

108學年度大學部專題競賽



國立清華大學資訊工程學系
Department of Computer Science, National Tsing Hua University

醫學影像去雜訊

Medical Image Denoising with Machine Learning

范孜亦、簡子昀、李俊廷

簡介

由於醫學影像會因為病人生理動作、設備情況等影響，導致產出的圖像有雜訊，增加醫師判斷上的難度，因此本文欲透過深度學習的概念，探討如何能有效去除電腦斷層掃描圖 (CT) 以及核磁共振成像 (MRI) 的雜訊。使用的方法為先圈選好少量雜訊供卷積神經網路 (CNN) 學習，再藉由 CNN 的能力替我們提取出更多雜訊，將這些雜訊疊加到原圖上即可形成一張較乾淨的圖和一張較多雜訊的 Paired Data，運用這組 Paired Data 當作輸入資料，導入 Autoencoder 中進行雜訊去除，經過幾次迭代的雜訊去除後，最後獲得一張乾淨的影像。

網路架構

Part1: 雜訊提取與合成

在影像中圈選雜訊以及非雜訊兩種 ROI 數張作為訓練 CNN 分類器的訓練集。接著以 Sliding Window 的方式將影像切成小塊，輸入 CNN 分類器中分類並提取出雜訊。最後，我們將雜訊隨機組合出一張與影像大小相同的雜訊圖（如圖1），生成一張雜訊更加嚴重的影像（如圖4），與原影像組成一對 Clean-dirty Paired Data，作為下一階段 ARN 的訓練資料。



圖1: Artifact

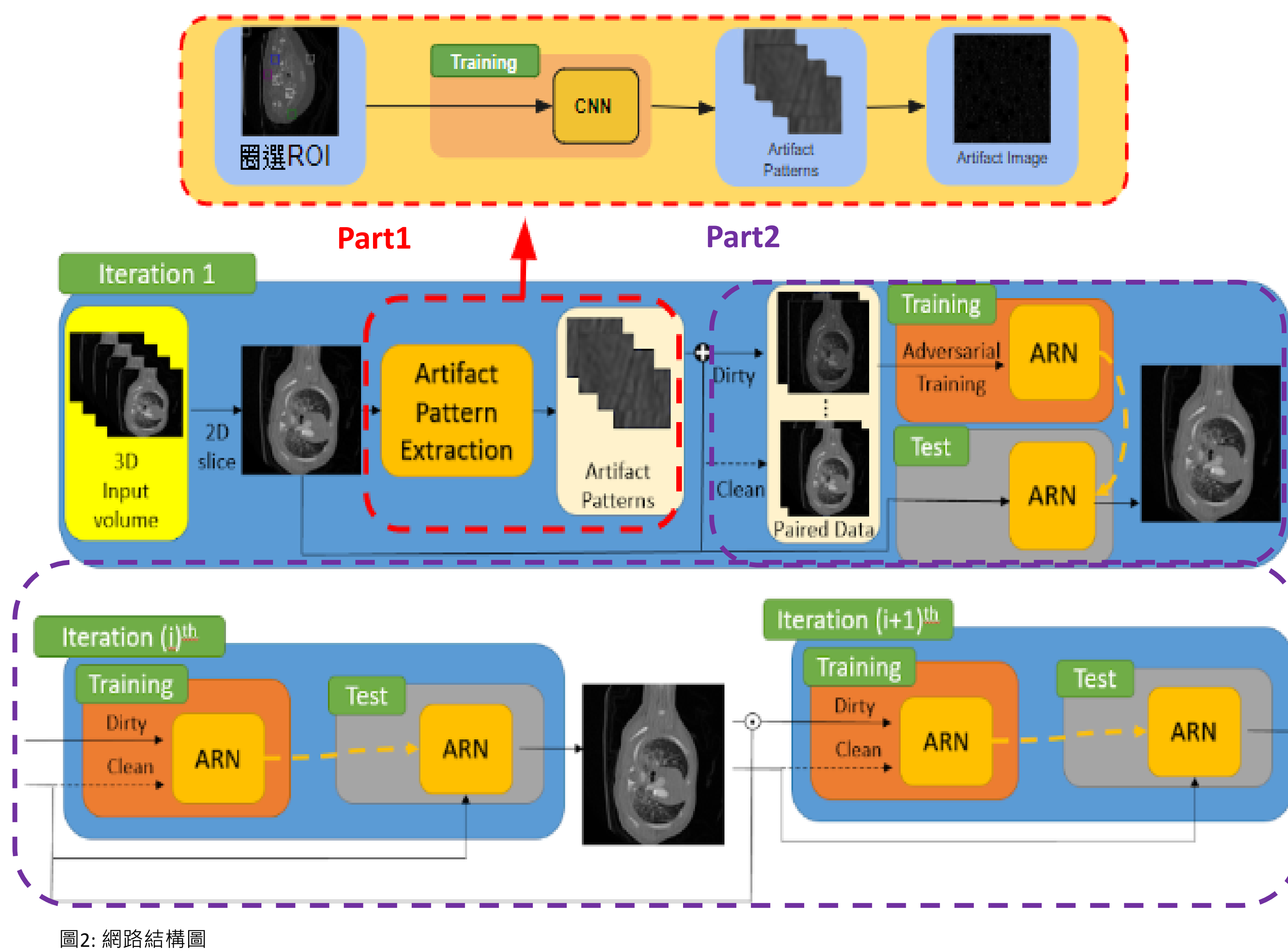


圖2: 網路結構圖

Part2: 迭代去雜訊

一次完整的去雜訊需要經過四次的迭代，每一次迭代的訓練集來源都是來自上一次迭代所得的結果（第一次迭代除外），且每一次迭代也都會重新訓練一次 ARN 網路。我們設計了結構簡單的 Autoencoder 作為 ARN 來去除雜訊並且保留影像結構，而結構簡單、深度較淺的網路結構只需要少量的 Epoch 去收斂，可以降低迭代訓練的時間成本。

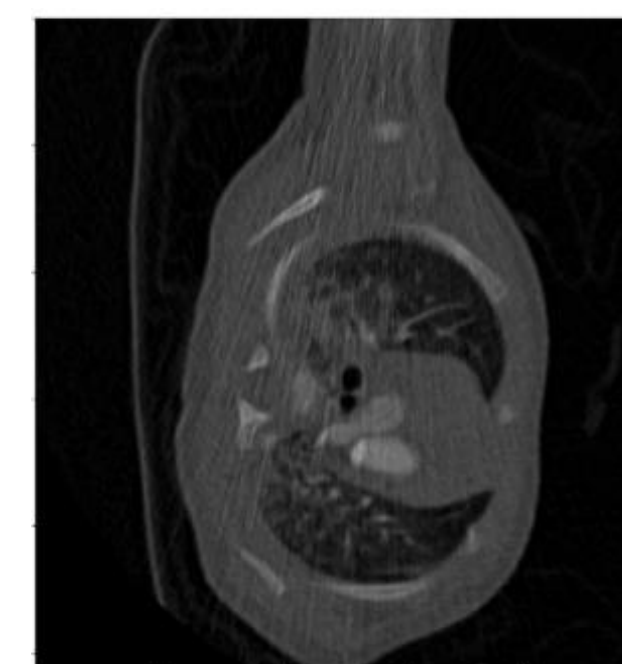


圖3: Original Image

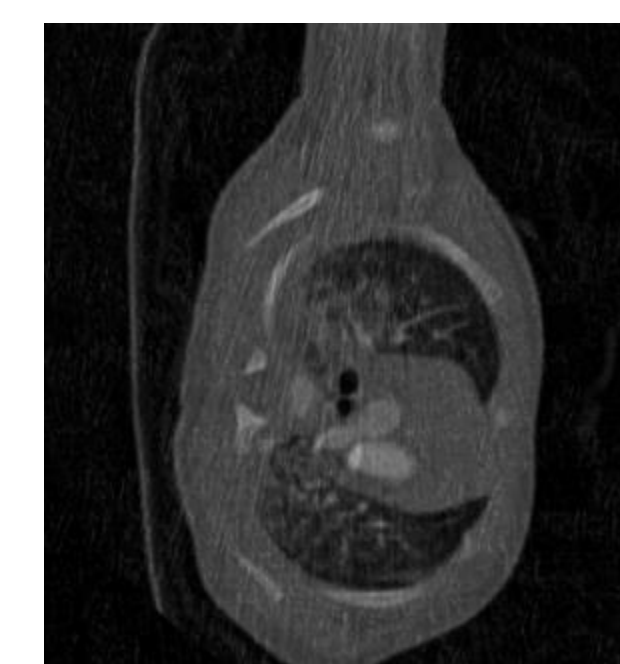


圖4: Artifact + Original Image

實驗結果

經過去雜訊後，由圖5到7可見，大部分肉眼可見的雜訊(斜線處)已被我們去除。

接著我們比較圖中紅框與藍框原始圖片與去雜訊後的 Mean 和 Standard Deviation，並與我們參考其他 Paper 上使用的方法進行比較，如表1。

可以得知我們方法的最大優勢在於 Mean 非常穩定，與原圖差異不大，在去雜訊的過程中將正常結構保持完整，而標準差表示圖片的差異性，由於雜訊在圖片中會使圖片不均勻，使得標準差較高，故若有成功去除雜訊，標準差應該會降低，從表1中可以看出我們的標準差下降顯著，雖然 DIP 標準差的下降幅度更大，但是其有 Oversmoothed 的問題，使原來的結構也會變得模糊，並非理想的結果。

而在運行時間上，由表2可知，我們的架構更是遠勝於其他神經網路，大幅增加實際應用的可能性。

		Original	(Ours)	CCADN	BM3D	DIP
(圖5) Red	Mean	54.1	54.9	68.2	48.8	161.7
	SD	79.5	55.6	65.8	72.4	23.7
(圖5) Blue	Mean	104.4	101.8	118.5	99.3	214.5
	SD	66.0	36.8	48.9	53.4	6.8
(圖6) Red	Mean	82.9	93.8	96.8	78.5	169.3
	SD	146.3	102.0	129.3	143.1	19.3
(圖6) Blue	Mean	790.4	817.5	823.9	786.0	970.3
	SD	89.4	67.1	77.7	84.0	67.3
(圖7) Red	Mean	58.8	65.3	67.1	52.2	52.4
	SD	104.3	77.5	84.9	75.1	44.4
(圖7) Blue	Mean	71.8	82.4	77.4	61.5	55.1
	SD	134.3	102.1	104.5	112.9	12.1

表1: 圖片SD、Mean數據

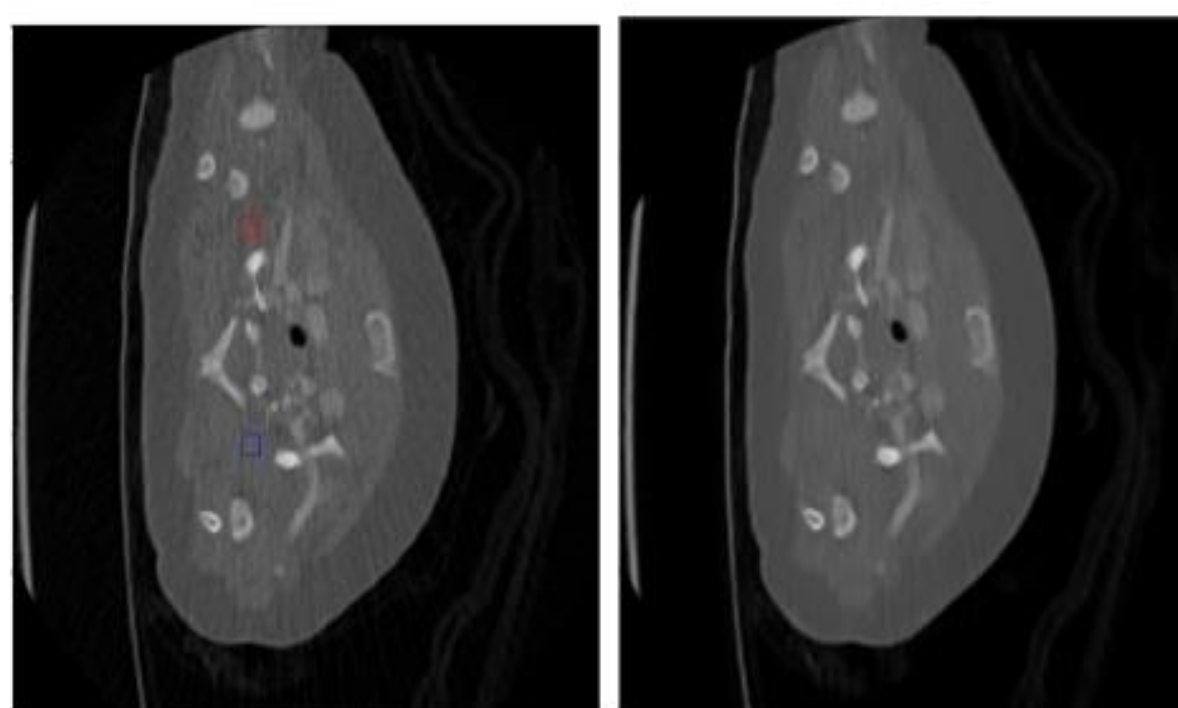


圖5 (a) Input

(b) Output

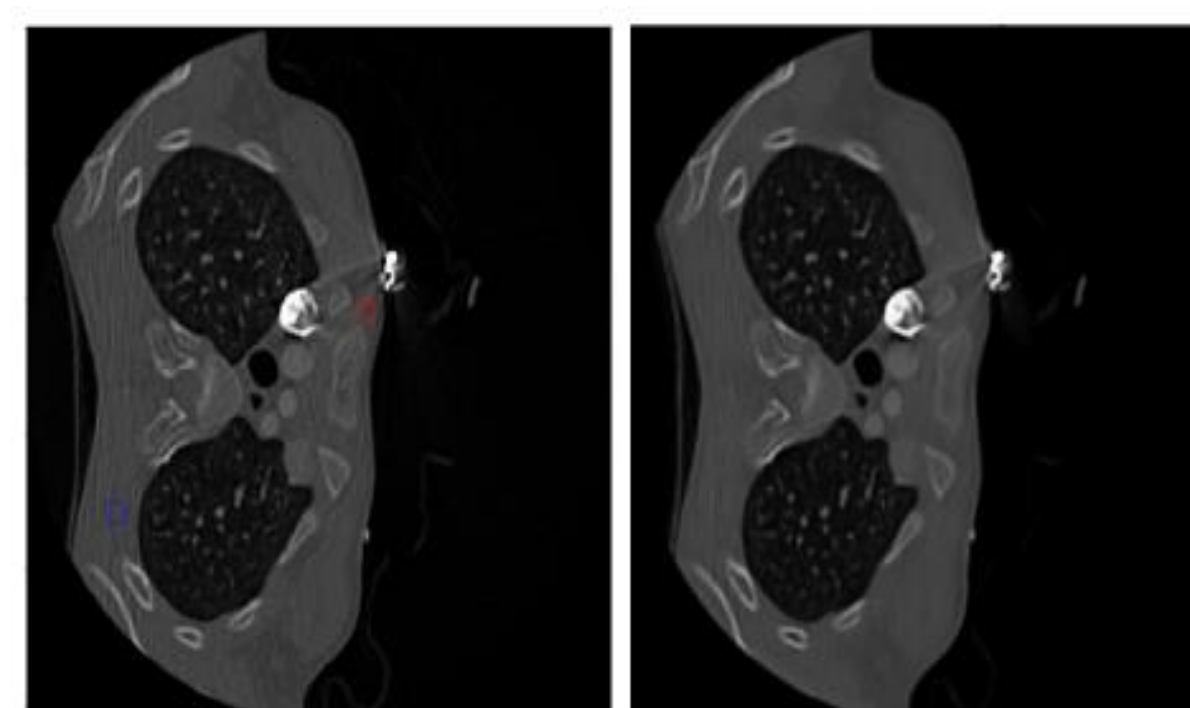


圖6 (a) Input

(b) Output

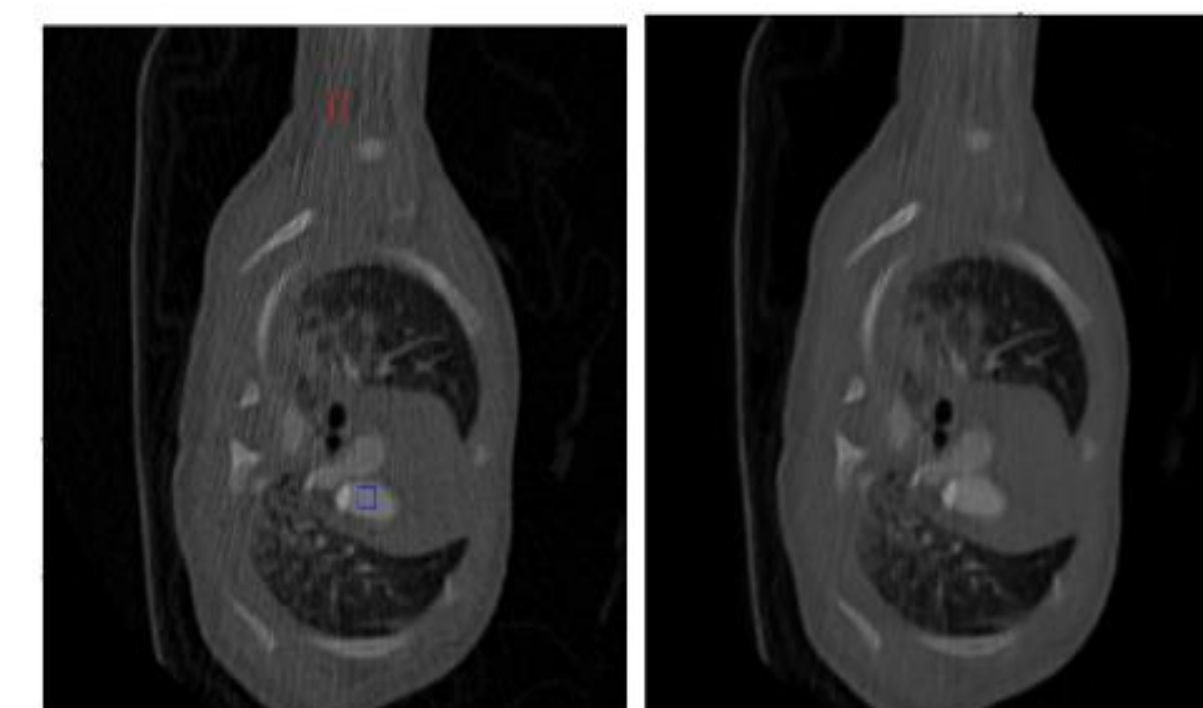


圖7 (a) Input

(b) Output

	(Ours)		CCADN	BM3D	DIP
	Train	Test	Test	Test	Test
CT (484 slices)	252.9	73.5	3533	1868	33057 (s)
MRI (360 slices)	222.4	54.7	1294	1188	17028 (s)

表2: 神經網路運行時間