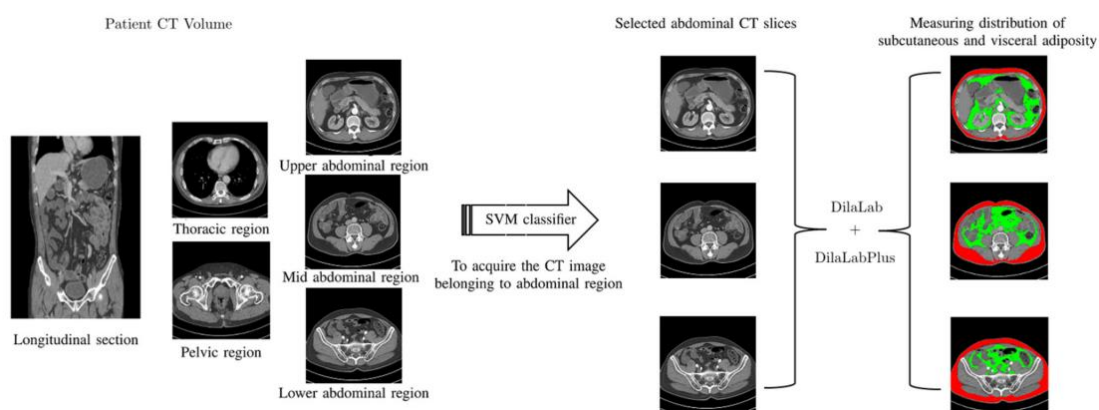


# README

## 一、整体框架

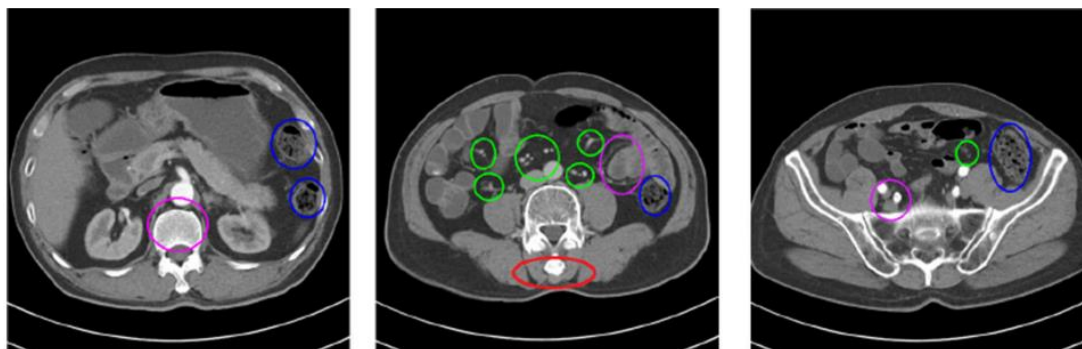
该项目提供了一个全自动分割框架，用于从 CT 中自动选择腹部 CT 图像，并自动提取皮下脂肪和内脏脂肪组织，无绘制腹壁等人工干预手段；



之前的方法的一些缺点：

- (1) 在特定区域（例如，在腹部区域或者骨盆区域）进行分割；
- (2) 一些模型需要人工干预，例如绘制腹壁、需要半自动验证；
- (3) 需要大量的训练数据；
- (4) 之前的工作是采用小的 patches，比如  $64 \times 64$ ，这会产生图像扰动，在临床实践中导致不正确的分割，本项目使用的是  $512 \times 512$  的大分辨率图，
- (5) 没有充分考虑解剖学的特征，一些不太显眼的肠腔、肌肉脂肪等；

## 二、难点



### (1) 误分类

例如，蓝色轮廓组织是肠腔，并且内部组织容易错误分类为内脏脂肪。这种相似性增加了分类错误的概率。

### (2) 分布复杂

内脏脂肪的几个狭窄部分，例如粉红轮廓区域，定义为阳性内脏脂肪，并且很难找到，因为他们不明显，狭窄、孤立。绿色轮廓区域（肠毛细血管组织）定义为负内脏组织，容易被错误分类，因为邻近区域效应可能会抑制感受野。

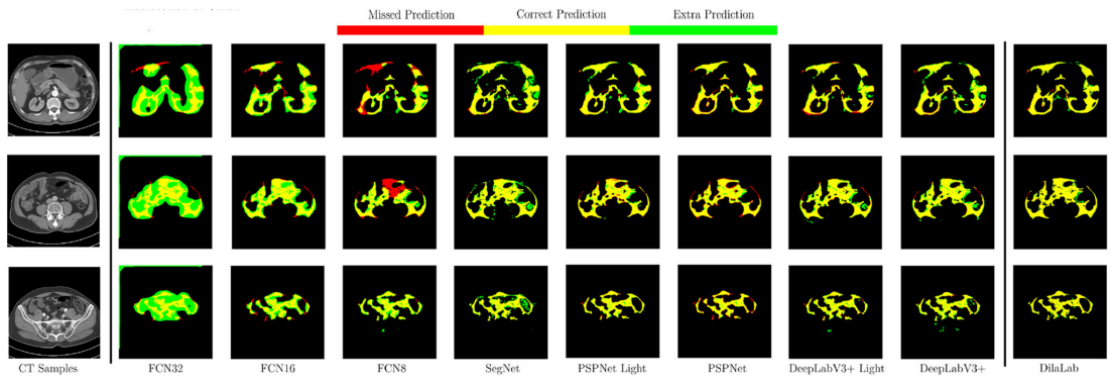
### (3) 非腹部内脂肪

模型应该适应于提取非腹部内脂肪，例如：肌肉脂肪、红色轮廓组织。

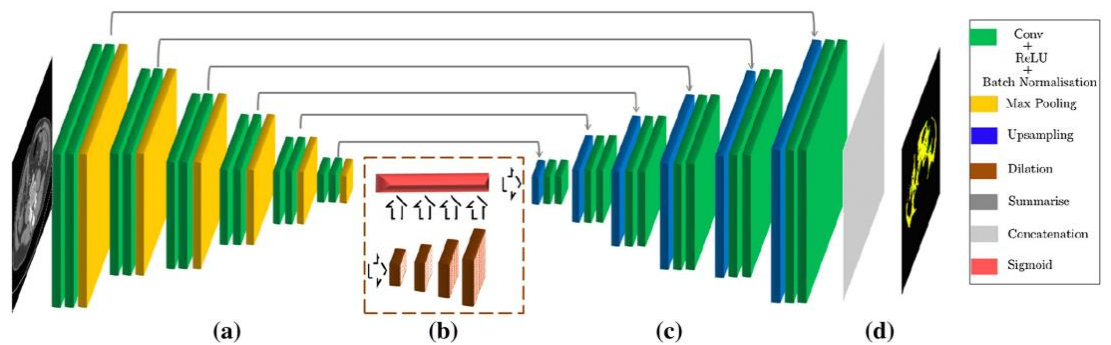
三、腹部CT 判别  
各种分类器比较：

Classifier	Training time (s)	Train score	Test accuracy	Classification report			
				Precision	Recall	f1-score	Support
Decision tree + HOG	25.96	0.9808	0.9808	0.98	0.98	0.98	1100
Random forest + HOG	17.22	0.8269	0.8269	0.88	0.83	0.82	1100
AdaBoost + HOG	193.07	0.6346	0.6346	0.49	0.63	0.52	1100
SVM-HOG	55.40	0.9983	0.9983	1	0.99	0.99	1100

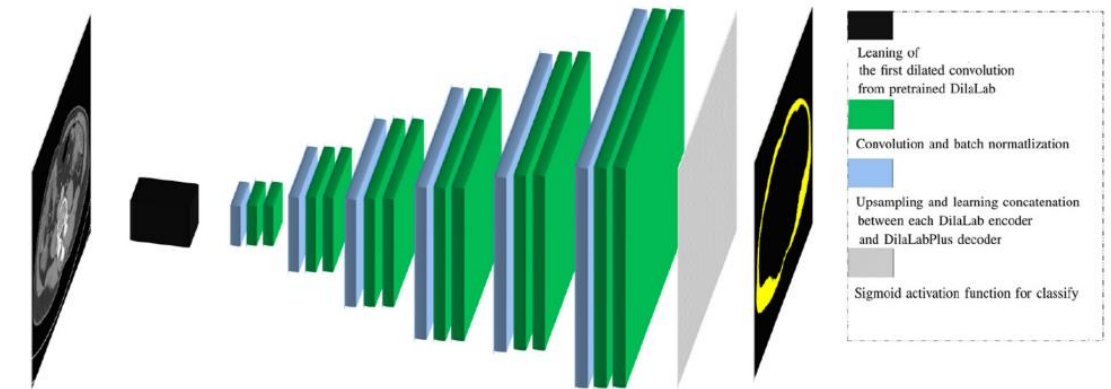
四、state-of-art 网络比较  
使用 FCNs, SegNet、PSPNets、DeepLabV3+进行了内脏脂肪分割提取和比较：



五、DilaLab

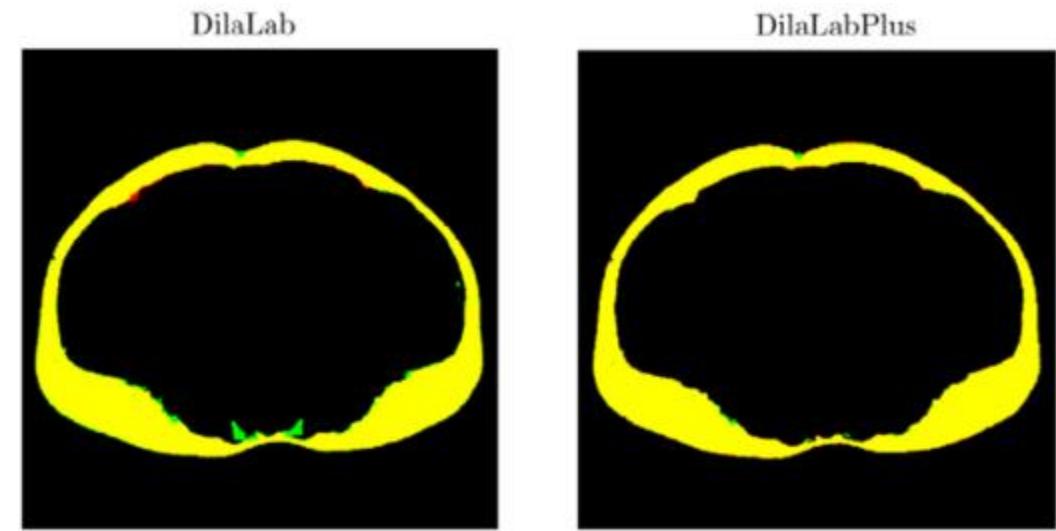


六、DilaLabPlus



七、DilaLab&DilaLabPlus

在皮下脂肪的分割效果对比：



运行时间、参数量比较：

Model	Model analysis report				
	FLOPs	Params	Train rate (ms/setp)	Train time (s)	Test rate (s/im)
DilaLab	$13.8604 \times 10^8$	$6.8253 \times 10^8$	73	683.0077	4.6741
DilaLabPlus	$3.9424 \times 10^8$	$1.9695 \times 10^8$	32	455.6625	5.8758

八、效果

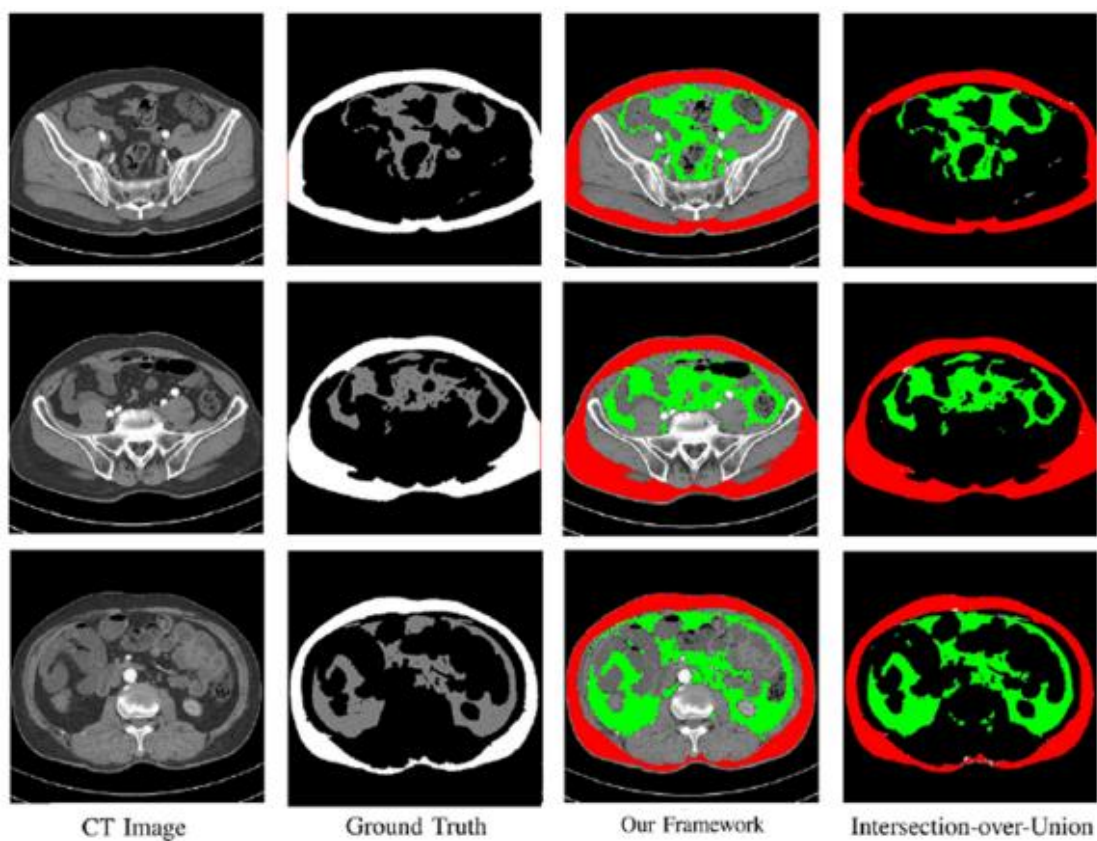
内脏脂肪：

Networks	Evaluation of VAT			
	Pixel-wise accuracy	False-positive rate	False-negative rate	Specificity
FCN32	$0.8412 \pm 0.0320$	$0.3305 \pm 0.0329$	$0.0986 \pm 0.0421$	$0.8483 \pm 0.0298$
FCN16	$0.9139 \pm 0.0340$	$0.2980 \pm 0.0249$	$0.1735 \pm 0.0416$	$0.8706 \pm 0.0211$
FCN8	$0.9556 \pm 0.0349$	$0.2577 \pm 0.0255$	$0.1551 \pm 0.0306$	$0.9301 \pm 0.0212$
SegNet	$0.9577 \pm 0.4119$	$0.0558 \pm 0.0513$	$0.3089 \pm 0.0300$	$0.9509 \pm 0.0307$
PSPNet light	$0.9692 \pm 0.0270$	$0.0333 \pm 0.0287$	$0.0306 \pm 0.0231$	$0.9734 \pm 0.0216$
PSPNet	$0.9137 \pm 0.0026$	$0.0625 \pm 0.0027$	$0.0934 \pm 0.0024$	$0.9137 \pm 0.0026$
DeepLabV3+ light	$0.9789 \pm 0.0138$	$0.0293 \pm 0.0374$	$0.0424 \pm 0.0355$	$0.9823 \pm 0.0151$
DeepLabV3+	$0.9788 \pm 0.0135$	$0.0213 \pm 0.0129$	$0.0300 \pm 0.0203$	$0.9786 \pm 0.0151$
DilaLab	$0.9782 \pm 0.0134$	$0.0123 \pm 0.0133$	$0.0075 \pm 0.0023$	$0.9836 \pm 0.0191$

皮下脂肪：

Networks	Evaluation of SAT			
	Pixel-wise accuracy	False-positive rate	False-negative rate	Specificity
FCN32	$0.9280 \pm 0.0240$	$0.0765 \pm 0.0259$	$0.0632 \pm 0.0046$	$0.9321 \pm 0.0224$
FCN16	$0.8755 \pm 0.0021$	$0.2398 \pm 0.0064$	$0.0654 \pm 0.0057$	$0.8721 \pm 0.0061$
FCN8	$0.8756 \pm 0.0018$	$0.2499 \pm 0.0013$	$0.0848 \pm 0.0262$	$0.8731 \pm 0.0010$
SegNet	$0.9727 \pm 0.0254$	$0.0272 \pm 0.0239$	$0.0249 \pm 0.0360$	$0.9728 \pm 0.0265$
PSPNet light	$0.9355 \pm 0.0732$	$0.0960 \pm 0.0881$	$0.1383 \pm 0.1078$	$0.9415 \pm 0.0789$
PSPNet	$0.9401 \pm 0.0730$	$0.0598 \pm 0.0730$	$0.1042 \pm 0.0953$	$0.9401 \pm 0.0730$
DeepLabV3+ light	$0.9878 \pm 0.0110$	$0.0186 \pm 0.0285$	$0.0327 \pm 0.0378$	$0.9901 \pm 0.0056$
DeepLabV3+	$0.9875 \pm 0.0102$	$0.0128 \pm 0.0108$	$0.0214 \pm 0.0188$	$0.9874 \pm 0.0113$
DilaLab	$0.9784 \pm 0.0161$	$0.0088 \pm 0.0143$	$0.0061 \pm 0.0032$	$0.9903 \pm 0.0319$
DilaLabPlus	$0.9833 \pm 0.0084$	$0.0070 \pm 0.0084$	$0.0053 \pm 0.0023$	$0.9943 \pm 0.0100$

可视化：



## 九、不同样本量效果比较

### 内脏脂肪

Number of samples	Evaluation of visceral adipose tissue			
	Pixel-wise accuracy	False-positive rate	False-negative rate	Specificity
1100 Samples	$0.9782 \pm 0.0134$	$0.0123 \pm 0.0133$	$0.0075 \pm 0.0023$	$0.9836 \pm 0.0191$
70 Samples	$0.9756 \pm 0.0229$	$0.0149 \pm 0.0240$	$0.0078 \pm 0.0017$	$0.9891 \pm 0.0174$

### 皮下脂肪

Number of samples	Evaluation of subcutaneous adipose tissue			
	Pixel-wise accuracy	False-positive rate	False-negative rate	Specificity
1100 Samples	$0.9833 \pm 0.0084$	$0.0070 \pm 0.0084$	$0.0053 \pm 0.0023$	$0.9943 \pm 0.1001$
70 Samples	$0.9823 \pm 0.0063$	$0.0055 \pm 0.0057$	$0.0057 \pm 0.0011$	$0.9995 \pm 0.0138$

## 十、公开数据集验证

DeepLesion 数据集：



