS 对于非刚性物体并不是很友好，尤其是类似与人体这类关节复杂度高的姿势场景。这是因为有大量的，模糊的候选框都满足非最大值抑制的交并比阈值。
- 因此，本项目摒弃了 NMS 算法，而采用人脸检测框。这是因为在大多数情况下，人脸较为刚性，是关于躯干的最强信号。因此，我们做出了一个假设，即在单人姿态估计中，人脸是必须要出现的。



人检测器

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

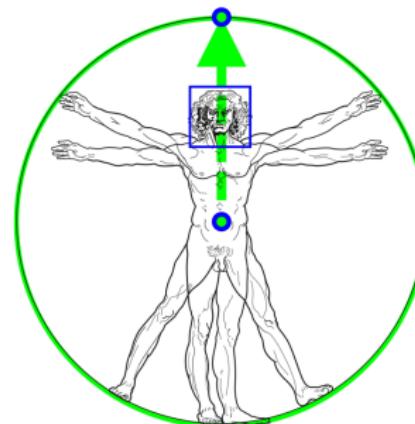
虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

该检测器来自谷歌的轻量级 BlazeFace 模型，它预测了人体两个髋关节的中点作为整个人体的中心，并以此为圆心，画一个能够包含整个人体的最小圆，这就是本项目中的 ROI。对于人体倾斜的情况，还预测了人体中心与两个眼睛的中心之连线和铅垂线的夹角，将图像旋转这个夹角即可得到标准的人体图像。



陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

24 / 50



人体拓扑结构

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

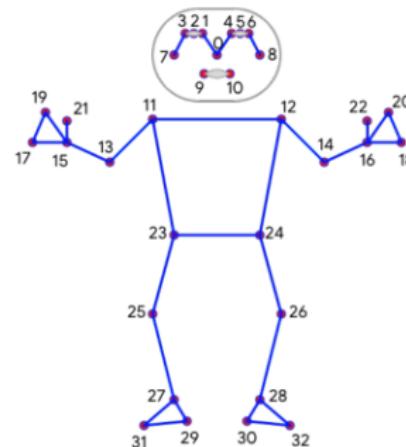
虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

我们结合了 BlazeFace、BlazePalma 和 Coco 使用的数据集，并研究了他们的并集之超集，提出了人体 33 个关键点。和 OpenPose 以及 Kinect 的关键点不同的是，本文在脸部，手部和脚部添加了更多的关键点，用来估计后续模型的 ROI。



陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

25 / 50



人体拓扑结构

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

关键点序号	关键点名称	关键点序号	关键点名称
0	鼻子	17	左小指
1	左眼内侧	18	右小指
2	左眼	19	左手
3	左眼外侧	20	右手
4	右眼内侧	21	左拇指
5	右眼	22	右拇指
6	右眼外侧	23	左髋关节
7	左耳	24	右髋关节
8	右耳	25	左膝
9	嘴巴左部	26	右膝
10	嘴巴右部	27	左脚踝
11	左肩	28	右脚踝
12	右肩	29	左脚后跟
13	左肘	30	右脚后跟
14	右肘	31	左脚
15	左手腕	32	右脚
16	右手腕		

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

26 / 50



PCK@0.2 值比较

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

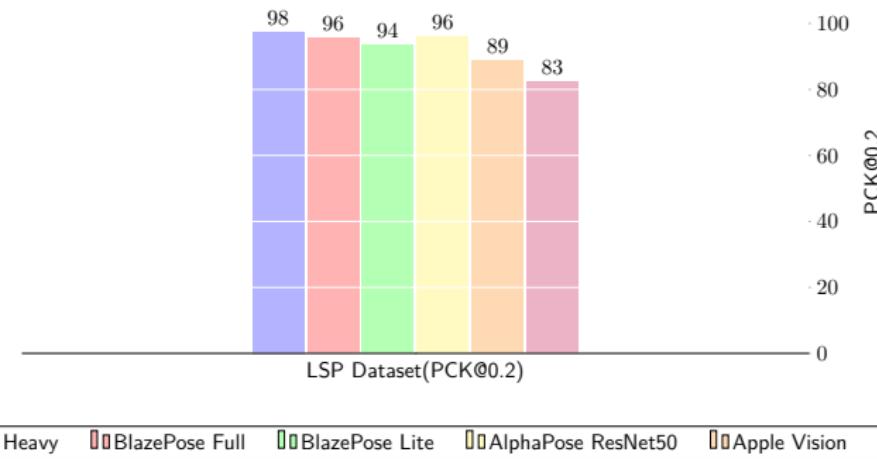
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

27 / 50



帧数比较

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

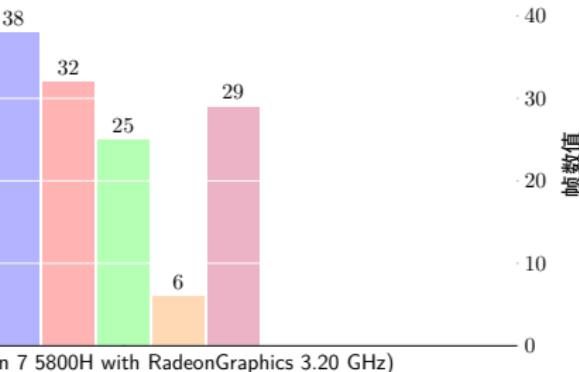
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

28 / 50



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

6 展望

7 Q&A



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

● 电脑端的姿态识别

● 移动端的姿态识别

● 虚拟机器人的姿态模仿

● 真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

30 / 50



mask&cloud_3d

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

该部分主要将图像中的人物检测出来并蒙版抠图，主要是为后续的关键点检测提供 ROI



左上为原图，后上是蒙版
左下是前景人像，右下为扣掉前景人像的背景

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

31 / 50



Single image

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

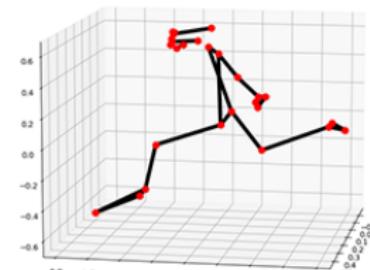
真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿



上方为原图，左下为关键点骨架图，右下为三维图

哈尔滨工业大学

32 / 50



camera

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

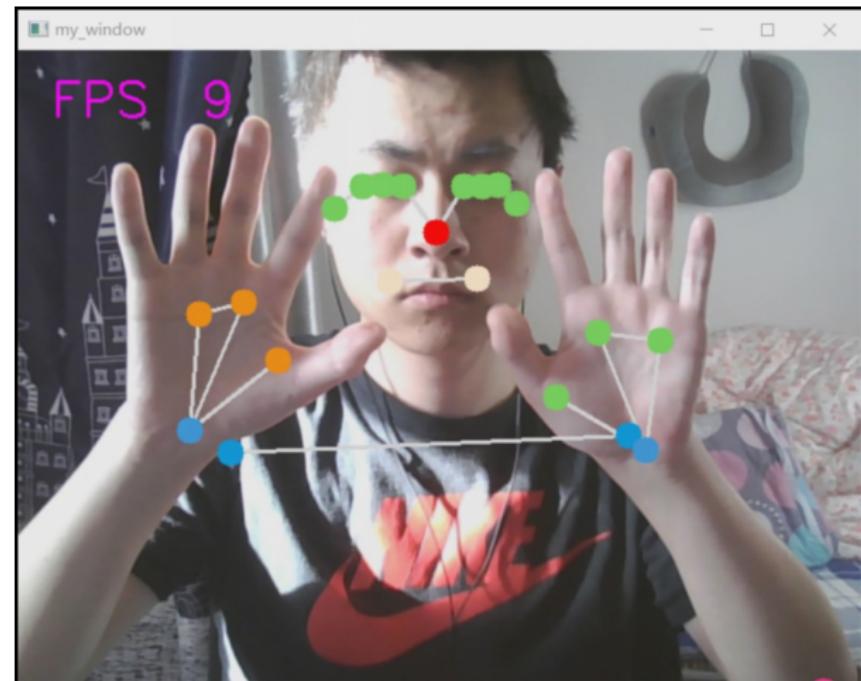
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



摄像头实时检测截图

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

33 / 50



video

基于 BlazePose
算法的机器人体姿态识别与模仿

陶冶

目次

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿势识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

6 展望

7 Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

35 / 50



移动端的姿态识别

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

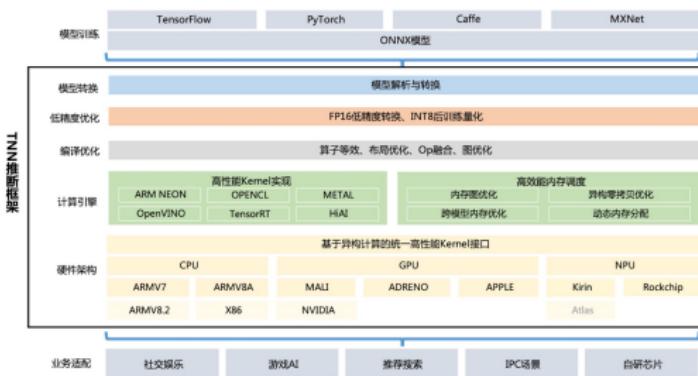
虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

对于移动端的部署，本项目采用腾讯的 TNN¹轻量化框架，其提供了各种框架模型（如 TensorFlow、PyTorch、Caffe 等）转化为 TNN 模型文件的脚本，还有丰富的 demo 可供学习。其架构图如下图。



¹<https://github.com/Tencent/TNN>



移动端的姿态识别

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

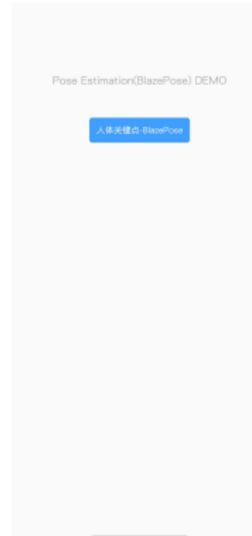
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

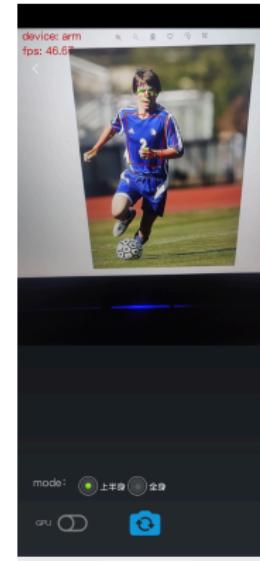
真实机器人的姿态模仿

展望

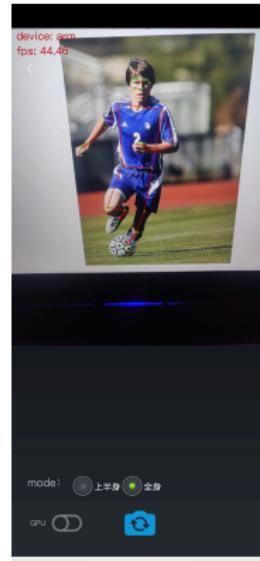
Q&A



app 主页面



使用 arm 的上半身检
测



使用 arm 的全身检测

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

37 / 50



移动端的姿态识别

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

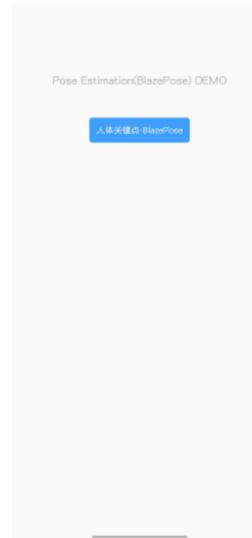
移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

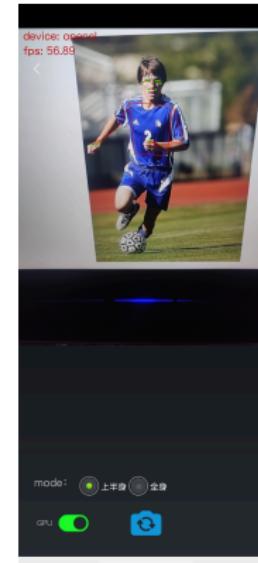
真实机器人的姿态模仿

展望

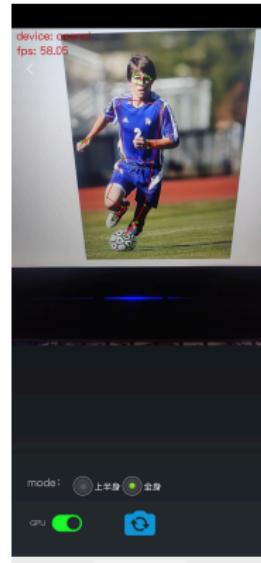
Q&A



app 主页面



使用 opencl 的上半身
检测



使用 opencl 的全身检
测

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

38 / 50



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

6 展望

7 Q&A



虚拟机器人的姿态模仿

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

本部分使用了 unity3d 创建了一个拥有 33 个关键点的虚拟火柴人。

再用 python 实时检测摄像头或者视频输入。获得每个点的相对位置和角度角度。使用 UDP，创建了在本机“127.0.0.1”上的 5052 端口，在此端口上进行数据传输，将每个点的位置传输到 unity 中，从而使得机器人能够姿态模仿。

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

40 / 50



虚拟机器人的姿态模仿

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

41 / 50



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿**

6 展望

7 Q&A



真实机器人的姿态模仿

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

对于真实机器人，我们使用 arduino 开发板和 SG90 舵机来完成实验，arduino 开发板指导 SG90 舵机调整旋转角度，从而达到完成姿态模仿的效果。至于数据传输，我们使用 USB 串联，主要库为 serial。

以右肘部姿态模仿为例，我们只需计算 12-14-16 的夹角即可。

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

43 / 50



角度计算

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

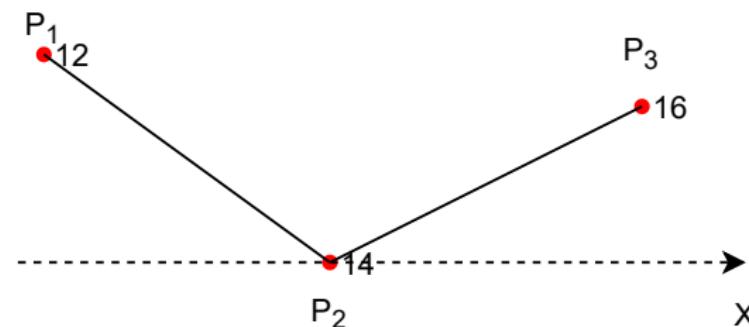
虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

记关键点 12 为 P_1 , 关键点 14 为 P_2 , 关键点 16 为 P_3 , 如图所示, 我们使用 `math.atan2` 函数, 分别计算出线 P_3P_2 和 X 轴的夹角 $\angle P_3P_2X$ 和线 P_1P_2 和 X 轴的夹角 $\angle P_1P_2X$, 然后再用 $\angle P_3P_2X - \angle P_1P_2X$ 即可得到 $\angle P_1P_2P_3$, 即右肘部对应的舵机应该旋转的角度。





角度计算

基于 BlazePose
算法的机器人人体姿态识别与模仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

角度计算代码

```
def findAngle(self, img, p1, p2, p3):
    # Get the landmarks
    x1, y1 = self.lmList[p1][1:3]
    x2, y2 = self.lmList[p2][1:3]
    x3, y3 = self.lmList[p3][1:3]

    # Calculate the Angle
    angle = math.degrees(math.atan2(y3 - y2, x3 - x2) -
                         math.atan2(y1 - y2, x1 - x2))

    if angle < 0:
        angle += 360

    return angle
```



真实机器人的姿态模仿

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

46 / 50



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

6 展望

7 Q&A



进一步的展望

- 进一步提高模型的轻量化和性能，使得模型能在部署在性能较差的机器人上，并且使得机器人处理更加复杂动作，改善交互体验。
- 该模型是 2.5D 模型，虽然拥有着 Z 轴的分量，但是语义信息的损失极大，如何在保证模型轻量化的同时提高 Z 轴分量信息的准确度是一大难题。
- 人体动作关键帧的准确提取。机器人通过自身的视觉系统捕获人体动作序列帧时，不用对每一帧图像进行处理，只需处理关键帧，其余的帧通过插值的方法估计出即可。如何得到这些动作关键帧需要进一步研究。



OUTLINE

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

1 选题背景及意义

2 国内外研究现状

3 研究思路

4 BlazePose 算法

5 算法的部署

- 电脑端的姿态识别
- 移动端的姿态识别
- 虚拟机器人的姿态模仿
- 真实机器人的姿态模仿

6 展望

7 Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

49 / 50



Q&A

基于 BlazePose
算法的机器人人
体姿态识别与模
仿

陶冶

目录

选题背景及意义

国内外研究现状

研究思路

BlazePose 算法

算法的部署

电脑端的姿态识别

移动端的姿态识别

虚拟机器人的姿态模仿

真实机器人的姿态模仿

展望

Q&A

That's all. Thank you!

Q&A

陶冶

基于 BlazePose 算法的机器人人体姿态识别与模仿

哈尔滨工业大学

50 / 50