

循環生成對抗網路合成磁共振造影為電腦斷層掃描於骨盆腫瘤放射治療計劃

學生：長庚大學人工智慧學士學位學程 邱柏文 指導老師：長庚大學醫學影像暨放射科學系 翁駿程 教授

1. 前言

1-1. 背景：

腫瘤放射治療計畫中，常以磁共振造影（Magnetic Resonance Imaging, MRI）來分割腫瘤輪廓與體積，以電腦斷層掃描（Computed Tomography, CT）提供的電子密度資訊來計算輻射劑量。計畫擬定前，病人需拍攝MRI以及CT，但MRI及CT來自於兩台運作原理完全不同的機器，造成影像對位（registration）困難。

1-2. 動機：

MRI有較好的軟組織解析力，適合用於腫瘤放射治療計畫；CycleGAN模型不需成對影像，適合結構變化大的骨盆影像，故我們選擇CycleGAN進行MRI to CT的研究

2. 方法

2-1. 使用技術：

使用循環生成對抗網路（Cycle Generative Adversarial Network, CycleGAN）做為模型基礎，CycleGAN由兩組GAN組成（如圖1），且不需要成對的影像做訓練，較適合臨床的資料集。

2-2. 研究方法

資料集中有16位受試者，分割方式如圖2所示。這些資料會被依切面分開，當做不同受試者的資料。資料處理完畢後，撰寫程式建立AI模型，然後實際進行影像轉換，並在validation set上檢驗模型表現。評估指標有：Cosine、SSIM（structural similarity）、L2 Norm 及 PSNR（peak signal-to-noise ratio）

2-3. 研究步驟

(1) 收集資料

(2) 資料前處理

使用Python的pydicom套件讀取dicom格式的影像，然後用numpy套件處理其資料，進行標準化（normalization），並存成.npy檔方便模型讀取。

(3) 撰寫Python程式建立模型

模型使用Python的PyTorch套件建立，並透過NVIDIA®CUDA®使用GPU（Graphics Processing Unit）加速模型的訓練

(4) 使用2-3-1的資料訓練模型

(5) 評估模型表現

以Cosine、SSIM（structural similarity）等指標量化以及醫師評估。若評估未通過，修改參數，並回到2-3-3。

2-4. 創新之處：使用未成對的醫學影像訓練、用於骨盆影像

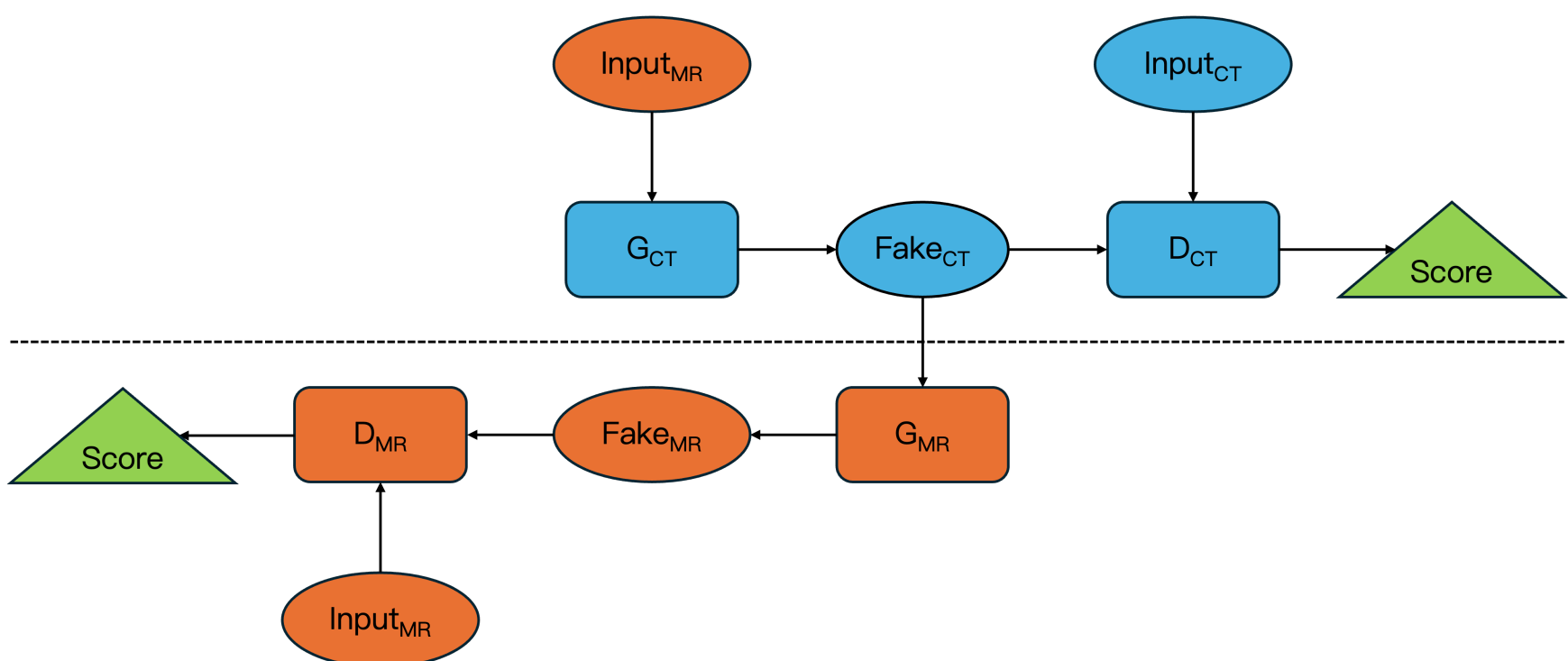


圖1、CycleGAN 模型架構

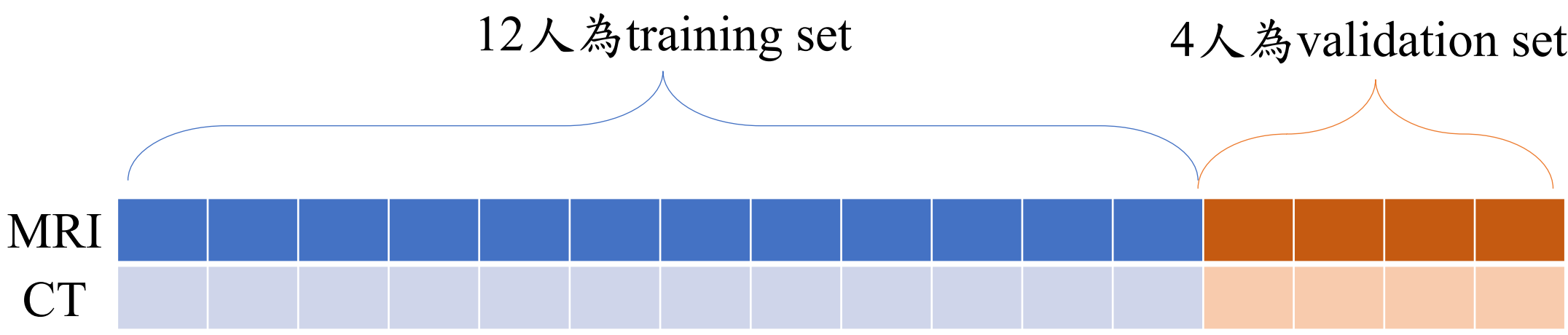


圖2、資料集切割方式

3. 結果

3-1. 影像

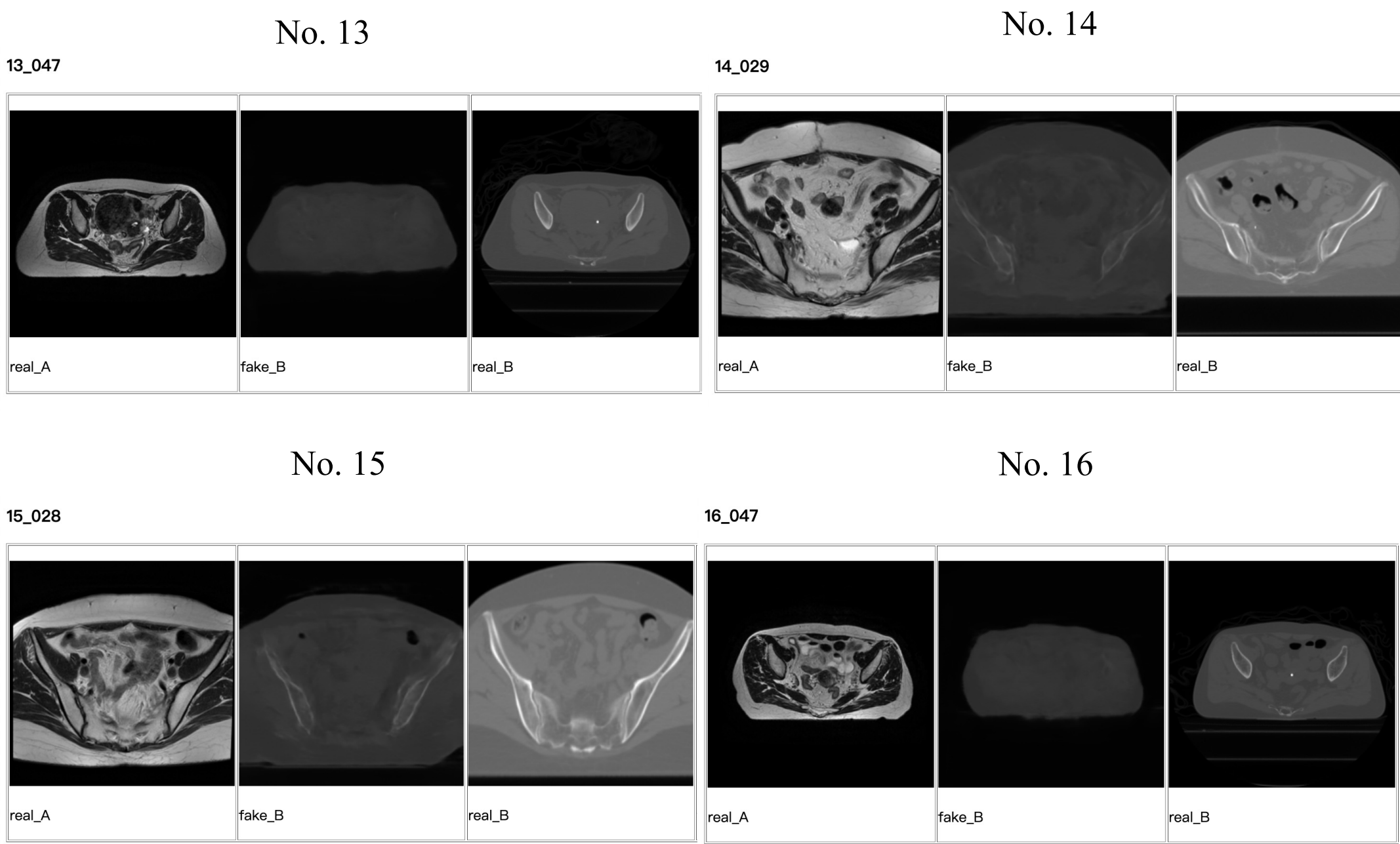


圖3、結果呈現

3-2. 各項指標數據

		Cosine			
		13	14	15	16
Mean		0.940	0.941	0.922	0.932
Standard Deviation		0.002	0.003	0.003	0.003
		L2 Norm			
		13	14	15	16
Mean		0.230	0.196	0.167	0.209
Standard Deviation		0.081	0.035	0.008	0.066
		SSIM			
		13	14	15	16
Mean		0.512	0.514	0.521	0.609
Standard Deviation		0.018	0.020	0.028	0.026
		PSNR			
		13	14	15	16
Mean		13.345	14.281	15.559	14.097
Standard Deviation		3.321	1.501	0.411	3.111

4. 參考資料

- [1] H. Yang et al., “Unsupervised MR-to-CT Synthesis Using Structure-Constrained CycleGAN,” IEEE Trans Med Imaging, vol. 39, no. 12, pp. 4249-4261, Dec 2020, doi: 10.1109/TMI.2020.3015379.
- [2] C. C. Wang et al., "Magnetic Resonance-Based Synthetic Computed Tomography Using Generative Adversarial Networks for Intracranial Tumor Radiotherapy Treatment Planning," J Pers Med, vol. 12, no. 3, Feb 26 2022, doi: 10.3390/jpm12030361.
- [3] <https://github.com/junyanz/pytorch-CycleGAN-and-pix2pix.git>