






LETTERS

<https://doi.org/10.1038/s41591-019-0447-x>

nature  
medicine

Corrected: Author Correction

# End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography

Diego Ardila <sup>1,5</sup>, Atilla P. Kiraly<sup>1,5</sup>, Sujeeth Bharadwaj<sup>1,5</sup>, Bokyung Choi<sup>1,5</sup>, Joshua J. Reicher<sup>2</sup>, Lily Peng<sup>1</sup>, Daniel Tse <sup>1\*</sup>, Mozziyar Etemadi <sup>3</sup>, Wenxing Ye<sup>1</sup>, Greg Corrado<sup>1</sup>, David P. Naidich<sup>4</sup> and Shravya Shetty<sup>1</sup>

低剂量胸部CT三维深度学习的端到端肺癌筛查

Google AI、斯坦福大学、纽约大学



## 摘要

- 低剂量计算机断层扫描肺癌筛查已显示可降低死亡率20-43%，目前已被纳入美国筛查指南中。
- 我们提出了一种深度学习算法，利用患者当前和以前的CT volume来预测肺癌的风险。我们的模型在6,716例国家肺癌筛查试验中取得了最先进的表现(曲线下面积94.4%)，并在1,139例独立临床验证集上取得了类似的效果。
- 我们的模型优于所有6名放射科医生，假阳性和假阴性的绝对减少了11%和5%。
- 这为通过计算机辅助和自动化优化筛选过程创造了机会。虽然绝大多数患者仍未筛查，但我们显示了深度学习模型在全球范围内提高肺癌筛查准确性、一致性和采用度的潜力。



我们的目标是建立一个端到端的方法，使用输入的CT数据进行**癌症定位**和**肺癌风险分类任务**。该模型经过训练，输入整个CT volume后自动生成一个评分，预测患者在同一研究年是否被诊断为癌症。

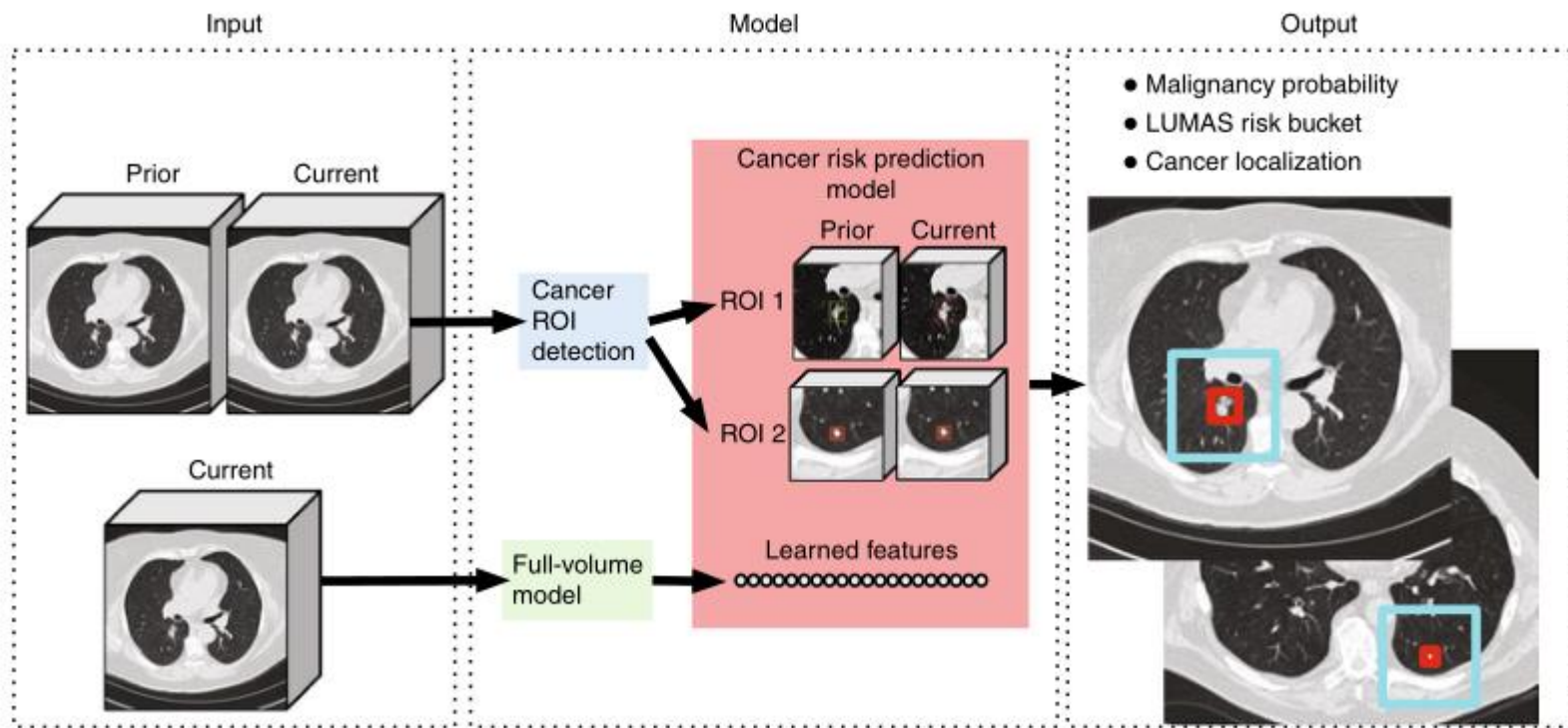
**数据集：NLST(The National Lung Screening Trial)**

### 美国肿瘤协会进行的国家肺筛选试验

该数据集包含14851例患者的42290例CT病例，其中638例在1年随访期内发展为活检证实的癌症。

如果在筛选研究年度内活检或手术切除的结果为阳性，则认为单个体积为癌症阳性；如果患者在1年的随访筛查中无癌症，则认为肿瘤为阴性。

从多个机构收集LDCT，层间距从1.25 mm到5 mm不等，扫描仪供应商因研究中心而异。为了更好地代表典型的现代筛查方案的层间距，我们过滤掉了5 mm扫描42，剩余的最大层间距为2.5 mm.





## LUMAS (lung malignancy scores)

模型输出的结果是0-1的数值，定义三个操作点将其分为四级癌症级别。

在肺RADS分级中，

I类代表无结节或确定为良性结节；

II类结节代表良性结节；

节点1 PPV(positive predictive value)=0.11

III类结节即未定性结节；

节点2 PPV=0.15

IV类结节代表着可疑恶性结节，IV类中又可分为IVa、IVb、IVc；

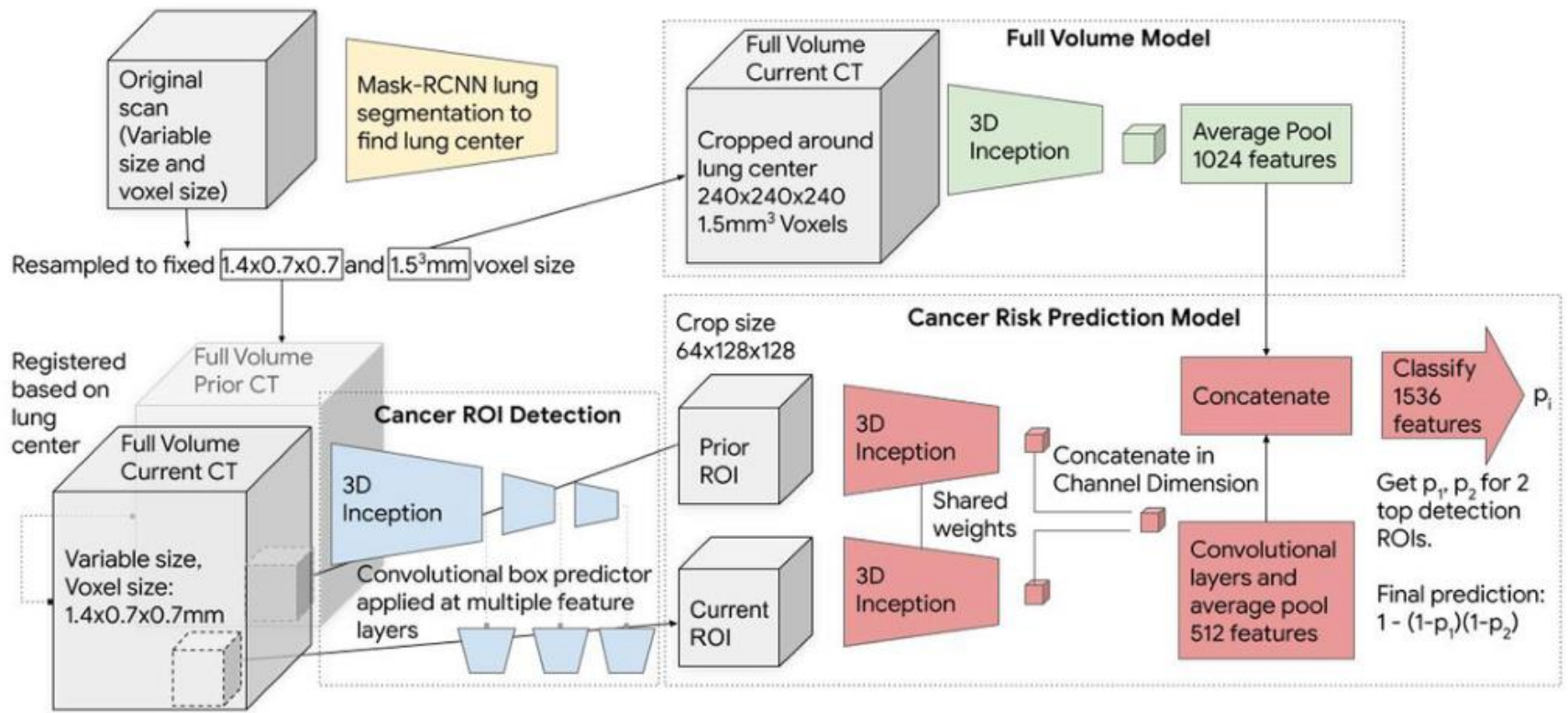
IVa类结节恶性风险数较低，恶性概率在5%-15%；

节点3 PPV=0.25

IVb类结节为原位癌或微浸润癌可能，恶性程度大概 > 15%；

IVc类结节恶性程度相对大，病变会持续存在，实性成分会逐渐增多或增大、出现毛刺，程度比IVb期结节恶性程度高；

V类结节，强烈提示恶性结节，IV类结节是组织学已经病理证实的恶性结节。





## 我们的新方法中有三个关键组件

### ➤ “full-volume model “

构建了一个3D CNN模型，该模型使用具有病理确诊癌症的LDCT volume作为训练数据，对整个CT体积进行端到端分析。

### ➤ “cancer ROI detection model”

训练了一个CNN ROI (region-of-interest) 检测模型来检测CT volume中的3D癌症候选区域。我们收集了额外的bounding box标签来训练这个模型。

### ➤ “cancer risk prediction model”

开发了一个CNN癌症风险预测模型，该模型同时基于以上两个模型的输出，然后输出一个恶性肿瘤的预测评分。



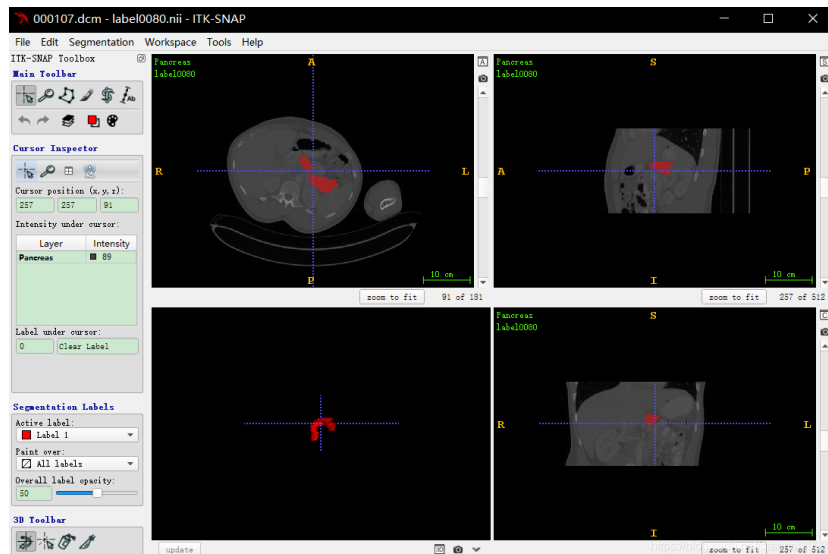
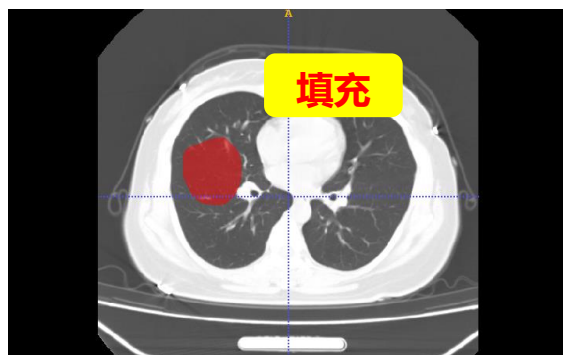
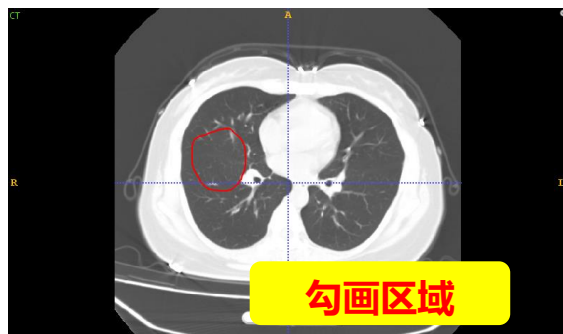
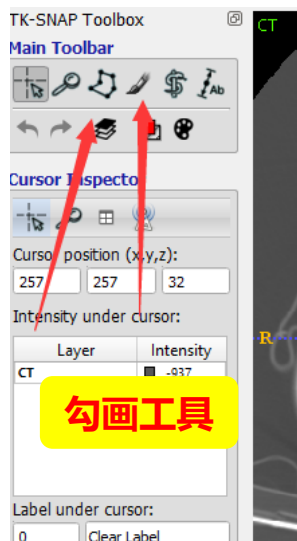




# 使用ITK-SNAP软件进行医学图像的标注 (label标签设置、调整等)

<http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php?n=Downloads.SNAP3>

ITK-SNAP提供对DICOM格式图像进行标注的工具，在菜单栏可以选择勾画工具，进行闭合轮廓绘制。



标注后案例