

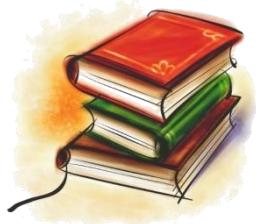
# شبکه‌های عصبی مصنوعی

## شبکه‌های مولد مقابله‌ای (GAN)

هادی ویسی

[h.veisi@ut.ac.ir](mailto:h.veisi@ut.ac.ir)

دانشگاه تهران - دانشکده علوم و فنون نوین



## فهرست

- معرفی شبکه‌های مولد مقابله‌ای (GAN)
  - ساختار شبکه و لایه‌های آن
- معماری‌های شناخته شده

# معرفی: آپدۀ ...



Real



Generator



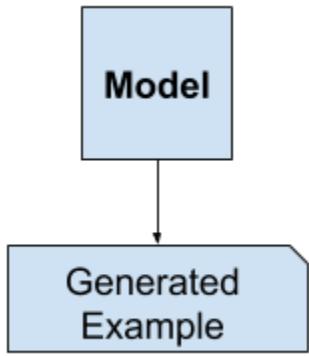
Fake



Discriminator

Goodfellow, Ian, Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville, and Yoshua Bengio. "Generative adversarial nets." *Advances in neural information processing systems* 27 (2014).

## معرفی ...



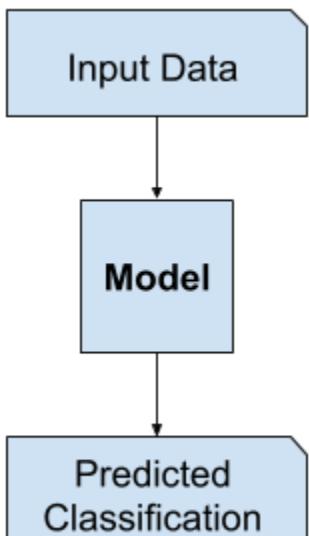
- استفاده از دو مدل

- تولیدی/مولد (Generative)

- تولید نمونه داده از روی مدل ساخته شده

- VAE, GAN, DBN, RBM, LDA, GMM

- بیز ساده

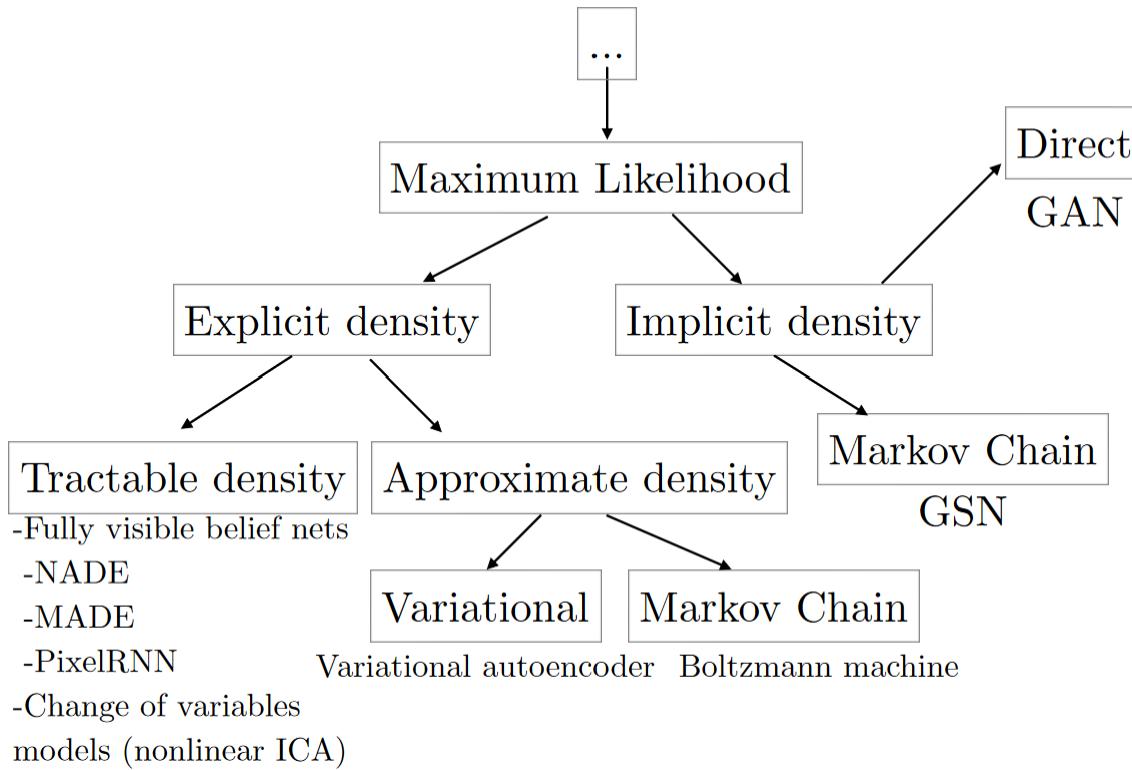


- تمایزی (Discriminative)

- دسته بندی داده ورودی، یادگیری مرز تمایزکننده بین دسته‌ها، تعیین  $p(\text{class} | \text{data})$

## معرفی ...

### روش‌های مولد عمیق



## معرفی: ساختار . . .

### ◦ شبکه مولد مقابله‌ای (GAN: Generative Adversarial Networks)

- شبکه مولد: تولید داده مصنوعی

- شبکه تمایزی: یادگیری تمایز بین داده واقعی و داده تولیدی

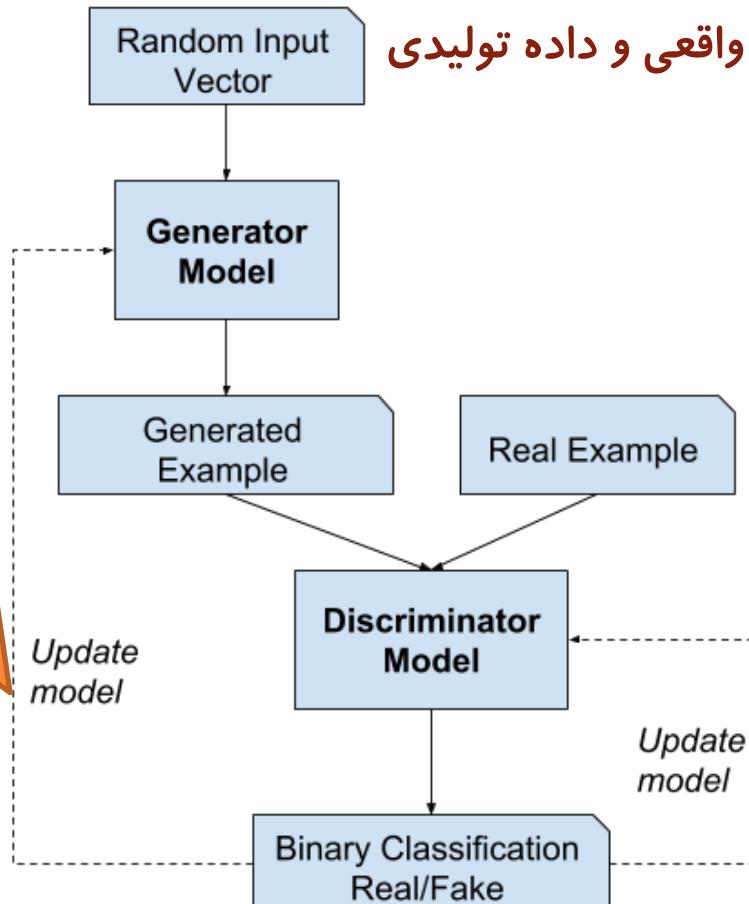
- مسابقه بین دو شبکه برای برنده شدن

- بازی جمع صفر (zero-sum game)

- مجموع بردها و باخت ها برابر (یکی برنده)

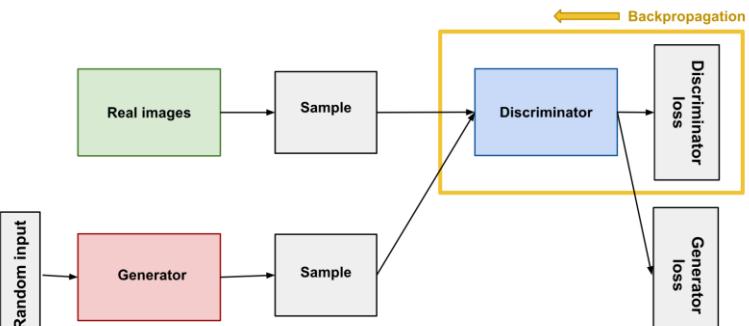
- مسابقه بین دزد و پلیس!

شبکه  
مولد  
اشتباه  
کند:  
خروجی  
fake



وقتی شبکه تمایزی  
اشتباه کند: خروجی  
باشد real

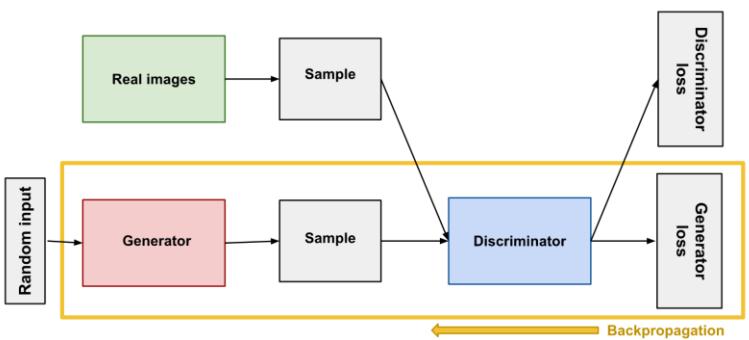
# آموزش ...



## ○ به ازای هر تکرار (یا چند تکرار)

### 1. آموزش مدل تمایزی (مدل مولد ثابت)

- نصف داده آموزش از نمونه‌های واقعی (Real)
- نصف داده‌ها با شبکه مولد تولید شده (Fake)
- استفاده از الگوریتم پس انتشار خطا برای بهروز کردن وزن‌های مدل تمایزی



### 2. آموزش مدل مولد (مدل تمایزی ثابت)

- تولید داده جعلی با دادن نویز به ورودی مدل مولد
- دادن نمونه جعلی به مدل تمایزی برای تولید خروجی
- محاسبه Loss مدل تمایزی و پس انتشار آن از طریق مدل تمایزی به مدل مولد
- بهروز کردن شبکه مولد (عدم تغییر تمایزی)

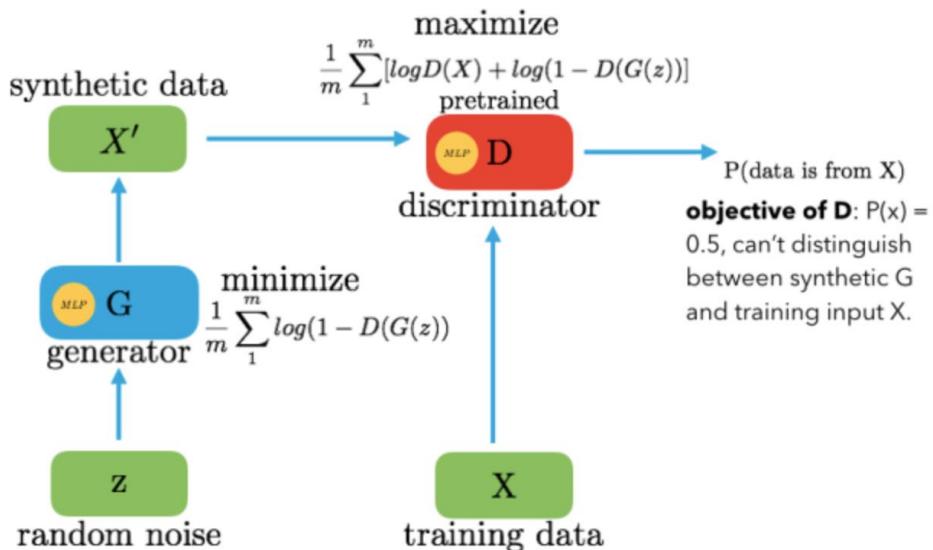
# آموزش ...

خروجی شبکه تمایزی برای داده واقعی

## ○ تابع Loss

$$\min_G \max_D V(D, G) = \mathbb{E}_{x \sim p_{\text{data}}(x)} [\log D(x)] + \mathbb{E}_{z \sim p_z(z)} [\log(1 - D(G(z)))]$$

خروجی شبکه تمایزی برای داده جعلی



- شبکه تمایزی (D): بیشینه‌سازی تابع طوری که  $D(x)$  برای داده واقعی یک شود و برای  $D(G(z))$  صفر شود

- مولد (G): کمینه‌سازی تابع طوری که  $D(G(z))$  یک شود



# آموزش ...

مقدار 1 یا بیشتر  
k=1

**for** number of training iterations **do**

**for** k steps **do**

- Sample minibatch of  $m$  noise samples  $\{\mathbf{z}^{(1)}, \dots, \mathbf{z}^{(m)}\}$  from noise prior  $p_g(\mathbf{z})$ .
- Sample minibatch of  $m$  examples  $\{\mathbf{x}^{(1)}, \dots, \mathbf{x}^{(m)}\}$  from data generating distribution  $p_{\text{data}}(\mathbf{x})$ .
- Update the discriminator by ascending its stochastic gradient:

$$\nabla_{\theta_d} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left[ \log D \left( \mathbf{x}^{(i)} \right) + \log \left( 1 - D \left( G \left( \mathbf{z}^{(i)} \right) \right) \right) \right].$$

**end for**

- Sample minibatch of  $m$  noise samples  $\{\mathbf{z}^{(1)}, \dots, \mathbf{z}^{(m)}\}$  from noise prior  $p_g(\mathbf{z})$ .
- Update the generator by descending its stochastic gradient:

$$\nabla_{\theta_g} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \log \left( 1 - D \left( G \left( \mathbf{z}^{(i)} \right) \right) \right).$$

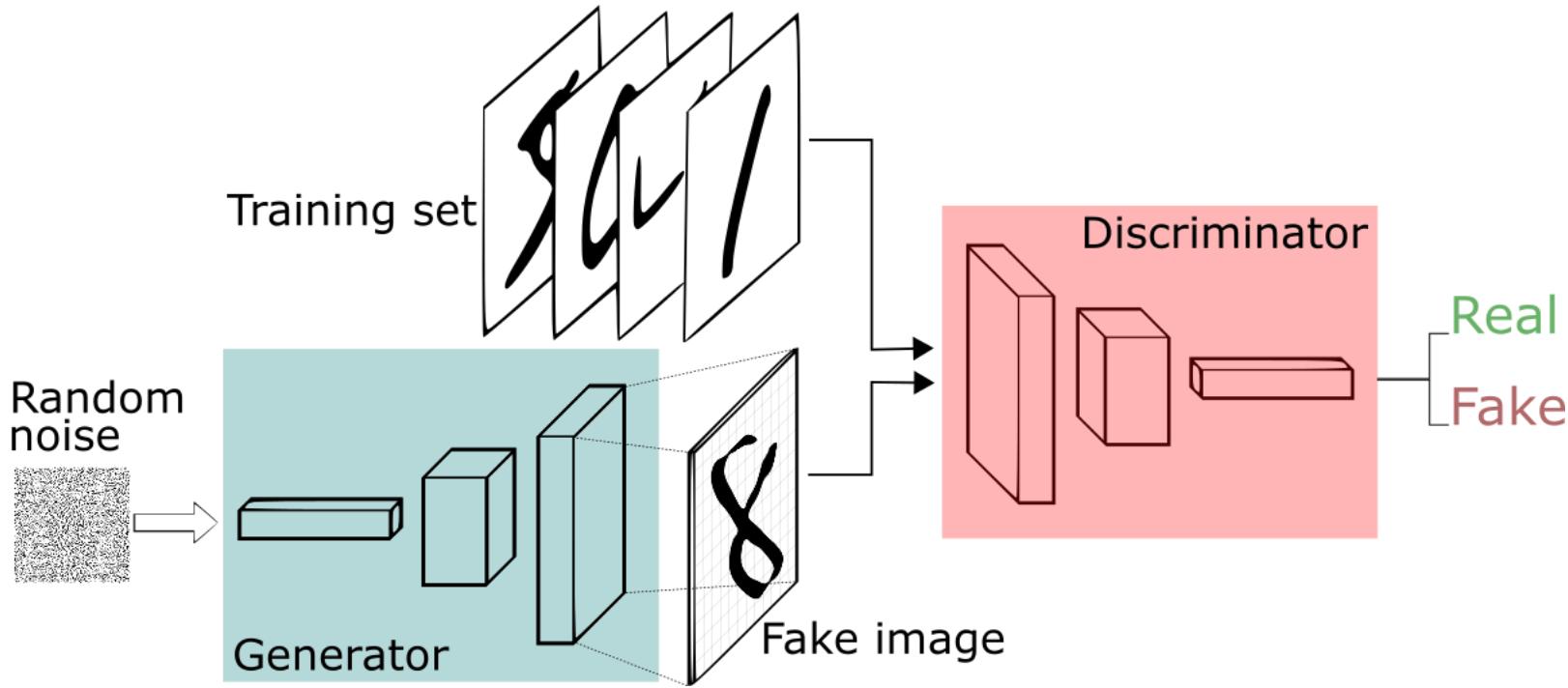
**end for**

The gradient-based updates can use any standard gradient-based learning rule. We used momentum in our experiments.

# آموزش

## ○ شبکه مولد مقابله‌ای

- حالت ایده آل: خروجی برای دو حالت خروجی اطمینان ۵۰٪ داشته باشد
- در پایان آموزش، شبکه تمایزی دور ریخته می‌شود

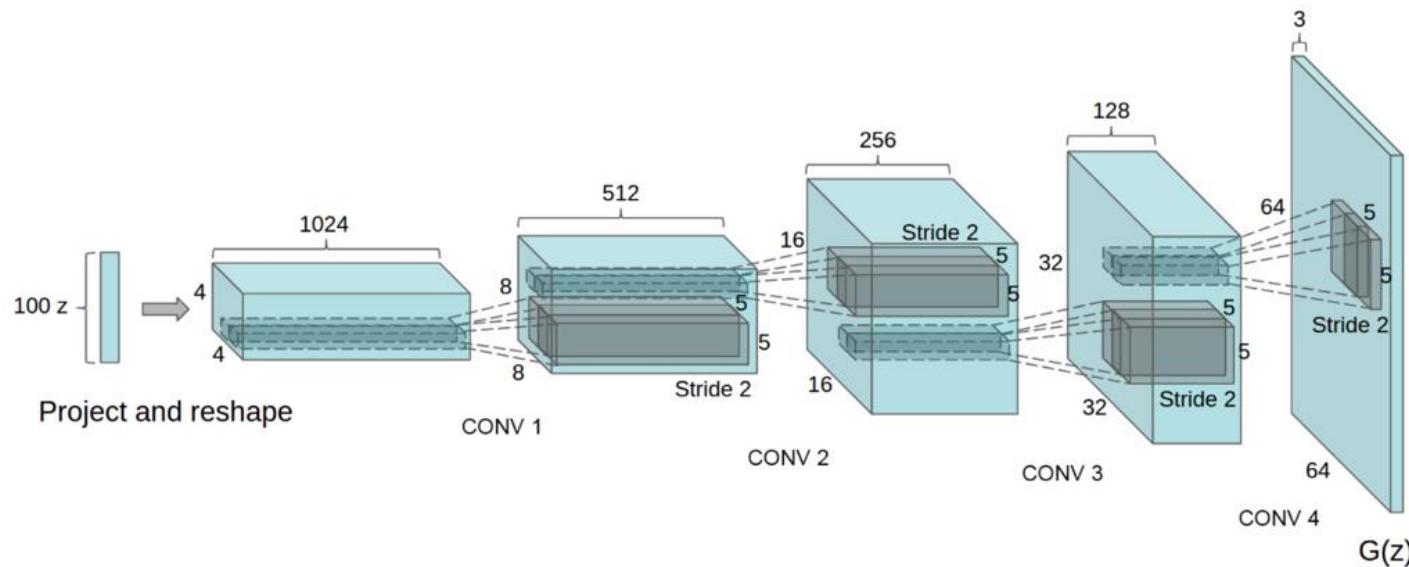




## انواع GAN

### ◦ شبکه مولد در DCGAN

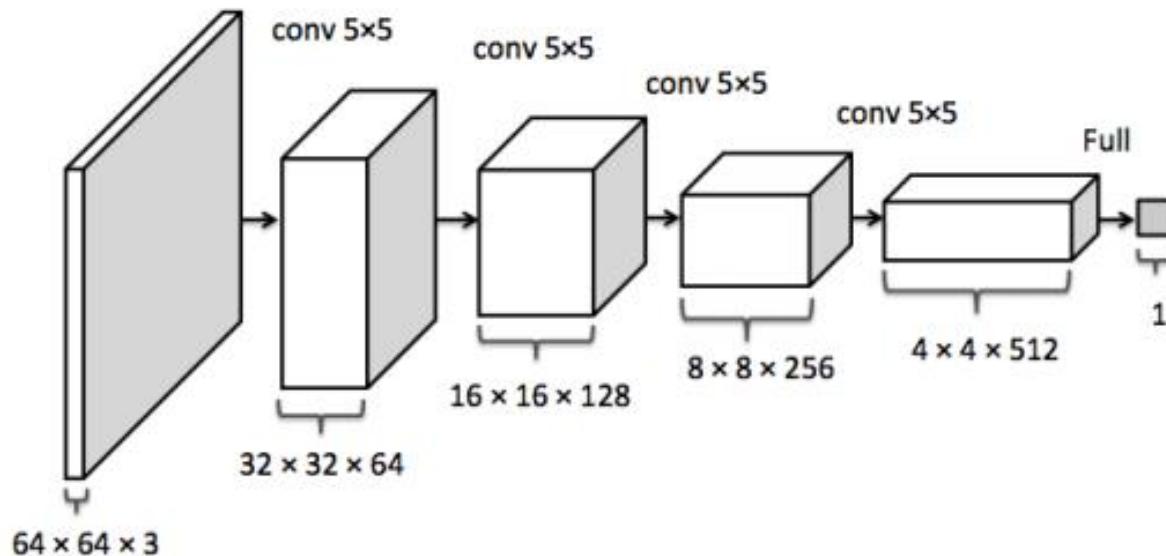
Deep Convolutional Generative Adversarial Networks •



Radford, Alec, Luke Metz, and Soumith Chintala. "Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks." *arXiv preprint arXiv:1511.06434* (2015).

## انواع GAN

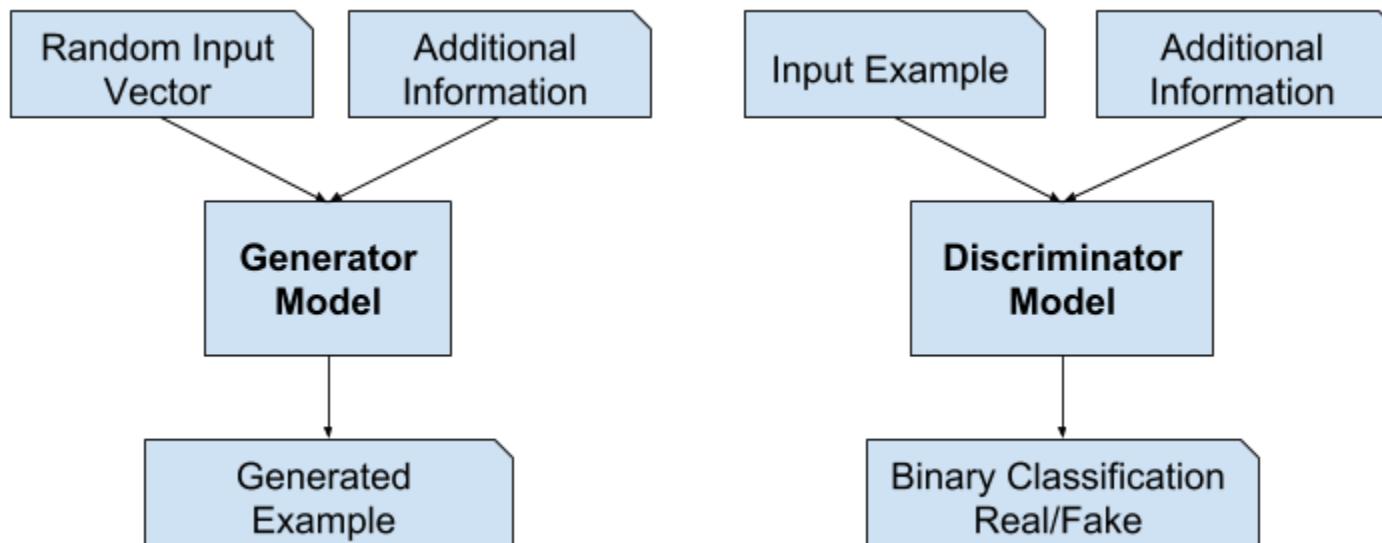
### ◦ شبکه تمایزی در DCGAN



## انواع GAN ...

### شبکه GAN شرطی (Conditional GAN)

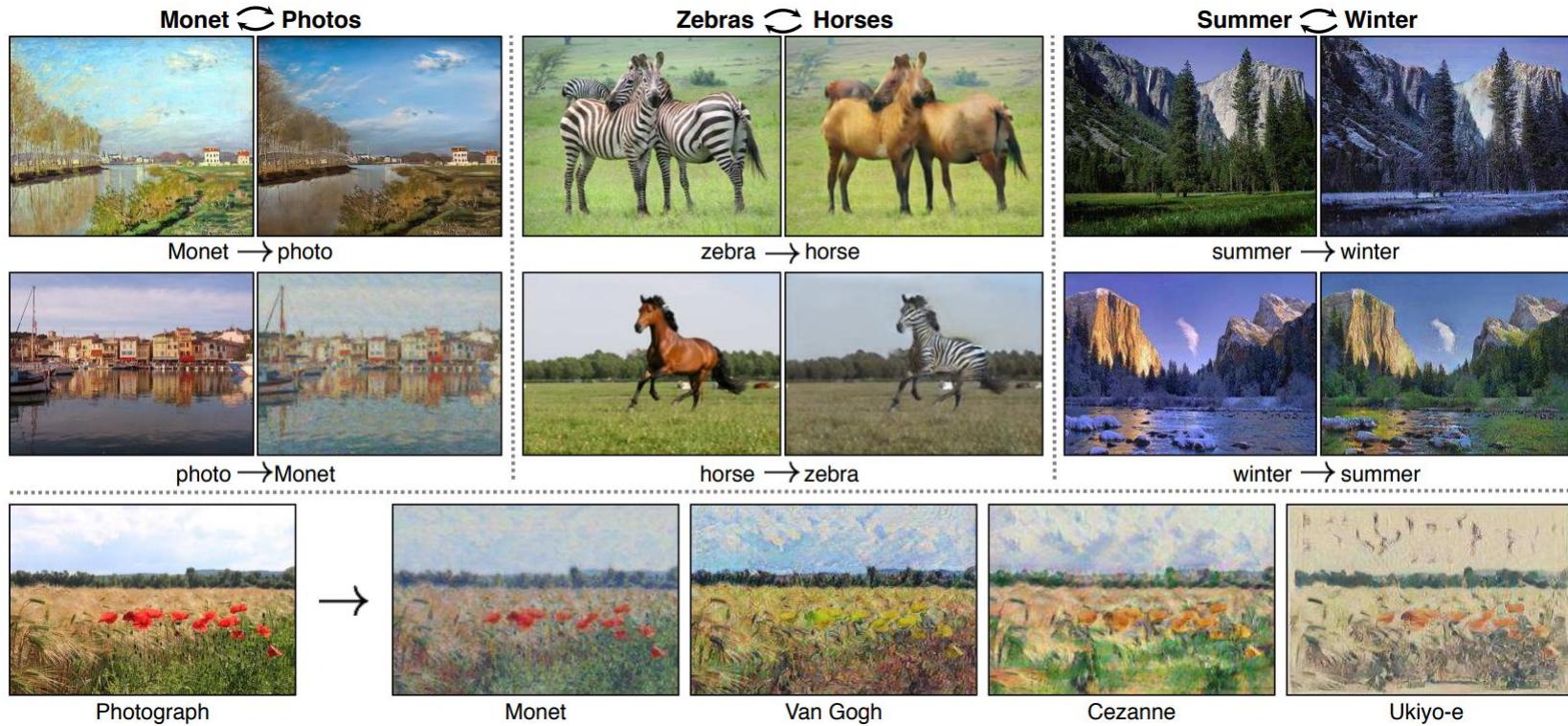
- تولید یا تمایز مشروط است (مثلاً به دادن داده اضافی مانند اسم دسته)
- اگر دسته زن و مرد باشد، این شرط باعث تولید چهره زن/مرد می‌شود
- شرط می‌تواند خودش یک نمونه داده باشد، مثل تصویر زمستان یا بهار برای تولید تصویر مرتبط با آن تصویر (فصل)
- قابل استفاده در ترجمه‌های تصویر به تصویر مانند یادگیری رنگ کردن تصویر، یادگیری سبک نویسنده/گوینده/نقاش





## انواع GAN

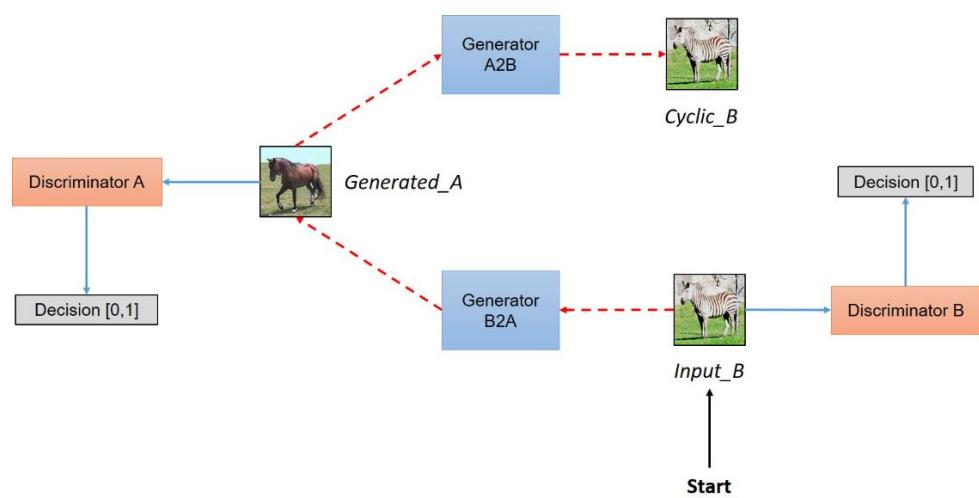
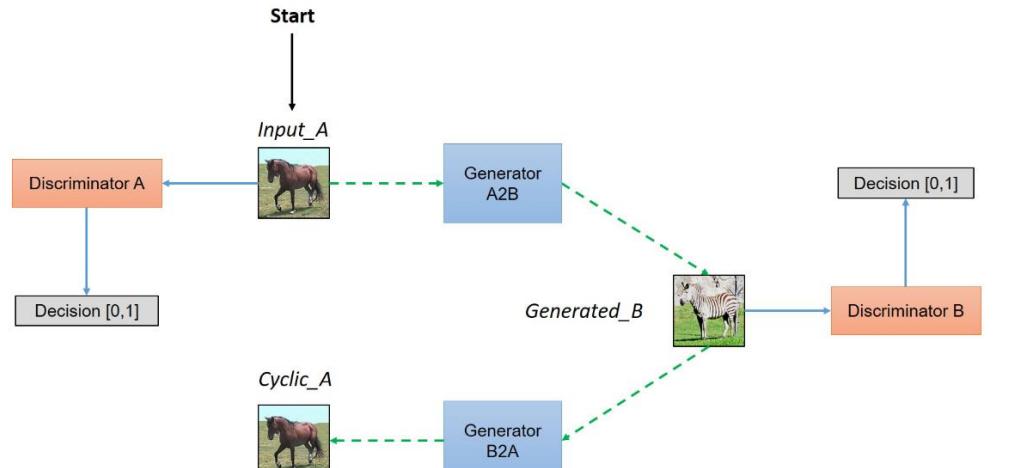
### ◦ شبکه CycleGAN



Zhu, Jun-Yan, Taesung Park, Phillip Isola, and Alexei A. Efros. "Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks." In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, pp. 2223-2232. 2017.

# انواع GAN

## ◦ شبکه CycleGAN

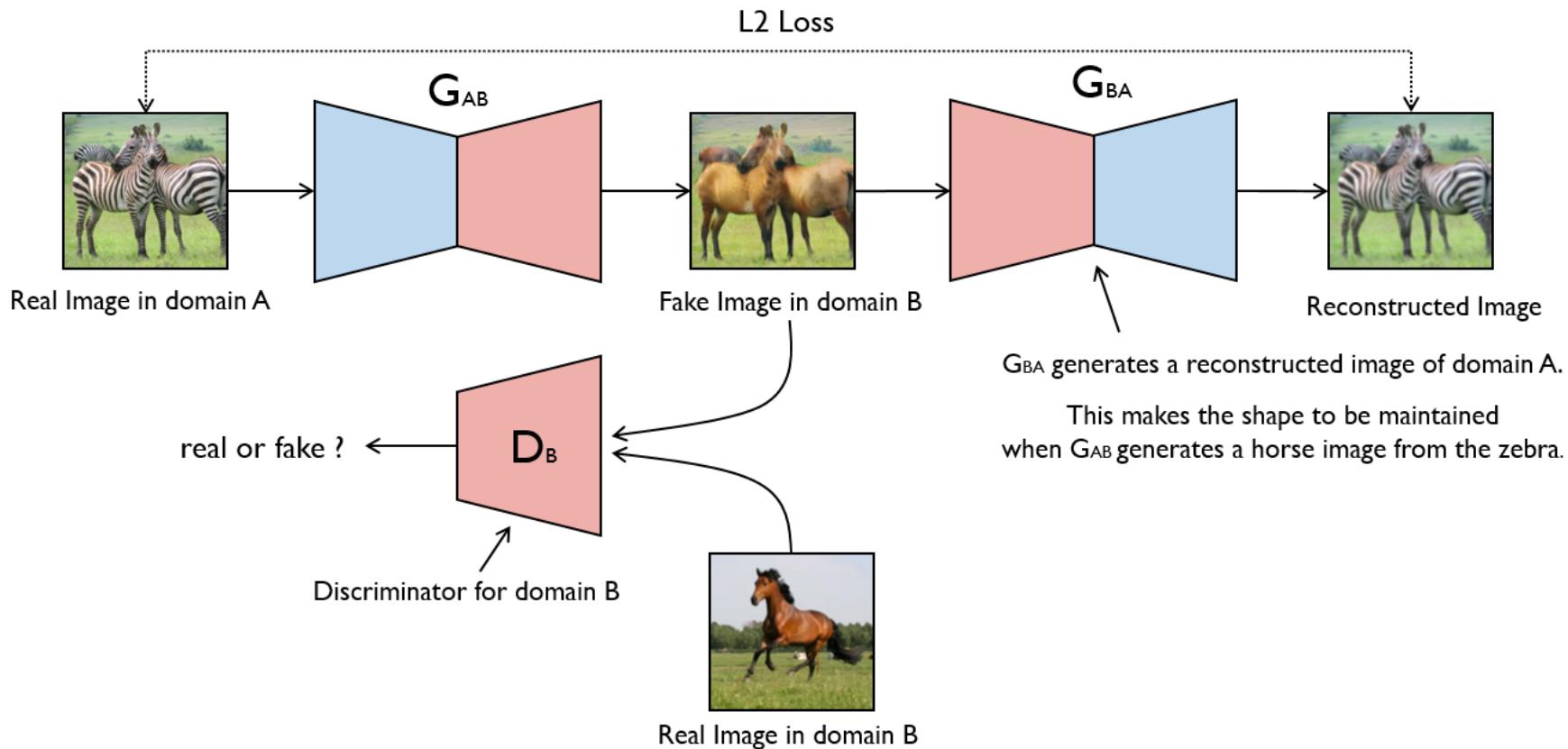


"Image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks." In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, pp. 2223-2232. 2017.  
**Hadi Veisi (h.veisi@ut.ac.ir)**



## انواع GAN

### شبکه CycleGAN



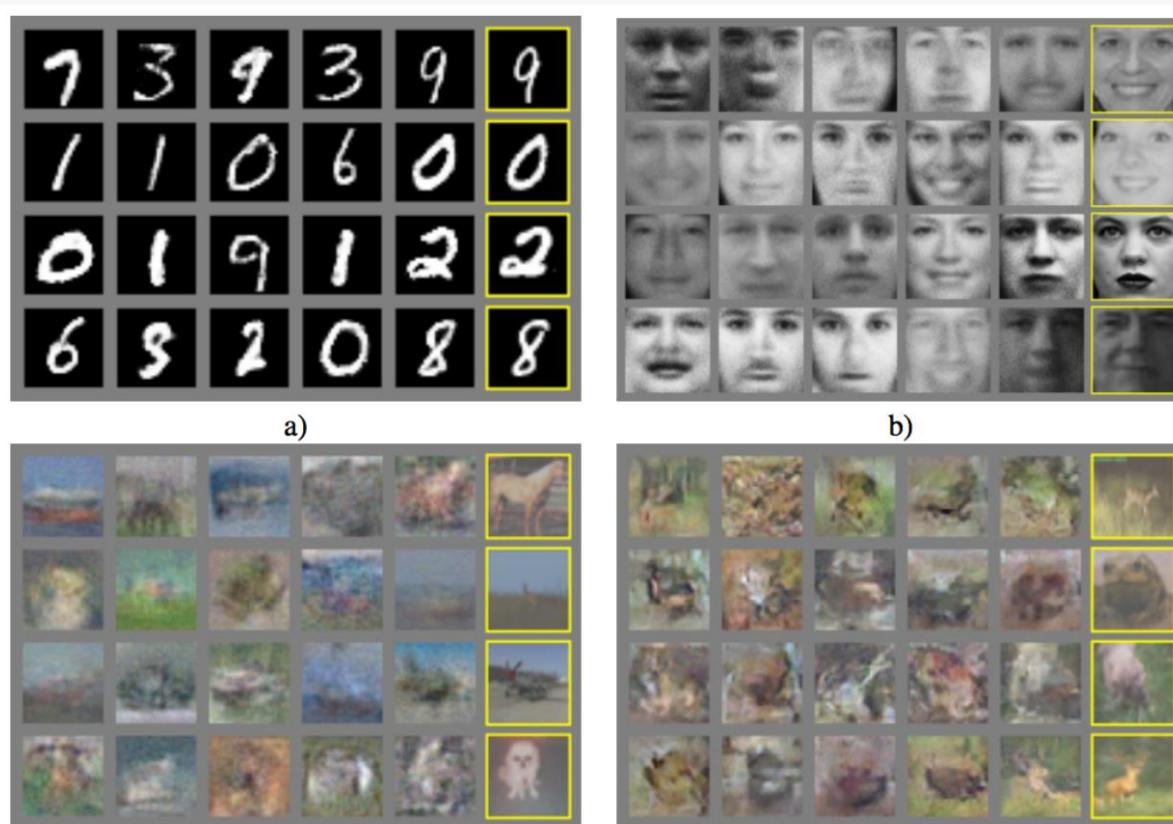
Zhu, Jun-Yan, Taesung Park, Phillip Isola, and Alexei A. Efros. "Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks." In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, pp. 2223-2232. 2017.

Hadi Veisi (h.veisi@ut.ac.ir)

## کاربردها...

### ○ تقویت داده (Data Augmentation)

- تولید نمونه داده های مشابه دادگان ها



Examples of GANs used to Generate New Plausible Examples for Image Datasets.Taken from Generative Adversarial Nets, 2014.

## کاربردها...

### ◦ تولید چهره



Examples of Photorealistic GAN-Generated Faces. Taken from Progressive Growing of GANs for Improved Quality, Stability, and Variation, 2017.

## کاربردها...

### ○ تولید چهره



2014



2015



2016



2017

Example of the Progression in the Capabilities of GANs from 2014 to 2017. Taken from The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation, 2018.

## کاربردها...

### ◦ تولید تصویر روبرو

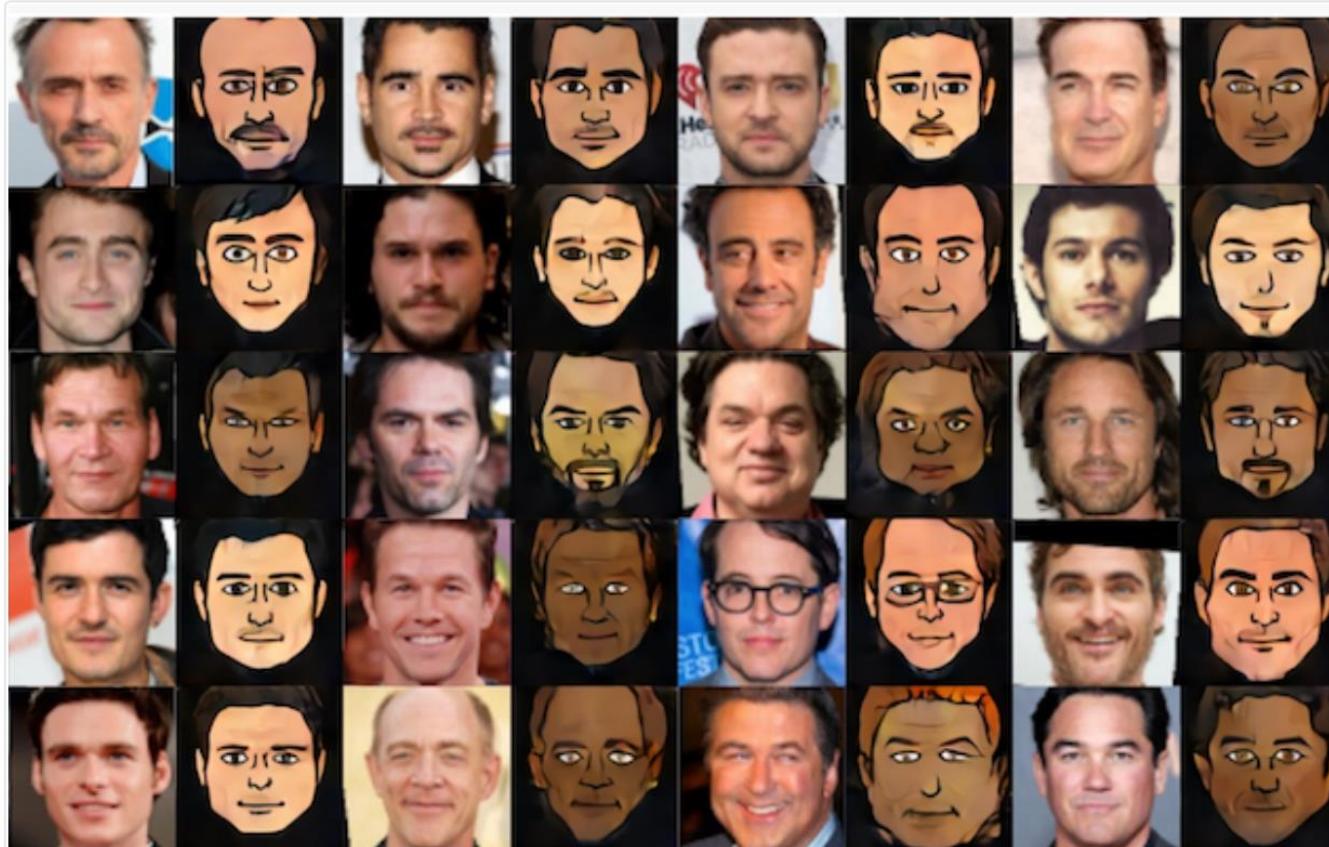
- از روی تصویر زاویه دیگر



Example of GAN-based Face Frontal View Photo Generation Taken from Beyond Face Rotation: Global and Local Perception GAN for Photorealistic and Identity Preserving Frontal View Synthesis, 2017.

## کاربردها...

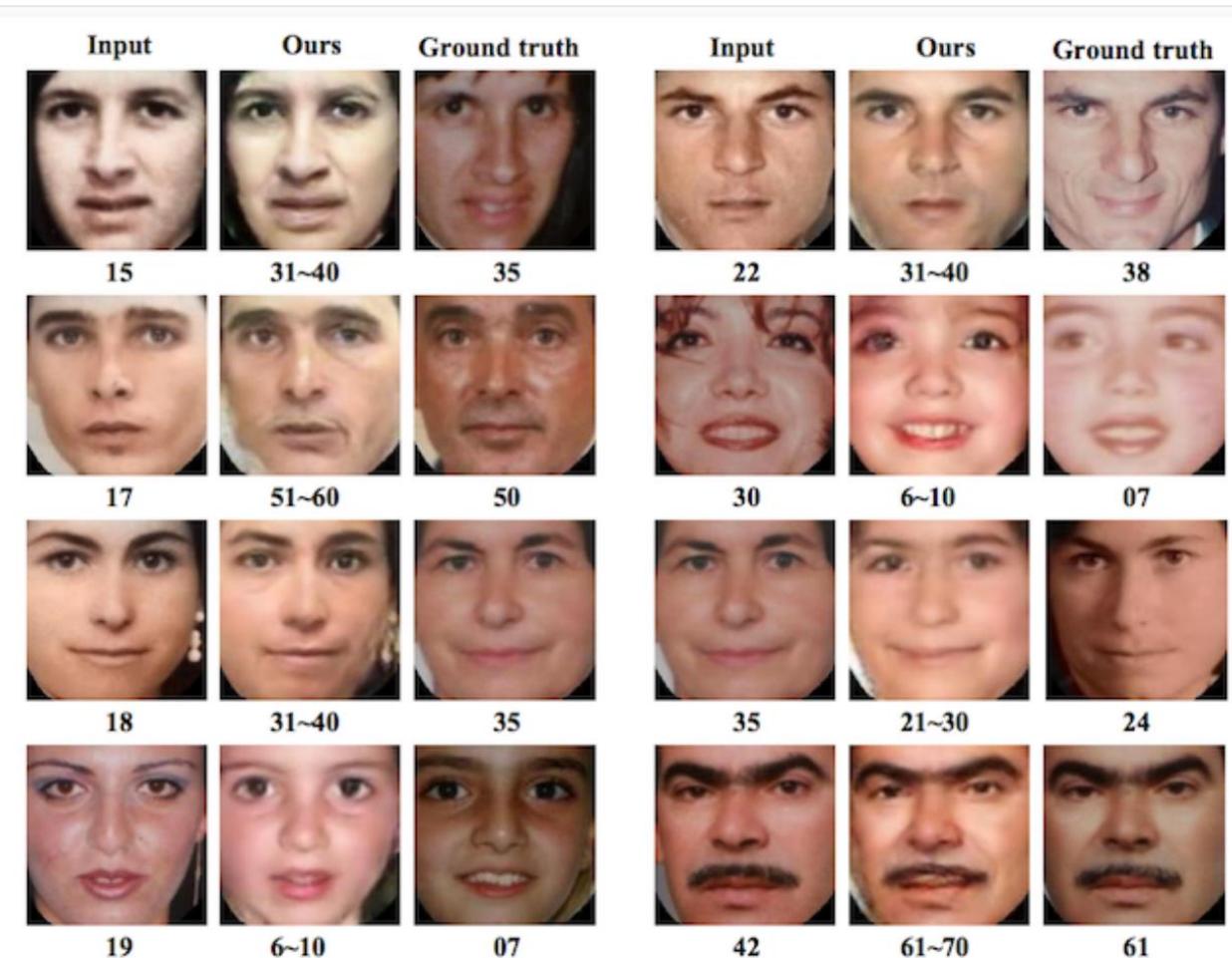
### ○ عکس به اموجی (شکل)



Example of Celebrity Photographs and GAN-Generated Emojis. Taken from Unsupervised Cross-Domain Image Generation, 2016.

## کاربردها...

○ گذر عمر!



Example of Using a GAN to Age Photographs of Faces Taken from Age Progression/Regression by Conditional Adversarial Autoencoder, 2017.

## کاربردها...

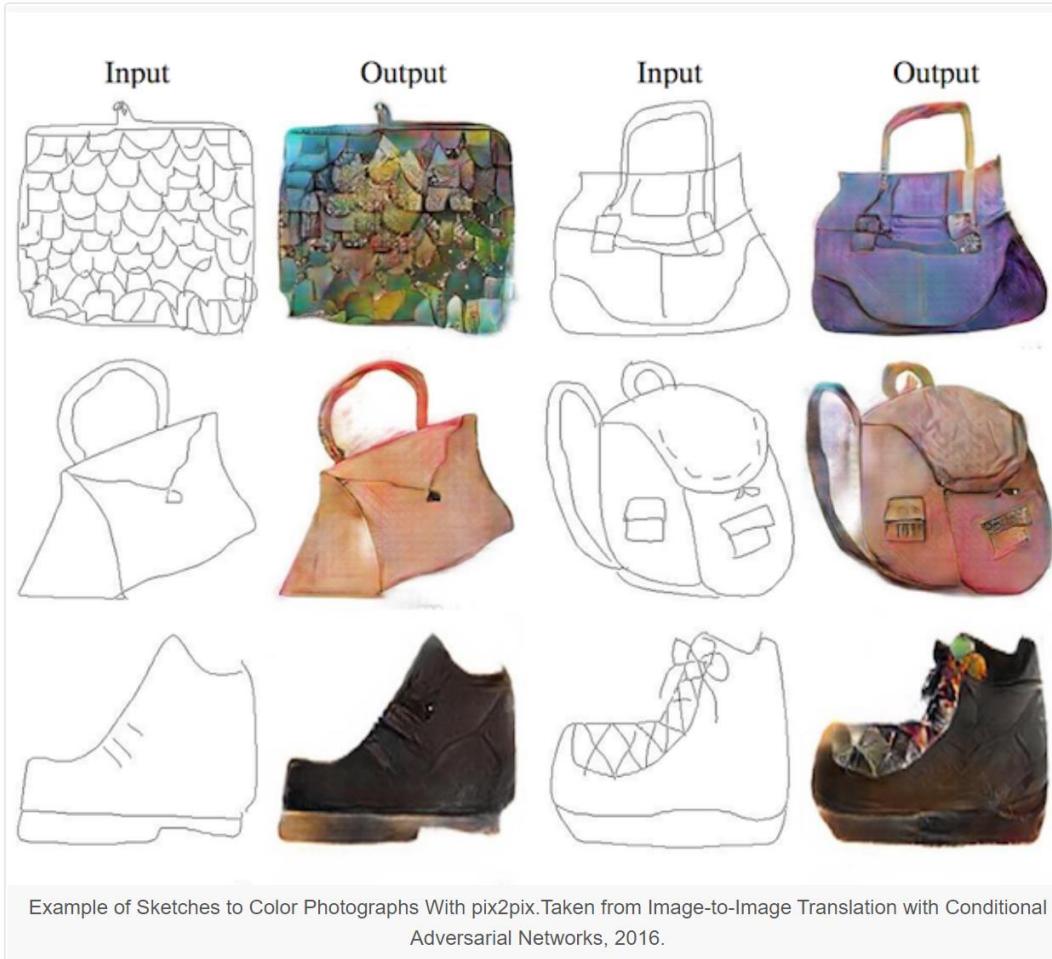
### ○ تولید تصاویر واقعی



Example of Realistic Synthetic Photographs Generated with BigGAN Taken from Large Scale GAN Training for High Fidelity Natural Image Synthesis, 2018.

## کاربردها ...

### ○ ترجمه تصویر به تصویر ...



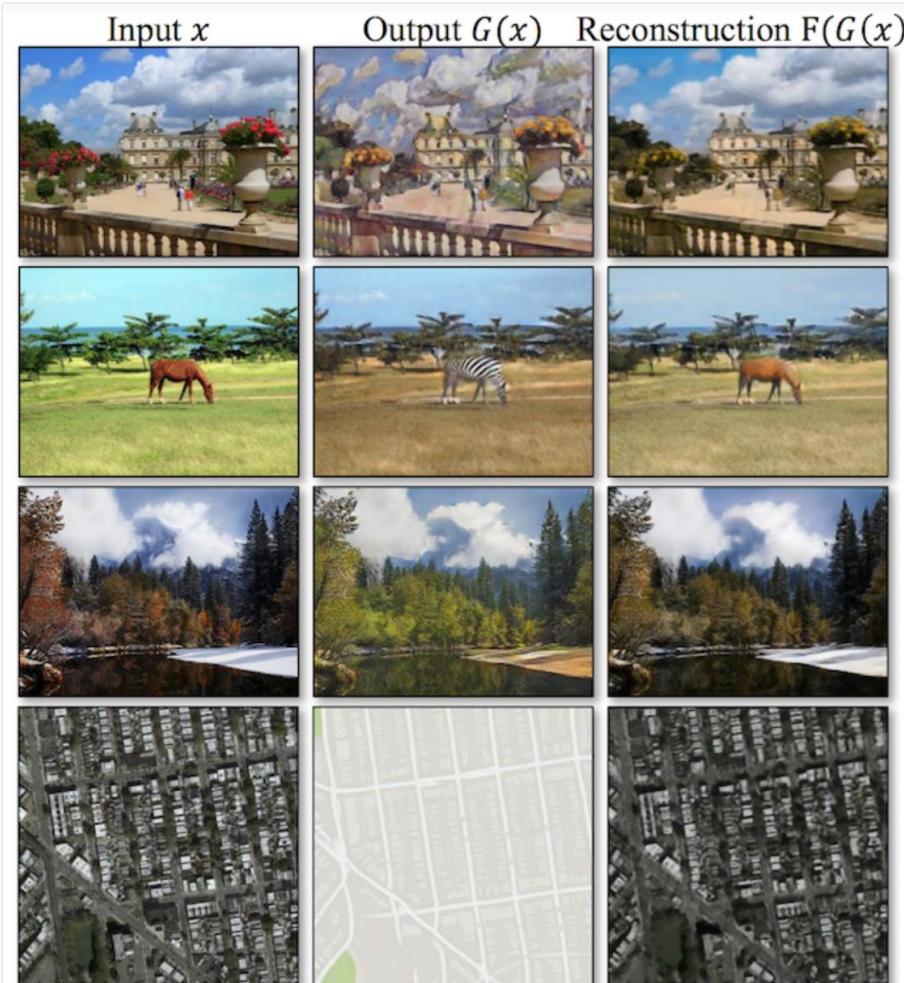
## کاربردها ...

### ○ ترجمه تصویر به تصویر ...



Example of Photographs of Daytime Cityscapes to Nighttime With pix2pix. Taken from Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks, 2016.

## کاربردها...



- ترجمه تصویر به تصویر ...

- تبدیل عکس به نقاشی

- تبدیل اسب به گورخر!

- تبدیل زمستان به بهار

- تبدیل تصویر ماهواره به گوگل مپ

Example of Four Image-to-Image Translations Performed With CycleGANTaken from Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks, 2017.

## کاربردها...

### ○ ترجمه تصویر به تصویر

- تبدیل چهره مرد و زن به همیگر
- تغییر سن در تصویر چهره
- تبدیل تصویر چهره به آواتار
- ... •



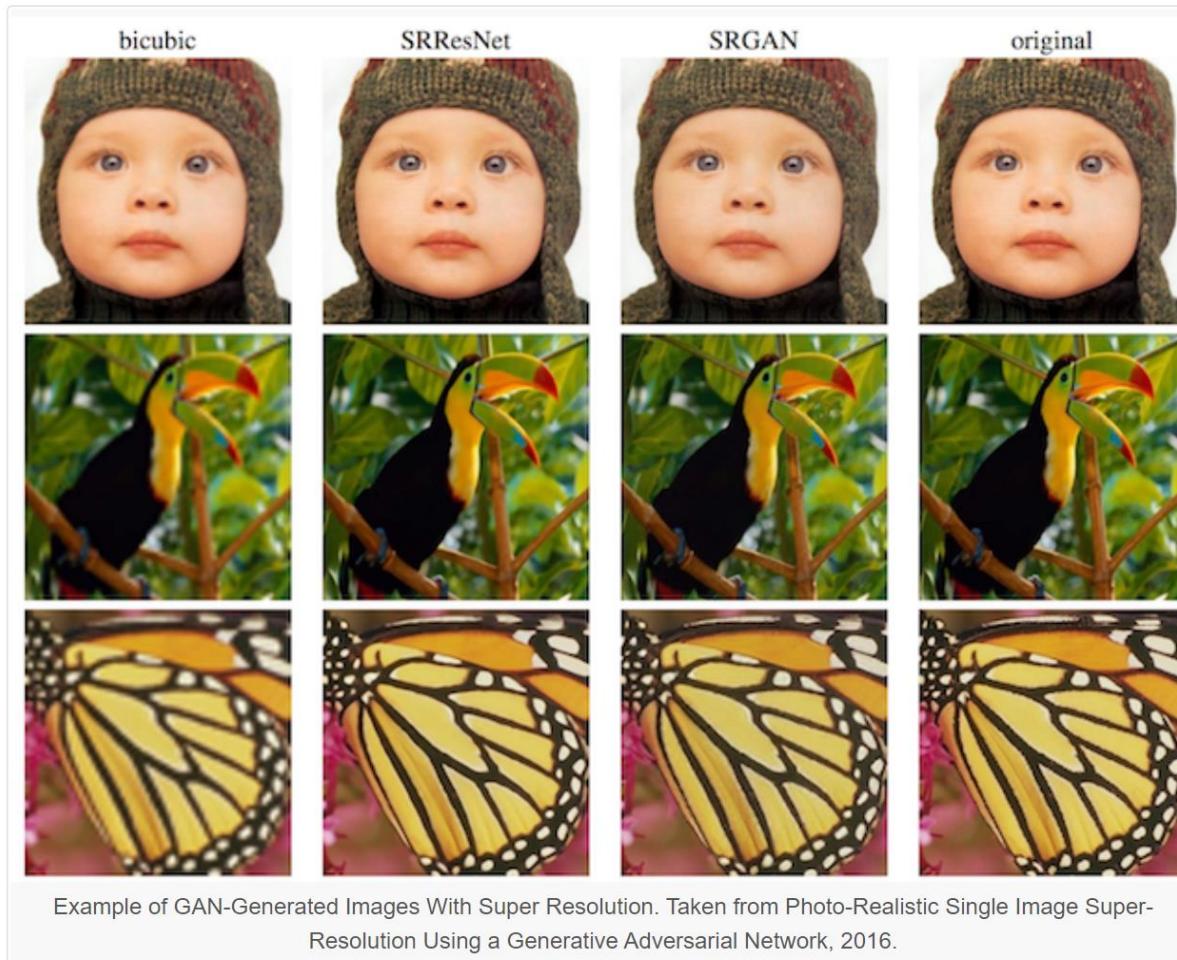
## کاربردها...

### ○ تبدیل متن به تصویر (text2image)

	The small bird has a red head with feathers that fade from red to gray from head to tail						
Stage-I images							
Stage-II images							
	This bird is black with green and has a very short beak						
Stage-I images							
Stage-II images							
Example of Textual Descriptions and GAN-Generated Photographs of Birds Taken from StackGAN: Text to Photo-realistic Image Synthesis with Stacked Generative Adversarial Networks, 2016.							

## کاربردها...

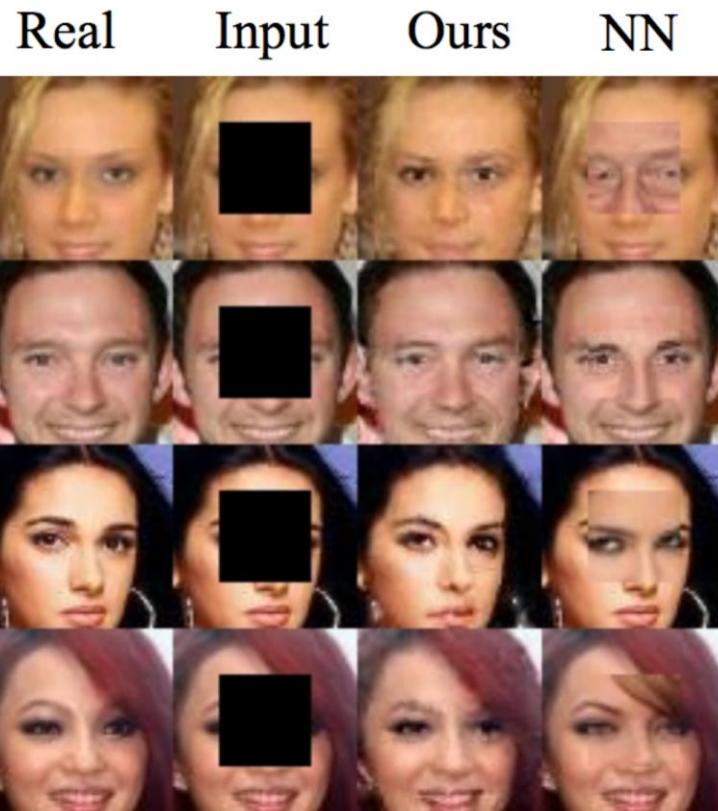
### ▫ افزایش رزولوشن



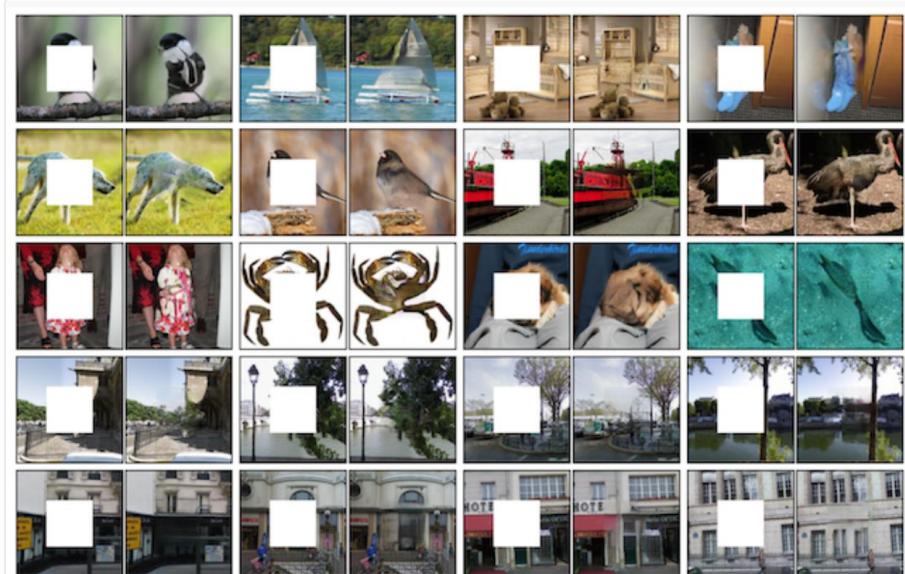
## کاربردها...

### ○ بازسازی عکس (Photo Inpainting)

- بازسازی ناحیه از دست رفته در تصویر



Example of GAN-based Inpainting of Photographs of Human Faces Taken from Semantic Image Inpainting with Deep Generative Models, 2016.



Example of GAN-Generated Photograph Inpainting Using Context Encoders. Taken from Context Encoders: Feature Learning by Inpainting describe the use of GANs, specifically Context Encoders, 2016.

## کاربردها

### ○ تولید متن (شعر فردوسی)

که ای نامور شاه را دل ز جای  
که از من بدین داستان بگذرد  
به دل گفت کای در جهان کینه جوی  
به نزدیک او با سپاه امدند  
بگویم که باشد به دل پر ز خون  
زمین را همی داشت اندر نهان  
سوی شاه گردن فراوان براند  
ز توران به درگاه شاه جهان  
بیاراست لشکر برآمد ز راه  
که ای پهلوان سر به سر بر زمین  
به پیش سپاهش به تخت و کلاه  
که بیژن نیاید به پیش سپاه  
که از کار او در جهان کارزار  
چو خورشید تابان به درگاه شاه

- به پیش سپاه اندر امد ز جای
- به پیران چنین گفت کای پرخرد
- بدو گفت بهرام کای نامجوی
- برآمد ز ایوان شاه امدند
- به کار اندر امد ز دریای خون
- بدو گفت بر من بدی در جهان
- بدین گونه با او سپه را بخواهد
- به روی اندر امد ز من در جهان
- چو بشنید ازو بازگشتن به راه
- بدو گفت بازار ایران زمین
- به داد و به دیدار او شد سپاه
- بران کوه بر شد ز هر سو سپاه
- به پیش اندر امد سوی کارزار
- به ایوان بیاراست گرد سپاه

## منابع

1	Year	Month	Abbr.	Title
2	2014	6	GAN	Generative Adversarial Networks
3	2014	11	CGAN	Conditional Generative Adversarial Nets
4	2015	6	LAPGAN	Deep Generative Image Models using a Laplacian Pyramid of Adversarial Networks
5	2015	11	CatGAN	Unsupervised and Semi-supervised Learning with Categorical Generative Adversarial Networks
6	2015	11	DCGAN	Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks
7	2015	12	VAE-GAN	Autoencoding beyond pixels using a learned similarity metric
8	2016	2	GRAN	Generating images with recurrent adversarial networks
9	2016	3	S <sup>2</sup> GAN	Generative Image Modeling using Style and Structure Adversarial Networks
10	2016	4	MGAN	Precomputed Real-Time Texture Synthesis with Markovian Generative Adversarial Networks
11	2016	5	BiGAN	Adversarial Feature Learning
12	2016	5	GAN-CLS	Generative Adversarial Text to Image Synthesis
13	2016	6	ALI	Adversarially Learned Inference
14	2016	6	CoGAN	Coupled Generative Adversarial Networks
15	2016	6	f-GAN	f-GAN: Training Generative Neural Samplers using Variational Divergence Minimization
16	2016	6	Improved GAN	Improved Techniques for Training GANs
17	2016	6	InfoGAN	InfoGAN: Interpretable Representation Learning by Information Maximizing Generative Adversarial Nets
18	2016	7	SketchGAN	Adversarial Training For Sketch Retrieval
19	2016	9	Context-RNN-GAN	Contextual RNN-GANs for Abstract Reasoning Diagram Generation
20	2016	9	EBGAN	Energy-based Generative Adversarial Network
21	2016	9	IAN	Neural Photo Editing with Introspective Adversarial Networks

<https://github.com/hindupuravinash/the-gan-zoo>