4、许多产品需要进行临床的痤疮测试，其中痤疮严重程度分级仍需要依靠皮肤科医生的诊断。这种方法面临着不同医生的诊断标准不同、疫情期间不方便、经济性差等问题。

本问题旨在研究出可行的依据手机自拍照片实现痤疮等级评定的方法。而对于使用手机自拍照片进行评级也会有许多难点，譬如手机光线、拍摄角度、手机分辨率的不同和缺少专业临床诊断设备的辅助等。

5、近年来，计算机视觉算法广泛应用于医疗行业，尤其是以视觉与图像进行诊疗的皮肤科学领域。已有研究说明卷积神经网络可以在皮肤病的鉴别中取得较好的效果，本方案选用卷积神经网络来实现痤疮严重程度的评级。又由于本方案用于训练的数据集较小，所以采用迁移学习的方法结合深度学习网络来搭建评级模型。

目前，主要的评价痤疮严重程度的指标有两种：（1）分级。参照文字描述或者标准图像，对患者整体痤疮严重程度的主观评价。（2）计数。计量局部或者全身的痤疮皮损的数量。

由于手机自拍的角度以及手机分辨率的影响，会导致检测者面部痤疮数量无法被准确计量，因此该方法不适用于本问题。所以选择依据第一种评级指标搭建痤疮智能评级模型，即以手机自拍照片代替标准图像，搭建痤疮智能评级模型代替医生的主观评价。

7、本方案采用三度四级的分级方法将痤疮严重等级分为轻度、中度（II级）、中度（III级）和重度四类，通过互联网收集到不同光线下、正脸或侧脸的手机自拍图片356张，均已经过医生诊断，其中包括轻度痤疮图片94张，中度（II级）痤疮图片90张，中度（III级）痤疮图片89张，重度痤疮图片83张，每类以4：1的比例制作训练集和测试集。

8、由于迁移和微调 Xception 网络模型应用于痤疮严重程度评级后所得到的测试集准确率仅为95.6%，所以使用特征融合的方法提高评级准确率。本方案采用了融合两种网络所提取的特征来实现特征融合，将 Xception 和InceptionResNet-V2两个模型的特征提取网络融合。

本方案采用准确率和损失值作为模型的评判指标，使用痤疮数据集训练改进后的模型，模型测试集准确率为98.4%，采用特征融合方法后各项指标变化如右图所示。

9、通过对数据集图像进行镜像翻转和左右各旋转30度的方法。给图像增加噪声、图像模糊处理和调节图片曝光的方法增强图像，模拟不同型号手机在不同光线条件下的拍摄效果。

10、使用彩色恢复多尺度 MSRCR 算法来削弱手机光线条件不同对评级结果的影响。MSRCR 算法引入了颜色恢复因子，提升了色彩及细节的保持能力，在处理自拍图像时既能保证了自拍图像的灰度，又一定程度地提升了图像色彩的饱和度，对图像色彩保持效果较好。我们在这放了一张处理前后的图片作为参考。

12、迁移学习可缓解小样本产生的过拟合问题 ，本方案将 ImageNet 数据库中训练好的模型权重参数迁移至基于 Xception 的痤疮严重程度分级的网络中，来提升所构建模型分类效果。具体做法如下面所列的步骤，是保持原始Xception网络最后一层之前各层参数，删除网络最后一层全连接层，加入一层池化层和全连接层，随后加入痤疮图像集对模型参数进行微调，并加入 dropout 层处理避免模型过拟合。痤疮严重程度分级网络的分类函数为 softmax，输出类别根据不同严重程度等级分为了4个等级。右边这个图为基于 Xception 的痤疮评级模型结构和搭建模型的步骤。

13、初始定义一个学习率之后，经过一定epoch迭代，模型效果不再提升，该学习率可能已经不再适应该模型。需要在训练过程中缩小学习率，进而提升模型训练效果。使用keras中的回调函数ReduceLROnPlateau。初始的学习率过小，会需要非常多次的迭代才能使模型达到最优状态，训练缓慢。如果开始给一个大点的学习率，能够快速收敛，然后训练过程中不断缩小学习率，可以快速又精确的获得最优模型。

1. 本方案使用的迁移学习结合特征融合的算法对手机自拍图像进行痤疮严重程度评级，准确率可达98%。有许多学者也使用过其他方法进行痤疮严重程度的评级。如右边所示，展示了相关模型及其准确率，譬如使用卷积神经网络 ResNet 和 Faster R-CNN 识别微型数码单反拍摄的左右面部图像，实现皮肤痤疮严重等级诊断，正确率分别为72%和76%。或者使用模糊循环神经网络对皮肤镜图像进行识别，进而实现皮肤痤疮严重程度等级诊断，正确率达到96%。下表罗列了这些痤疮严重程度评级相关文献中所取得的准确率。对比可知，本方案所使用的方法能获得较高的准确率。

——————————————————————————————————————————————————————

17、

1. 使用其他特征融合算法，譬如人工提取特征+神经网络提取特征的方法；

（3）依赖特征工程的传统图像识别技术对高度相似图像识别困难，对此提出一种融合方向梯度直方图（HOG）与模型的图像识别方法。首先由HOG算子提取图像的局部纹理特征，然后将特征向量与原图像的矩阵连接形成5通道数图片输入模型中训练从而减少图像色彩的影响、提高模型对图像线条的敏感度。测试和输出分类结果，通过组合对比试验，提高数据的鲁棒性以及图像的平均正确识别率

（4）建立在线检测平台，试验者与市场部均可接入平台。建立初期，试验者选择对应的试验产品，并按要求上传手机自拍照，平台对试验者们上传的手机自拍照进行分析评级，由此综合评估产品的致痘性。后期可根据产品功能推出更多的检测板块，如色斑检测等，以测试产品的祛斑能力，产品部可根据评估结果对产品进一步改良。同时还可在后台建立数据库，并根据训练(一定量的数据/一段时间的数据)的结果进行数据分析的评级(最新时间段的数据可能会保存新型痤疮的图像数据，而一定量的数据保证模型训练的数据量需求避免数据量过小导致的判断错误)，并不断扩充数据集