

معرفی

سید ناصر رضوی www.snrazavi.ir

۱۳۹۶



□ سید ناصر رضوی

- عضو هیئت علمی گروه مهندسی کامپیوتر
- دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تبریز
- سرپرست آزمایشگاه هوش محاسباتی و یادگیری ماشین (همیاد)

□ زمینه‌های پژوهشی

- یادگیری ماشین و یادگیری عمیق
- پردازش زبان‌های طبیعی، ترجمه ماشینی
- پردازش تصویر و بینایی ماشین
- خودروهای هوشمند و رباتیک

<http://www.snrazavi.ir>

فهرست مطالب

□ دسته‌بندی

□ نزدیک‌ترین همسایه

□ رگرسیون لجستیک

□ ماشین بردار پشتیبان

□ شبکه‌های عصبی مصنوعی

□ یادگیری عمیق

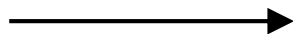
□ شبکه‌های عصبی بازگشتی

دسته‌بندی تصاویر

۴

□ یک مجموعه گسسته از برچسب‌ها به ما داده شده است:

□ تصویر ورودی به کدام دسته (برچسب) تعلق دارد؟



هوایما

فودرو

پرنده

گربه

گوزن

سگ

قورباغه

اسب

کشتی

کامیون

مشکل: فاصله معنایی

۵

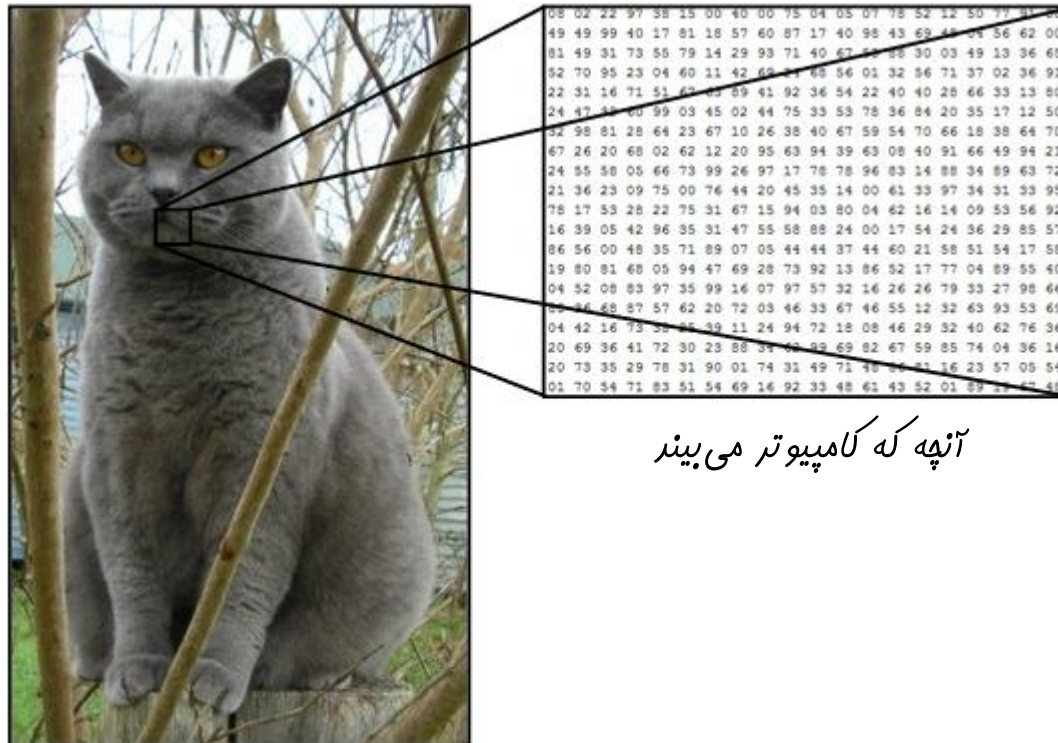
□ بازنمایی تصاویر.

□ تصاویر در کامپیوتر به صورت آرایه‌های سه بعدی از اعداد صحیح در بازه‌ی [۰، ۲۵۵] ذخیره می‌شوند.

□ مثال.

$$300 \times 100 \times 3$$

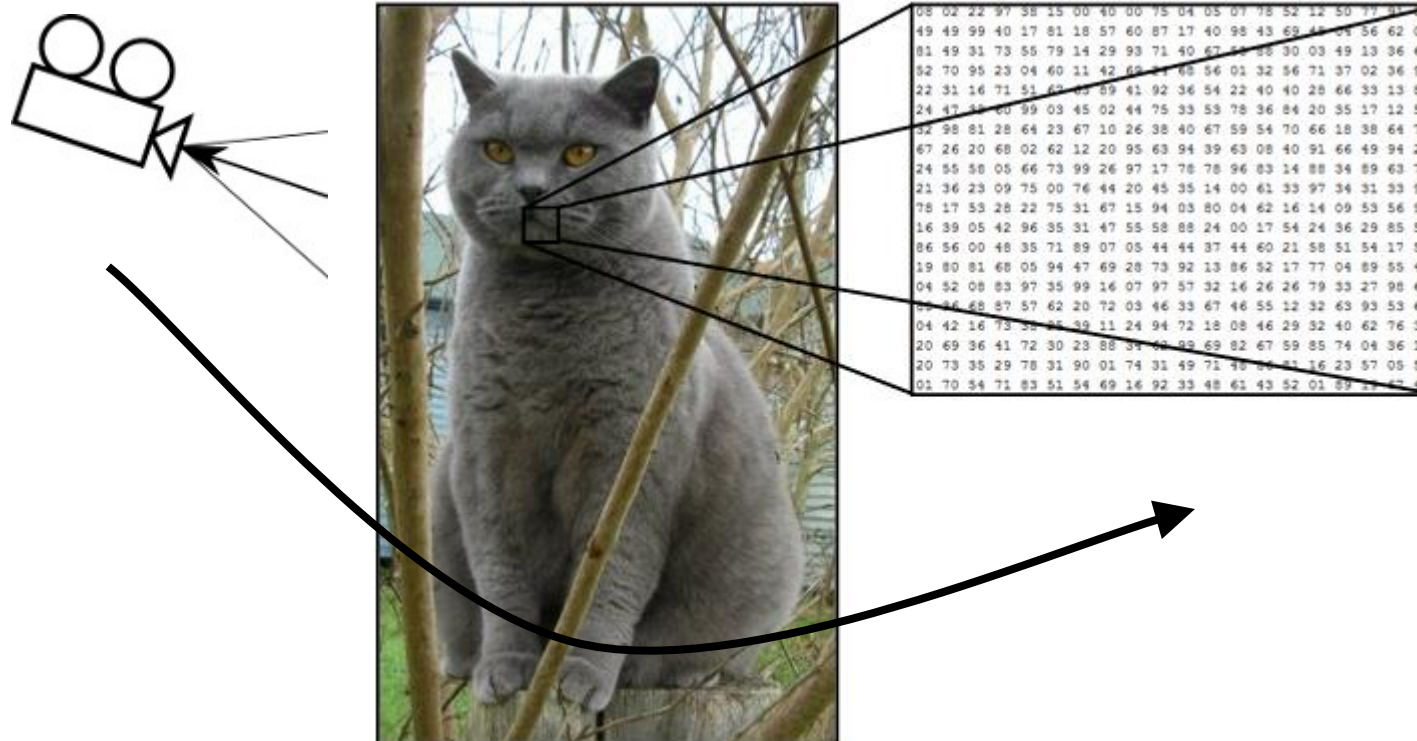
RGB



آنچه که کامپیوتر می‌بیند

چالش‌ها: تفاوت زاویه دید

۶

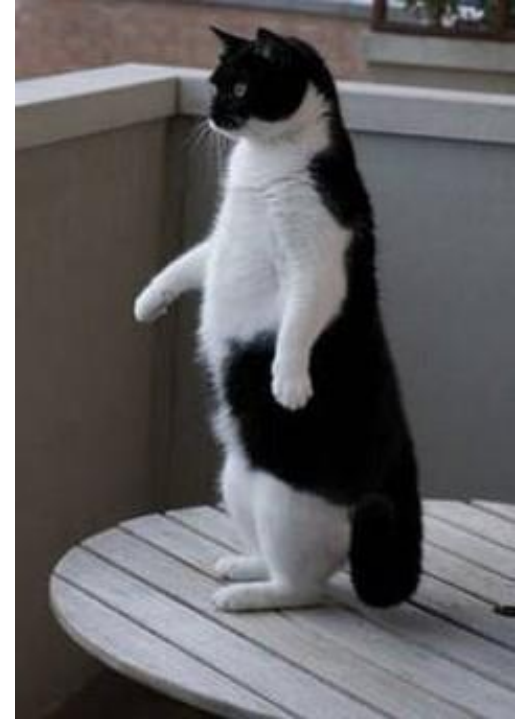


چالش‌ها: نورپردازی

۷



چالش‌ها: تغییر شکل



چالش‌ها: انسداد

۹



چالش‌ها: ترکیب با پس‌زمینه

۱۰



چالش‌ها: تنوع درون کلاسی

۱۱

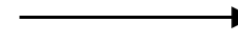


یک دسته‌بند تصویر

۱۲

- هیچ روش واضحی برای کد نویسی الگوریتم تشخیص گربه یا دسته‌های دیگر وجود ندارد!
- برخلاف مرتب‌سازی لیستی از اعداد!

```
def predict(image):  
    # ????  
    return class_label
```



هواپیما
فودرو
پرنده
گربه
گوزن
سگ
قورباغه
اسب
کشتی
کامیون

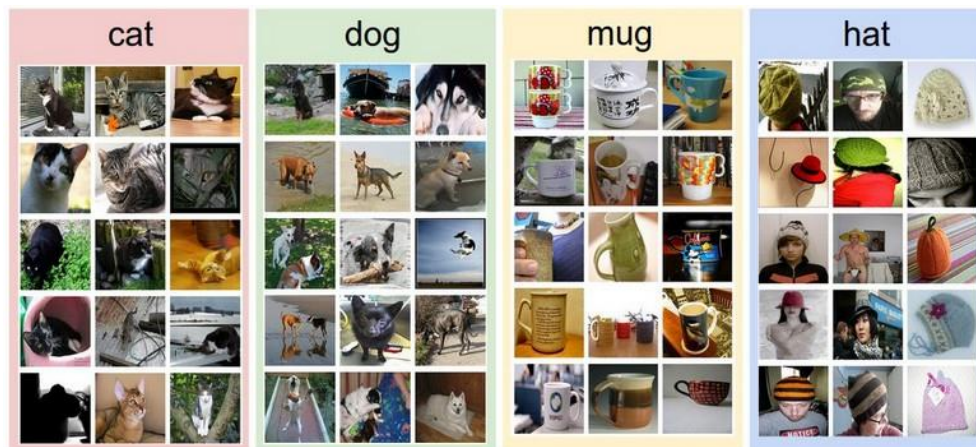
رویکرد مبتنی بر داده

۱۳

□ رویکرد مبتنی بر داده.

- یک مجموعه از تصاویر و برچسب مربوط به هر کدام را جمع‌آوری کن.
- با استفاده از یادگیری ماشین، یک دسته‌بند برای دسته‌بندی تصاویر **آموزش** بده.
- عملکرد دسته‌بند را بر روی یک مجموعه از تصاویر آزمایشی **ارزیابی** کن.

مجموعه‌ی آموزشی



```
def train(train_images, train_labels):  
    # Build a model for images --> labels...  
    return model  
  
def predict(model, test_images):  
    # predict test labels using the model...  
    return test_labels
```

اولین دسته‌بند

۱۴

□ دسته‌بند نزدیک‌ترین همسایه.

```
def train(train_images, train_labels):  
    # Build a model for images --> labels...  
    return model  
  
def predict(model, test_images):  
    # predict test labels using the model...  
    return test_labels
```

→ همه تصاویر مجموعه آموزشی و برچسب‌های مربوط
به هر کدام را به خاطر بسپار

→ برچسب تصویر **آزمایشی** ورودی را با توجه به برچسب
شبیه‌ترین تصویر در مجموعه آموزشی پیش‌بینی کن

مجموعه داده CIFAR-10

۱۵

□ مجموعه داده CIFAR-10.

□ ۱۰ دسته، ۵۰۰۰۰ تصویر آموزشی، ۱۰۰۰۰ تصویر آزمایشی

□ اندازه‌ی هر تصویر: 32×32 پیکسل

airplane



automobile



bird



cat



deer



dog



frog



horse



ship



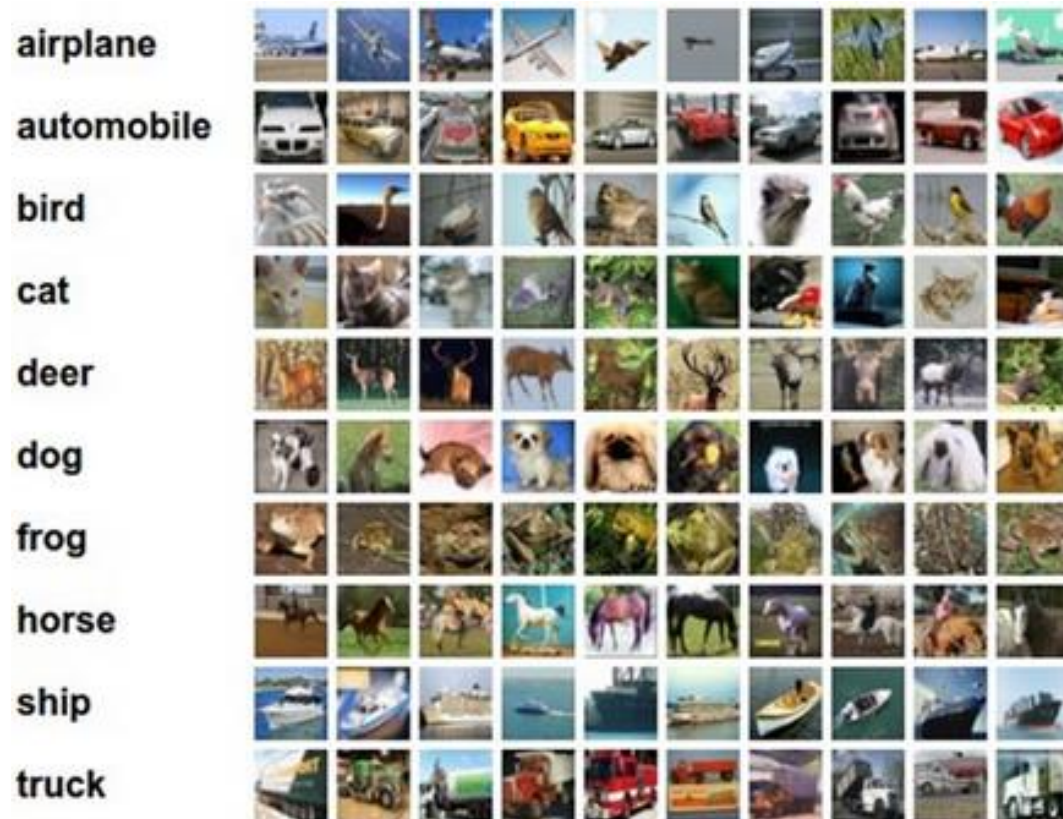
truck



مجموعه داده CIFAR-10

۱۶

مجموعه آموزشی



به ازای هر تصویر آزمایشی (ستون اول)، تعدادی از نزدیک‌ترین همسایه‌های آن در سطر مقابل آن تصویر نشان داده شده‌اند.



مقایسه شباهت دو تصویر

۱۷

□ معیار فاصله. معیار فاصله L1

$$d_1(I_1, I_2) = \sum_p |I_1^p - I_2^p|$$

تصویر آزمایشی

56	32	10	18
90	23	128	133
24	26	178	200
2	0	255	220

-

تصویر آموزشی

10	20	24	17
8	10	89	100
12	16	178	170
4	32	233	112

=

اختلاف مقدار پیکسل‌ها

46	12	14	1
82	13	39	33
12	10	0	30
2	32	22	108

جمع →

456

دسته‌بند نزدیک‌ترین همسایه: آموزش

۱۸

```
import numpy as np
```

```
class NearestNeighbor:
```

```
    def __init__(self):  
        pass
```

```
    def train(self, X, y):  
        """ X is N x D where each row is an example. Y is 1D of size N """  
        # The nearest neighbor classifier simply remembers all the training data  
        self.Xtr = X  
        self.ytr = y
```

```
    ...
```

دسته‌بند نزدیک‌ترین همسایه: پیش‌بینی

۱۹

```
def predict(self, X):  
    """ X is N x D where each row is an example we wish to predict label for """  
    num_test = X.shape[0]  
    # make sure that output type matches the input type  
    Ypred = np.zeros(num_test, dtype=self.ytr.dtype)  
  
    # loop over all test rows  
    for i in xrange(num_test):  
        # find the nearest training image to the i'th test image using L1 distance  
        distances = np.sum(np.abs(self.Xtr - X[i, :]), axis=1)  
        min_index = np.argmin(distances)  
        Ypred[i] = self.ytr[min_index]  
  
    return Ypred
```

دسته‌بند نزدیک‌ترین همسایه

۲۰

□ پرسش. در دسته‌بندی به روش نزدیک‌ترین همسایه، تأثیر افزایش اندازه مجموعه آموزشی بر سرعت دسته‌بندی (پیش‌بینی) چگونه است؟

□ پاسخ. خطی!

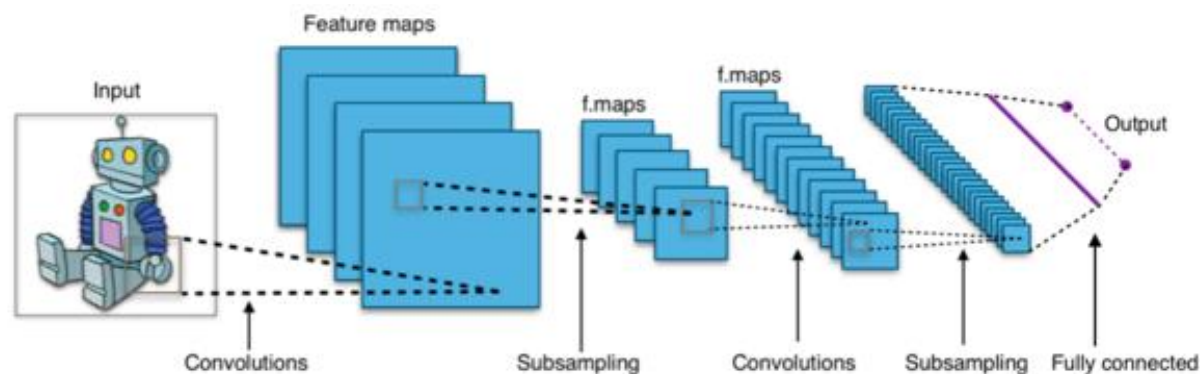
□ توجه. در عمل سرعت اجرای یک دسته‌بند در زمان پیش‌بینی بسیار مهم‌تر از سرعت اجرای آن در زمان یادگیری است.

□ در مورد دسته‌بند نزدیک‌ترین همسایه، دقیقاً برعکس است!

□ یادگیری عمیق.

□ یادگیری (آموزش) بسیار زمان‌بر

□ پیش‌بینی (آزمایش) بسیار سریع



معیار فاصله

۲۱

□ معیار فاصله.

□ در دسته‌بندی به روش نزدیک‌ترین همسایه، انتخاب معیار فاصله یک **ابر پارامتر** است.

□ انتخاب‌های متداول.

فاصله مانهاتانی (L_1)

$$d_1(I_1, I_2) = \sum_p |I_1^p - I_2^p|$$

فاصله اقلیدسی (L_2)

$$d_2(I_1, I_2) = \sqrt{\sum_p (I_1^p - I_2^p)^2}$$

روش k -نزدیک‌ترین همسایه

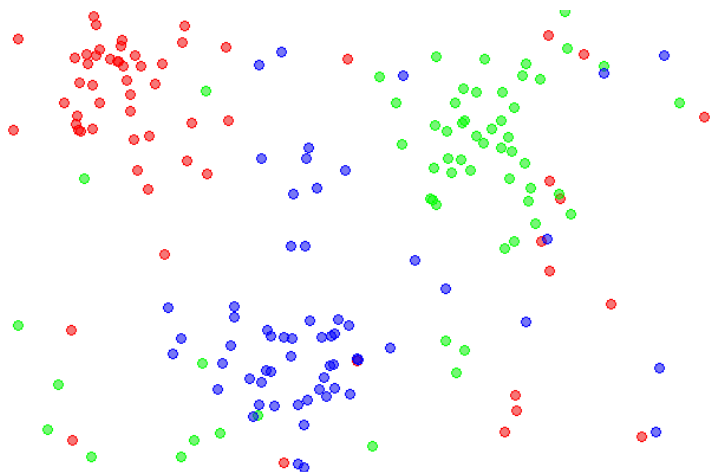
۲۲

□ روش k - نزدیک‌ترین همسایه.

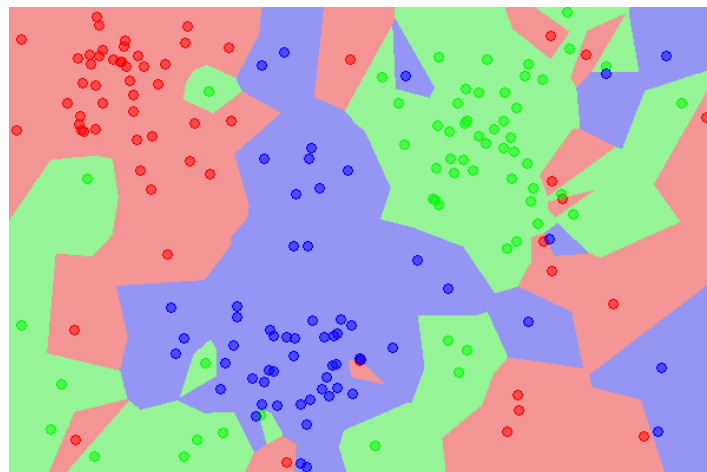
□ ابتدا k همسایه نزدیک‌تر را پیدا کن.

□ سپس در میان آنها رأی‌گیری کن.

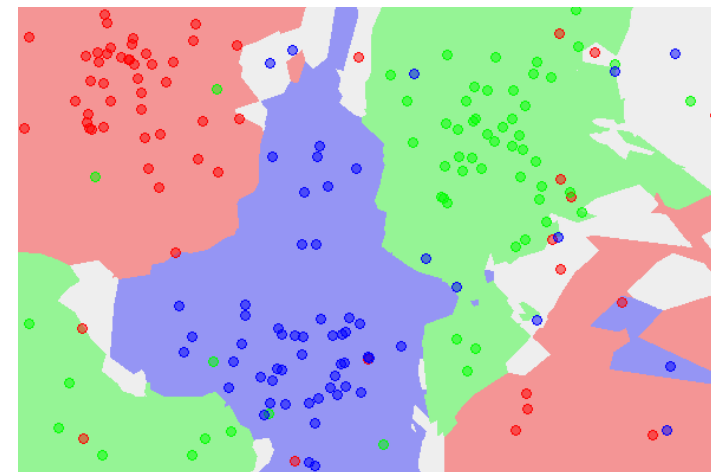
داده‌ها



دسته‌بند نزدیک‌ترین همسایه



دسته‌بند ۵-نزدیک‌ترین همسایه



روش k-نزدیک‌ترین همسایه

مجموعه داده CIFAR-10

airplane



automobile



bird



cat



deer



dog



frog



horse



ship



truck



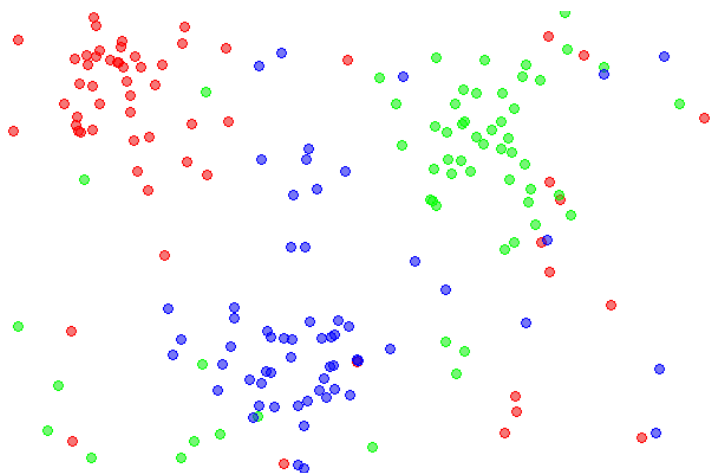
به ازای هر تصویر آزمایشی (ستون اول)، تعدادی از نزدیک‌ترین همسایه‌های آن در سطر مقابل آن تصویر نشان داده شده‌اند.



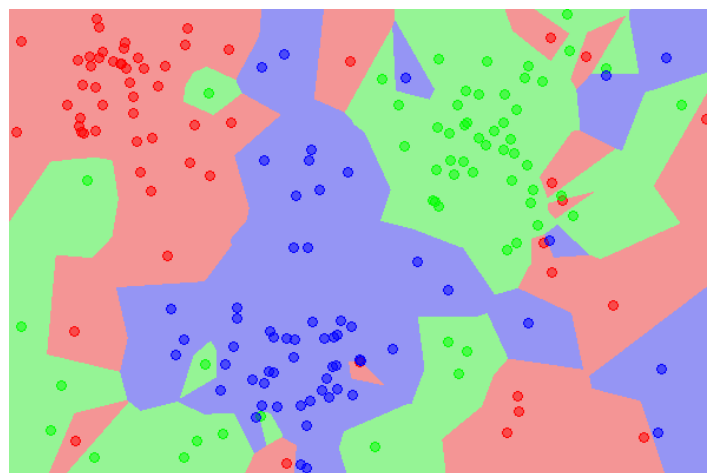
روش k-نزدیک‌ترین همسایه

۲۴

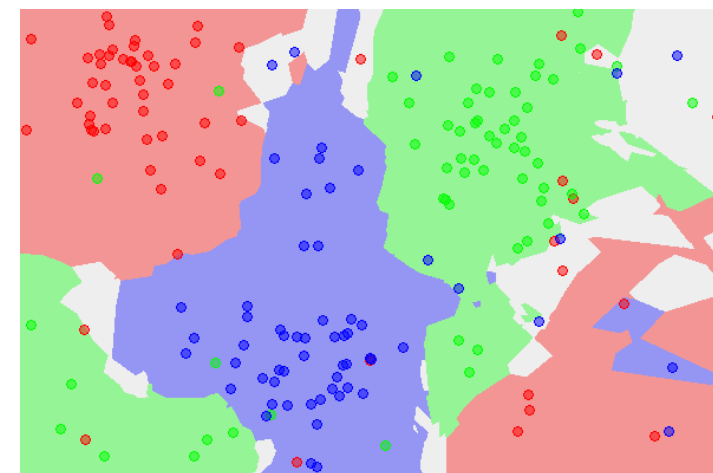
داده‌ها



دسته‌بند نزدیک‌ترین همسایه



دسته‌بند ۵-نزدیک‌ترین همسایه

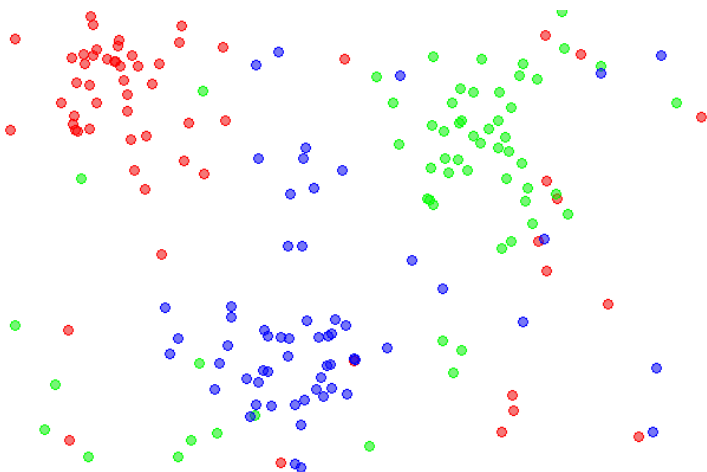


□ پرسش. با استفاده از معیار فاصله اقلیدسی، دقت روش نزدیک‌ترین همسایه بر روی مجموعه آموزشی چه میزان است؟

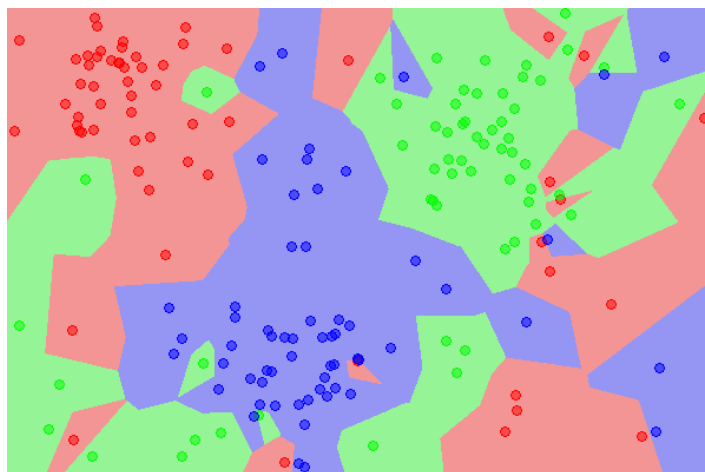
روش k -نزدیک‌ترین همسایه

۲۵

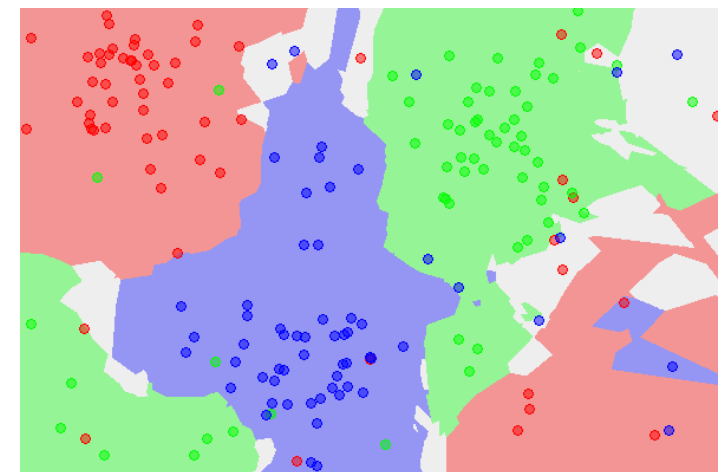
داده‌ها



دسته‌بند نزدیک‌ترین همسایه



دسته‌بند ۵-نزدیک‌ترین همسایه



□ پرسش. با استفاده از معیار فاصله اقلیدسی، دقت روش k -نزدیک‌ترین همسایه بر روی مجموعه آموزشی چه میزان است؟

ابر پارامترها

۲۶

□ انتخاب بهترین مقدار ممکن برای ابر پارامترها.

□ بهترین معیار فاصله کدام است؟

□ بهترین مقدار برای k چیست؟

□ انتخاب بهترین مقدار ممکن برای ابرپارامترها کاملاً وابسته به مسئله است.

□ برای هر ابرپارامتر، ابتدا باید تمامی مقادیر ممکن را آزمایش نماییم،

□ و سپس بهترین مقدار را انتخاب کنیم.

ابر پارامترها

۲۷

□ راه حل اول. [یک ایده بسیار بد]

□ انتخاب مقداری که منجر به بالاترین دقت دسته‌بندی بر روی **مجموعه آزمایشی** می‌شود.

داده‌های آموزشی	داده‌های آزمایشی
-----------------	------------------

□ توجه. [بسیار مهم]

□ از مجموعه آزمایشی در انتهای مراحل و تنها برای **تخمین قابلیت تعمیم** دسته‌بند استفاده کنید.

ابر پارامترها

۲۸

□ راه حل دوم. [اعتبارسنجی چند بخشی]

داده‌های آموزشی					داده‌های آزمایشی
↓					
بخش ۵	بخش ۴	بخش ۳	بخش ۲	بخش ۱	داده‌های آزمایشی
بخش ۵	بخش ۴	بخش ۳	بخش ۲	بخش ۱	داده‌های آزمایشی
بخش ۵	بخش ۴	بخش ۳	بخش ۲	بخش ۱	داده‌های آزمایشی
بخش ۵	بخش ۴	بخش ۳	بخش ۲	بخش ۱	داده‌های آزمایشی
بخش ۵	بخش ۴	بخش ۳	بخش ۲	بخش ۱	داده‌های آزمایشی

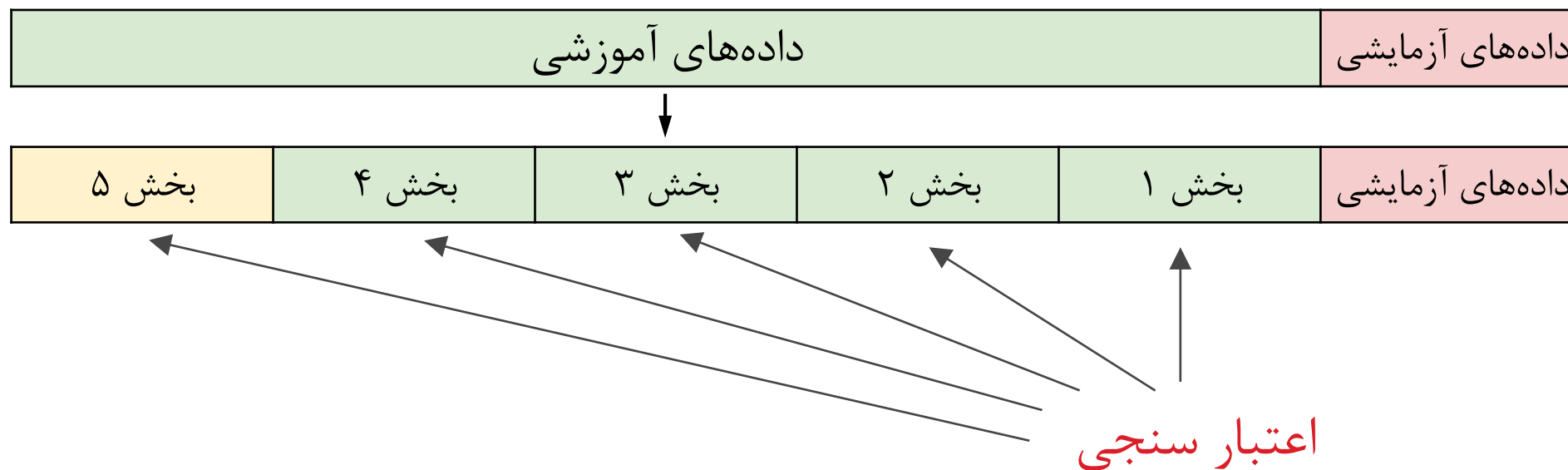
داده‌های اعتبارسنجی

[برای تعیین مقدار ابرپارامترها]

ابر پارامترها

۲۹

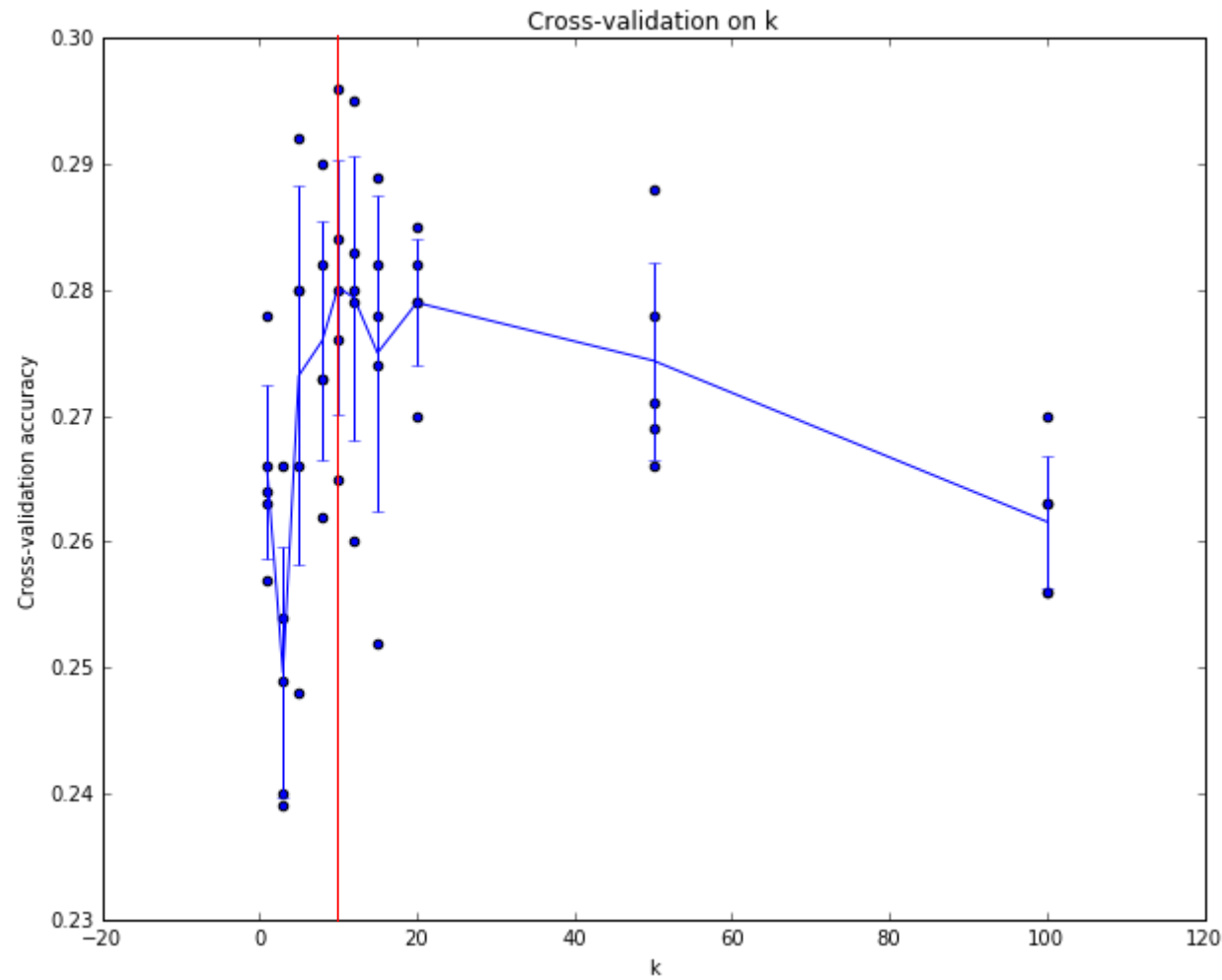
□ راه حل دوم. [اعتبارسنجی چند بخشی]



هر بار یک بخش را به عنوان داده‌های اعتبارسنجی انتخاب کن و سپس از نتایج به دست آمده میانگین بگیر

اعتبارسنجی چند بخشی

۳۰



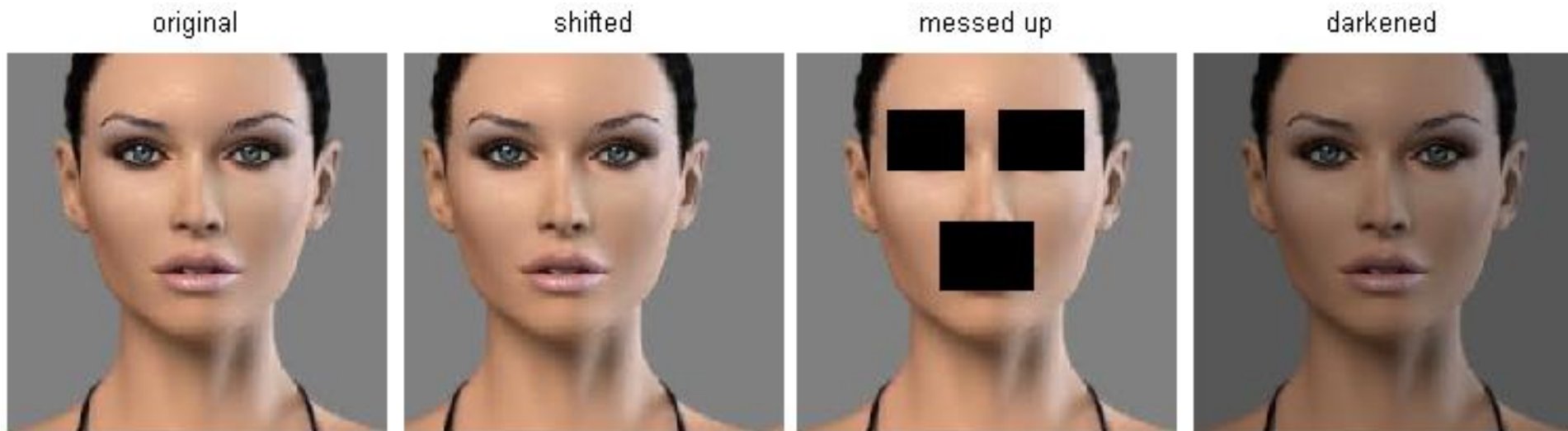
روش k-نزدیک‌ترین همسایه و دسته‌بندی تصاویر

۳۱

□ توجه. هرگز از روش k-نزدیک‌ترین همسایه برای دسته‌بندی تصاویر استفاده نکنید.

□ سرعت بسیار کم در زمان پیش‌بینی (آزمایش)!

□ نامناسب بودن استفاده از معیارهای فاصله در سطح کل تصویر!



هر سه تصویر تغییر یافته، فاصله اقلیدسی یکسانی با تصویر اصلی (تصویر سمت چپ) دارند.

□ دسته‌بندی تصاویر.

□ مجموعه آموزشی و مجموعه آزمایشی

□ دسته‌بندی به روش k -نزدیک‌ترین همسایه.

□ معیار فاصله مانهاتانی و اقلیدسی برای محاسبه شباهت بین دو تصویر

□ تعیین مقدار مناسب برای ابرپارامترها.

□ مجموعه اعتبارسنجی

□ اعتبارسنجی چندبخشی

□ تخمین قابلیت تخمین دسته‌بند با استفاده از مجموعه آزمایشی.