

# باز شناسی آماری الگو

جلسه اول معرفی بحث

## فهرست

---

- مقدمه
- چند تعریف
- بررسی یک مثال
- تشخیص گام ها و مراحل
- استراتژی های اصلی بازشناسی الگو
- معرفی سر فصل ها و مراجع
- خلاصه بحث

## مقدمه

- کامپیوترها از برخی جهات بر انسان برتری چشمگیری دارند اما از برخی نظرها ضعیف تر از انسان هستند:
- مهمترین موارد برتری کامپیوترها:
  - سرعت (قدرت) پردازش
  - مصونیت از خطا
  - مدیریت حافظه عالی
- مهمترین موارد ضعف:
  - عدم وجود قابلیت های انسانی بخصوص در مواردی که با مهارت و تشخیص و نوآوری همراه است:
  - تشخیص چهره افراد
  - تشخیص اصوات صحبت
  - ظرایف گرامری و کلامی
  - تشخیص کیفیت غذا از روی بو
  - تشخیص دستنوشته ها

## تشخیص، باز شناسی و طبقه بندی

# Cognition, Recognition, classification

- معمولاً نخستین گام انسان برای مواجهه با یک مسئله شناسائی آن است  
**Cognition**

- در انسان روشهای متنوع و بعضاً پیچیده ای برای تشخیص وجود دارد.

- یکی از مهمترین، قابلیت های انسان، استفاده از تجربیات (خود یا دیگران) در مورد شناسائی است.

- مسئله باز خوانی شناسائی های قبلی به بازشناسی **Recognition** موسوم است که عبارت است از:

- نسبت دادن موردی که باید شناسایی شود، به مواردی که قبلاً در مورد آنها شناسایی صورت گرفته است.

- اگر تعداد موارد قابل انتساب در یک بازشناسی، محدود باشد، مسئله باز شناسی به طبقه بندی **classification** موارد منجر می شود

- طبقه بندی یکی از اساسی ترین روش های حل مسئله است.

## طبقه بندی Classification

- طبقه بندی یکی از هوشمندانه ترین ابزار های حل مسئله بوسیله انسان است.
- فایده طبقه بندی این است که وقتی با یک مورد **case** جدید روبرو می شویم، بلافاصله پس از اینکه توانستیم آن را به طبقه مناسب نسبت دهیم، می توانیم احکامی را که در مورد آن طبقه قائل بودهایم، به این مورد جدید نیز نسبت دهیم.
- مثال ها:
  - جدول تناوبی عناصر
  - تشخیص بیماری و معالجه آن با دارو ها توسط پزشک
  - طبقه بندی گیاهان و جانوران

## مثال: جدول تناوبی عناصر

- پس از اینکه تفاوت مواد مرکب و عناصر شناخته شد، با توجه به محدودیت تعداد عناصر (بخصوص عناصر شناخته شده) بحث چگونگی ترکیب آنها، گزینه های بسیاری از مواد مرکب را طرح کرد که پیش بینی خواص آنها دشوار می نمود.
- جالب آین بود که برخی عناصر شباهت هائی از حیث خواص با هم داشتند.
- برای شناخت عناصر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیائی مانند وزن اتمی، خواص فلزی و غیر فلزی، چگونگی نسبت ترکیب با دیگر مواد و ... مورد توجه بود

## مثال: جدول تناوبی عناصر...

- بر این اساس، نیاز به نوعی طبقه بندی کاملاً احساس می شد.
- این نوع طبقه بندی منجر به جدولی گردید که می توان از حیث ستون ها و سطر ها نوعی کلاس بندی انجام داد
  - عناصر موجود در یک ستون دارای خواص شیمیائی مشابهی هستند.
  - عناصر موجود در سطر ها نزدیکی های فیزیکی داشته و پس از بررسی های عمیق تر مبنای تئوری اتمی قرار گرفت
- جالب این بود که مرتب سازی عناصر که ابتدا بر مبنای وزن اتمی بود، گاهی نا ترتیبی هائی را نشان می داد ولی وقتی بر خواص تاکید می شد، دسته بندی بهتری صورت می پذیرفت

## مثال: جدول تناوبی عناصر...

- در این جا ممکن است دو سوال اساسی پیش بیاید:
- نخست اینکه از کجا باید دانست که عناصر چگونه باید در طبقات مختلف قرار داده شود؟ به بیان دیگر از کجا بدانیم که طبقه بندی ما درست بوده است؟
  - از روی خواص عناصر
  - اما کدام خواص؟ تجربه برخی انتخاب های اولیه را رد و برخی را تأیید کرده
- دوم آنکه فوائد طبقه بندی چیست؟
  - ایجاد قدرت حدس زدن برخی خواص عناصر موجود
  - حدس زدن وجود عناصری که کشف نشده بود و حدس زدن خصوصیات آنها



## مثال: طبقه بندی موجودات زنده

- با بررسی موجودات، به تدریج برای آنها طبقات یا گروه هائی تعریف شده اند مانند گیاهان و جانوران، و از بین جانوران مهره داران و بی مهرگان و ...
- در این طبقه بندی نیز همان دو سوال قابل طرح است:
  - مبنای طبقه بندی: برخی خصوصیات
    - کدام خصوصیات؟ تجربیات قبلی آنها را مشخص کرده
  - فایده طبقه بندی:
    - حدس زدن برخی خصوصیات بدون اینکه آنها را مشاهده کنیم.
    - اگر دیدیم جانوری پر دارد، میتوان حدس زد که تخم گذار است
    - پیش بینی تکامل و دوری و نزدیکی خصوصیات جانداران

## چگونگی طبقه بندی

- معمولاً برای نمونه ها باید برخی اندازه گیری ها مورد توجه قرار گیرد (مانند وزن، نسبت ترکیب و....)
- از بین موارد سنجش شده و با ترکیب آنها، برخی خصوصیات پیدا شود
- بر اساس شبیه بودن خصوصیات، موارد شناخته شده نزدیک به هم در یک گروه جای گیرند.
- وقتی به مورد جدیدی برخورد می شود، این خصوصیات مورد بررسی قرار گرفته و معلوم می شود که این مورد را می توان در کدام طبقه جای داد.
- با انجام طبقه بندی، بدون اینکه دیگر خواص بررسی گردند، می توان احکام آن طبقه را برای این نمونه جاری دانست

## طبقه بندی خودکار (توسط ماشین)

---

- طبقه بندی های ذکر شده حاصل انباشت تجربه و کار ذهنی انسان در سالهای طولانی است.
- سوال اساسی آن است که آیا می توان کاری کرد که این امر به طور خود کار توسط ماشین انجام شود؟
- دادن توانایی طبقه بندی به ماشین (عناصر پردازنده) یکی از مهمترین اهداف محققان در این زمینه است.

## مسائل مهندسی بزرگ

- از دید مهندسان سیستم، حل بیشتر مسائل جدید بر مبنای تلفیق چند نوع تکنولوژی (توانایی) است:
- 1. تکنولوژی سنسورها به معنی سنجش نمودن کمیت ها و تبدیل آن به شکل و فرمت مناسب
- 2. تکنولوژی انتقال داده ها و مدیریت آنها
- 3. تکنولوژی ذخیره سازی و پردازش اطلاعات که بیشتر در شکل سیگنال های الکتریکی دیجیتال اعمال می شود
- 4. تکنولوژی تشخیص و اخذ تصمیم بر اساس پردازش ها
- 5. تکنولوژی محرکه ها

## چند مثال

---

- تشخیص و علامت گذاری معادن
- تشخیص خطا در ساخت قطعات
- تشخیص آلودگی های محیطی
- تشخیص و ارائه تجویز های پزشکی
- تشخیص اتومبیل ( و شماره آن ) در ترافیک
- تشخیص اسکناس و یا سکه های مختلف
- تشخیص متون، کروموزوم ها و ...

## ادامه

- از بین توانایی های یاد شده در این دسته از مسائل، مورد چهارم (تشخیص و اخذ تصمیم) ، در این بحث مورد توجه است.
- عبارت هوشمند سازی سیستم ها بیشتر در ارتباط با همین ایده و معنی مورد استفاده قرار می گیرد.
- پیشرفت در این مورد نسبت به بقیه موارد دشوارتر و پرهزینه تر است چرا که با برخی رفتار های پیچیده مغز انسان سر و کار دارد که تقلید از آن ساده نیست.
- طبقه بندی خودکار، یکی از مهمترین ترین و عملی ترین راه کار ها برای منظور تشخیص و اخذ تصمیم ماشینی و هوشمند سازی سیستم های صنعتی است.

## مبانی نظری طبقه بندی

---

- ارسطو از نخستین کسانی بوده که اهمیت طبقه بندی و ملزومات آن را تبیین کرده است.
- او مسئله طبقه بندی (Classification) را بشرح ذیل تعریف می نماید:
- Assign a Pattern to one of several possible classes
- یک نمونه (pattern) را، به یکی از چندین کلاس ( طبقه) ممکن نسبت دادن (متعلق دانستن)،

## چند پیش فرض اساسی در این مسئله

- تعداد کلاس ها محدود و معین (شناخته شده) است.
- کلاس های مزبور فضای جواب را افراز می نمایند:
  - تمام فضا را می پوشانند
  - مورد یا نمونه مورد نظر حتما متعلق به یکی از این کلاس ها هست
  - با همدیگر همپوشانی ندارند
  - امکان ندارد مورد یا نمونه مورد نظر به دو یا چند کلاس متعلق باشد
- مسائل زیادی هستند که قابل تبدیل به این مسئله هستند
  - تشخیص نوع خرابی، تشخیص نوع اتومبیل و هواپیما و ..
- اما برخی مسائل نیز از این دست نیستند مانند مسئله برنامه ریزی یا برنامه سازی



## ملزومات قابل حل بودن مسئله طبقه بندی

- ارسطو قابل حل بودن مسئله طبقه بندی را منوط به وجود برخی خصوصیات می داند:
- خصوصیات اساسی هر کلاس، **Essential properties** که در تمام اعضای آن کلاس مشترک است.
- این خصوصیات در مسئله طبقه بندی مورد استفاده قرار می گیرد.
- بقیه خصوصیات، خصوصیات شخصی **Personal properties** می خوانند
- خصوصیات شخصی، باعث قابلیت تفکیک اعضای کلاس از یکدیگر خواهد شد.
- اگر بتوان خصوصیات اساسی تفکیک کننده کلاس های مختلف را تشخیص داده و حدود آنها را برای هر کلاس تعیین نمود، با بررسی آنها روی هر نونه ناشناخته، میتوان آن نمونه را طبقه بندی کرد.

## مثال:

- می خواهیم موجود زنده را از موجود غیر زنده تشخیص دهیم.
- برخی از خصوصیات مشترک موجودات زنده:
  - تبادل مواد غذایی با بیرون
  - رشد و تغییر
  - ....
- اگر در نمونه ای این موارد مشاهده شد، آن را موجود زنده می دانیم و برخی خصوصیات دیگر را نیز برای آن قائل خواهیم شد مثلا تولید مثل
- خصوصیات شخصی گروه های مختلف باعث قابلیت تفکیک آنها از هم است . مثلا گیاهان برای خود خصوصیتی دارند که آنها را از جانوران جدا می سازد.
- باید توجه شود که در مواردی ممکن است این فرآیند چندان هم ساده نباشد چرا که تبدیل های مفهومی به کمی بعضا چالش برانگیز است.

## گام های طبقه بندی از نظر مبانی اولیه

تفکیک طبقات یا کلاس های مختلف صرفا با درک خصوصیات ممکن است. (دانش موضوعی)

درک خصوصیات و استدلال در مورد آنها، قطعا نیاز به سنجش دارد. اما در اغلب موارد خود خصوصیات مستقیما قابل سنجش نیستند، بلکه کمیت های دیگری سنجش شده و از روی آنها خصوصیات بدست می آیند.

مثلا رشد را می توان از تفاوت اندازه ها در زمان دریافت. ( سنجهش اندازه و سنجش زمان و ترکیب آنها با هم مفهوم رشد را می رساند)

## بعبارتی برای طبقه بندی:

- باید نوع خصوصياتی را که طبقه ها (کلاس ها) ی مختلف را از هم جدا می کند بدانیم. (دانش نسبت به مسئله)
- مقدار (محدوده) خصوصيات مزبور در هر یک از کلاس ها را داشته باشیم. (دانش نسبت به مسئله)
- در هر نمونه جدید، با سنجش کمیت هایی، مقدار خصوصیت های مورد نظر را بدست آوریم.
- با توجه به میزان نزدیکی یا دوری به مقدار (محدوده) خصوصيات یاد شده، عمل نسبت دادن (متعلق دانستن) را انجام دهیم.

## چند نمونه از کاربرد ها

Problem Domain	Application	Input Pattern	Pattern Classes
Document image analysis	Optical character recognition	Document image	Characters, words
Document classification	Internet search	Text document	Semantic categories
Document classification	Junk mail filtering	Email	Junk/non-junk
Multimedia database retrieval	Internet search	Video clip	Video genres
Speech recognition	Telephone directory assistance	Speech waveform	Spoken words
Natural language processing	Information extraction	Sentences	Parts of speech
Biometric recognition	Personal identification	Face, iris, fingerprint	Authorized users for access control
Medical	Diagnosis	Microscopic image	Cancerous/healthy cell
Military	Automatic target recognition	Optical or infrared image	Target type
Industrial automation	Printed circuit board inspection	Intensity or range image	Defective/non-defective product
Industrial automation	Fruit sorting	Images taken on a conveyor belt	Grade of quality
Remote sensing	Forecasting crop yield	Multispectral image	Land use categories
Bioinformatics	Sequence analysis	DNA sequence	Known types of genes
Data mining	Searching for meaningful patterns	Points in multidimensional space	Compact and well-separated clusters

## مسائل طبقه بندی در عمل

- در عمل آنچه در اختیار است چیزی نیست جز تعدادی نمونه (مثال های موردی)
- هدف این است که به همان سان که انسان از روی مثال ها دانش مسئله و خصوصیات اساسی هر کلاس را استخراج می نماید، ماشین نیز بتواند این استخراج را صورت دهد. ( طبقه بندی اتوماتیک)
- این امر پروسه ای را می طلبد که در اغلب موارد به آن "یادگیری" می گوئیم.
- از دید علمی محض (ریاضی یا منطق) ، مسئله فقط چگونه استخراج است اما از دید مهندسی، طراحی برای کسب نمونه های مناسب، تبیین صورت مسئله و استخراج و ارائه مدل برای این علم نیز باید در نظر گرفته شود.

## مثال عملی: تفکیک دو نوع ماهی از هم

- فرض کنیم در یک کشتی ماهیگیری، ماهی هایی که از یک منطقه خاص گرفته شده اند، دو نوع مشخص هستند، **sea bass** و **salmon**.
- پس از اینکه این ماهی ها گرفته شدند، بایستی (به دلایل مختلف) از هم تفکیک شوند. (نگهداری، پروسه های بعدی، ارزش گذاری و ...)
- بدیهی است باید اطلاعاتی از ماهی ها برای شناخت، بازشناسی و طبقه بندی آنها مورد استفاده قرار گیرد.
- عموماً کسب این اطلاعات، توسط اندازه گیری (سنجش) تحقق می یابد و با توجه به اینکه ماهی ها خصوصیات کمی متفاوتی دارند آنها را تفکیک کرد:
  - وزن، اندازه، شکل ظاهری، بو و غیره دارند
- برخی از این خصوصیات عملاً قابل اندازه گیری هستند و برخی دیگر باید از روی کمیت های اندازه گیری شده بدست آیند
  - مثلاً طول ماهی ها و نسبت طول به عرض آنها

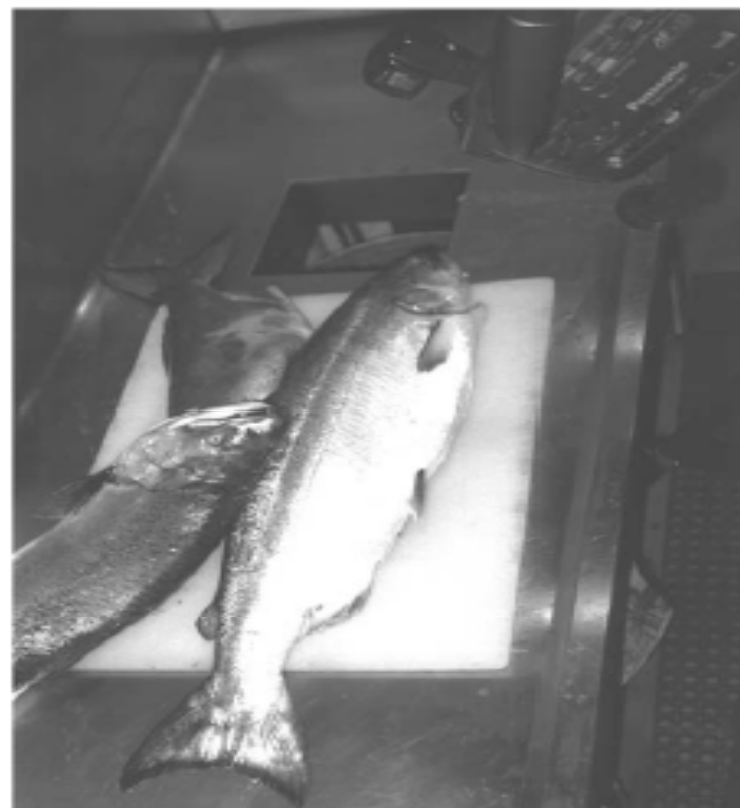
## کدام خصوصیات؟

- نخستین سوال اساسی این است که کدامیک از این خصوصیات (کمیت ها) را برای سنجش انتخاب کنیم:
  - سهولت سنجش خودکار
  - سهولت کار کردن با آنها (پردازش)
  - ارائه قدرت تفکیک کافی
- مثلاً از بین روش های زیر کدام مناسب تر خواهد بود؟
  - توزین
  - تصویر برداری مرئی
  - تفکیک بر اساس بو
  - شنیدن صدای تولید شده هنگام ضربه زدن
- به نظر می رسد برای این مسئله، تصویر برداری مناسب ترین روش باشد



## ادامه

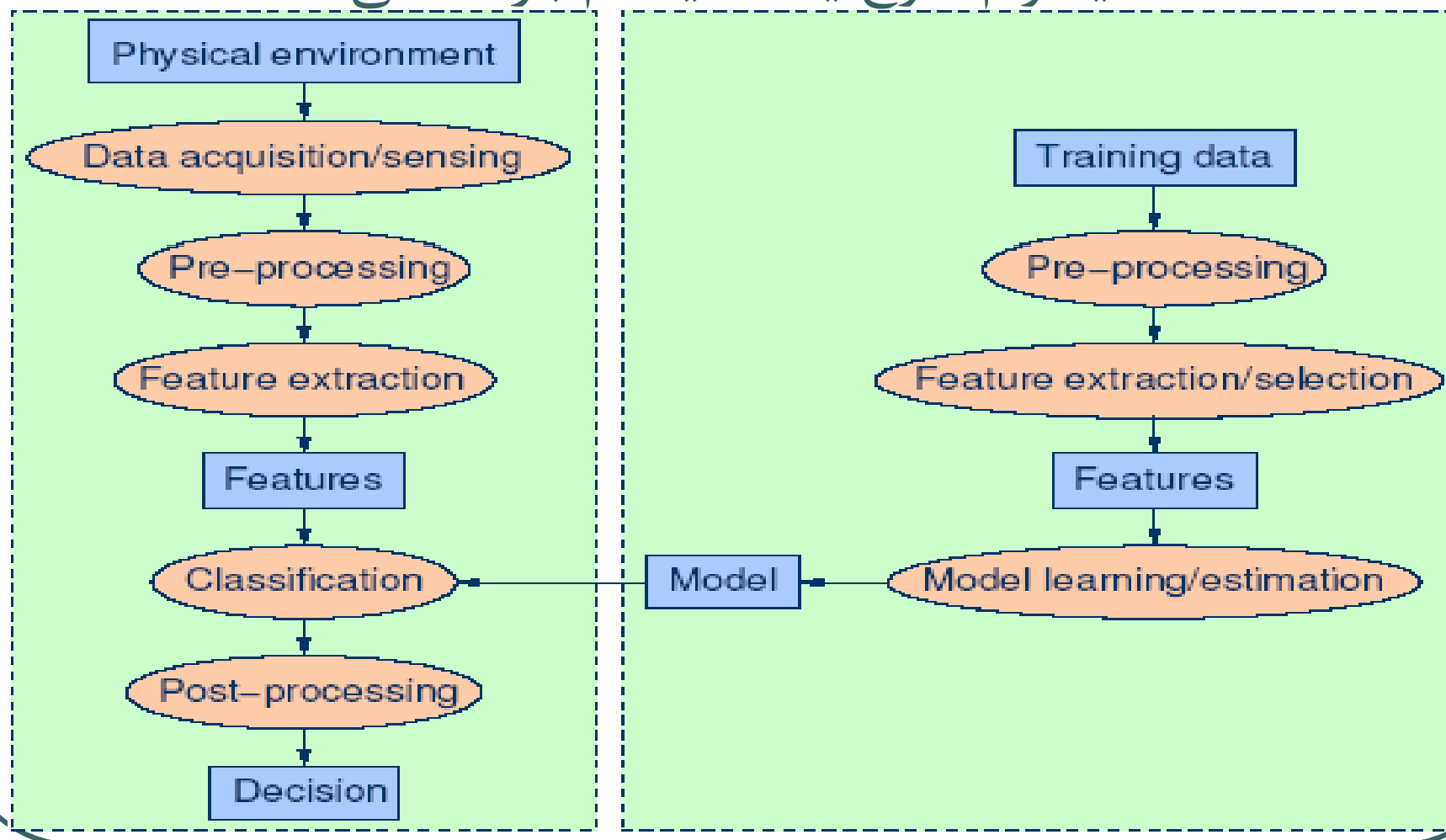
- بر این اساس تصمیم گرفته می شود از سنجش های مبتنی بر شکل و تصویر استفاده شود
- اما ابتدا بایستی سیستمی برای تصویر برداری تعبیه گردد
- نقاله ای تعبیه می شود که (حتی المقدور) تعداد کمی (در شکل ایده ال یکی) در عرض آن قرار گیرد و با سرعت مناسبی عبور کند
- دوربینی مستقر شده و تصویر برداری انجام می شود.
- خروجی دوربین به شکل دیجیتال به یک کامپیوتر داده می شود.



## مراحل احتمالی کار:

- گرفتن تصویر اولیه ( در شرایط تعریف شده نویز، سرعت تصویر برداری، دقت تصویر ... )
- برخی پردازش های اولیه ( حذف نویز و اثرات تداخل، پذیرش تصویر ماهی (segmentation) ....
- استخراج برخی کمیت ها (مشخصه ها):
  - طول، عرض، نسبت آنها، شکل و تعداد باله و محل آنها، شکل و اندازه نسبی سر، دم
- پردازش روی کمیت ها و مشخصه ها برای تسهیل تصمیم گیری
- اخذ تصمیم (تعیین طبقه)

## دیاگرام طرح یک سیستم بازشناسی



## چند پرسش اساسی:

- تبیین مورد **pattern**: اگر چه از نظر انسان موضوع مورد بحث، ماهی است، اما توجه به امر ضروری است که مفهوم ماهی (که ظاهراً ساده به نظر میآید) در اثر فرآیند بسیار پیچیده و طولانی در ذهن ما توسعه یافته است
- از دید ماشین ( در طبقه بندی خودکار) باید مفهوم ماهی توسط گروهی از کمیت های سنجش شده، مانند سطوح خاکستری بخشی از تصویر در سه ماتریس رنگ متفاوت و یا شدت صوت ( در فرکانس و یا زمان های معین و ...) تبیین شود
- در بسیاری از موارد، به لحاظ مهندسی، تبیین **pattern** بسیار دشوار است مثلاً:
  - الگوی اغتشاشات اجتماعی، الگوی نشانه های بیماری، الگوی شرایط جوی و محیطی و ...

## ادامه

- الگو، نمونه (pattern) جزو بی تعریف ها بوده و به "چیز"، نهاد یا وجودی اطلاق می شود که ما نامی برای آن نهاده ایم تا آن را جدا از محیط اطراف، بررسی کنیم.
- از دید عملی، الگو (نمونه) مجموعه ای از کمیت هاست که بطور مستقیم یا غیر مستقیم از سنجش کمیت ها به دست آمده است
- مانند:
- fingerprint image
- handwritten word
- human face
- speech signal
- DNA sequence

## سنجش و گرد آوری اطلاعات برای تشکیل نمونه

- انتخاب ساختار مسئله، انتخاب وسایل سنجشگر و شیوه سنجش، نخستین گام بوده است.
- مثلاً در مسئله ما آنچه سنجش می شود، شدت روشنایی بازگشتی از نوار نقاله ( که ماهی ها هم روی آن قرار دارند) در شرایط خاص نور پردازی و با شرایط خاص دوربین ( از نظر دقت، سرعت، فاصله از نقاله، زاویه تصویر برداری و ... )
- این اطلاعات نهایتاً به صورت یک فایل، با فرمت معین در حافظه قرار می گیرد تا دستکاری های بعدی روی آن انجام شود.
- از حیث عملی، هر الگو یک بردار، ماتریس یا شئی (Object) است

## پردازش های اولیه pre-processing

- بسیاری از اطلاعات موجود، قرار نیست مورد استفاده قرار گیرند و در شرایط عملی باید حذف شوند (مثلا جزئیات شکل پولک های ماهی ها)
- بخش هایی از اطلاعات انتخاب شده (مثلا تصویر زمینه) کاملا زاید و فاقد ارزش مورد نظر بوده و باید حذف شوند ( پذیرش تصویر)
- تصویر ماهی بایستی از تصویر زمینه تفکیک گردد.
- شرایط تصویر برداری ممکن است متاثر از نویز تصویری محیط باشد که باید اثر نامطلوب آن کاهش یابد
- احتمالا بایستی همراستایی بین تصویر ماهی ها صورت گیرد. ( مثلا از نظر طول و عرض)
- اگر بیش از یک یک دوربین مورد استفاده قرار گرفته باشد، ممکن است لازم باشد هم بعد سازی **scaling** صورت گیرد.

## استخراج و انتخاب مشخصه ها Feature Extraction & Selection

---

- تبیین مشخصه ها **Features**: در بسیاری از موارد برخی از کمیت ها و یا ترکیبی از آنها می تواند بشکل یک مشخصه ظاهر شود (مثلا نسبت طول به عرض)
- عموما تعداد این مشخصه ها ( و حجم ذخیره سازی لازم ) بسیار کمتر از کمیت های اندازه د گیری شده است.
- استخراج و انتخاب این مشخصه ها، بخش مهمی از پروسه طبقه بندی خودکار بوده و با توجه به دانش مسئله انجام می شود.



## ادامه

- اینکه رابطه بین کمیت های قابل سنجش و مشخصه ها چیست، به نوع مسئله و راه حل ما بستگی دارد.
- مثلاً در یک زمین فوتبال:
  - اگر هدف تنها تشخیص اعضای یک تیم باشد، صرف رنگ پیراهن می تواند مشخصه خوبی باشد.
  - اگر هدف، تشخیص کسانی باشد که دوپینگ کرده اند، هم موارد قابل سنجش و هم مشخصه های پیچیده تری مورد نیاز خواهد بود.
- به تعبیر دیگر نمی توان بدون توجه به نوع مسئله از بهترین مشخصه ها سخن گفت

# Pattern, Measurements, Features

---

- **Pattern:** مفهومی ( معمولاً مبهم ) که جدا کننده بخشی از محیط برای بررسی و حکم دادن است.
- **Measurements:** سنجش هایی که برای مشخص کردن pattern صورت می گیرد.
- **Features:** کمیت هایی که از روی مقادیر سنجش شده بدست آمده و نهایتاً برای بازنمایی representation موضوع مورد بحث pattern بکار گرفته می شود:
  - یک بردار (یک یا چند بعدی)
  - یک Object

## ساختار بکار گیری مشخصه ها تفسیر اطلاعات Inferring

- این بخش از عملیات عموما به طراحی سیستم طبقه بندی کننده **classifier** موسوم است.
- اگر دانش حل مسئله به شکل صریح وجود داشته باشد، بر اسا آن دانش، اطلاعات مشخصه ها باهم ترکیب می شود
  - مثلا در تفکیک انواع هواپیما ها، می دانیم که هر هواپیما چه شکلی دارد.
- در اکثر موارد این دانش حل مسئله باید با استفاده از تعدادی نمونه معلوم، استخراج شود و به تعبیر دیگر ساختار پردازش طرح می گردد ( پروسه یادگیری)
- در این پروسه اغلب با نوعی یادگیری مواجه هستیم

## یادگیری از روی مثال ها

- استخراج دانش لازم برای پردازش (یادگیری) می تواند در سه شکل عمومی صورت گیرد:
- یادگیری با مربی: در آن ضمن داشتن اطلاعات و مشخصه ها نتیجه کار (برچسب کلاس) را نیز می دانیم. مانند اینکه ضمن داشتن خصوصیات حیاتی یک بیمار می دانیم که به چه بیماری مبتلاست
- یادگیری بدون مربی: نمونه ها بدون برچسب کلاس در اختیار هستند مانند اینکه در تصویر یک متن، صریحا گفته نشده که کدام بخش از تصویر مربوط به متن است
- یادگیری تشدیدي: به ازای هر ورودی برچسب معلوم نیست بلکه نوعی نمره دهی موجود است

## رویکرد های اساسی بازشناسی الگو

---

- چند رویکرد اساسی در بازشناسی الگو ها به شرح زیر است:
  - Template Matching مطابقت ساختار ها
  - Statistical Approach رویکرد آماری
  - Syntactic Approach رویکرد ساختاری
  - Neural Networks شبکه های عصبی

# Template Matching

- ایده اصلی در رویکرد مطابقت ساختار ها این است که دو "چیز" بطور کامل باهم مقایسه شده و بر اساس "معیار شباهت" نمونه مورد بررسی، با ساختار هایی که نماینده کلاس های مختلف هستند مقایسه شده و به آن ساختاری که شبیه تر است، نسبت داده می شود.
- ساختار های نماینده کلاس ها و معیار شباهت ( که عموما نوعی تابع همبستگی correlation است) از روی نمونه های موجود (مجموعه یادگیری Training set) بدست می آید.
- مثلا تصویر هر ماهی عبور کننده از روی نقاله با تصویر استاندارد هر کلاس از ماهی ها تطابق یابی می شود.(پیکسل به پیکسل)
- اگر چه این ایده ساده است، در عمل با دشواری هایی روبروست (مخصوصا با خرابی داده ها و خطا های اندازه گیری و...)
- ایده های جدید:
- Deformable template models
- Rubber sheet deformations

## ادامه

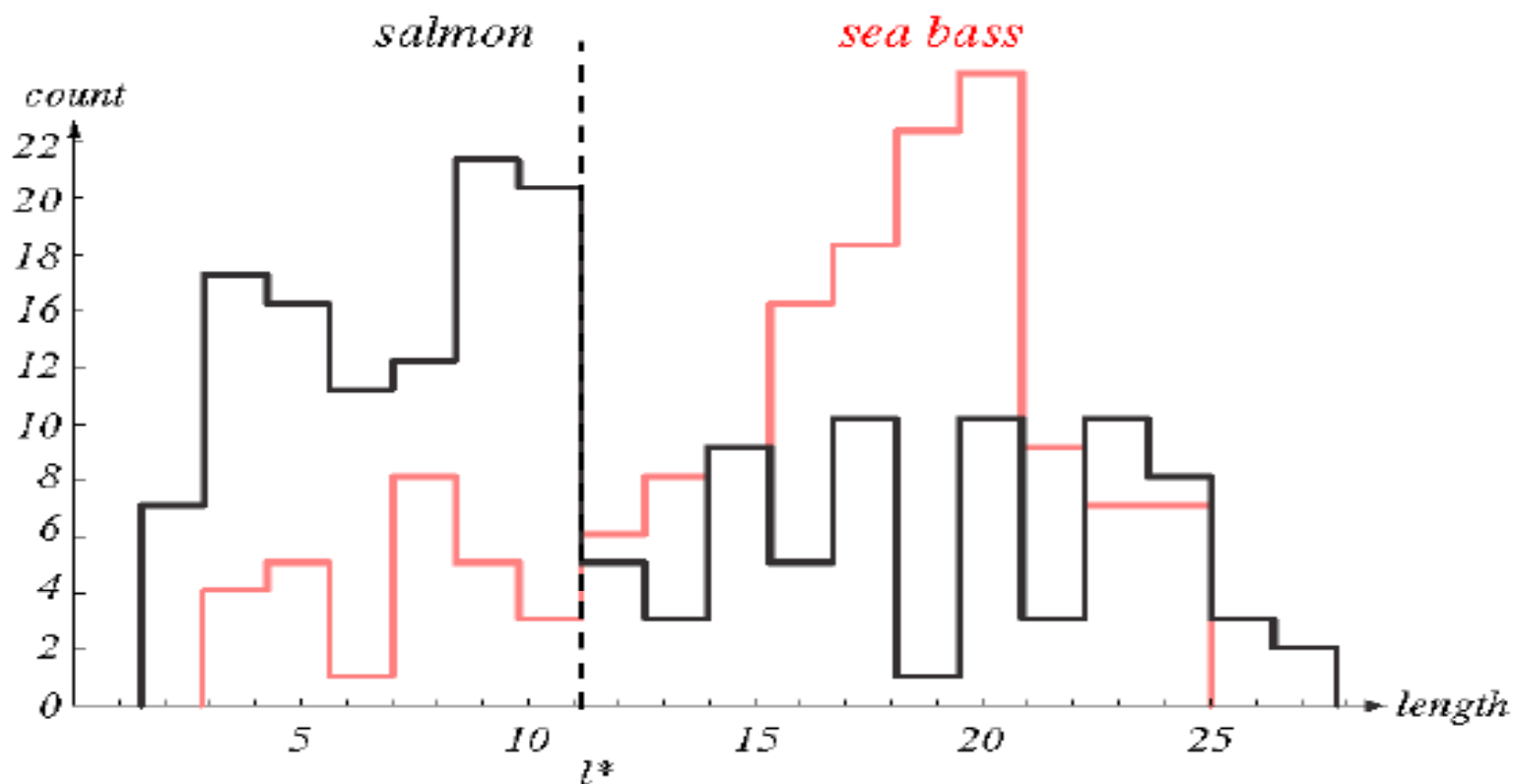
- این رویکرد در مواردی موفق است که در هر کلاس خصوصیات اساسی خیلی قویتر از خصوصیات شخصی باشند. مثلاً در تشخیص انواع اسکناس از هم
- به هر حال اسکناس های مختلف نیز ( حتی از نظر تصویر) تفاوت هایی با هم دارند ( لکه ها ، ابعاد دقیق و ...)
- اما در مواردی که خصوصیات شخصی بارز باشند، ممکن است کار دشوار شود. مانند تشخیص بیمار و بیماری
- در برخی موارد، اصولاً خود کلاس ها به لحاظ مفهومی چندان روشن نیستند. مانند افراد پیر و جوان یا دانشجویان درسخوان و غیر درسخوان

# Statistical Approach

- ایده رویکرد آماری این است که برخی خصوصیات آماری کلاس های مختلف می تواند قابلیت تفکیک را بوجود آورد.
- در بدست آوردن خصوصیات آماری، هر نمونه به شکل یک نقطه واحد در فضای  $d$  بعدی، مورد توجه قرار می گیرد.
- خصوصیت مربوط به همه اطاعات آن نقطه است نه بخشی از آن
- مثلاً:
  - طول (و عرض) یا سطح ماهی ها،
  - پروفیل چگالی جمعی یک کلمه در راستاهای عمودی یا افقی
- پس از سنجش کمیت ها و استخراج مشخصه های هر نمونه، مقادیر بدست آمده با مقادیرمتناظر متوسط کلاس ها ( که از روی مجموعه داده های یادگیری بدست آمده است ) مقایسه گردد.



مثال: استفاده از توزیع مقادیر مختلف طول برای تفکیک دو نوع ماهی



# Statistical Approach

- اساس ایده آن است که در فضای مشخصه ها (مثلا طول ماهی) می توان نواحی متفاوتی جست. مثلا:
  - ناحیه طول کوچکتر از ۱۰، که در آن توزیع احتمال ماهی سالمون بیش از سی باس است
  - ناحیه طول بین ۱۰ تا ۲۵، که در آن توزیع احتمال سی باس بیش از سالمون است
  - ناحیه طول بیش از ۲۵، که در آن توزیع احتمال سالمون بیشتر است
- می توان نواحی ۱ و ۳ را ناحیه سالمون و ناحیه ۲ را ناحیه سی باس پنداشت.
- برای یک نمونه جدید، اگر طول سنجش (محاسبه) شده، در ناحیه سالمون قرار گرفت ماهی را سالمون خواهیم دانست.

# Syntactic Approach

- ایده اساسی روش ساختاری این است که هر نمونه ( با توجه به مسئله) از اجزاء معینی تشکیل شده است.
- توصیف ها از حیث منطقی بوده و با استفاده از ترکیب های اگر آنگاه، استنتاج صورت خواهد گرفت.
- مثلاً:
  - ماهی می تواند شامل سر، بدن، بالک و دم باشد که هر یک خصوصیت ویژه ای دارند
  - کلمه می تواند شامل چند حرف باشد.
- هر یک از اجزاء نمونه بطور مستقل با جزء متناظر در کلاس مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته و سپس با ترکیب منطقی نتیجه گیری می شود.
- مثلاً:
  - ابتدا حروف تشخیص داده می شوند و از روی آنها و ترکیب شان به تشخیص کلمه می رسیم.

# Neural Networks

- شبکه های عصبی مصنوعی، سیستم های پردازشی شامل تعداد زیادی از پردازشگر ها هستند که هر یک به صورت محلی و مستقل و همگی به شکل موازی با هم عمل نموده و با ارتباط خاص با یکدیگر (اوزان ارتباطی)، در مجموع پردازش خاصی را انجام می دهند.
- این شبکه ها دارای قابلیت یادگیری خوب و توانایی نگاشت های غیر خطی بین ورودی و خروجی هستند.
- به لحاظ شکل کار تقلید خوبی از شیوه کار مغز انسان و موجودات عالی دارند.
- مثلا اگر در هنگام یادگیری، سیگنال مطلوب شبکه ها برای هر یک از ورودی ها، برچسب کلاس آنها باشد، پس از اینکه یادگیری انجام گرفت، می توان مطمئن بود شبکه عمل طبقه بندی را انجام داده است (بدون اینکه لازم باشد بدانیم چگونه این کار را انجام داده است)

## مراحل پس از تفسیر post-processing

---

- پس از اینکه مشخصه ها در سیستم های تفسیر مورد پردازش قرار گرفتند، نوعی پردازش های بعدی **post processing** روی آنها صورت می گیرد. مانند:
  - مرتب کردن نتایج بشکل صعودی و یا نزولی
  - ترکیب نتایج با همدیگر
- هدف از این که نهایتا به کمیت ساده ای برای اخذ تصمیم برسیم

## طبقه بندی - اخذ تصمیم

- آخرین مرحله از کار رسیدن به تصمیم از روی یک مکانیزم معین است.
  - مثلاً در مثال تفکیک دو نوع ماهی از روی طول آنها، مکانیزم تصمیم گیری این بوده که دو مقدار ترشه‌لد (۱۰ و ۲۵) پیدا شده و با استفاده از این مقادیر (که به آنها مرز تصمیم می گوئیم) تفکیک صورت گیرد.
- سوال اساسی: مرز تصمیم بر چه اساسی صورت گرفته است؟
- دو استراتژی کلی:
  - نسبت دادن به کلاسی با بیشترین شباهت یا احتمال انتساب صحیح یا کمترین مقدار احتمال خطا
  - نسبت دادن به کلاسی با کمترین فاصله

## ارزیابی طرح

- آنچه مهم است اینکه بدانیم طرح ما می تواند با مشخصات تعریف شده ای کار کند.
- سه فاکتور مهم:
  - سهولت ( هزینه محاسبات و سرعت کار و ...)
  - دقت که عموماً ناشی از کارکرد روی داده های یادگیری است
  - قدرت تعمیم **Generalization** که به معنی کارایی معین روی داده ها و نمونه هایی است که سیستم آنها را ندیده است.
- برای مشخص شدن موارد یاد شده عموماً مجموعه ای به نام مجموعه تست مورد استفاده قرار می گیرد و درصد متوسط موارد خطا به عنوان احتمال وقوع خطا تلقی می شود.

## تمرکز این درس

- تمرکز در این درس روی بازشناسی آماری الگو است و این موضوع از چند جنبه قابل طرح است:
  - از دید بازنمائی الگو و کلاس ها: در دیدگاه آماری، هر نمونه یک نقطه در فضای مشخصه هاست و هر کلاس ناحیه ای در فضای مشخصه ها
  - از دید تفسیر: عموماً از روش های محاسبات ریاضی بخصوص بر مبنای تئوری احتمالات استفاده می شود
  - از دید ارزیابی طرح: عموماً برخی پارامتر های آماری مانند احتمال متوسط وقوع خطا یا واریانس خطا مورد نظر است



## مسائل قابل تصور در باز شناسی آماری الگو:

- اگر توابع توزیع کلاس ها معلوم باشد (مانند هیستوگرام طول هر یک از انواع ماهی ها) چگونه باید مبنای تصمیم گیری طرح شود.
  - این مسئله تحت عنوان طراحی کلاسیفایر قلمداد می شود و اساس آن بر مبنای فرمول و قانون بیز خواهد بود.
- اگر نمونه ها باشند چگونه باید توابع توزیع پیدا شوند؟
  - روش های تخمین تابع توزیع
- آیا می توان بدون استفاده از توابع توزیع طبقه بندی را صورت داد؟
  - کلاسیفایر های غیر بیزی مانند نزدیکترین همسایگی، درخت تصمیم، خطی، شبکه عصبی، بردار پشتیبان و...

## مسائل قابل تصور در باز شناسی آماری الگو...

---

- آیا اگر نمونه ها برچسب نداشته باشند می توان آنها را طبقه بندی کرد؟
  - خوشه بندی، قطعه بندی
- چگونه باید یک کلاسیفایر را ارزیابی کرد؟
- چگونه باید نمونه ها را نشان داد؟
  - استخراج مشخصه ها
  - انتخاب مشخصه ها

## خلاصه مواد مورد بحث در این درس:

---

- تئوری Bayes در احتمال های پسین و ملزومات آن
- طراحی classifier بر اساس تئوری Bayes و ...
- توابع جدا کننده
- تخمین چگالی توزیع
  - روش های پارامتری
  - روش های غیر پارامتری
- استخراج مشخصه ها

## مراجع درس

---

- Pattern Classification (2nd ed)
  - R. O. Duda, P. E. Hart and D. G. Stork
- Pattern recognition; Statistical, Structural and Neural Approaches
  - Robert J. Schalkoff
- An Introduction to Statistical Pattern recognition
  - Fukonaga

## خلاصه بحث

- منظور از PR (بازشناسی الگو) آن است که نمونه یا نمونه های موجود، را به الگو یا الگوهای که از قبل می شناخته ایم نسبت دهیم.
- دو ساختار :
  - طبقه بندی (Classification)
  - یافتن منحنی (Regression)
- برای این کار حتما باید بتوانیم خصوصیات اساسی **Essential properties** مربوط به هر کلاس را بدست آوریم.

## خلاصه بحث

- در اکثر کاربرد های، تنها چیزی که در دست است عبارت است تعدادی نمونه یا مثال.
- بر همین اساس دو مود یا مرحله کاری وجود دارد:
  - مرحله آموزش که هدف کلی آن استخراج مسخه های اساسی هر کلاس (طراحی طبقه بند) از روی داده های آموزشی است.
  - مرحله آزمایش، که هدف آن ارزیابی (نشان داده کارایی) سیستم توسعه داده شده است.

## ادامه...

---

### ● مراحل اساسی کار

#### ● در مود یادگیری:

- سنجش ( اخذ داده ها )
- پیش پردازش
- استخراج مشخصه ها
- طراحی طبقه بند ( مدل کلاس ها )

#### ● در مود آزمایش:

- سنجش
- پیش پردازش
- استخراج مشخصه ها
- آزمایش و ارزیابی مدل کلاس ها

## ادامه

- رویکرد های PR :

- تطابق یابی
- رویکرد آماری
- رویکرد ساختاری
- شبکه های عصبی

- در SPR تمام اطلاعات هر نمونه با هم بکار گرفته می شود تا نمونه را بشکل یک نقطه در فضای  $d$  بعدی نشان دهد.

- عموماً با مسئله تعمیم روبرو هستیم که عبارت از تضمین کارآیی معین روی داده هایی است که تا کنون ندیده ایم



## ادامه

---

- سرفصل موضوعات قابل بررسی در این درس:

- طراحی کلاسیفایر بیزی

- طراحی کلاسیفایر غیر بیزی

- یادگیری با مربی مانند Knn و درخت تصمیم و SVM

- یادگیری بدون مربی (خوشه بندی و قطعه بندی)

- تخمین تابع احتمال

- روش های پارامتری

- روش های غیر پارامتری

- استخراج مشخصه ها

---

# پایان سوال؟