

功能描述：移除手臂

程序语言：C++

库依赖：OpenCV

本文提出的手臂移除方法要求输入为：仅包含一个轮廓的掩模图

处理过程包括以下步骤：

(a)对初始掩模图进行轮廓检测；

(b)求掩模轮廓的最大内切圆，圆心记为 $palm_center$ ，半径记为 $palm_radius$ ；

(c)对初始掩模的轮廓进行 PCA 分析，均值记为 $src_hand_cont_mean$ ，主成分指向记为 $principle_orient$ ；

(d)确定以 $palm_center$ 为圆心、以 $radius$ 为半径的圆形区域， $radius$ 为 $palm_radius$ 的 $radius_coefficient$ 倍，在初始掩模图的副本中挖去该区域，即将该圆形区域内所有像素点置为 0；

(e)对挖去圆形区域的副本进行检测轮廓；

(f)如果未检测到任何轮廓，则初始掩模图不含手臂，算法结束；如果检测到轮廓，则求各轮廓对应的向量 $orient$ ， $orient$ 由 $src_hand_cont_mean$ 指向轮廓的均值点；

(g)计算各轮廓对应的 $orient$ 与主成分指向 $principle_orient$ 的夹角

(h)考虑最小夹角对应的轮廓，如果该轮廓包围的区域的面积小于阈值 arm_area_thresh ，则认为该轮廓不是手臂轮廓，初始掩模图不含手臂，算法结束；否则最小夹角对应的轮廓视为前臂轮廓，在初始掩模中将该区域置 0，完成手臂移除，算法结束。

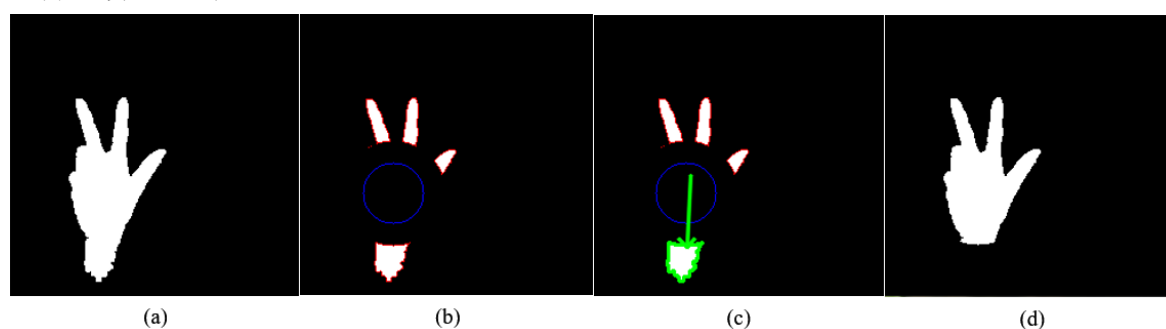


图 3-1 手臂移除算法示意图

实验中， $radius_coefficient$ 取 1.75， arm_area_thresh 取 400。算法流程如图 3-1 所示。子图(a)为输入手势图像。子图(b)中蓝色圆形为初始掩模的轮廓的最大内切圆，圆心近似手掌中心位置，从初始掩模中挖去以 $palm_center$ 为圆心、以 $radius$ 为半径的圆形区域后，原本连通的整个前景部分被分割为多个不连通的小区域，此时轮廓检测的结果用红色标识，共有 4 个轮廓。子图(c)中绿色箭头为对

初始掩模的轮廓进行 PCA 分析得到的主成分的指向，可以发现手臂轮廓相比其余三个手指轮廓，更靠近箭头所指方向，因此算法成功检测到手臂轮廓，在图中用绿色标识。子图(d)为最终的手臂移除结果，即从初始掩模中移除检测到的手臂轮廓包围的区域后的掩模。

图 3-2 给出了算法在各种不同输入掩模图下的表现，包括握拳、五指并拢、五指张开、复杂手势、手臂区域较小、没有手臂等情况。

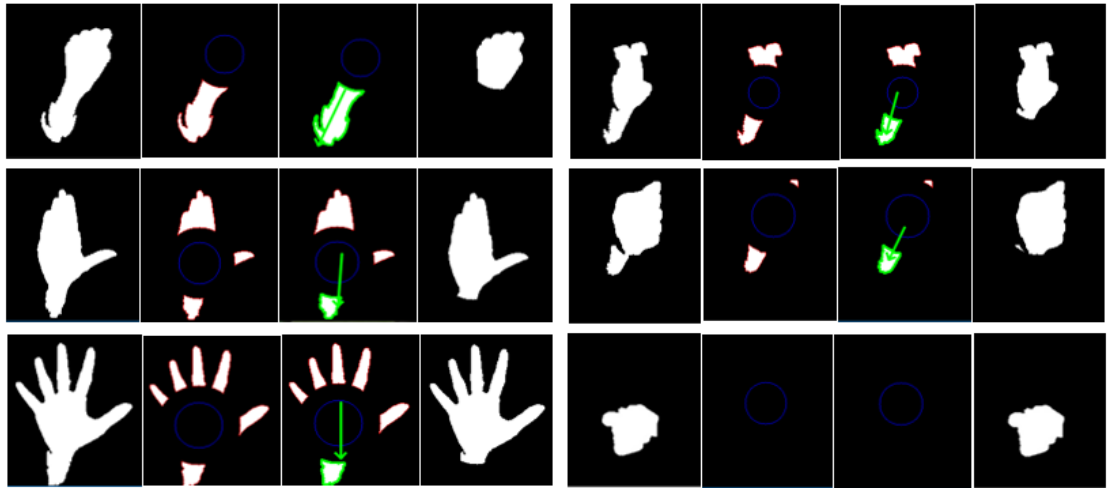


图 3-2 不同手势下的手臂移除效果

Bad Case: 当 PCA 主方向不符合手臂方向时

