



شناسایی الگو PATTERN RECOGNITION

فصل اول: مقدمه

محمد جواد فدائی اسلام

درک انسان

○ انسان‌ها مهارت‌های بسیار پیچیده‌ای برای درک محیط اطراف و انجام اقدامات بر اساس آن بدست آورده‌اند.

○ مثال:

- تشخیص چهره
- درک گفتار
- خواندن دست‌نوشته
- شناسایی توالی DNA
- ...

هدف: ایجاد قابلیت‌های مشابه در ماشین است

شناسایی الگو چیست؟

○ یک الگو موجودیتی است که به طور مبهم تعریف شده است و می توان نام یا برجستگی به آن داد، مانند:

- تصویر اثر انگشت
- دست نوشته
- چهره انسان
- سیگنال گفتار
- توالی DNA
- ...

○ **تشخیص الگو** مطالعه این است که چگونه ماشین ها می توانند محیط را مشاهده کنند، الگوهای مورد علاقه را یاد بگیرند و تصمیمات درست و منطقی در مورد دسته بندی الگوها بگیرند.

درک ماشین و انسان

- هنگامی که الگوریتم‌های تشخیص الگو را توسعه می‌دهیم، اغلب تحت تأثیر دانش نحوه مدل‌سازی و شناسایی الگوها در طبیعت هستیم.
- همچنین تحقیقات در مورد ادراک ماشین به ما کمک می‌کند تا درک عمیق‌تری از سیستم‌های تشخیص الگو در طبیعت به دست آوریم.
- با این حال، ما همچنان بسیاری از تکنیک‌هایی را که به کار می‌بریم صرفاً **عددی** هستند و هیچ‌گونه شباهتی به سیستم‌های طبیعی ندارند.

کاربردهای شناسایی الگو

شناسایی دست نوشته

From
Jim Elder
829 Loop Street, Apt 300
Allentown, New York 14707

Nov 10, 1999

To
Dr. Bob Grant
602 Queensberry Parkway
Omar, West Virginia 25638

We were referred to you by Xena Cohen at the University Medical Center. This is regarding my friend, Kate Zack.

It all started around six months ago while attending the "Rubeq" Jazz Concert. Organizing such an event is no picnic, and as President of the Alumni Association, a co-sponsor of the event, Kate was overworked. But she enjoyed her job, and did what was required of her with great zeal and enthusiasm.

However, the extra hours affected her health; halfway through the show she passed out. We rushed her to the hospital, and several questions, x-rays and blood tests later, were told it was just exhaustion.

Kate's been in very bad health since. Could you kindly take a look at the results and give us your opinion?

Thank you!
Jim

From
Jim Elder
829 Loop Street, Apt 300
Allentown, New York 14707

Nov 10, 1999

To
Dr. Bob Grant
602 Queensberry Parkway
Omar, West Virginia 25638

We were referred to you by Xena Cohen at the University Medical Center. This is regarding my friend, Kate Zack.

It all started around six months ago while attending the "Rubeq" Jazz Concert. Organizing such an event is no picnic, and as President of the Alumni Association, a co-sponsor of the event, Kate was overworked. But she enjoyed her job, and did what was required of her with great zeal and enthusiasm.

However, the extra hours affected her health; halfway through the show she passed out. We rushed her to the hospital, and several questions, x-rays and blood tests later, were told it was just exhaustion.

Kate's been in very bad health since. Could you kindly take a look at the results and give us your opinion?

Thank you!
Jim

کاربردهای شناسایی الگو

OCR

Original Image

از هر دو نگاه ریاضیات و سیاست، مادانسکی با مسئله بسیار سختی مواجه شده بود. به عنوان یک غیر نظامی جوان که یکی از باورهای اساسی ارتش در مورد جنگ سرد را به چالش می کشید، باید تصمیم گیرندگان را متقاعد می کرد با وجود اینکه هنوز فاجعه ای رخ نداده، ممکن است یکی در آینده رخ دهد. او باید قضیه را از دید بیزی به افرادی غیر متخصص توضیح می داد و به دلیل بد گمانی ارتش نسبت به توصیه های بدون حساب و کتاب افراد غیر نظامی، ناچار بود تا حد امکان از کمترین تعداد فرضیات اولیه استفاده کند. همچنین با در نظر گرفتن تعداد کم حوادث و خوشبختانه آخرالزمان هایی که تا آن موقع رخ داده بود یک مشکل آماری هم وجود داشت

Segmented Image

از هر دو نگاه ریاضیات و سیاست، مادانسکی با مسئله بسیار سختی مواجه شده بود. به عنوان یک غیر نظامی جوان که یکی از باورهای اساسی ارتش در مورد جنگ سرد را به چالش می کشید، باید تصمیم گیرندگان را متقاعد می کرد با وجود اینکه هنوز فاجعه ای رخ نداده، ممکن است یکی در آینده رخ دهد. او باید قضیه را از دید بیزی به افرادی غیر متخصص توضیح می داد و به دلیل بد گمانی ارتش نسبت به توصیه های بدون حساب و کتاب افراد غیر نظامی، ناچار بود تا حد امکان از کمترین تعداد فرضیات اولیه استفاده کند. همچنین با در نظر گرفتن تعداد کم حوادث و خوشبختانه آخرالزمان هایی که تا آن موقع رخ داده بود یک مشکل آماری هم وجود داشت

Output of RNN model

از هر دو نگاه ریاضیات و سیاست مادانسکی با مسقلد بسیار سختی مواجه شده بود به عنوان یک غیر نظامی جوان که یکی از باورهای اساسی ارتش در مورد جنگ سرد را به چالش می کشید باید تصمیم گیرندگان را متقاعد می کرد با وجود اینکه هنوز فاجعه ای رخ نداده مکن است یکی در آینده رخ دهد او باید قضیه را از دید بیزی به افرادی غیر متخصص توضیح می داد و به دلیل بد گمانی ارتش نسبت به توصیه های بدون حساب و کتاب افراد غیر نظامی ناچار بود تا حد امکان از کمترین تعداد فرضیات اولیه استفاده کند همچنین با در نظر گرفتن تعداد کم حوادث و خوشبختانه آخرالزمان هایی که تا آن موقع رخ داده بود یک مشکل آماری هم وجود داشت

کاربردهای شناسایی الگو شناسایی اثر انگشت

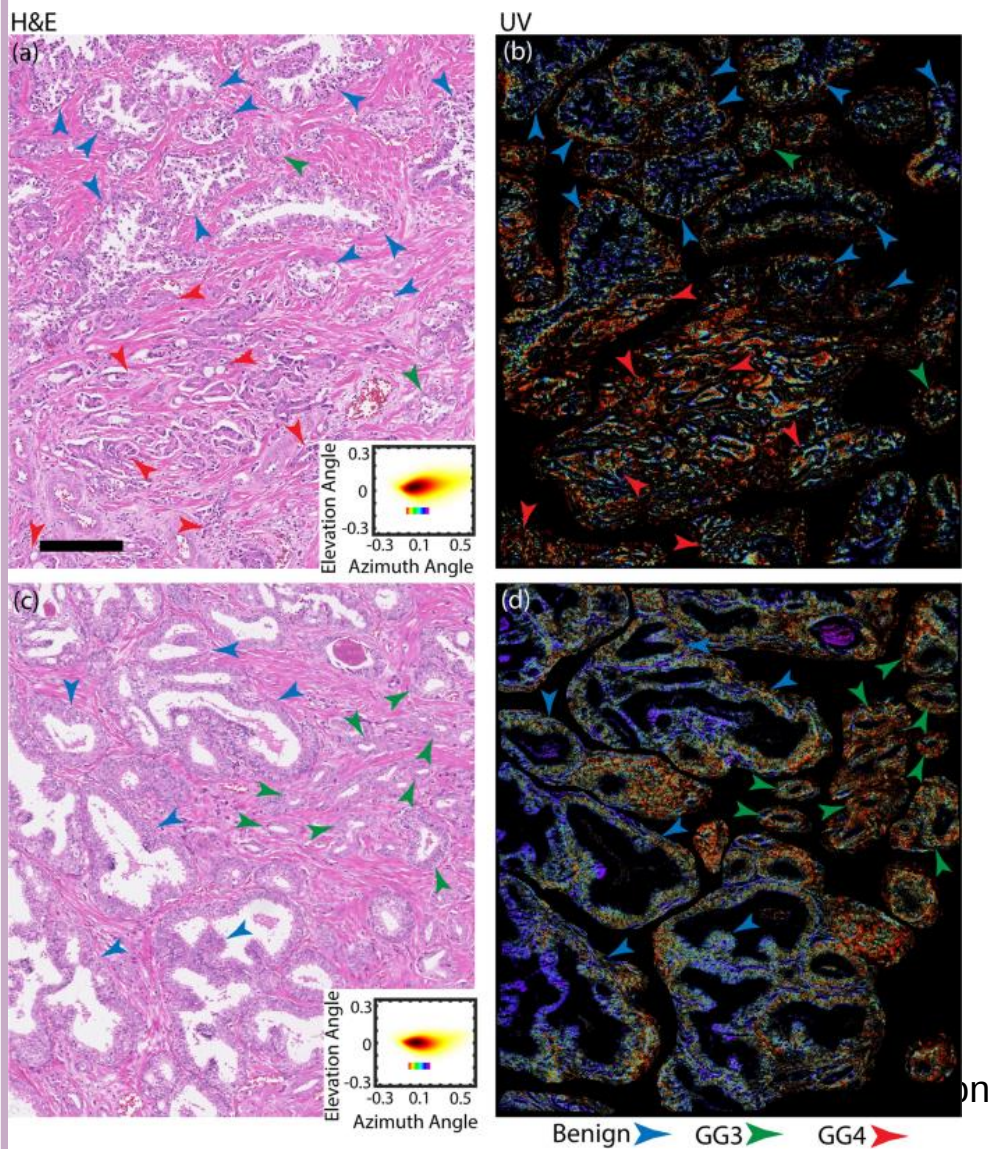


کاربردهای شناسایی الگو ناوبری خودکار خودرو



Pattern Recognition

کاربردهای شناسایی الگو شناسایی سرطان و توده‌های سرطانی



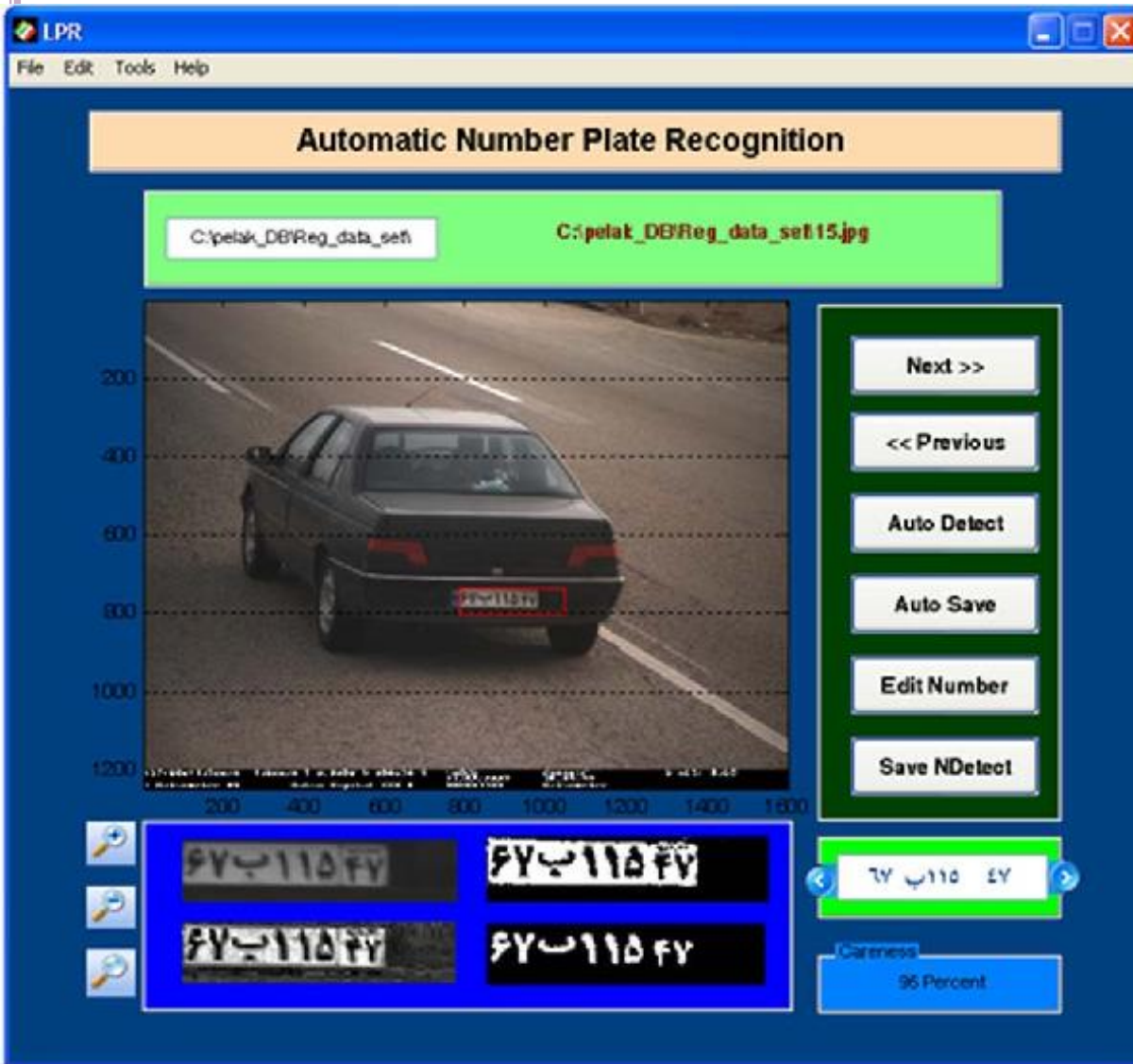
کاربردهای شناسایی الگو

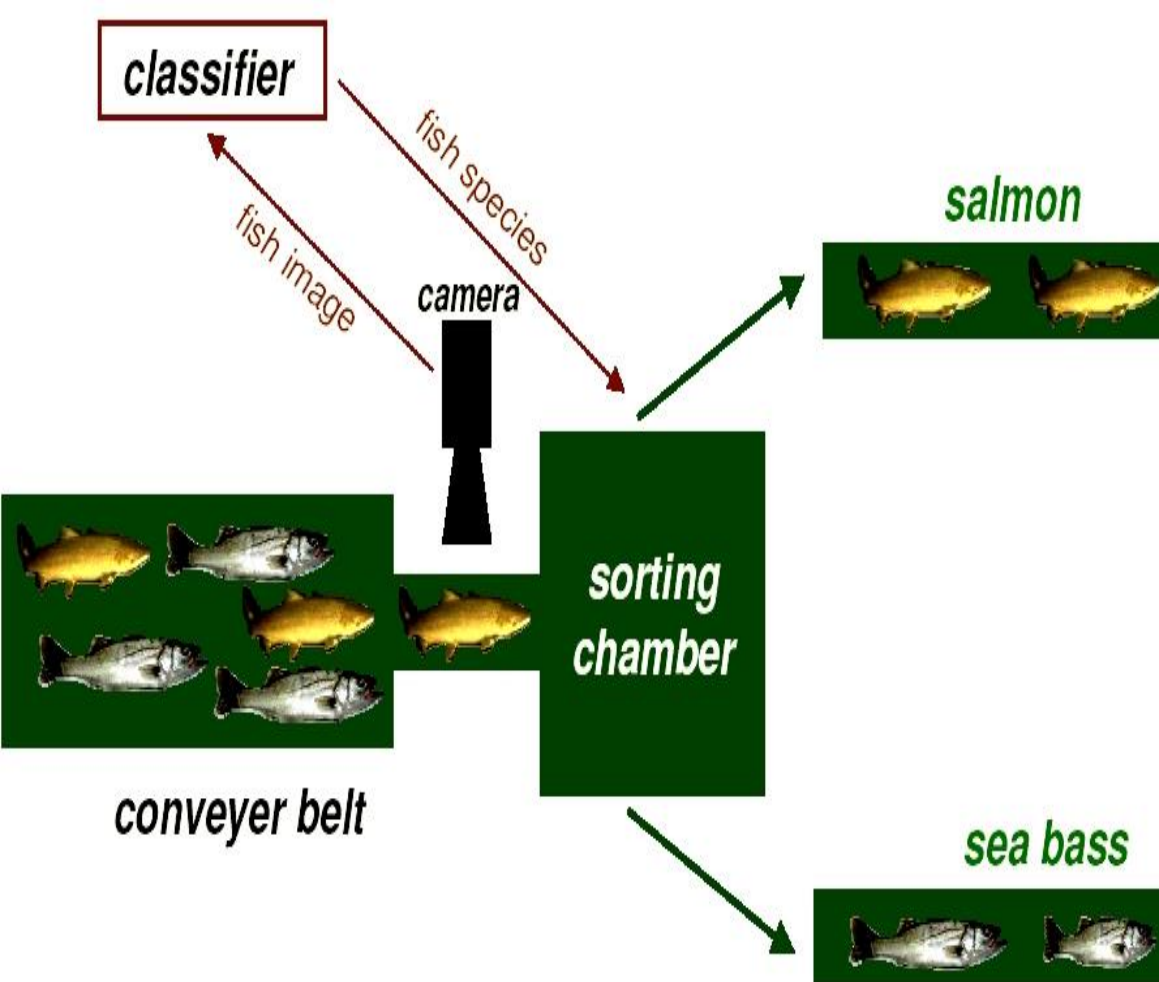
سنجش از دور – شناسایی پوشش زمین با تصاویر ماهواره‌ای



کاربردهای شناسایی الگو

شناسایی خودکار پلاک ماشین





مثال

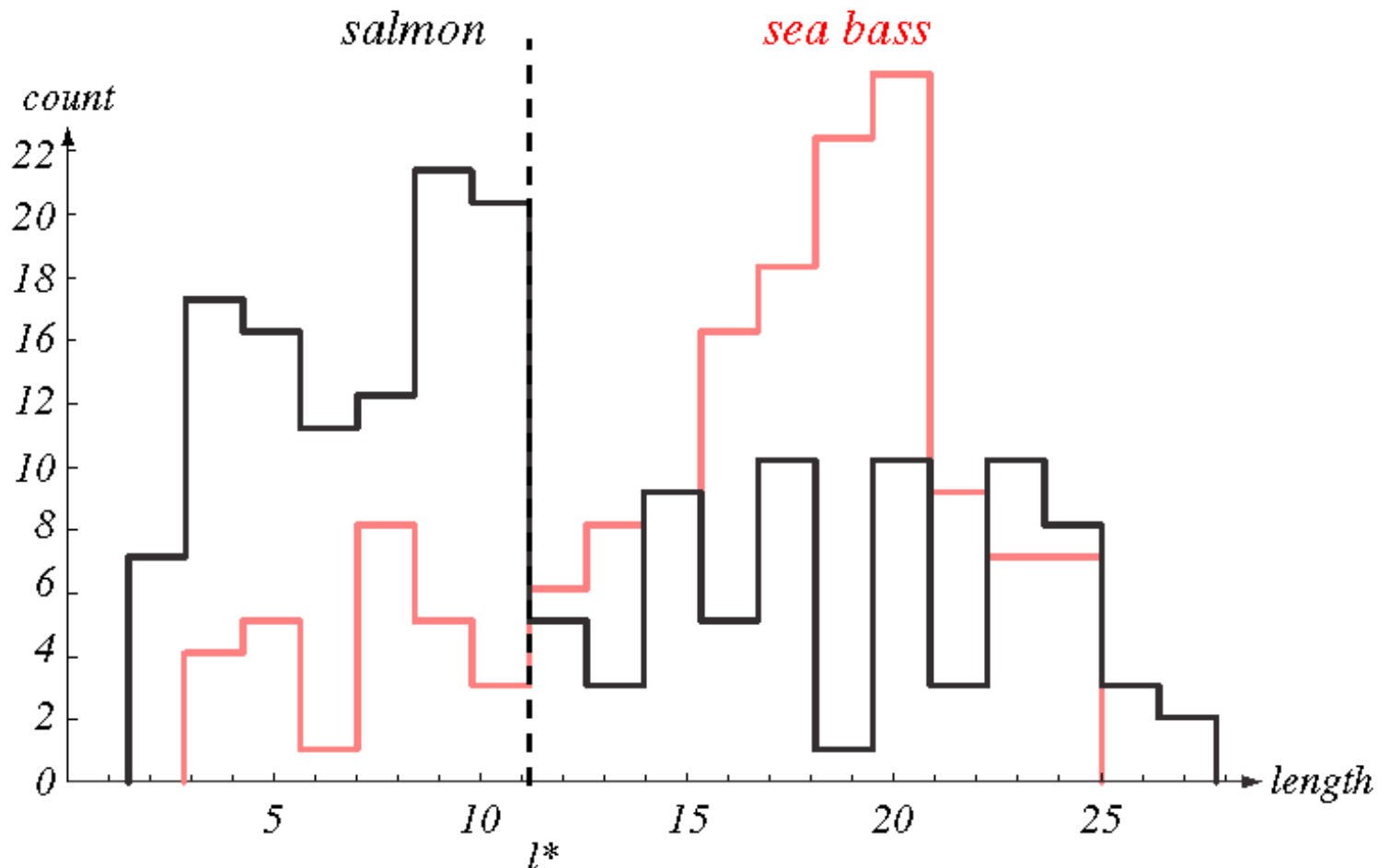
- مسئله: تفکیک ماهی‌های ورودی بر روی تسمه نقاله بر اساس گونه
- فرض: دو نوع ماهی داریم؛ ماهی خاردار، سالمون.

مثال: فرآیند تصمیم

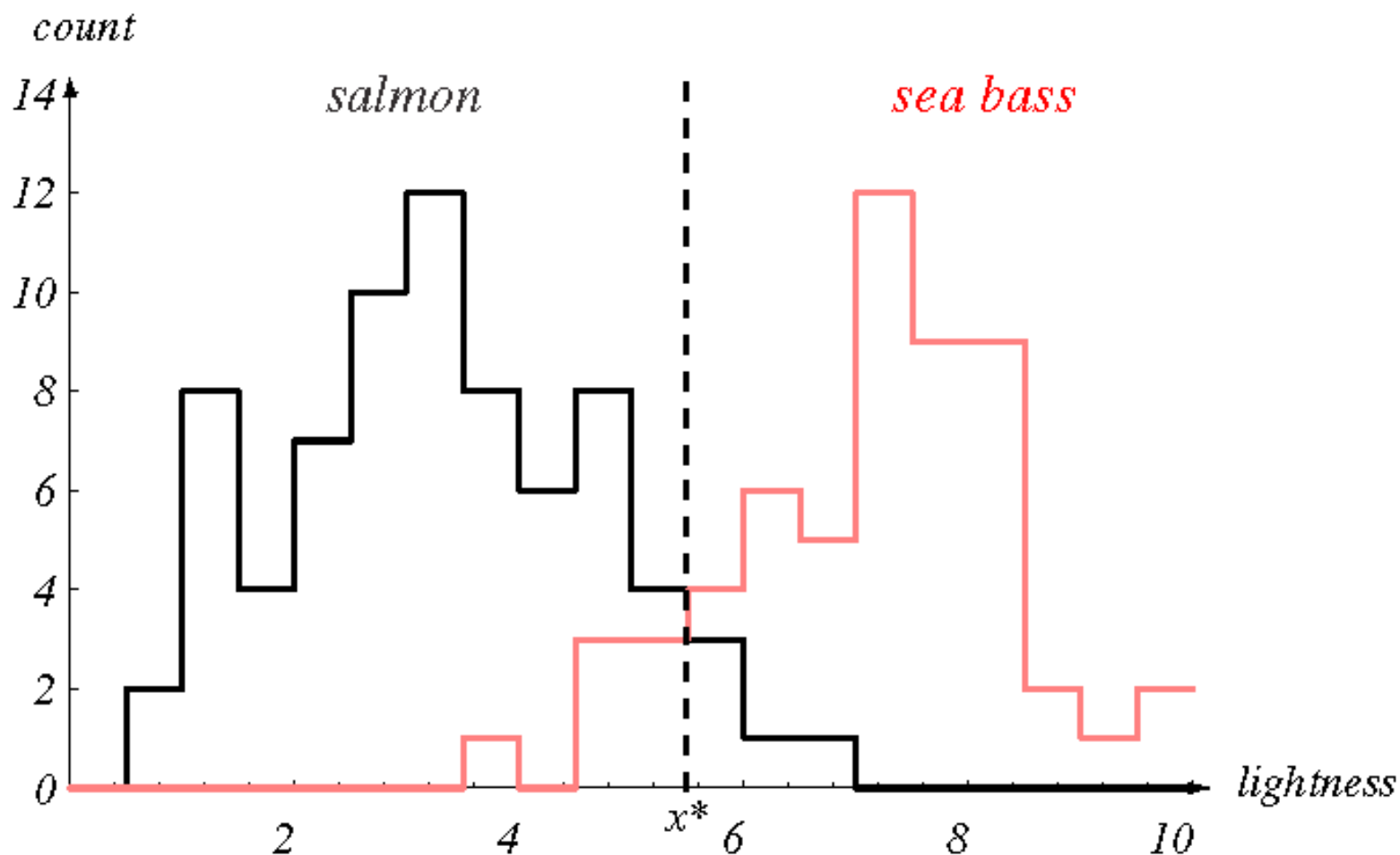
- چه نوع اطلاعاتی می‌تواند یک گونه را از گونه دیگر متمایز کند؟
 - طول، عرض، وزن، تعداد و شکل باله‌ها، شکل دم و غیره.
- چه چیزی می‌تواند باعث ایجاد مشکل در حین سنجش شود؟
 - شرایط نور، موقعیت ماهی روی تسمه نقاله، نویز تصویربرداری دوربین و غیره
- مراحل فرآیند چیست؟
- گرفتن تصویر << جداسازی تصویر یک ماهی >> اندازه‌گیری << تصمیم‌گیری
- فرض کنید یک ماهی‌گیر به ما گفته است که ماهی خاردار معمولاً بلندتر از ماهی سالمون است. ما می‌توانیم از اندازه به عنوان یک **ویژگی** استفاده کنیم و با توجه به یک آستانه مناسب اندازه، آنها را جدا کنیم.
- چگونه می‌توانیم این آستانه را انتخاب کنیم؟

هیستوگرام اندازه ماهی‌های موجود در مجموعه آموزش

انتخاب آستانه مناسب؟



هیستوگرام وزن ماهی‌های موجود در مجموعه آموزش
ظاهرا جداکنندگی بیشتری دارد!



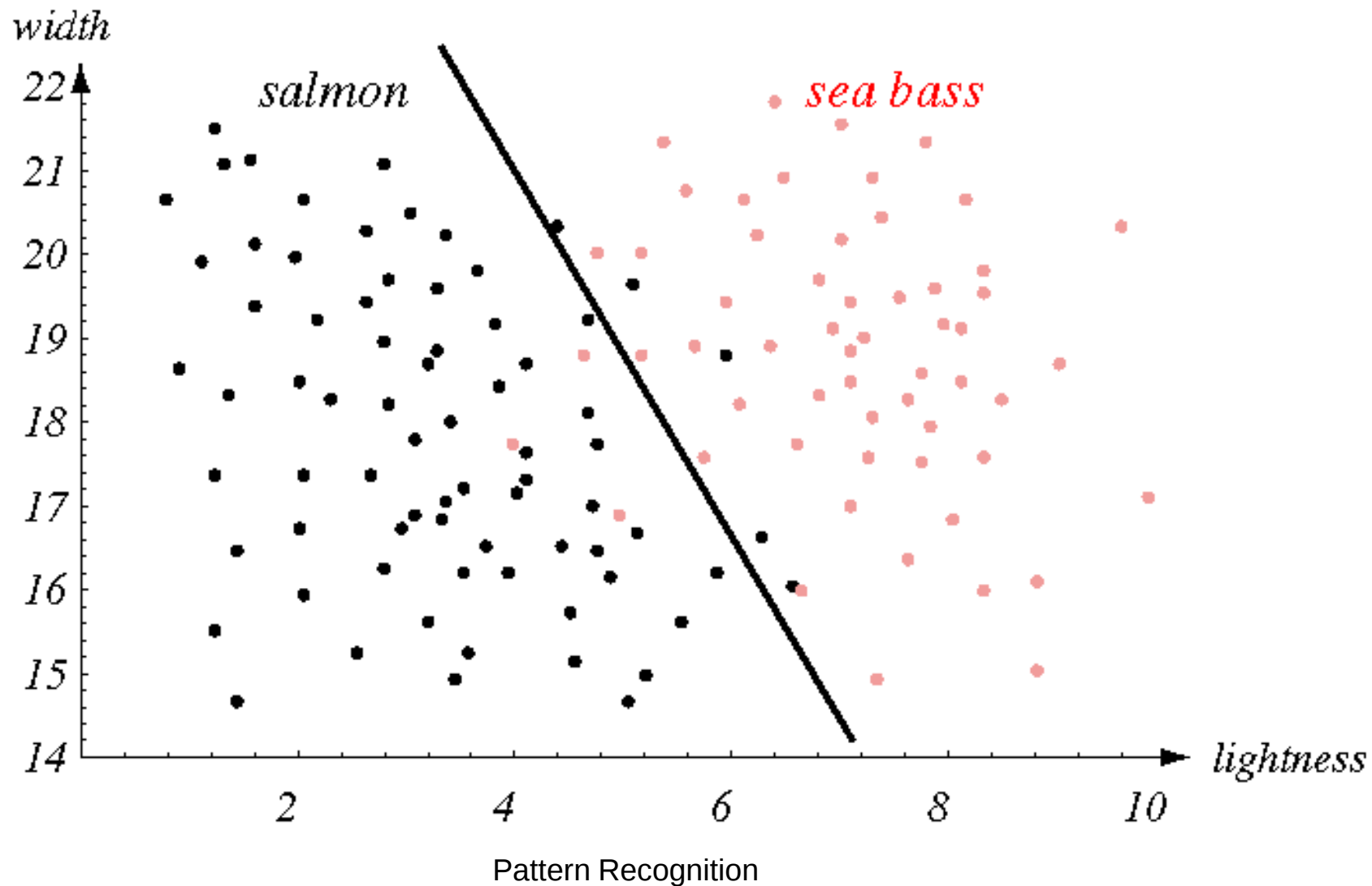
هزینه اشتباه

○ باید هزینه‌های اشتباهاتی که در تصمیمات انجام می‌شود در نظر گرفته شود.

○ مثال

- مشتریانی که ماهی سالمون را می‌خرند اگر در کنسرو، ماهی خاردار ببینند چه واکنشی نشان می‌دهند؟
- ماهی سالمون گرانتر از خاردار است. احتمالا کسانی که به دنبال ماهی خاردار هستند از اینکه به طور اتفاقی در بسته سالمون ببینند ناراضی نباشند.

انتخاب دو ویژگی (وزن و اندازه) برای تصمیم بهتر

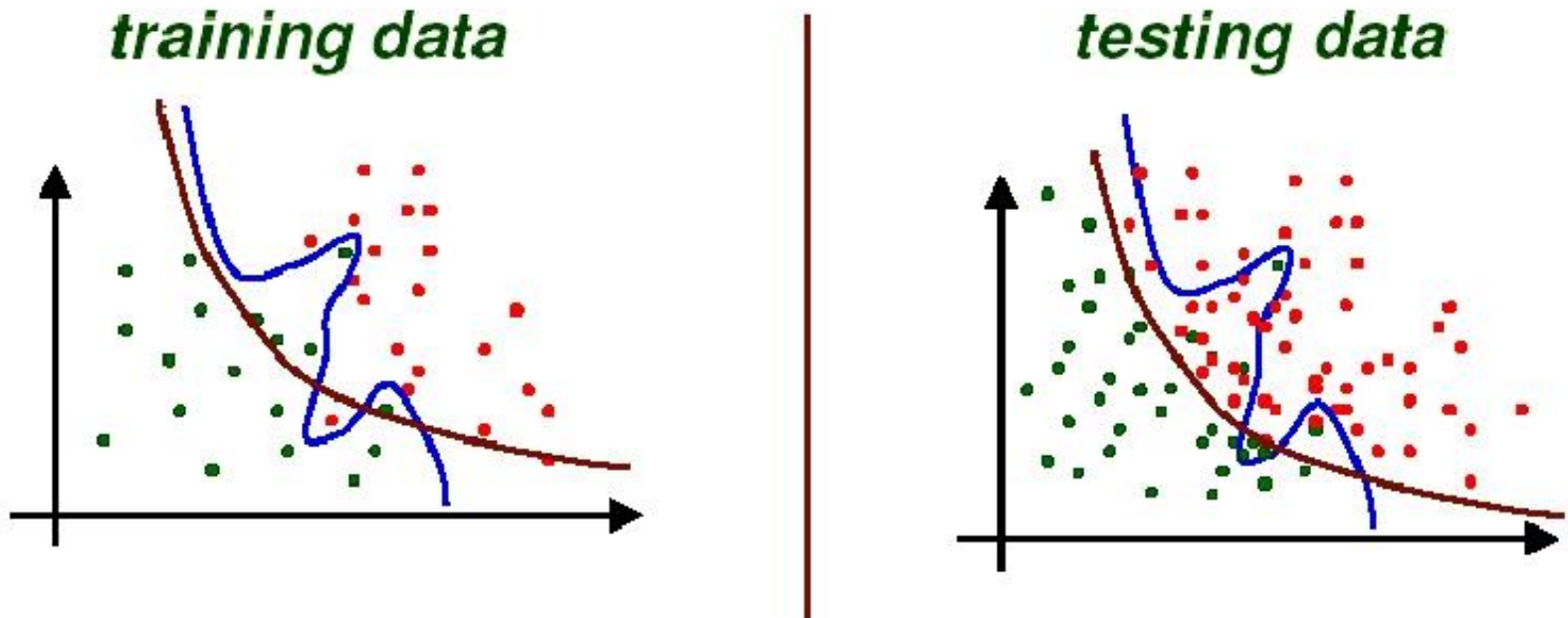


تعداد ویژگی بیشتر

آیا افزودن ویژگی‌های بیشتر همیشه نتایج را بهبود می بخشد؟

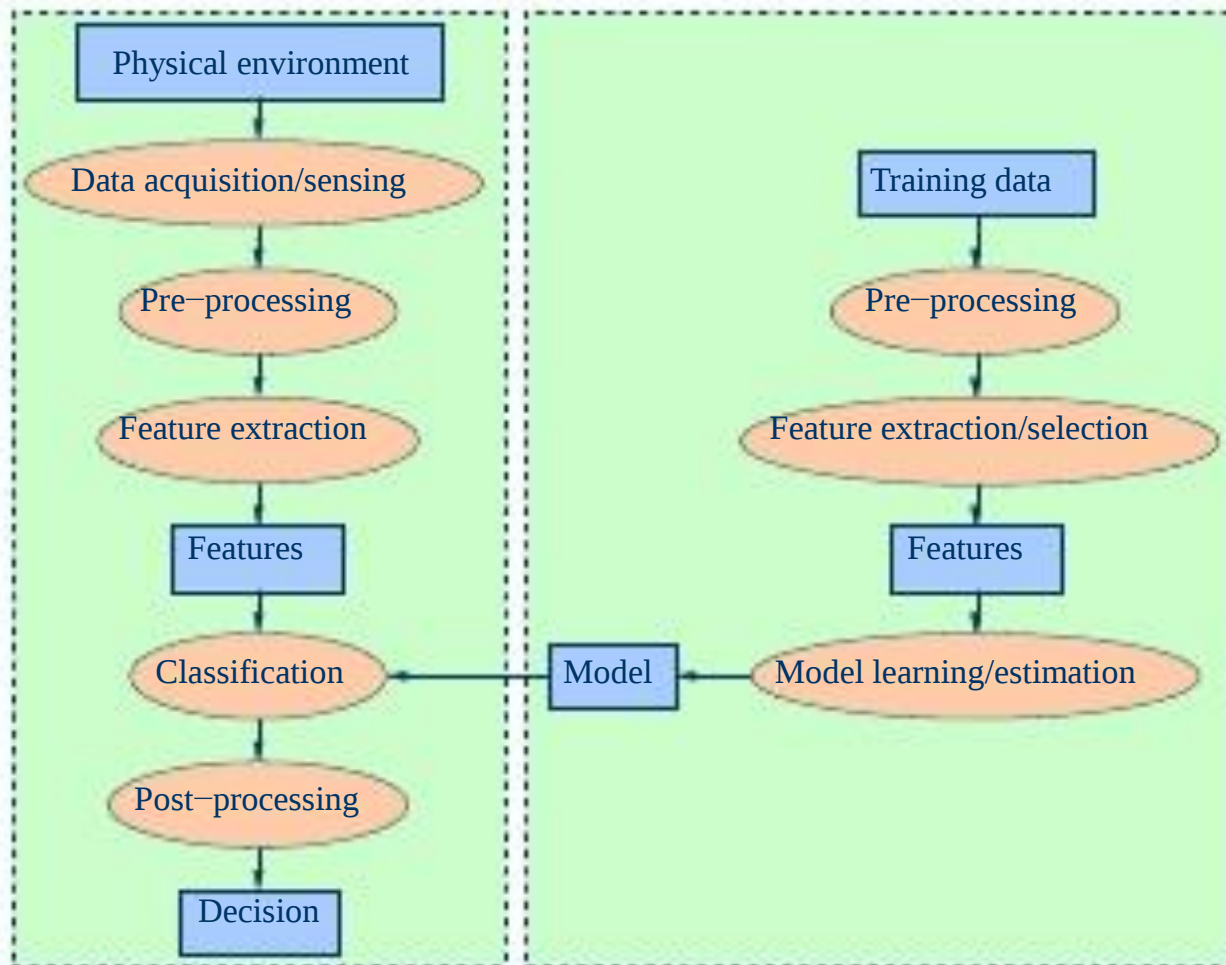
- از ویژگی‌های بی‌ارتباط با مساله باید خودداری شود.
- باید به همبستگی بین ویژگی‌ها توجه شود (مثل سن و سال تولد).
- باید هزینه‌های تحمیلی برای اندازه‌گیری ویژگی‌های بیشتر را در نظر گرفت.
- مراقب نویز (خطا) در اندازه‌گیری‌ها بود.

آیا همیشه سامانه‌های پیچیده موفقتر هستند؟



بررسی عملکرد سامانه با مرز قهوه‌ای با سامانه با مرز پیشنهادی آبی
بر روی داده‌های آموزش و آزمایش. سامانه آبی پیچیده‌تر است.

یک سیستم پیشنهادی شناسایی الگو



اجزای یک سیستم شناسایی الگو

○ جمع‌آوری و ادراک داده‌ها

- اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکی
- مسائل مهم: پهنای باند (bandwidth)، وضوح (resolution)، حساسیت (sensitivity)، اعوجاج (distortion)، SNR، تأخیر (latency) و غیره

○ پیش پردازش

- حذف نویز در داده‌ها
- جداسازی الگوهای مورد علاقه از پس‌زمینه

○ استخراج ویژگی

- یافتن یک بازنمایی جدید در قالب ویژگی

اجزای یک سیستم شناسایی الگو

○ یادگیری و تخمین مدل

- یادگیری نگاشت بین ویژگی‌ها و دسته‌ها

○ طبقه بندی

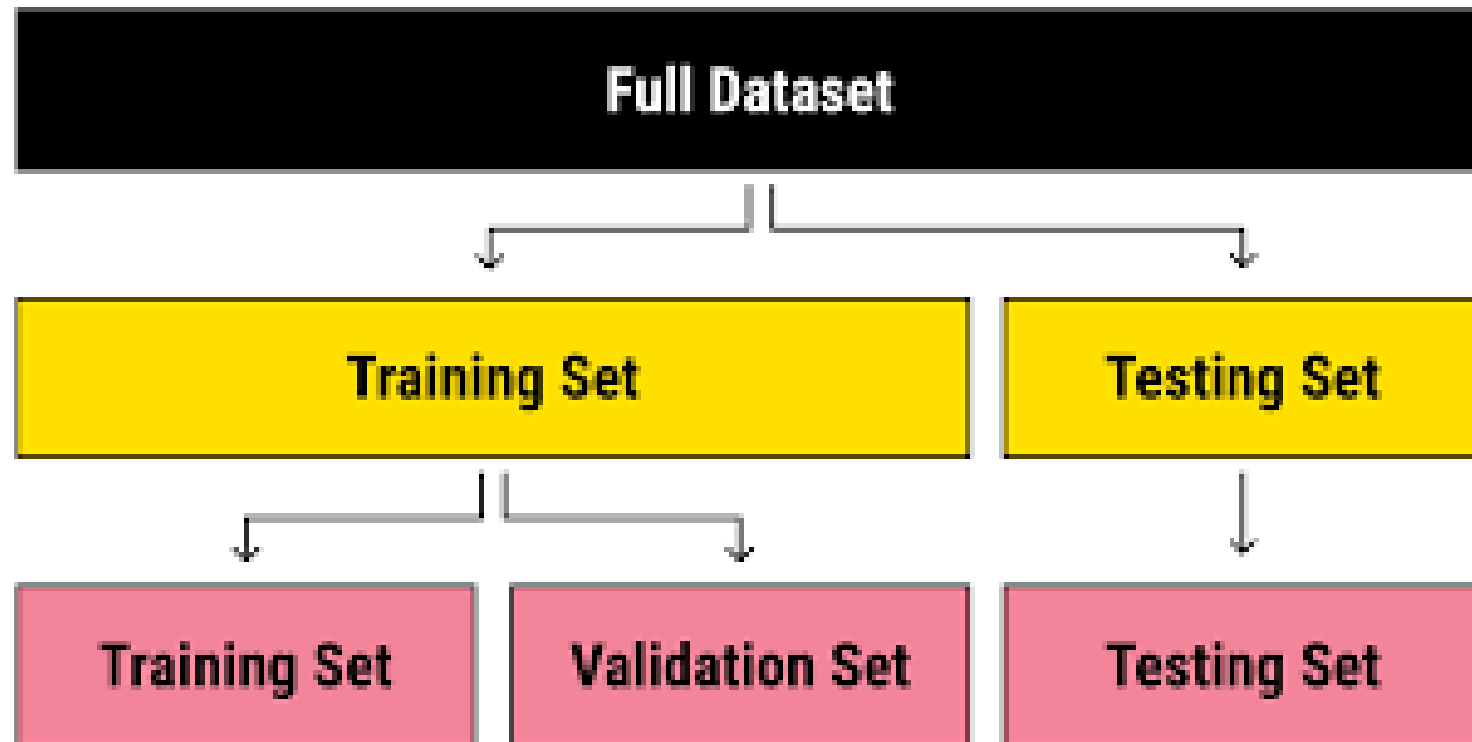
- استفاده از ویژگی‌ها و مدل‌های آموخته شده برای اختصاص یک الگو به یک دسته

○ پس پردازش

- ارزیابی اطمینان در تصمیم‌گیری‌ها
- بهره‌برداری از فضای مساله (context) برای بهبود عملکرد
- ترکیب متخصصان

مجموعه داده DATASET

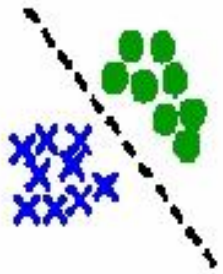
- جمع‌آوری داده‌ها: جمع‌آوری داده‌های آموزشی و آزمایشی
- آیا مجموعه جمع‌آوری شده از داده‌ها به اندازه کافی بزرگ است و بازنمایی خوبی از فضای مساله دارد؟



انتخاب ویژگی

FEATURE SELECTION

- انتخاب ویژگی‌های مرتبط با فضای مساله و اطلاعات پیشین (prior information)
- هزینه محاسباتی متناسب و امکان‌پذیر بودن ویژگی
- جداکنندگی (discriminative) ویژگی
 - مقادیر مشابه برای الگوهای مشابه
 - مقادیر مختلف برای الگوهای مختلف
 - ویژگی‌های مستقل از انتقال (translation)، چرخش (rotation) و مقیاس (scale)
 - ویژگی‌های مقاوم در برابر انسداد، اعوجاج، تغییر شکل و تغییرات در محیط



"Good" features



"Bad" features

انواع رهیافت‌های شناسایی الگو (عصبی، آماری، ساختاری)

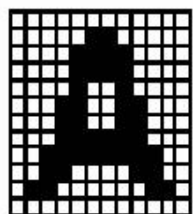
From [Schalkoff, 1992]



Neural*

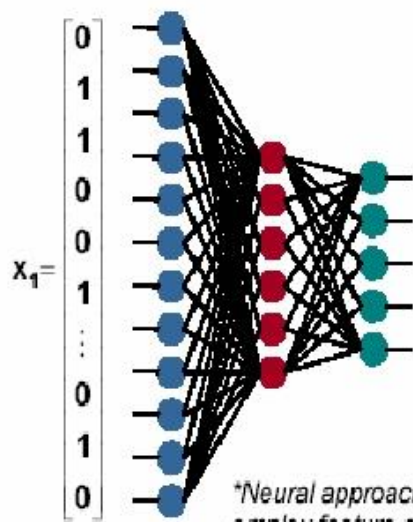
Statistical

Structural



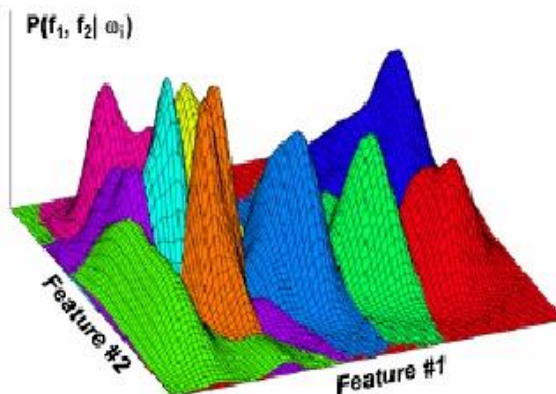
Feature extraction:

- # intersections
- # right oblique lines
- # left oblique lines
- # horizontal lines
- # "holes"



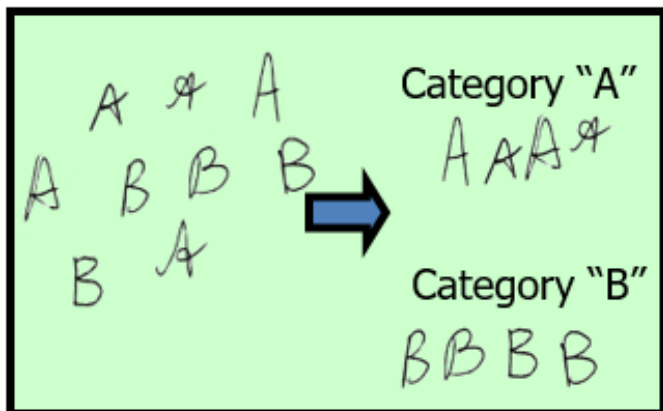
*Neural approaches may also employ feature extraction

$$x_2 = [3 \ 2 \ 1 \ 2 \ 1]^T \xrightarrow{\text{Probabilistic model}} p(x_2 | "A")$$



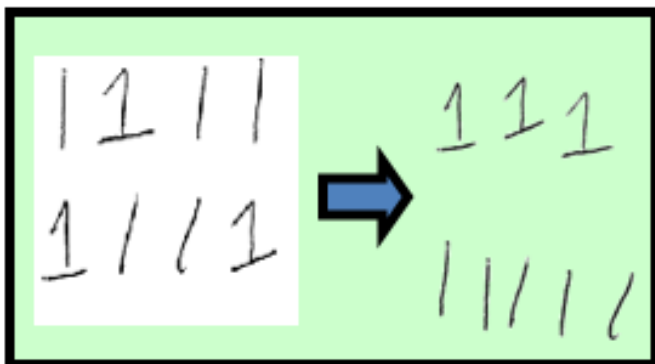
انواع روش‌های آموزش - یادگیری با ناظر و بدون ناظر

SUPERVISED VS UNSUPERVISED LEARNING



- در یادگیری با ناظر هر داده به یک کلاس متعلق است.
- نام‌های دیگر

○ Classification, Recognition, Supervised Learning



- در یادگیری بدون ناظر با استفاده از یک معیار مشابهت داده‌ها گروه‌بندی می‌شوند.

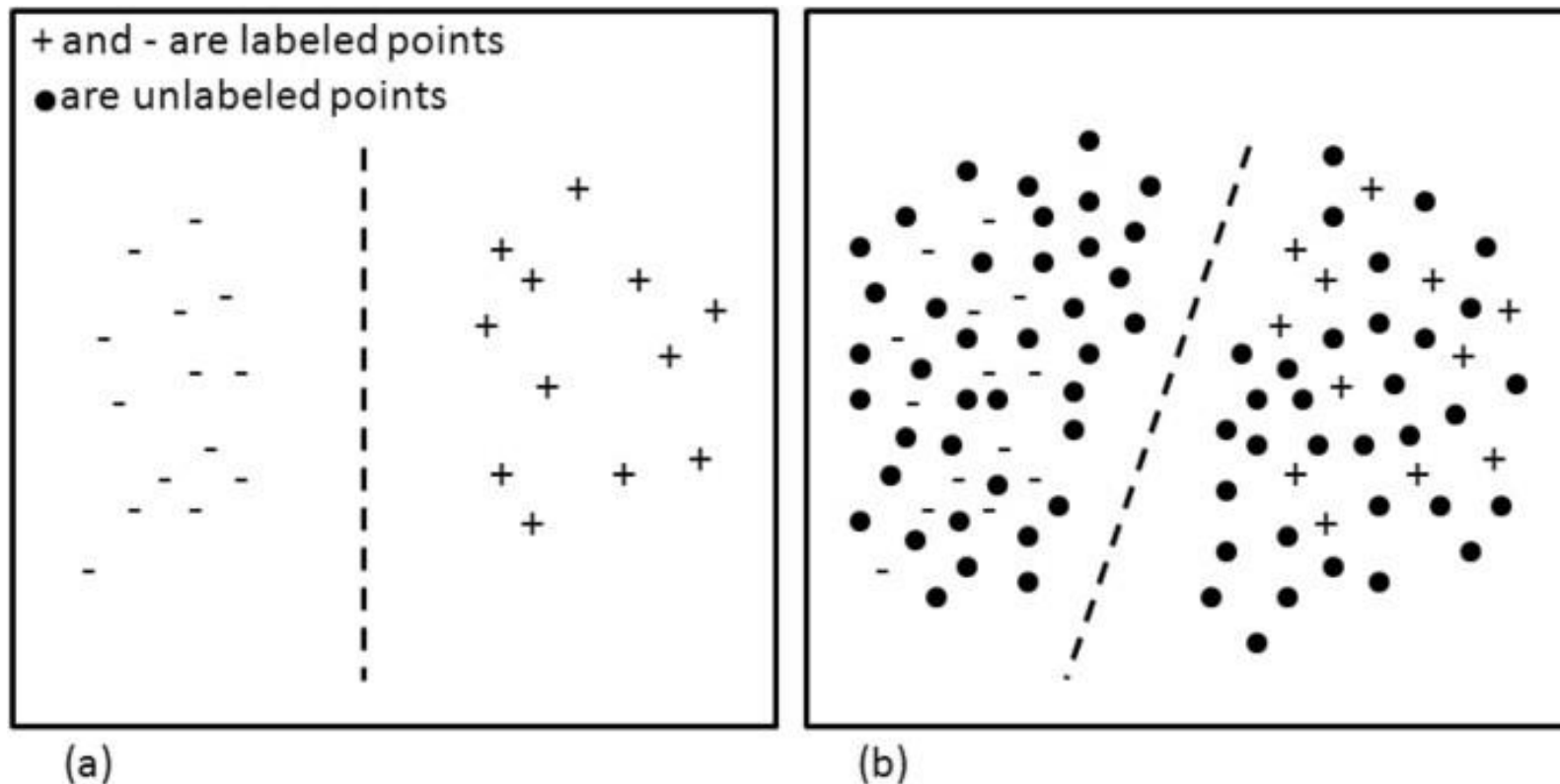
○ نام‌های دیگر

○ Unsupervised Learning, Clustering

یادگیری نیمه ناظر

SEMI-SUPERVISED LEARNING

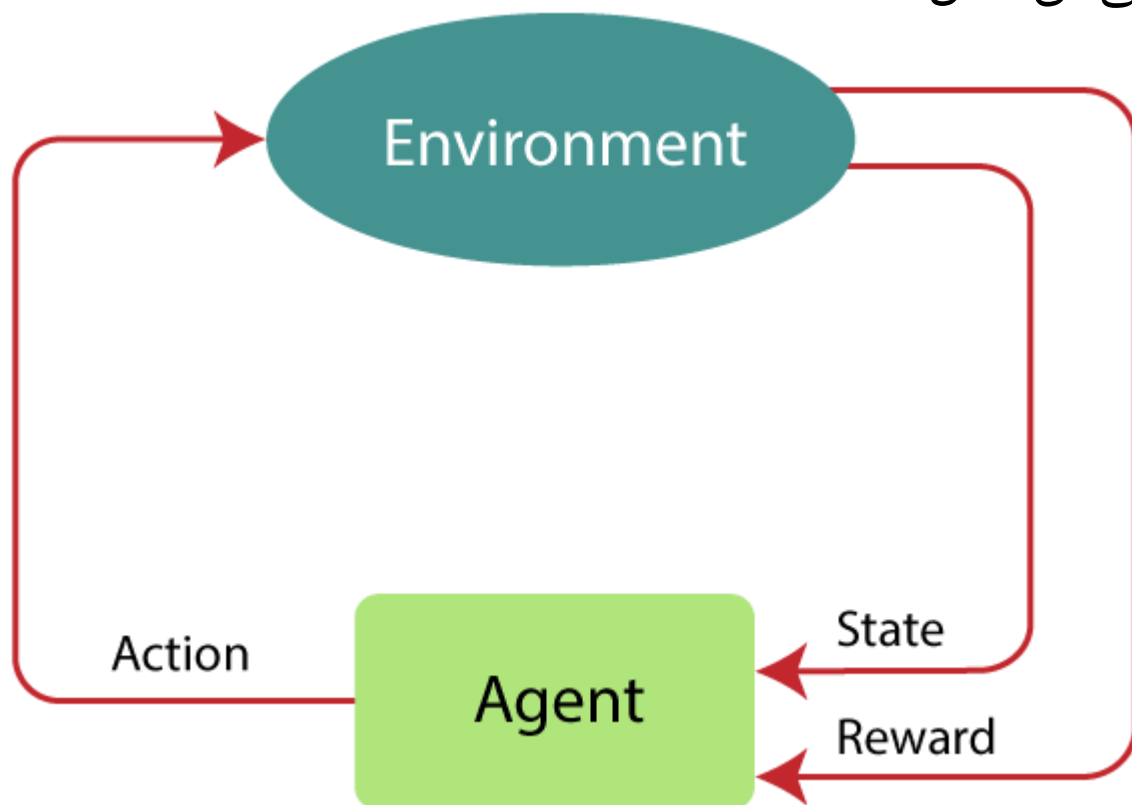
برخی از داده‌های آموزشی برچسب (کلاس) دارند و برخی دیگر برچسب ندارند.



یادگیری تقویتی

REINFORCEMENT LEARNING

○ برچسبی وجود ندارد؛ اما پس از هر عملی سیستم بازخوردی دریافت می کند که نشان دهنده خوبی آن عمل است.



ارزیابی

EVALUATION

- چگونه می‌توانیم عملکرد سیستم را با نمونه‌های آموزشی تخمین بزنیم؟
- چگونه می‌توانیم عملکرد سیستم را در برخورد با داده‌های ندیده پیش‌بینی کنیم؟
- بررسی بیش‌برازش (overfit) و تعمیم (generalization)

