

# Echo State Networkを用いたユニバーサル病変検出器の検討

金沢工業大学 工学研究科 情報工学専攻  
中沢研究室 清水 聖那

## 研究背景と問題点

病院で撮影されたCTやMRI、レントゲン写真等の画像は放射線診断医により読影され、その結果をもとに医師は治療方針を決定している。

日本では先進国に比べCTやMRIの数は3~5倍であるが、放射線診断医の数は先進国平均の約半分である。また、近年の撮影機器の性能向上により撮影枚数が増加し、放射線診断は逼迫している状態である。

これに対し、機械学習を用いたユニバーサル病変検出器 (ULD) の研究が近年、盛んに行われている。しかし、従来の手法では完全畳み込みニューラルネットワーク等の深層学習の手法が用いられているため、学習・推論時の計算コストが非常に高く、多くのハードウェア資源が必要となっている。

そこで本研究では、学習コストが低く高い性能を期待できると知られているリザーブコンピューティングの代表的手法であるEcho State Network (ESN) を用いたULDの検討を行う。

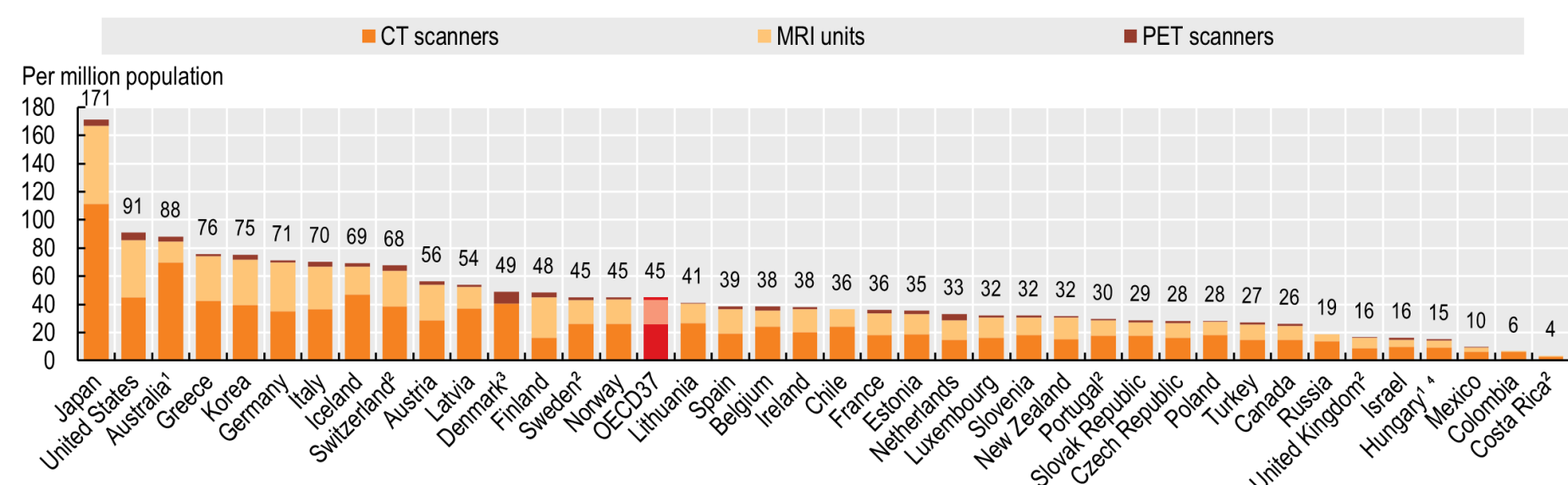


図1. 各国の100万人あたりの検査機器数  
(出典:Health at a Glance 2021 - © OECD 2022(Affordability, availability and use of services - Figure 5.21. CT scanners, MRI units and PET scanners, 2019 (or nearest year)))

## データセット

### DeepLesion

アメリカ国立衛生研究所 (National Institutes of Health, NIH) が提供するCT画像のデータセット。このデータセットには4,427人の患者の10,594件の検査から得られた32,120枚のCTスライス画像中の32,735個の病変が存在し、肺結節、肝腫瘍等の多くの病変が記録されている。頭部から脚部まで広い範囲のCT画像が存在しており、ULDの研究ではよく用いられている。

また、診断時の各種条件 (CT値、撮影幅など) や病変のサイズ、RECIST径、領域を示すバウンディングボックスの座標など多くの情報が提供されている。

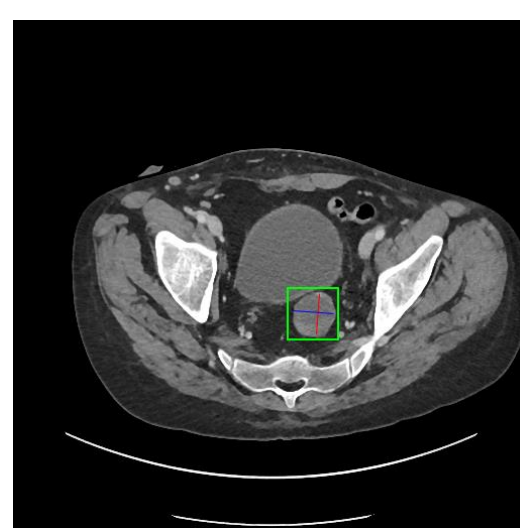


図2. DeepLesionで提供されている画像の例

## 前処理

入力画像を6つのCT値によって変換した後、先行研究(An experimental evaluation of echo state network for colour image segmentation)を参考に画像上の1pixelごとにそのpixelの値とそのpixelを中心とした一定範囲の標準偏差と平均をそれぞれ計算しネットワークに入力する。

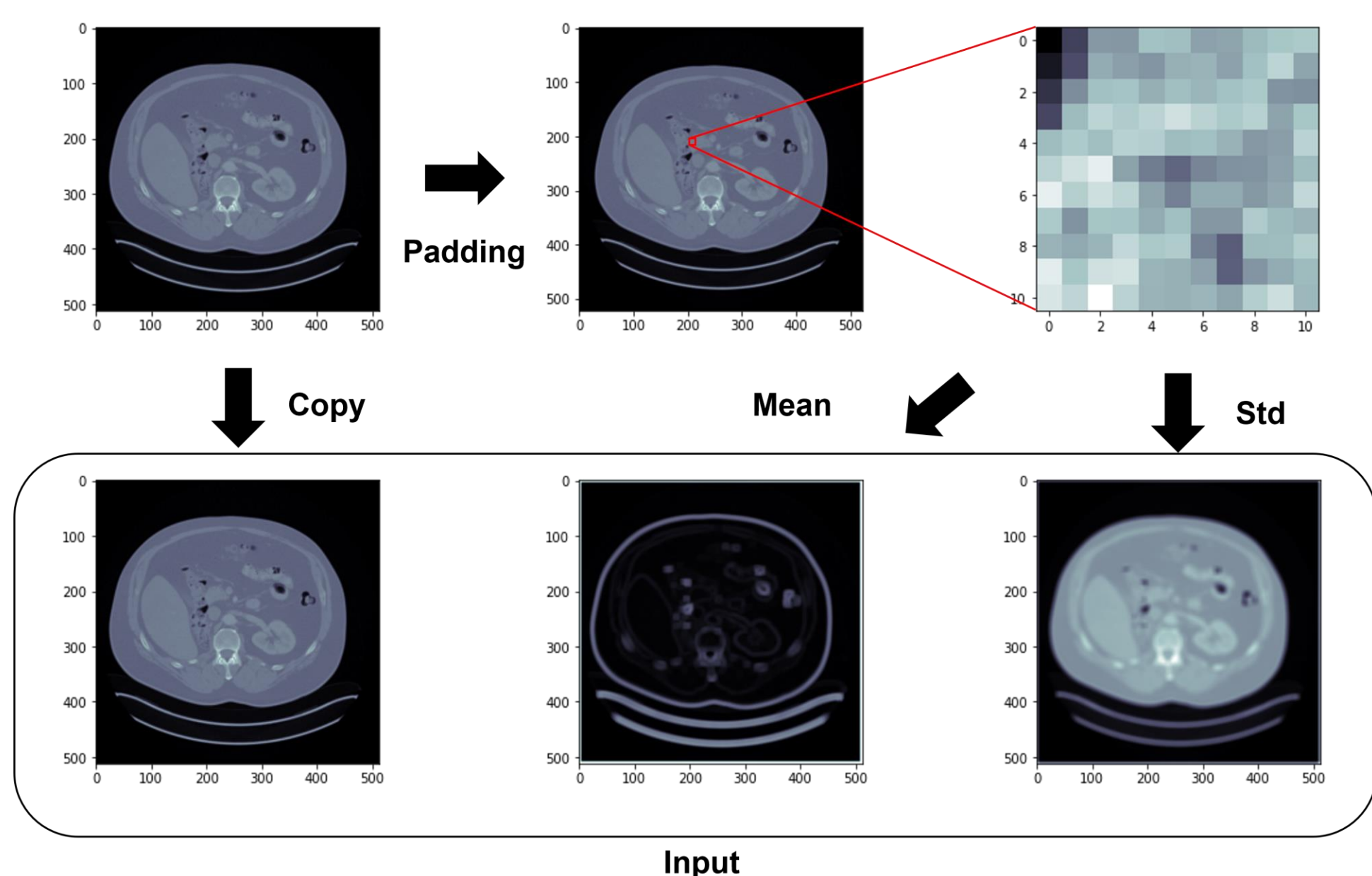


図3. 画像の前処理

## マスク画像生成

ESNを用いた物体検出では、ESNの特徴に合わせて密なマスク画像が必要であったため、LetinaNetで行われていた方法を参考にRECIST径から生成された領域を用いたGrabCutによる疑似マスク画像生成を行った。

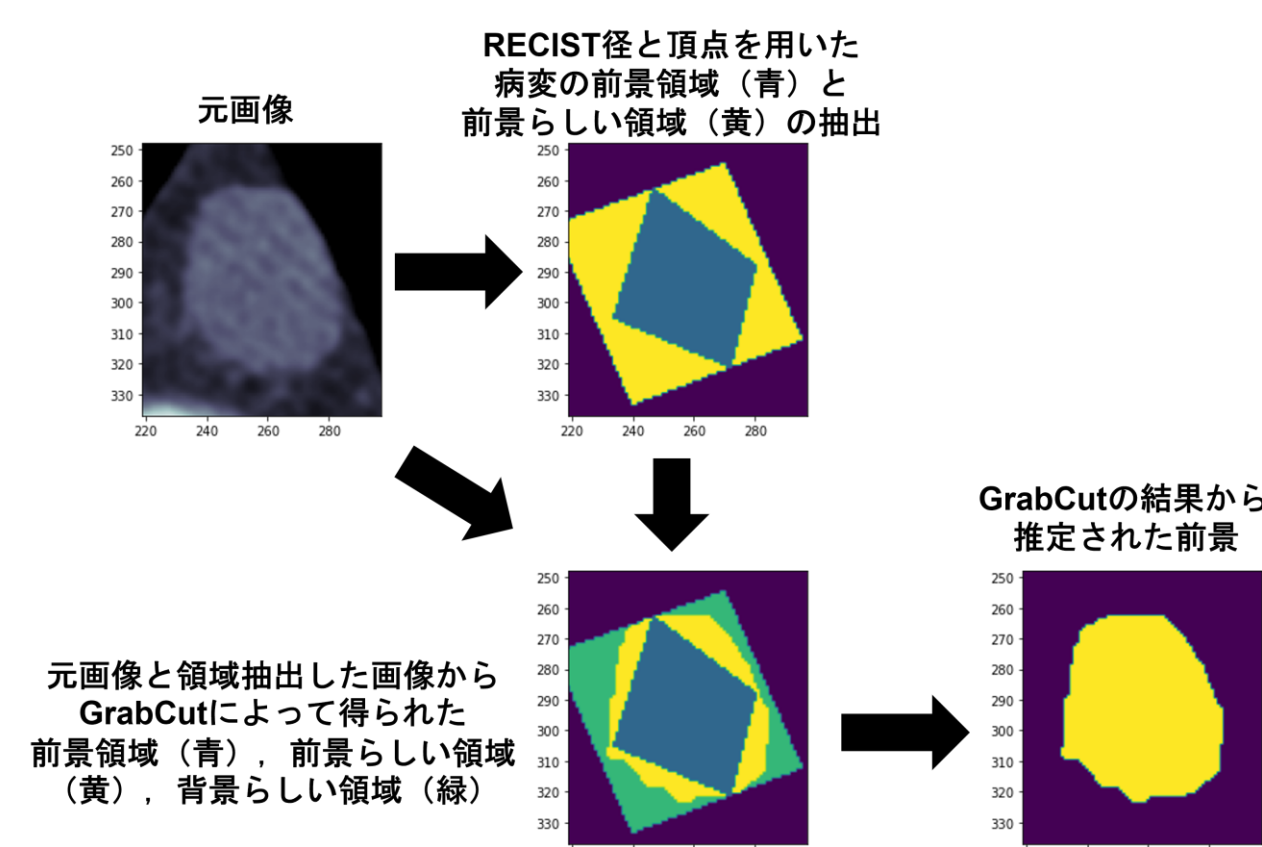


図4. 疑似マスク画像生成

## ネットワークモデル

ネットワークモデルとして入力からESNに入力した後、読み出しを行うための25\*2のシグモイド層と出力層に0から1の数値を返すReLUを用いた層を繋いでいる。

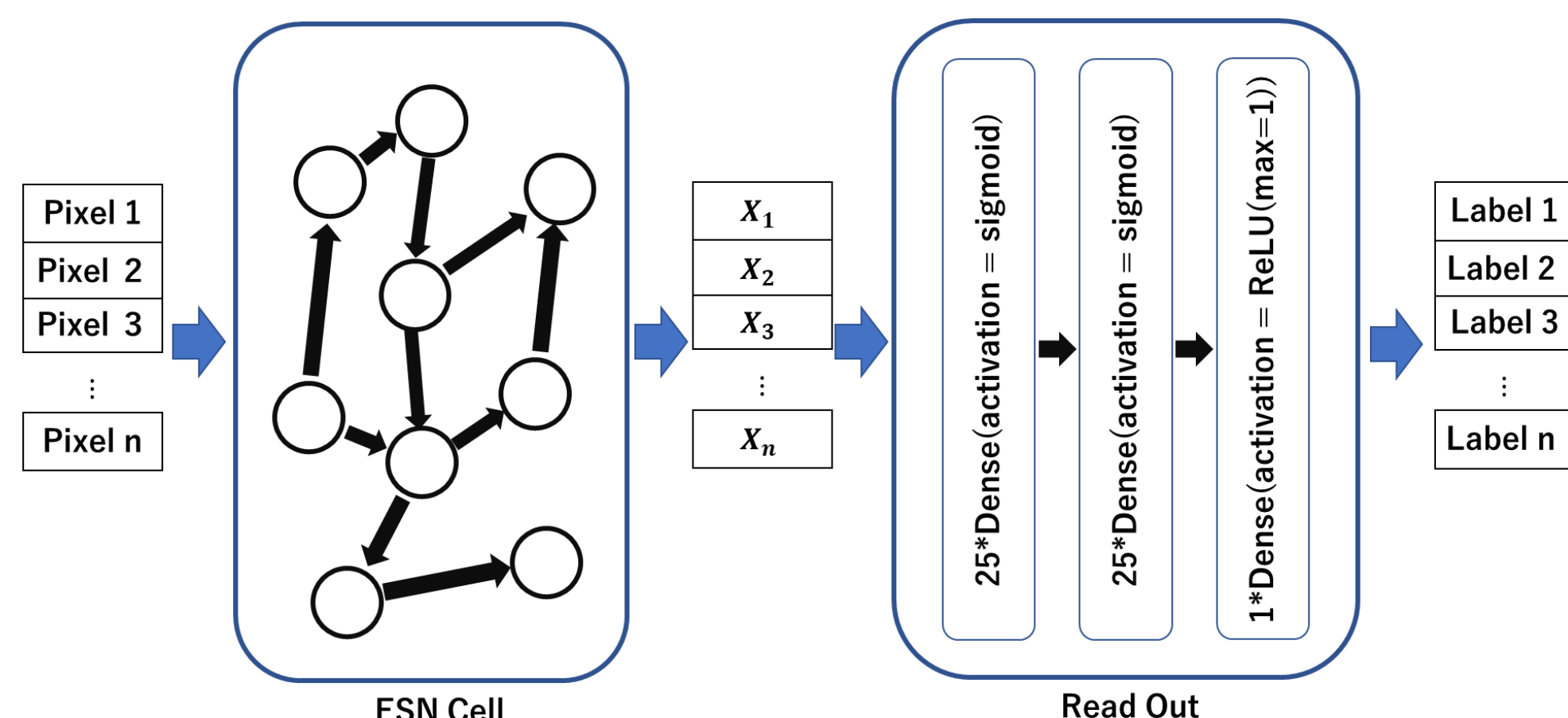


図5. ネットワークモデル

## 評価方法

すべての評価用画像の適合率 (Precision) と再現性 (Recall) の平均を計算し、どの程度の推論が行えているかを確認する。

CPU及びGPU使用時の推論を行った際のメモリ消費量などを先行研究と比較する。

## 現状での問題点と今後の展望

ESNを用いた病変検出器よりも完全畳み込みニューラルネットワークを用いた検出器のほうが推論の時間が圧倒的に早い。

画像枚数が多く、すべての画像を使った学習を行っていない。

## 参考文献

- 1 Ke Yan, Xiaosong Wang, Le Lu, Ronald M. Summers, "DeepLesion: Automated Mining of Large-Scale Lesion Annotations and Universal Lesion Detection with Deep Learning", Journal of Medical Imaging5(3), 036501 (2018), doi: 10.1117/1.JMI.5.3.036501
- 2 Abdelkerim Souahlia, Ammar Belatreche, Abdelkader Benyettou, Kevin Curran, "An experimental evaluation of echo state network for colour image segmentation", IJCNN 2016(1143-1150), doi: 10.1109/IJCNN.2016.7727326
- 3 Martin Zlocha, Qi Dou, Ben Glocker, "Improving RetinaNet for CT Lesion Detection with Dense Masks from Weak RECIST Labels", MICCAI(6)2019(402-410), doi:10.1007/978-3-030-32226-7\_45
- 4 Manu Sheoran, Meghal Dani, Monika Sharma, Lovekesh Vig, "DKMA-ULD: Domain Knowledge augmented Multi-head Attention based Robust Universal Lesion Detection", CoRR abs/2203.06886 (2022)