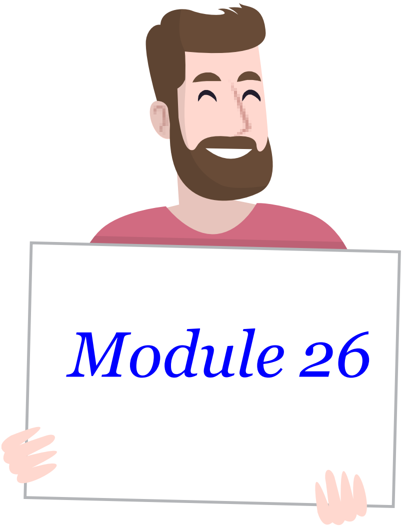
常見GAN神經網路



Estimated time:
45 min.

學習目標

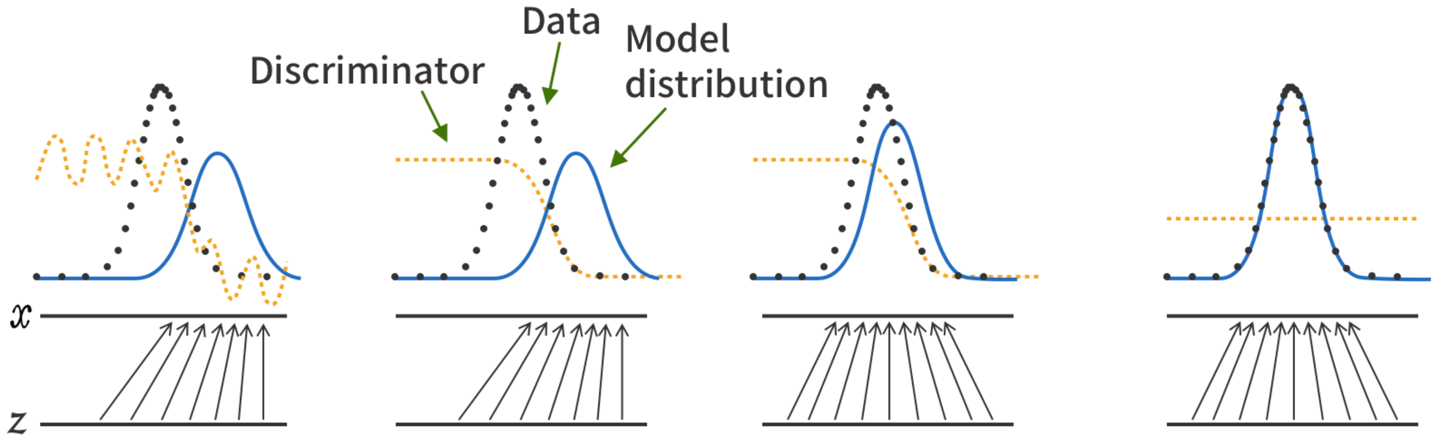
- 26-1:GAN損失函數
- 26-2:DCGAN
- 26-3:CycleGAN

26-1: GAN損失函數

- GAN目標
- GAN損失函數
- GAN訓練技巧

GAN目標

- GAN神經網路的目標如下
  - 其希望Generator產生的機率分布會跟資料分布一樣
  - Discriminator則是無法辨識出真假照片



GAN損失函數

- GAN總損失函數如下，此總損失函數可以拆成兩部分
  - Discriminator是想要極大化
  - Generator是想要極小化

總損失函數

$$\min_{\theta_g} \max_{\theta_d} \left[\mathbb{E}_{x\sim p_{data}} \log \underbrace{D_{\theta_d}(x)}_{\text{Discriminator output for real data x}} + \mathbb{E}_{z\sim p(z)} \log(1 - \underbrace{D_{\theta_d}(G_{\theta_g}(z))}_{\text{Discriminator output for generated fake data G(z)}}) \right]$$

$$\max_{\theta_d} \left[\mathbb{E}_{x\sim p_{data}} \log D_{\theta_d}(x) + \mathbb{E}_{z\sim p(z)} \log(1 - D_{\theta_d}(G_{\theta_g}(z))) \right]$$

Gradient Ascent on Discriminator

$$\min_{\theta_g} \mathbb{E}_{z\sim p(z)} \log(1 - D_{\theta_d}(G_{\theta_g}(z)))$$

Gradient Descent on Generator

GAN損失函數

- 在上一個章節有提到，Generator實際上在訓練的時候，其損失函數為了加速訓練而會被修改

$$\max_{\theta_d}\left[\mathbb{E}_{x\sim p_{data}}\log D_{\theta_d}(x)+\mathbb{E}_{z\sim p(z)}\log(1-D_{\theta_d}(G_{\theta_g}(z)))\right]$$

Gradient Ascent on Discriminator

$$\min_{\theta_g}\mathbb{E}_{z\sim p(z)}\log(1-D_{\theta_d}(G_{\theta_g}(z)))$$

Gradient Descent on Generator

函數太平緩，訓練速度太慢

修正

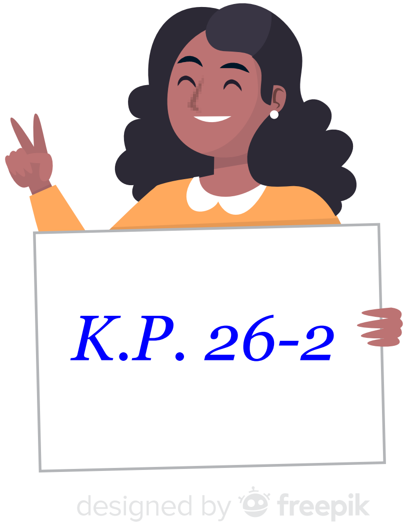
$$\max_{\theta_g}\mathbb{E}_{z\sim p(z)}\log(D_{\theta_d}(G_{\theta_g}(z)))$$

GAN訓練技巧

- GAN神經網路在訓練的時候很不穩定
  - 因為牽扯到兩個神經網路
- 有許多專家在研究GAN神經網路時，發現用一下技巧可以增加訓練穩定度，同學有興趣可以參考看看
  - https://github.com/soumith/ganhacks

26-2: DCGAN

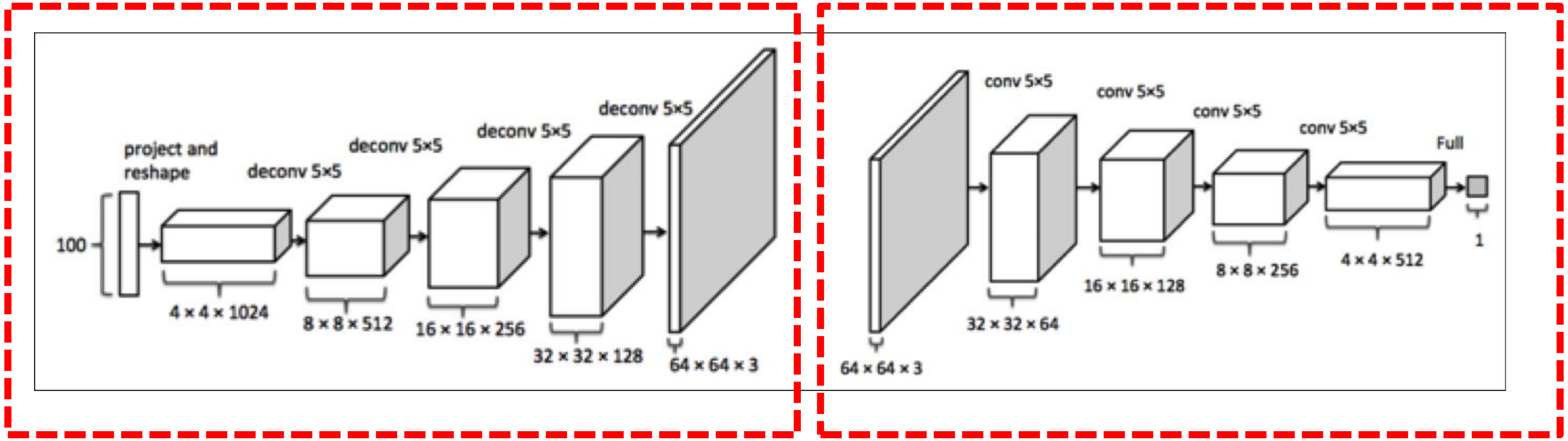
- DCGAN架構
- DCGAN的Generator
- DCGAN演算法
- DCGAN應用



DCGAN架構

- **DCGAN是一個基於convolution所架構出來的GAN神經網路**
  - **Discriminator其實就是一個CNN神經網路**
  - **Generator是由fractionally-strided convolutions所組成的網路**

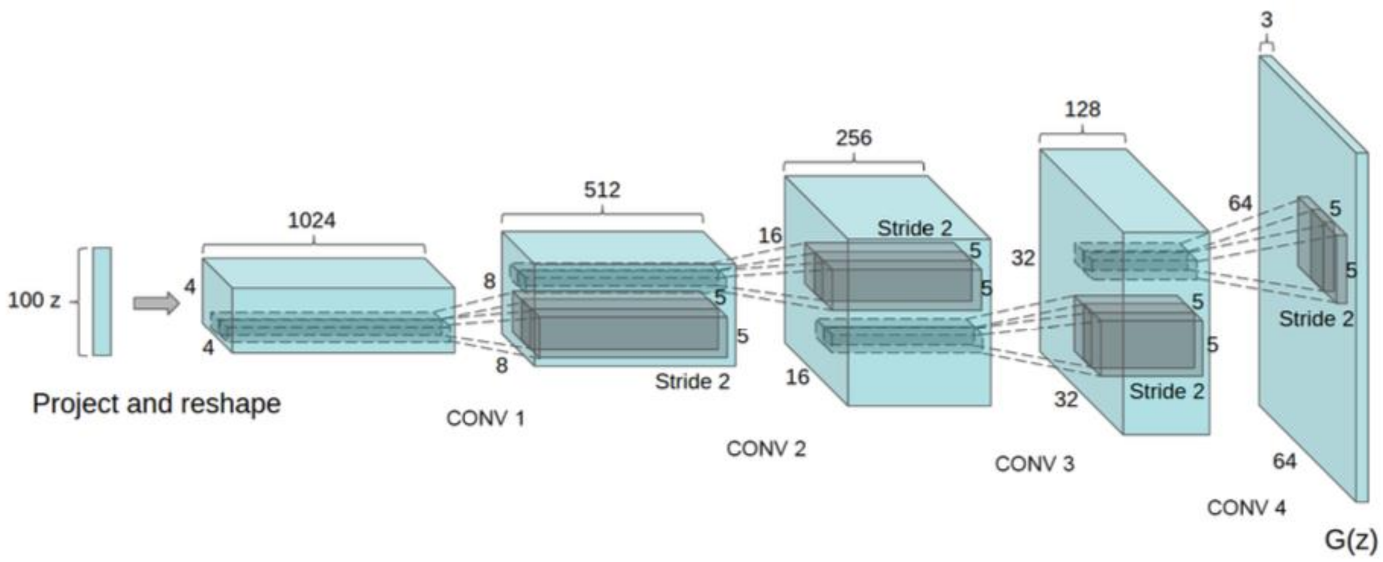
generator discriminator



upsampling neural network with fractionally-strided convolutions convolutional neural network

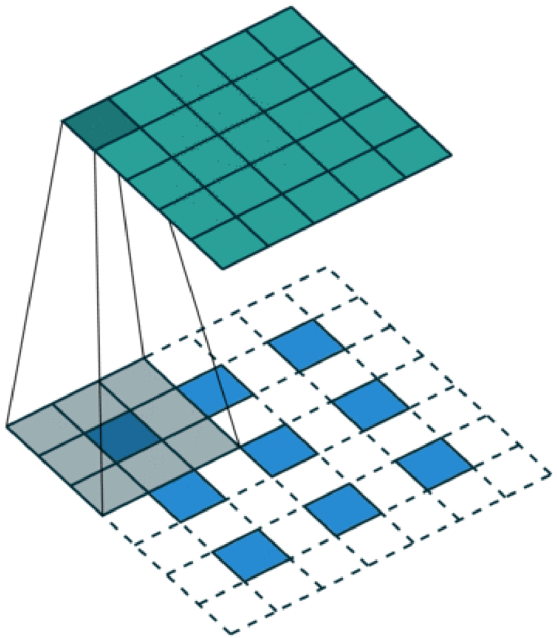
DCGAN的Generator

- **DCGAN的Generator是由fractionally-strided convolutions所組成的網路**
  - **其輸入為1D noise向量，輸出為一個三維度的數據組**



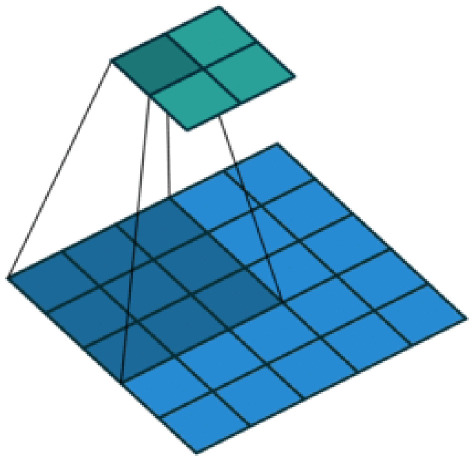
DCGAN的Generator

- **fractionally-strided convolutions的算法如下**
  - **又有人稱fractionally-strided convolutions為deconvolution或transposed convolution**

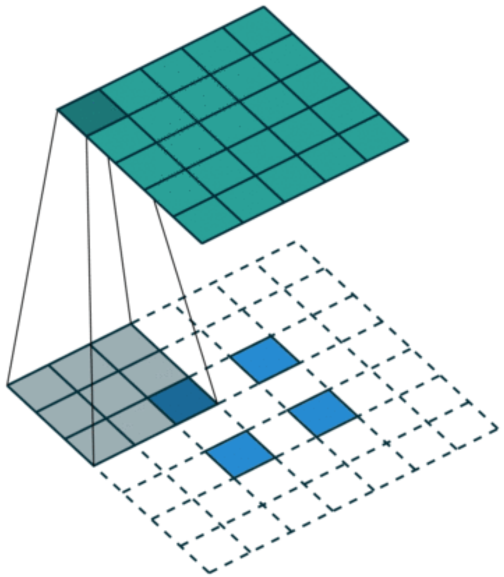


DCGAN的Generator

- 下圖比較了Convolution以及Fractionally-strided convolutions
  - 可以發現它們是相反的運算



5*5 input, stride =2, kernel size =3, padding=0



3*3 input, stride =1, kernel size =3, padding=2

DCGAN演算法

- **DCGAN原始paper建議如下**

Architecture guidelines for stable Deep Convolutional GANs

- Replace any pooling layers with strided convolutions (discriminator) and fractional-strided convolutions (generator).
- Use batchnorm in both the generator and the discriminator.
- Remove fully connected hidden layers for deeper architectures.
- Use ReLU activation in generator for all layers except for the output, which uses Tanh.
- Use LeakyReLU activation in the discriminator for all layers.

Source: https://arxiv.org/pdf/1511.06434.pdf

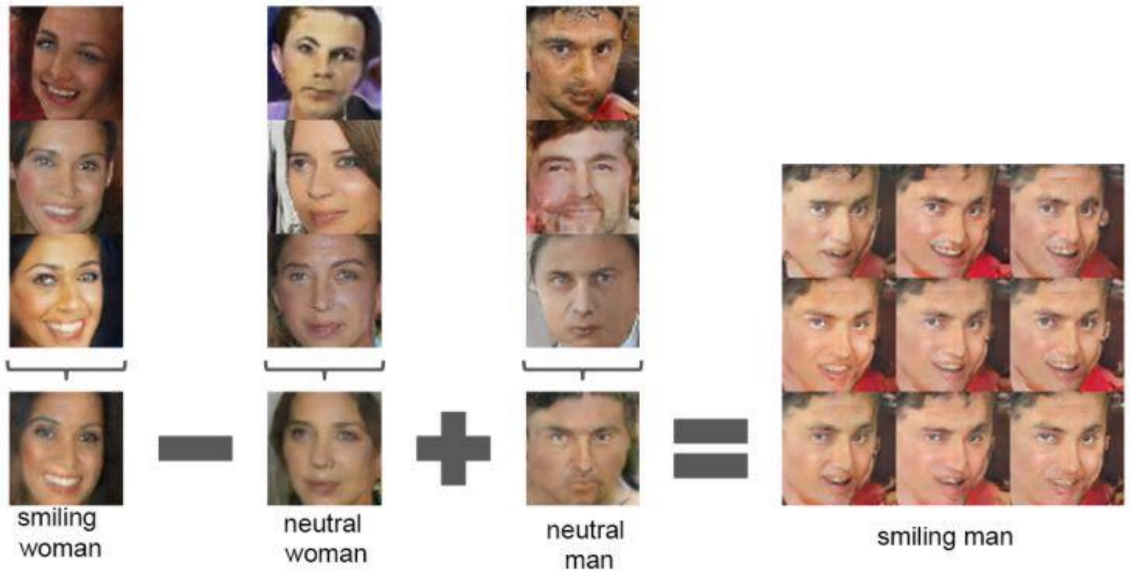
DCGAN應用

- **DCGAN所產生的照片**

Source: https://arxiv.org/pdf/1511.06434.pdf

DCGAN應用

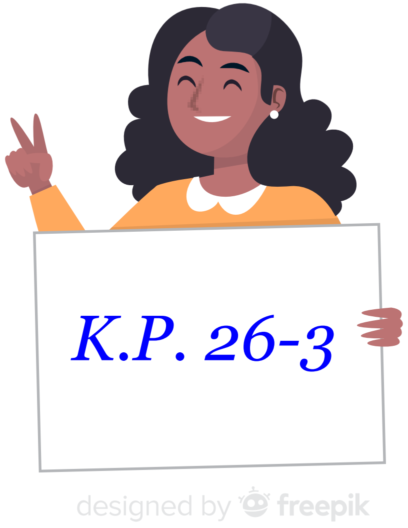
- **DCGAN也可以產生照片之間的類推**
  - 微笑女人照片-中性女人照片+中性男人照片可以產生微笑男人的照片



Source: https://arxiv.org/pdf/1511.06434.pdf

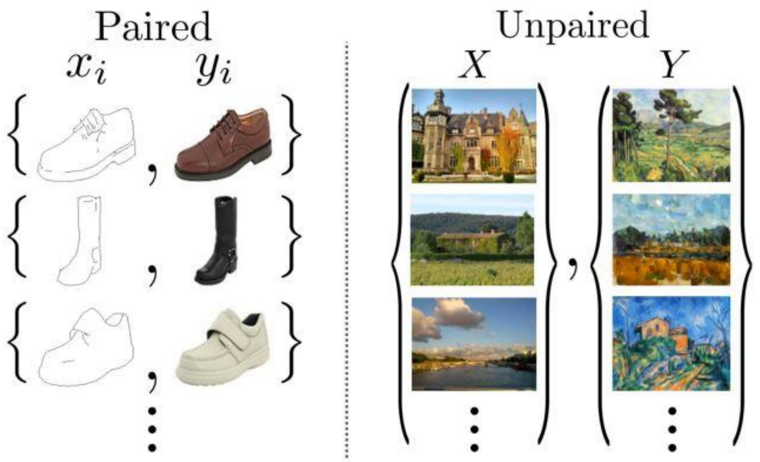
26-3: CycleGAN

- CycleGAN介紹
- CycleGAN概念
- CycleGAN損失函數
- CycleGAN結果



CycleGAN介紹

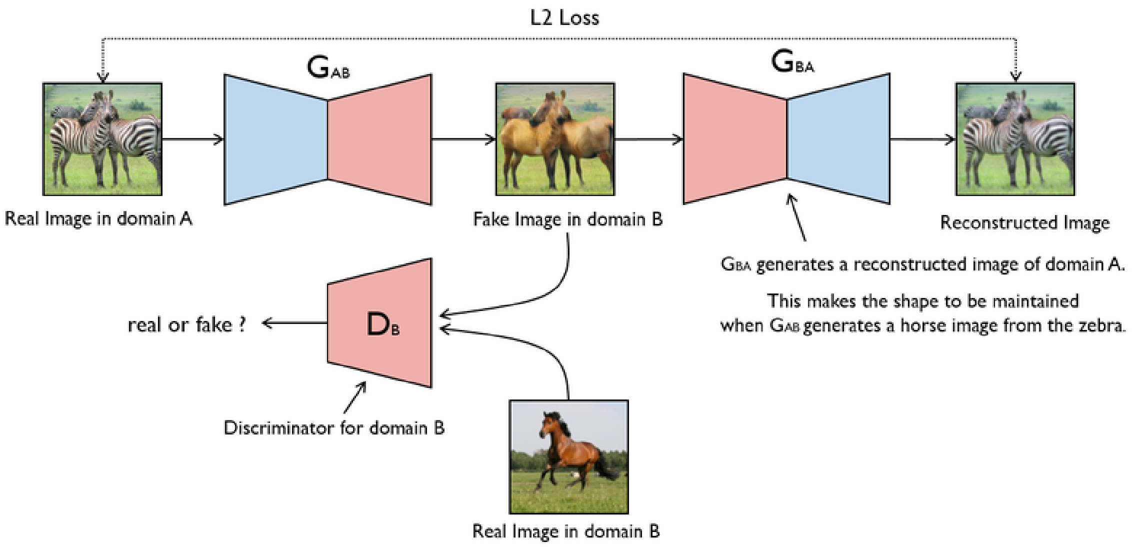
- **CycleGAN是一種GAN**
  - **其網路是環形的**
- **在訓練的時候，它不需要蒐集paired照片，可以直接用unpaired照片**



Source: https://arxiv.org/pdf/1703.10593.pdf

CycleGAN概念

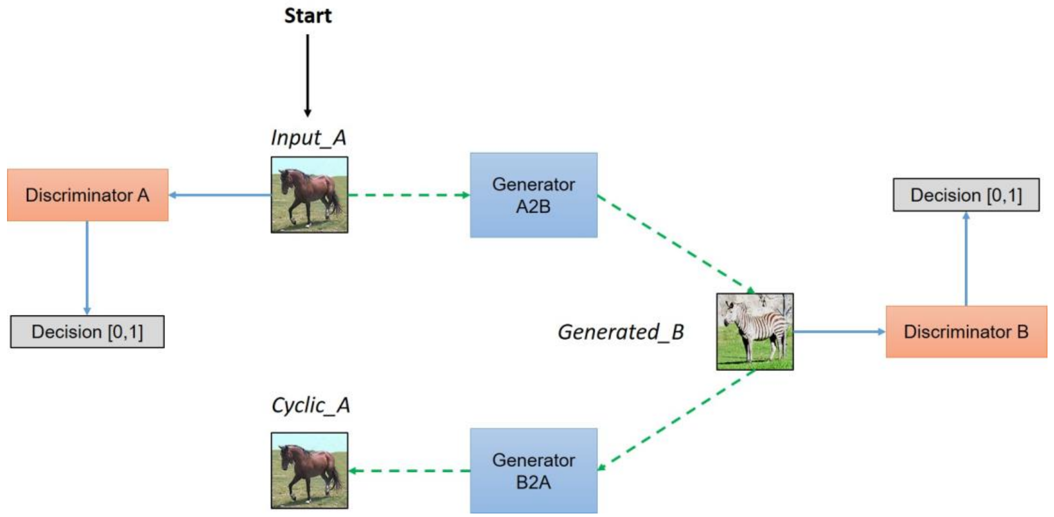
- **CycleGAN有兩組GAN神經網路**
  - **其中一組GAN的Generator可以將照片從A domain轉換到B domain**
  - **另一組GAN的Generator可以將照片從B domain轉換到A domain**



Source: https://hardikbansal.github.io/CycleGANBlog/

CycleGAN概念

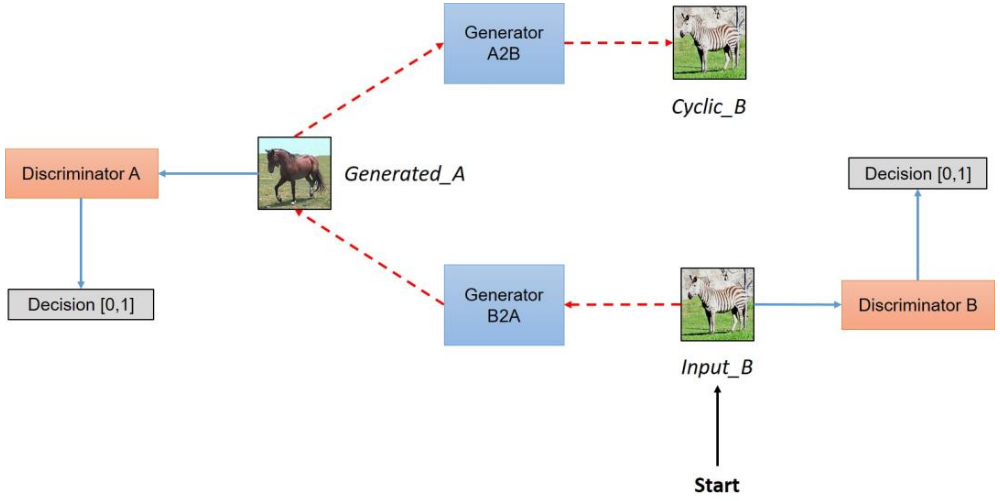
- 我們會將第一組GAN做訓練，訓練分成兩個部分
  - 第一步分是將照片從A domain轉換到B domain並經過第二組GAN再次轉回A domain，並將原始照片與轉回來A domain的照片做MSE
  - 第二部分是將第一組GAN的Generator以及Discriminator做訓練



Source: https://hardikbansal.github.io/CycleGANBlog/

CycleGAN概念

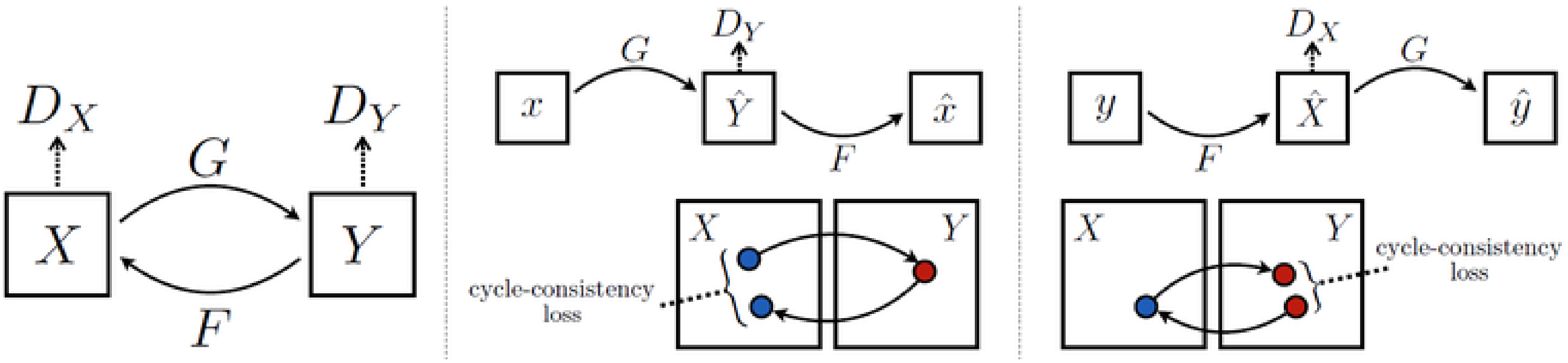
- 接下來我們會將第二組GAN做訓練，訓練分成兩個部分
  - 第一步分是將照片從B domain轉換到A domain並經過第一組GAN再次轉回B domain，並將原始照片與轉回來B domain的照片做MSE
  - 第二部分是將第二組GAN的Generator以及Discriminator做訓練



Source: https://hardikbansal.github.io/CycleGANBlog/

CycleGAN概念

- CycleGAN的概念就是在AB兩個domain之間做轉換
  - 期望照片從A到B再到A，其照片還可以被還原
  - 期望照片從B到A再到B，其照片還可以被還原



Source: https://arxiv.org/pdf/1703.10593.pdf

CycleGAN損失函數

- **CycleGAN的總損失函數如下**
  - 可以發現除了兩個GAN各自的損失函數外，也有Cycle損失函數的部分

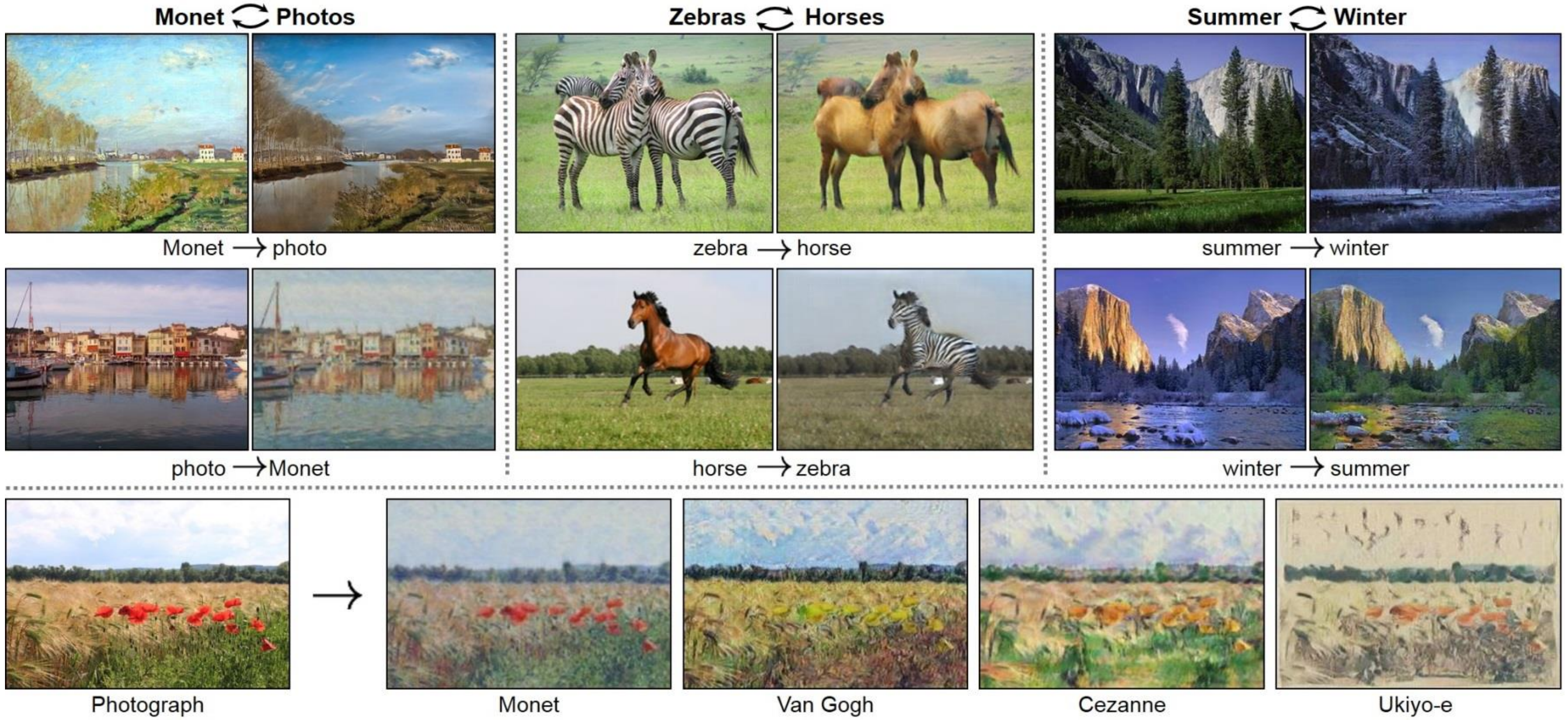
$$\mathcal{L}(G, F, D_X, D_Y) = \mathcal{L}_{\text{GAN}}(G, D_Y, X, Y) + \mathcal{L}_{\text{GAN}}(F, D_X, Y, X) + \lambda\mathcal{L}_{\text{cyc}}(G, F),$$

$$\begin{aligned}
&\mathcal{L}_{\text{GAN}}(G, D, X, Y) \\
&\quad \textit{For } G, \text{ minimize } \mathbb{E}_{x\sim p_{\text{data}}(x)}[(D(G(x)) - 1)^2] \\
&\quad \textit{For } D, \text{ minimize } \mathbb{E}_{y\sim p_{\text{data}}(y)}[(D(y) - 1)^2] + \mathbb{E}_{x\sim p_{\text{data}}(x)}[D(G(x))^2]
\end{aligned}$$

$$\mathcal{L}_{\text{cyc}}(G, F) = \mathbb{E}_{x\sim p_{\text{data}}(x)}[\|F(G(x)) - x\|_1] + \mathbb{E}_{y\sim p_{\text{data}}(y)}[\|G(F(y)) - y\|_1]$$

CycleGAN結果

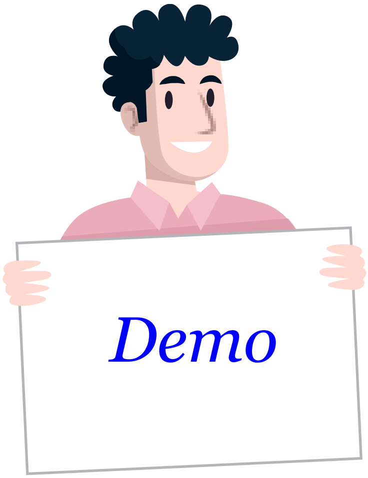
- CycleGAN可以讓風景照片變成不同季節、讓馬變成斑馬等



Source: https://arxiv.org/pdf/1703.10593.pdf

Demo 26-3

- 建立DCGAN Generator
- 建立DCGAN Discriminator
- DCGAN GAN神經網路建構



線上Corelab

- 題目1：實作DCGAN在MNIST資料集上面
  - 給予MNIST資料，請用DCGAN去產生新的照片
- 題目2：實作DCGAN在cifar10資料集上面
  - 給予Cifar10資料，請完成DCGAN Generator以及Discriminator
- 題目3：實作DCGAN在cifar10資料集上面
  - 給予Cifar10資料，請用DCGAN去產生新的照片

本章重點精華回顧

- GAN損失函數
- DCGAN
- CycleGAN

Lab:DCGAN

- **Lab01:建立DCGAN Generator**
- **Lab02:建立DCGAN Discriminator**
- **Lab03:DCGAN GAN神經網路建構**

Estimated time:

20 minutes


THANK YOU