یادگیری عمیق
Deep Learning

عادل قاضی خانی
هیئت علمی گروه کامپیوتر دانشگاه امام رضا (ع)

یادگیری عمیق

- شبکه عصبی شکل رایج یادگیری عمیق
- **معماری های شبکه عصبی عمیق؟**

معماری های شبکه عصبی عمیق

- شبکه های پیش آموزش داده شده بدون نظارت [۱]
- شبکه های عصبی کانولوشونی [۲]
- شبکه های عصبی مکرر [۳]
- شبکه های عصبی بازگشتی [۴]

Ref: J. Patterson and A. Gibson, ***Deep Learning. O'REILLY, 2017.***

1. Unsupervised Pretrained Networks
2. Convolutional Neural Networks
3. Recurrent Neural Networks
4. Recursive Neural Networks

معماری های شبکه عصبی عمیق

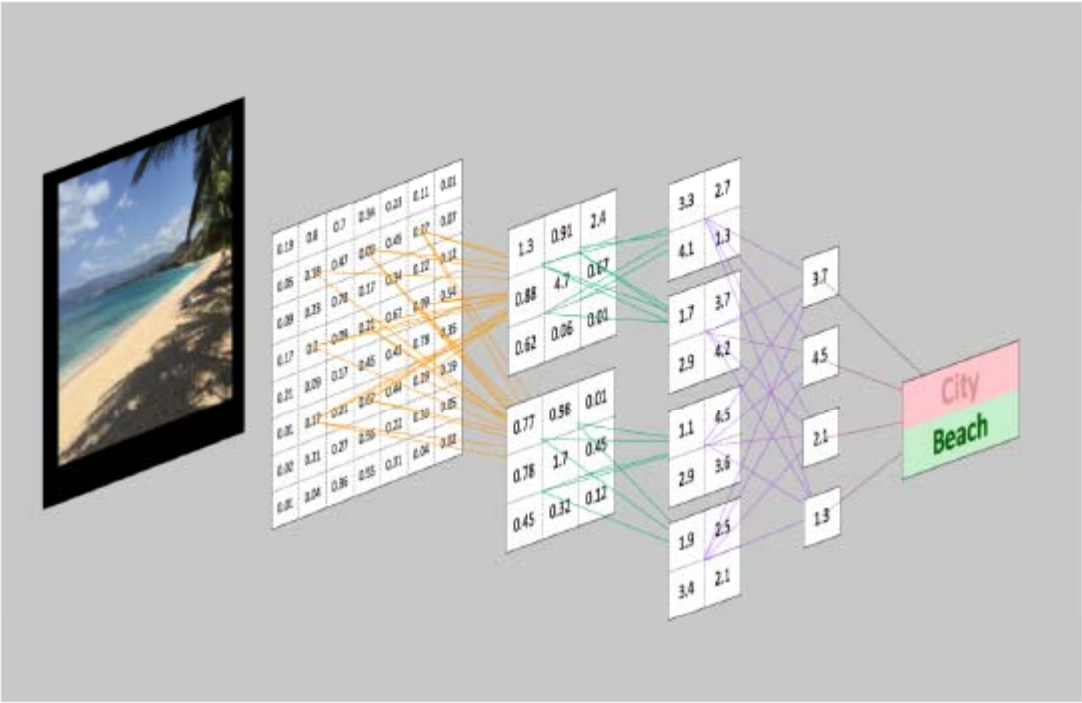
- شبکه های پیش آموزش داده شده بدون نظارت
  - Autoencoder
  - Deep Belief Networks
  - Generative Adversarial Networks
- برای حالتی که داده های برچسب دار کم هستند

معماری های شبکه عصبی عمیق

- **شبکه های عصبی کانولوشنی**
- هدف یادگیری ویژگی های سطح بالاتر با استفاده از کانولوشن
- مناسب برای تصاویر
- استخراج ویژگی های مستقل از انتقال و چرخش
- یکی از کاراترین معماری های یادگیری عمیق

معماری های شبکه عصبی عمیق

- **شبکه های عصبی کانولوشونی**

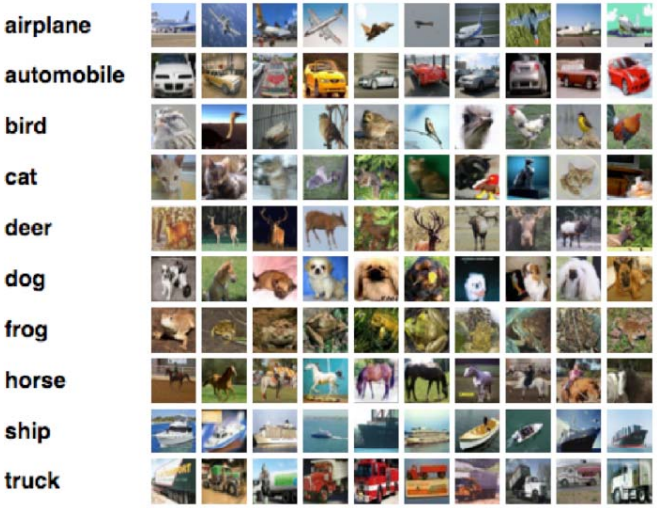


شبکه های عصبی کانولوشنی

- به لحاظ زیستی سلولهای عصبی حیوانات به زیرناحیه ها کوچک حساس هستند.
- این زیرناحیه ها ترکیب می شوند تا ناحیه بزرگ را تشکیل دهند

شبکه های عصبی کانولوشنی

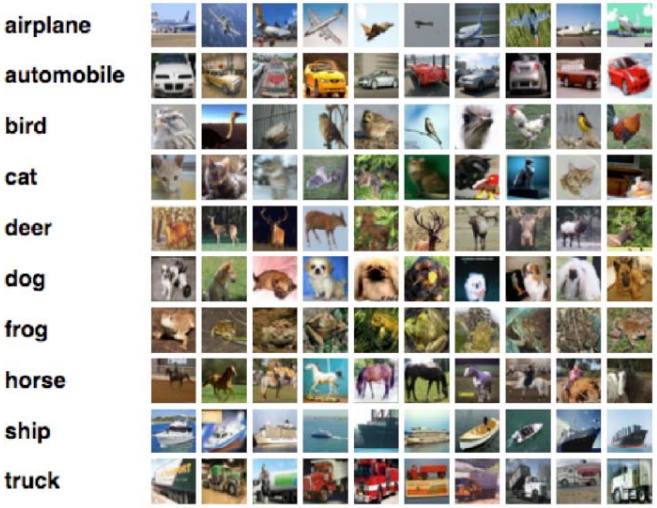
- در شبکه عصبی معمولی چند لایه، لایه ها کاملا متصل هستند
- این شبکه ها برای داده های تصاویر نامناسب هستند



- در داده های CIFAR-10 ابعاد هر تصویر
- 32*32*3

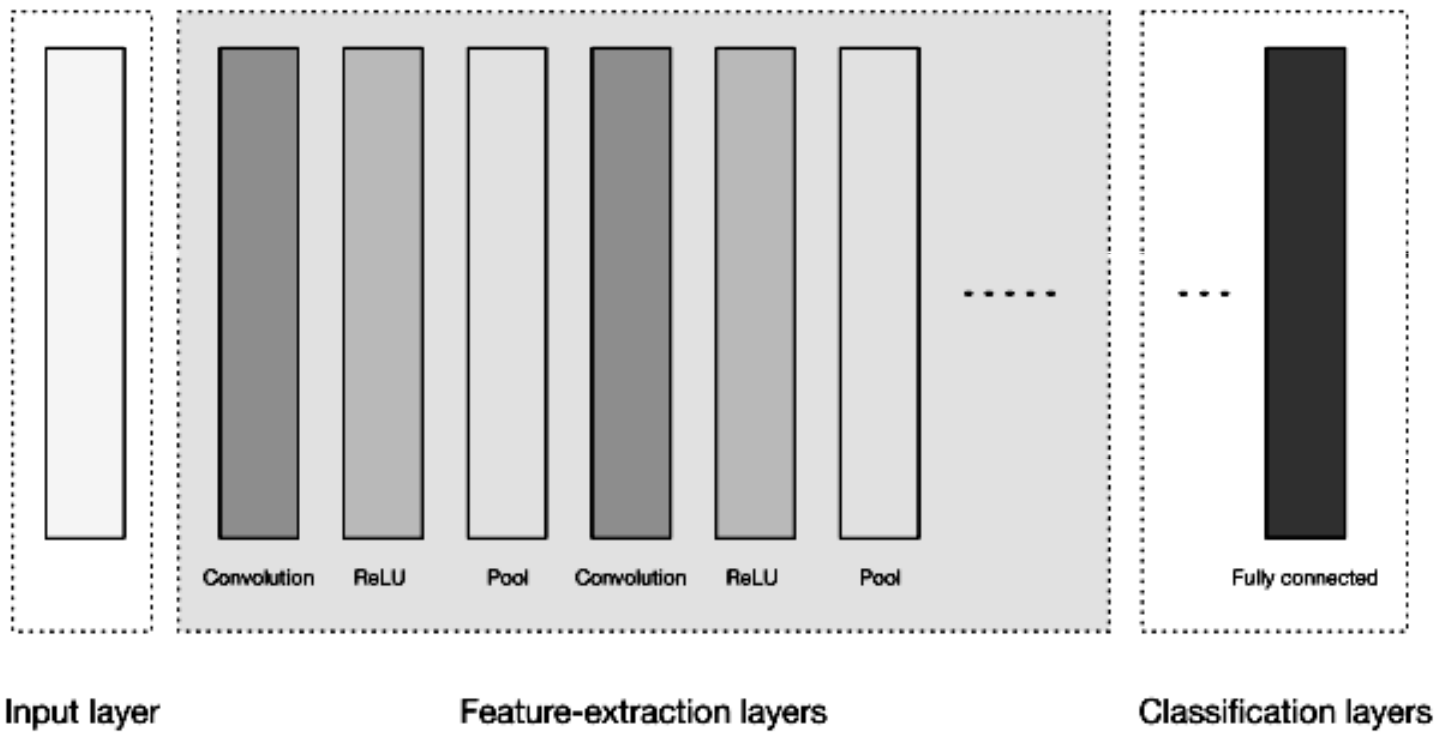
شبکه های عصبی کانولوشنی

- برای حل مشکل تصاویر، نرونها در CNN ساختار سه بعدی دارند. (طول، عرض و عمق) که متناظر با طول و عرض تصویر و تعداد کانالهای رنگی است



شبکه های عصبی کانولوشنی

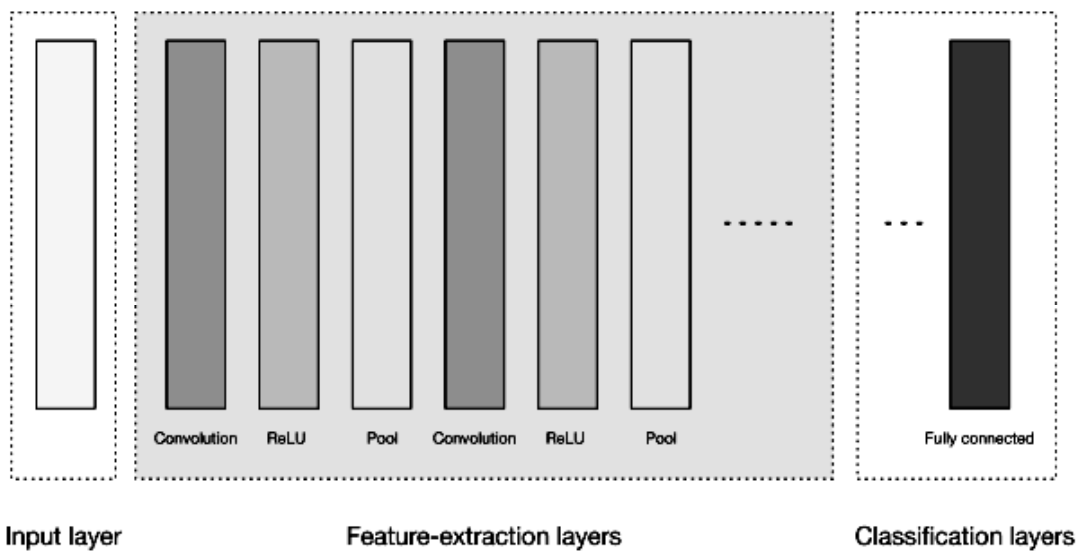
- **معماری کلی**



شبکه های عصبی کانولوشنی

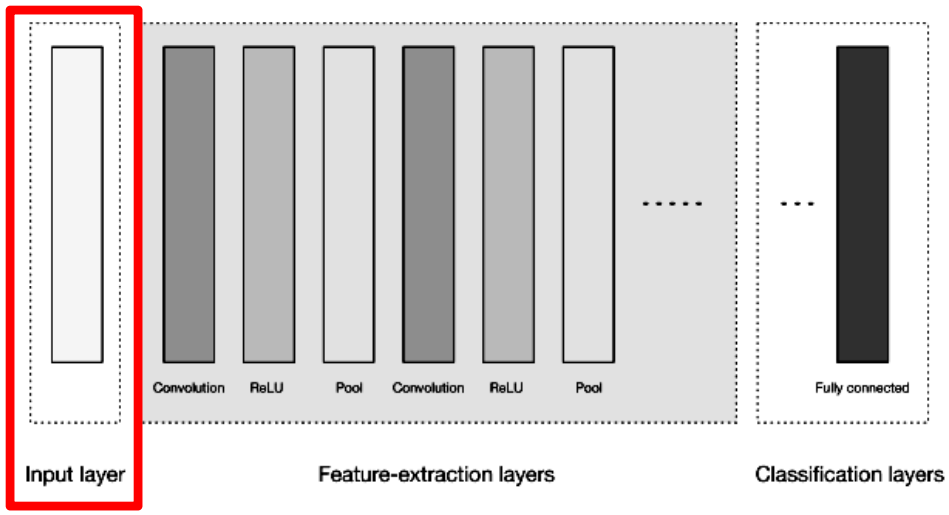
- **معماری کلی**

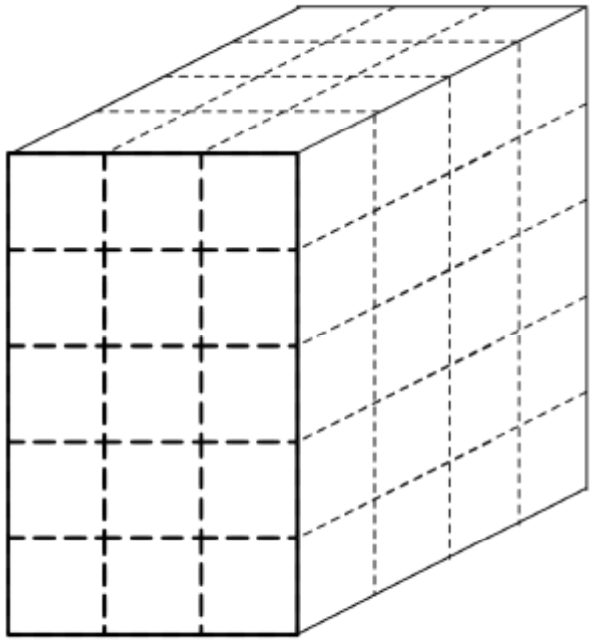
- لایه ورودی
- لایه استخراج ویژگی
- لایه طبقه بندی



شبکه های عصبی کانولوشنی

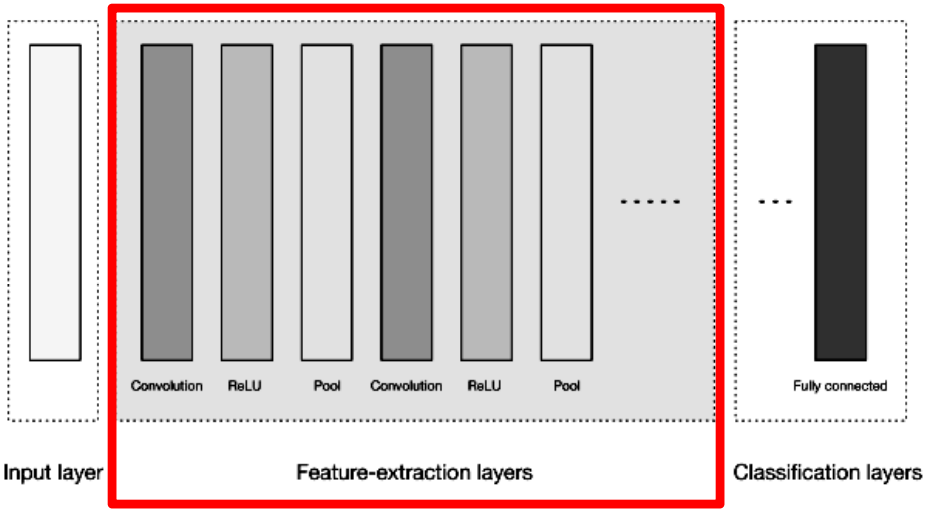
- **معماری کلی**
- **لایه ورودی** : ورودی سه بعدی را دریافت می کند (تصویر)





شبکه های عصبی کانولوشنی

- معماری کلی
- لایه استخراج ویژگی

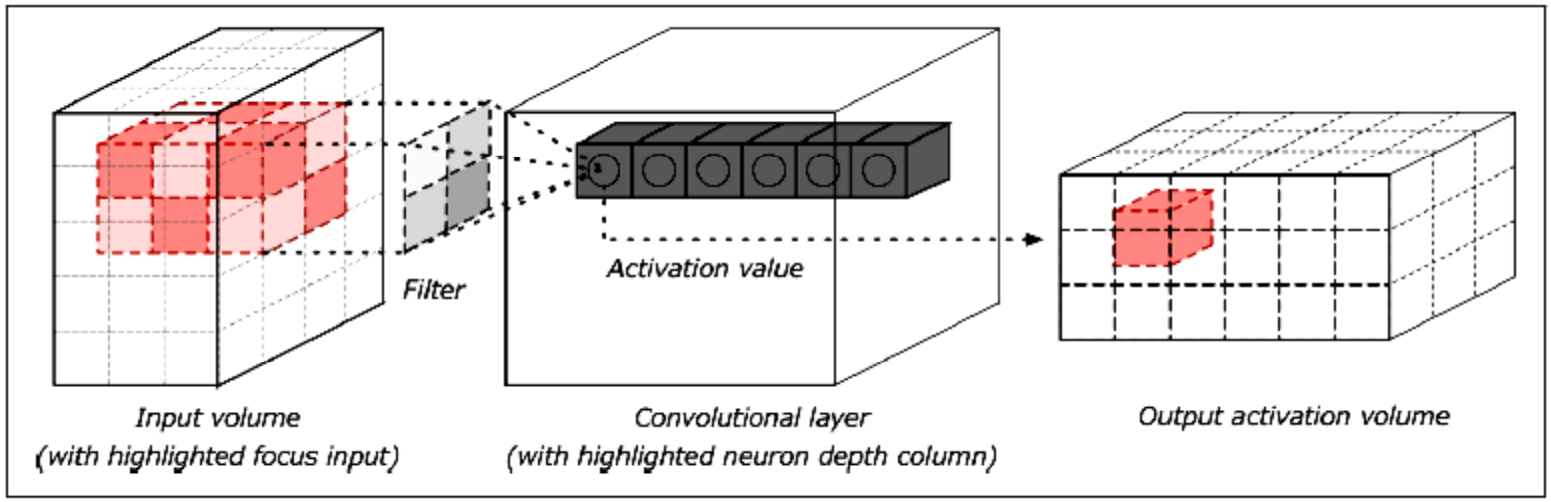


شبکه های عصبی کانولوشنی

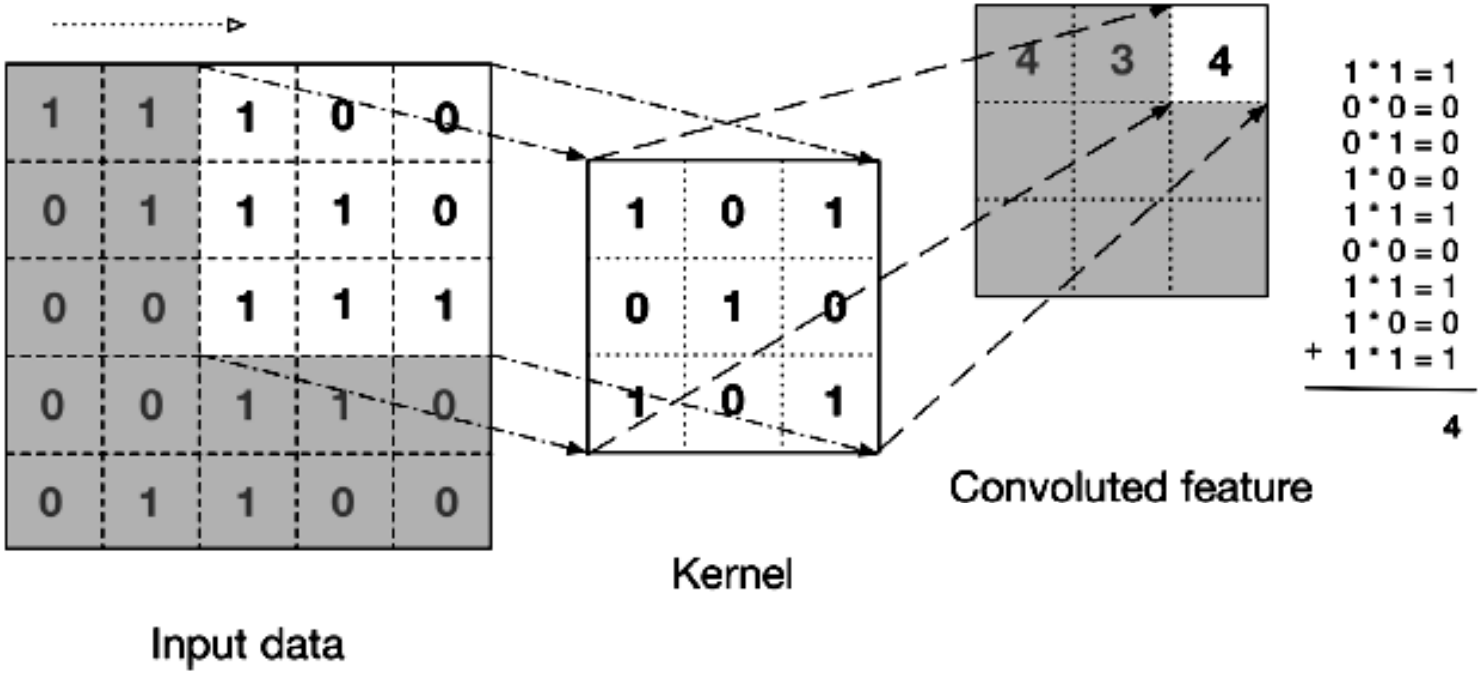
- **معماری کلی**
- **لایه استخراج ویژگی** : تشکیل شده از دو لایه **Convolution** و **Pooling** که ممکن است چند بار تکرار شوند
- در این دو لایه ویژگی های سطح پایین و در ادامه سطوح بالا یادگیری می شوند

شبکه های عصبی کانولوشنی

- **لایه استخراج ویژگی**
- لایه Convolution : جزء پایه ای معماری CNN. در این لایه بخشی از نرونهای کنار هم از لایه قبل پردازش می شوند(کانولوشن)



عمل کانولوشن



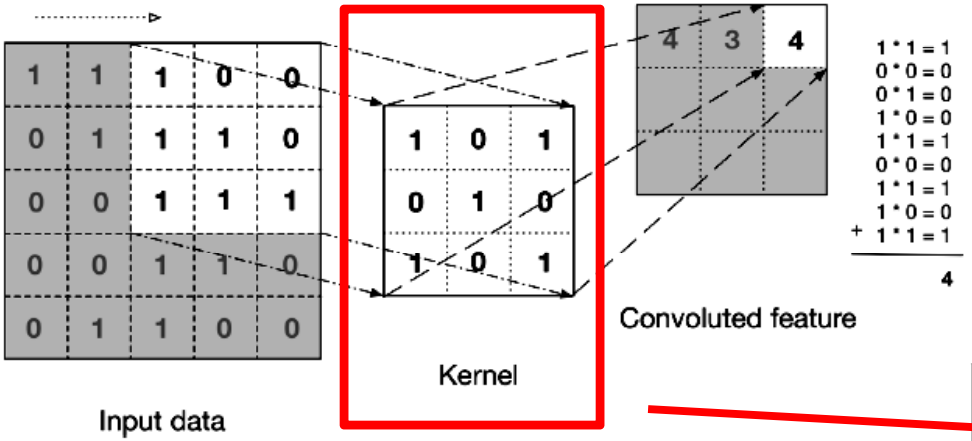
مفاهیم لایه کانولوشن

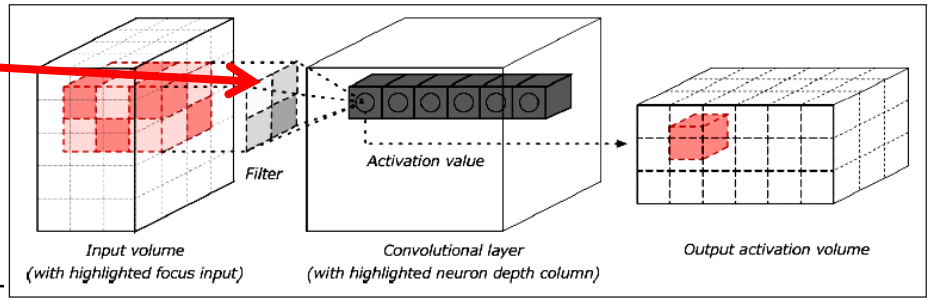
- فیلترها
- نقشه های فعالسازی
- اشتراک پارامتر
- ابرپارامترهای لایه

- Filters
- Activation maps
- Parameter sharing
- Layer-specific hyperparameters

مفاهیم لایه کانولوشن - فیلترها

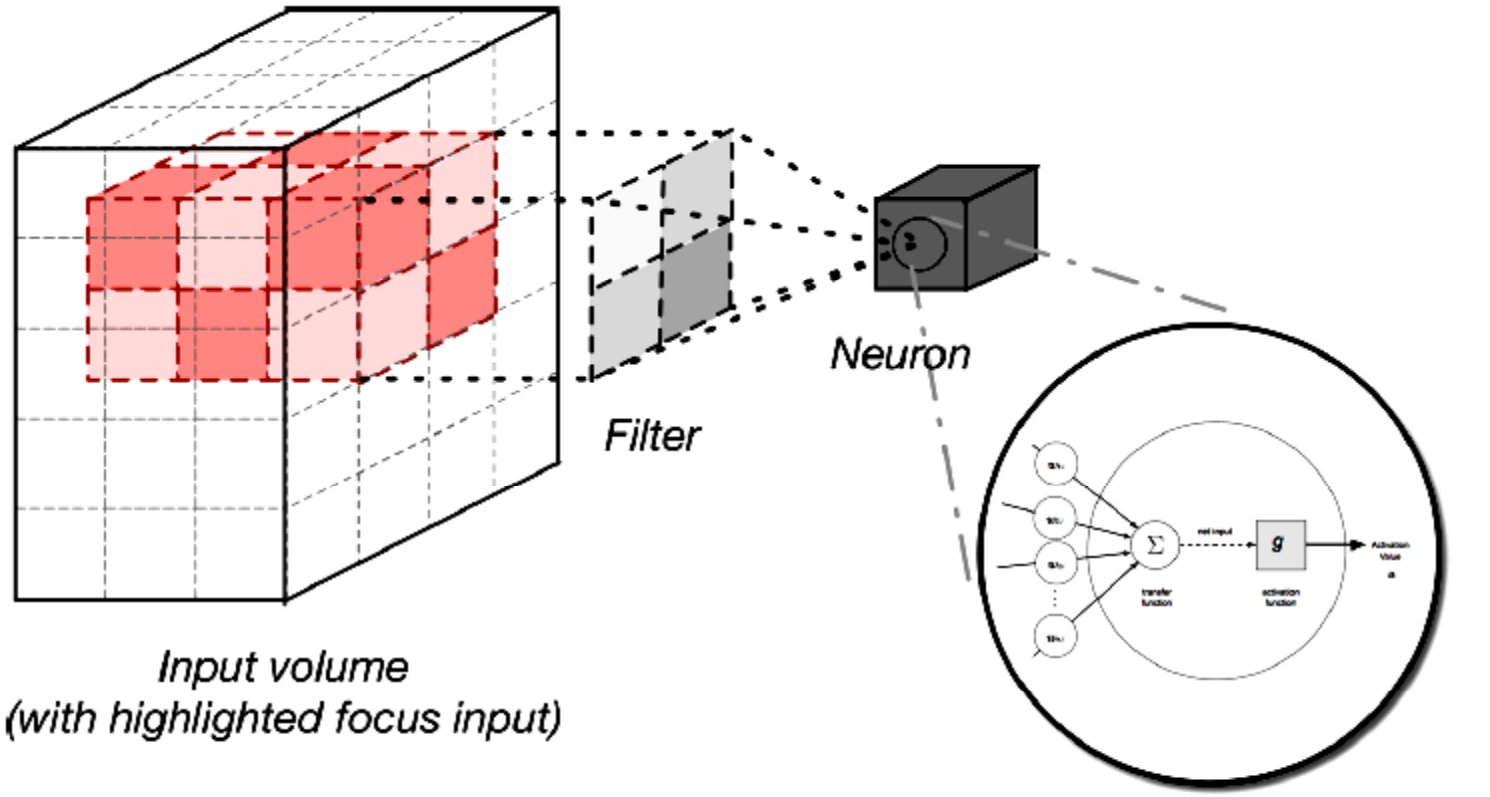
- توابعی که طول و عرض آن کوچکتر از طول و عرض ورودی است
- این فیلترها با ورودی سه بعدی کانوالو شده و خروجی سه بعدی را بوجود می آورند.





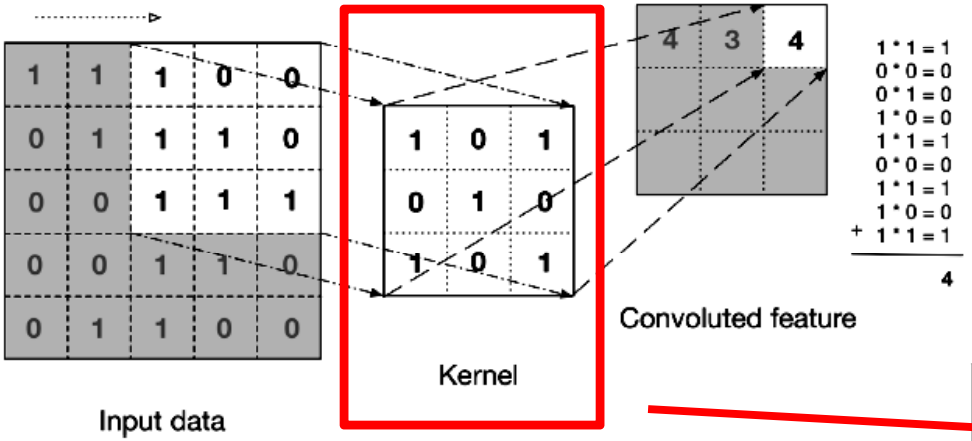
مفاهیم لایه کانولوشن - فیلترها

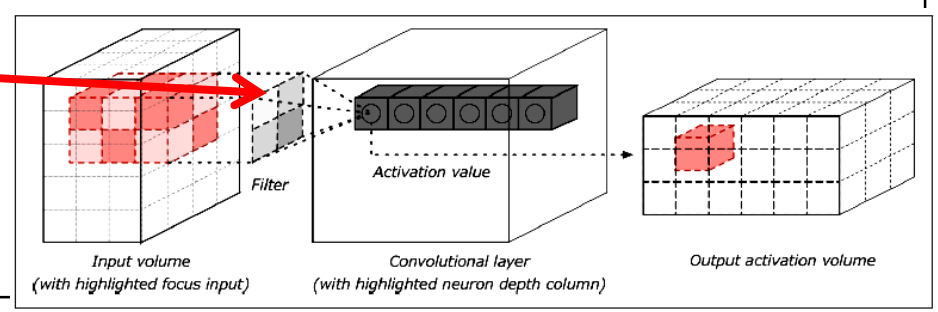
- **عملکرد دقیقتر فیلتر**



مفاهیم لایه کانولوشن - فیلترها

- فیلترها بر روی ورودی لغزانده می شوند و خروجی را بوجود می آورند
- تعداد فیلترها یک ابرپارامتر و بعد سوم خروجی سه بعدی را مشخص می کند
- **مثال؟**



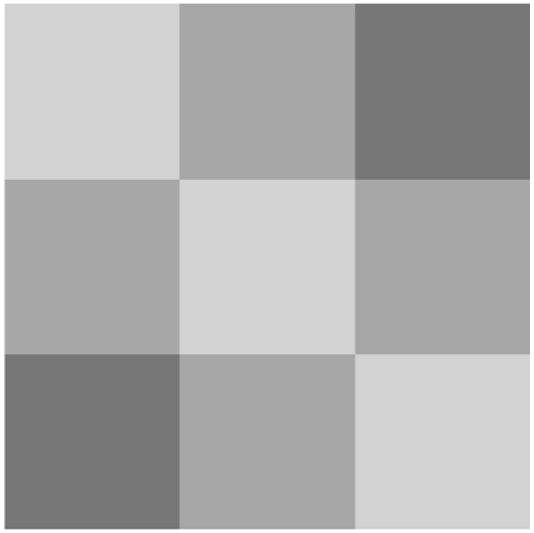


مفاهیم لایه کانولوشن – نقشه های فعالسازی

- خروجی اعمال فیلتر بر روی ناحیه ای از ورودی

0.5	0.2	0.1
0.2	0.5	0.2
0.1	0.2	0.5

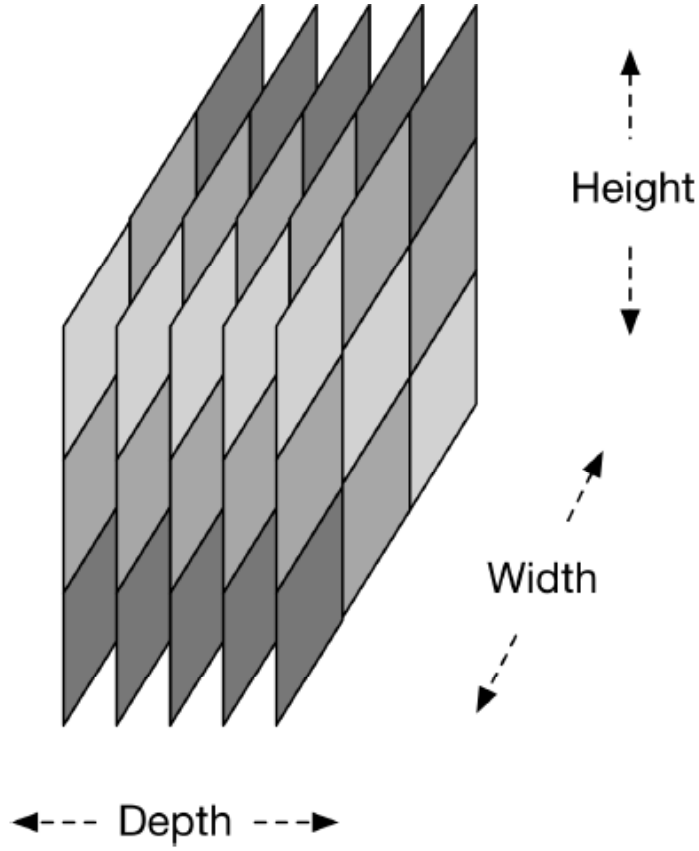
Convoluted feature



Activation map

مفاهیم لایه کانولوشن – نقشه های فعالسازی

- خروجی اعمال فیلتر بر روی ناحیه ای از ورودی (سه بعدی)



مفاهیم لایه کانولوشن – اشتراک پارامتر

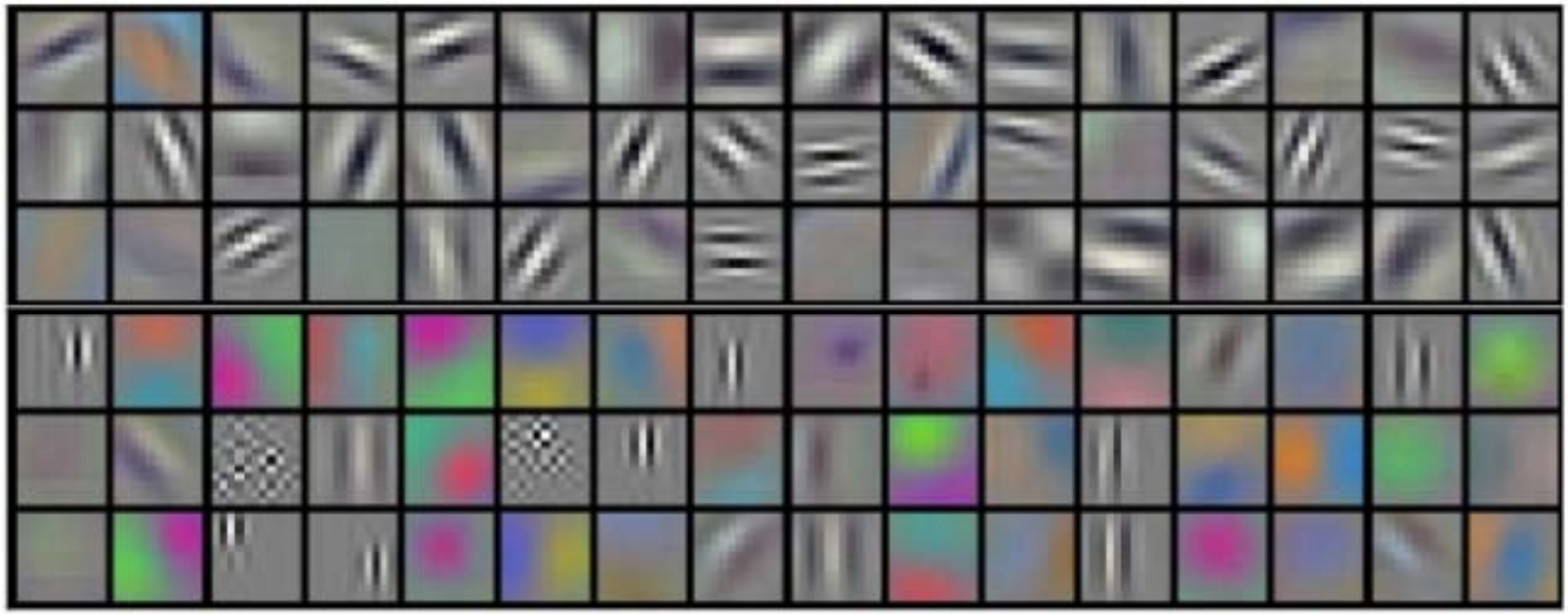
- برای **کاهش تعداد پارامترها** (وزنها)، در CNN فرض می شود **هر زیر ناحیه در ورودی سه بعدی لایه کانولوشن وزن و بایاس برابر دارند**

- از این مفهوم در حالتی که **تصاویر باید یک ساختار مرکزی مشخص** داشته باشند(مثلاً چهره) **نمی توان** استفاده کرد

- این مفهوم باعث **استقلال ویژگی ها از تبدیل و چرخش** می شود

مفاهیم لایه کانولوشن – اشتراک پارامتر

- نمایی از ۹۶ فیلتر آموزش دیده (ابعاد ۱۱*۱۱*۳) با مفهوم اشتراک پارامتر



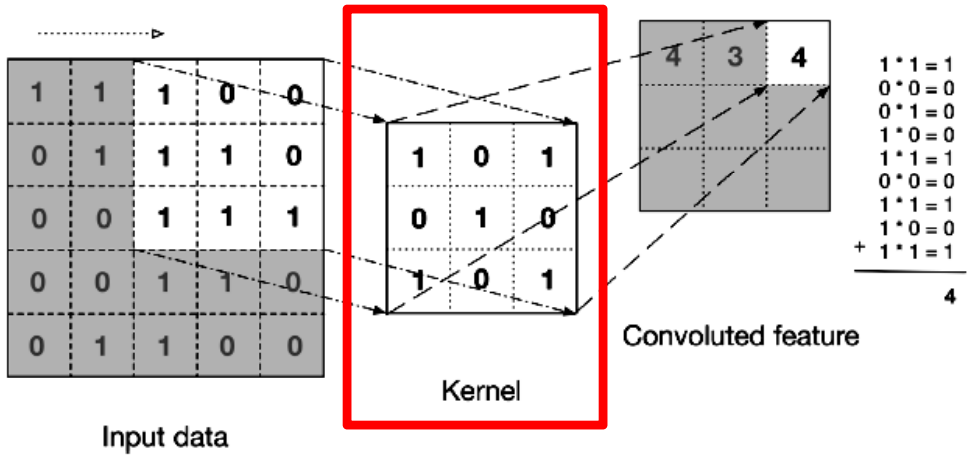
مفاهیم لایه کانولوشن – ابر پارامترهای لایه

- اندازه فیلترها
- عمق خروجی
- گام
- لایه گذاری صفر

- **Filter (or kernel) size (field size)**
- **Output depth**
- **Stride**
- **Zero-padding**

مفاهیم لایه کانولوشن – ابر پارامترهای لایه

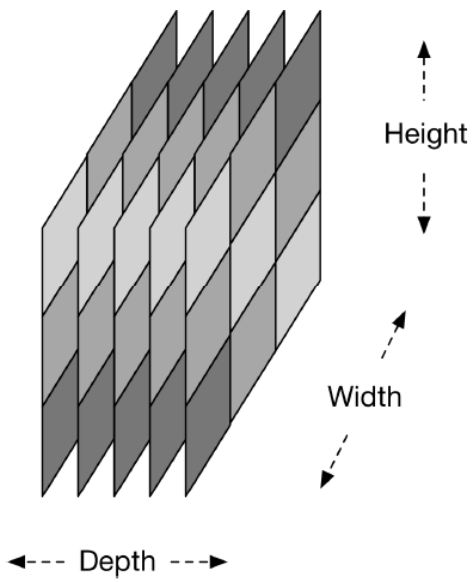
- **اندازه فیلترها:**
- اندازه باید کوچکتر از اندازه تصویر ورودی باشد. ولی عمق آن برابر با تصویر ورودی است



- **Filter (or kernel) size (field size)**

مفاهیم لایه کانولوشن – ابر پارامترهای لایه

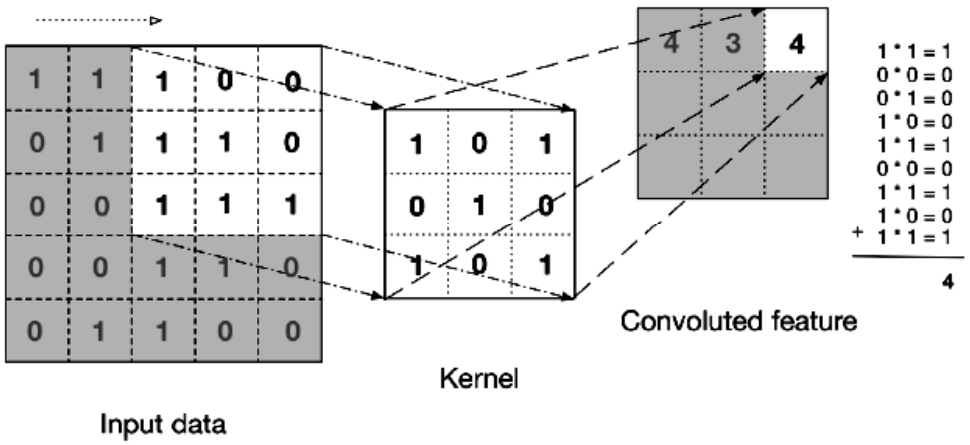
- **عمق خروجی:**
- عمق خروجی همان تعداد فیلترها است



- **Output depth**

مفاهیم لایه کانولوشن – ابر پارامترهای لایه

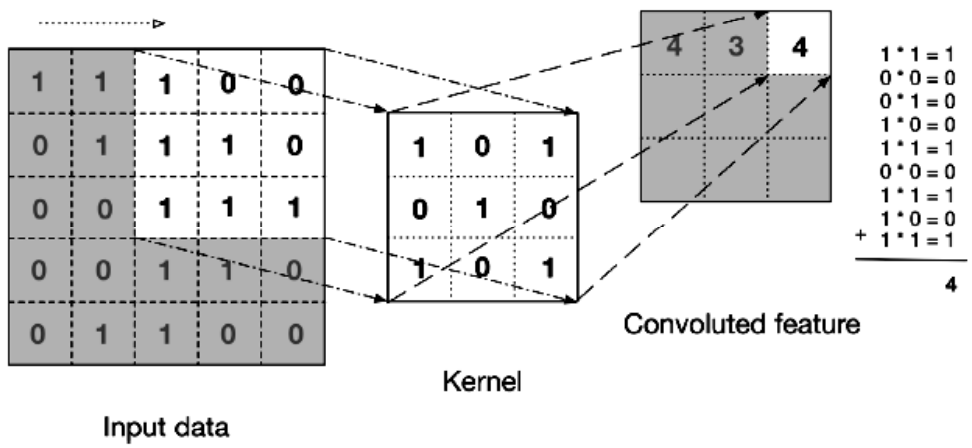
- **گام:**
- گام حرکت فیلتر در زمان کانوالو شدن با ورودی سه بعدی



- **Stride**

مفاهیم لایه کانولوشن – ابر پارامترهای لایه

- **لایه گذاری صفر:**
- برای کنترل اندازه خروجی لایه کانولوشن



- **Zero-padding**

مفاهیم لایه کانولوشن – سایر مفاهیم

- **لایه Relu:**
- این لایه یک آستانه گیری بر روی ورودی سه بعدی انجام می دهد.
- فقط مقادیر پیکسلهای ورودی را تغییر می دهد و اندازه ورودی را تغییر نمی دهد.

مفاهیم لایه کانولوشن – سایر مفاهیم

- **نرمال سازی:**
- عملی که باعث می شود خروجی های ما میانگین صفر و انحراف معیار یک داشته باشند

شبکه های عصبی کانولوشنی

- **معماری کلی**
- **لایه استخراج ویژگی** : تشکیل شده از دو لایه Convolution و Pooling که ممکن است چند بار تکرار شوند
- در این دو لایه ویژگی های سطح پایین و در ادامه سطوح بالا یادگیری می شوند

لایه Pooling

- این لایه **بعد از هر لایه کانولوشن** می آید و هدف آن کاهش حجم اطلاعات و جلوگیری از یادگیری بیش از حد است

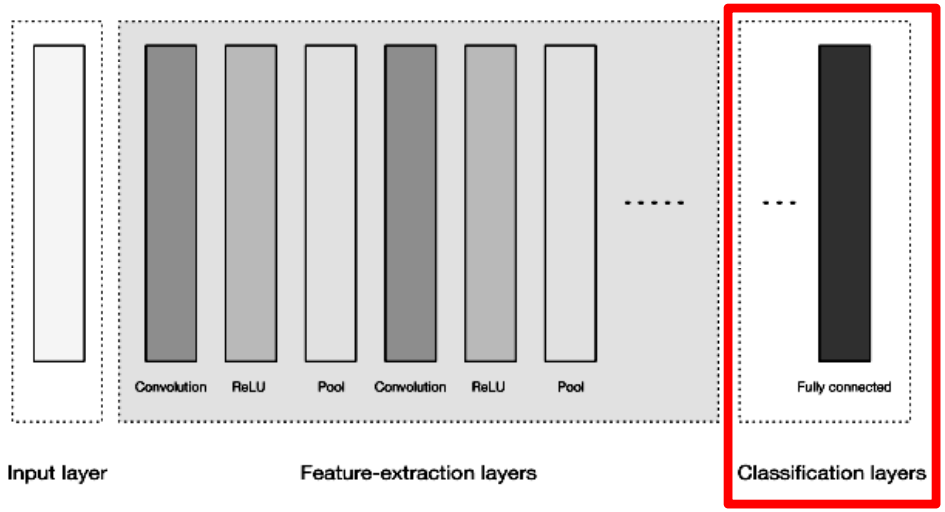
- **مثلاً** خروجی لایه کانولوشن 12*32*32 است. خروجی این لایه 12*16*16 است

- از **فیلتر** استفاده می کند. مثلا با ابعاد 2*2 با گام 2

- **انواع Pooling** : Max,Min,...

شبکه های عصبی کانولوشنی

- **معماری کلی**
- لایه طبقه بندی: یک یا چند لایه کاملا متصل که در نهایت رتبه یا احتمال کلاسها را به ما می دهد



معماری های شبکه عصبی عمیق

- **شبکه های عصبی مکرر**
- در این شبکه وابستگی زمانی بین داده ها قابل مدلسازی است
- در ساختار شبکه feedback وجود دارد

1. Recurrent Neural Networks

معماری های شبکه عصبی عمیق

- **شبکه های عصبی بازگشتی**
- این شبکه ها توسعه یافته شبکه های عصبی مکرر هستند به شکلی که قابلیت یادگیری ساختاری داده ها را نیز دارند

1. Recursive Neural Networks

معماری های شبکه عصبی عمیق

- شبکه های پیش آموزش داده شده بدون نظارت [۱]
- شبکه های عصبی کانولوشونی [۲]
- شبکه های عصبی مکرر [۳]
- شبکه های عصبی بازگشتی [۴]

Ref: J. Patterson and A. Gibson, ***Deep Learning. O'REILLY, 2017.***

1. Unsupervised Pretrained Networks
2. Convolutional Neural Networks
3. Recurrent Neural Networks
4. Recursive Neural Networks