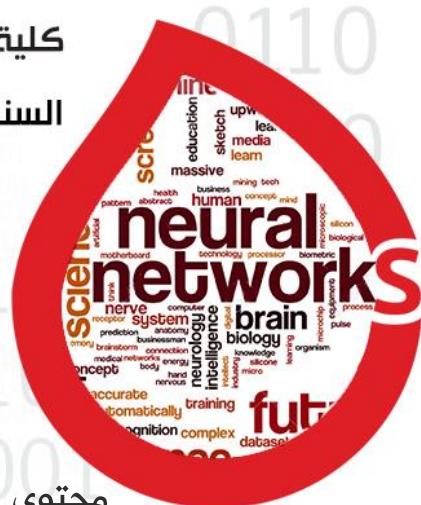




26/20/2022

مقدمة في الشبكات العصبية

د. ياسر خضرا



الشبكات العصبية

أعزاءنا الطلاب، يسرنا أن نقدم لكم محاضرات مادة الشبكات العصبية ونود التنويه إلى أن المرجع الرئيسي للمادة هو محاضرات الدكتور ياسر خضرا وهذا المحتوى داعم وشارح لها بالأمثلة التي تم ذكرها.

الذكاء الصنعي Artificial Intelligence

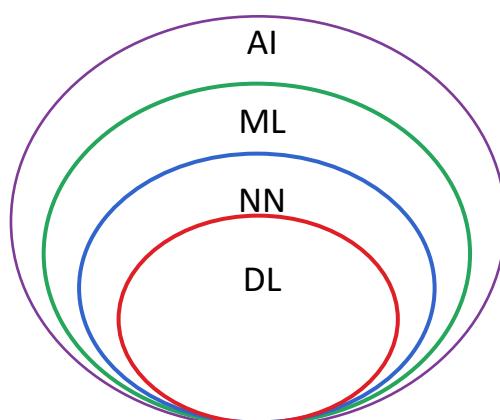
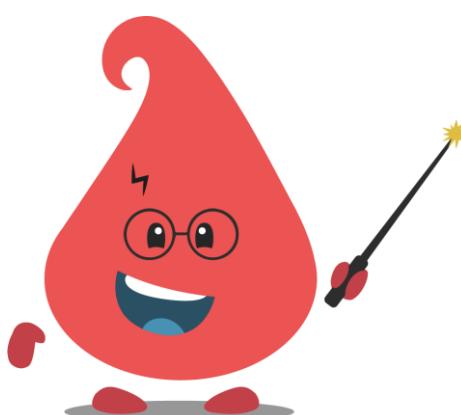
هو علم محاكاة الذكاء البشري من خلال تصنيف إما خوارزميات برمجية (hardware) أو (software) نمذجة للذكاء الإنساني، وهو علم واسع جداً أساسه رياضي يعتمد على كيفية فهم قواعد عمل دماغ الإنسان وإسقاطها على منتج له علاقة بتنظيم الكمبيوتر ويجعله قادراً على التعلم والاستنتاج ورد الفعل على أوضاع لم تبرمج عليها الآلة.

من مجالات الذكاء الصنعي:

1. NLP (Natural language processing) معالجة اللغات الطبيعية: وهي مجال علوم الحاسوب واللغويات المعنية بالتفاعلات بين الحاسوب واللغات الطبيعية، أبسط مثال هو كيفية تفسير كلام الإنسان وتحويله من كلام منطوق إلى كلام مكتوب أو بالعكس تحويل النص المكتوب إلى نص منطوق، وما يتلوه من مراحل مثل: تحليل الكلام واكتشاف أنماط موجودة بالكلام والتعرف على الأشخاص من الكلام.... و الكثير من التفاصيل المتعلقة بهذا المجال.

2. Automatic programming البرمجة الآلية

3. Robotics: كلمة روبوت لا تعني فقط الروبوت الذي يشبه الإنسان، بل للروبوت أشكال مختلفة، فالذراع الروبوتية الموجودة بالمعمل تدعى روبوت، والسيارة ذاتية القيادة تسمى روبوت، إذاً كلمة روبوت واسعة جداً فأي شيء ذاتي القيادة ينفذ مهامات مؤتمتة نسميه روبوت.



محنتي مجاني غير مخصص للبيع التجاري

الشبكات العصبية Neural Networks

- هي محاكاة لآلية نقل السيالة العصبية إلى الدماغ أي هي محاكاة للدماغ المتحكم بجسم الإنسان، فهي تساعد على اتخاذ قرار، حل مشكلات، القيام بعمليات تصنيف وتنبؤ وتعريف... إذاً بنية الشبكة العصبية عندما تحاكي الدماغ بعملها فهي تحاكي وظائفه.
- الشبكات العصبية تقنية تستخدم لتحقيق أهداف machine learning.
- هناك شبكات عصبية بطبقة واحدة أي: دخل - معالجة - خرج، وهناك شبكات عصبية بطبقات متعددة أي: طبقة دخل - عدة طبقات داخلية للمعالجة - طبقة خرج (ويمكن أن يكون الخرج وحيد أو متعدد).
- إذا كان هناك عدة طبقات داخلية وأصبح هناك عمق للشبكة سميت بالشبكات العميقة ونتج عنها ما يسمى deep learning.

العصبون:

- هو وحدة النقل العصبي بالدماغ وبشكل أدق كل الأعصاب هي عصبونات متصلة مع بعضها البعض.
- يتكون العصبون من جسم واستطالة ومشابك، وتتم المعالجة داخله حسب تخصص العصبون.

ماذا نقصد بمحاكاة الدماغ؟!

- محاكاة الدماغ هي البحث عن بنية شبيهة ببنية الدماغ أي تأخذ الآلية التي يتعلم بها الإنسان وتطبقها على الآلة، أن نفكر كيف يعالج الإنسان المعلومات ويتطور مع الأيام، كيف يتعلم الدماغ وكيف تخزن المعرفة وكيف يتحسن الأداء بالتدريب، أن نفهم بنية الدماغ...

- يوجد في الآلات العديد من الحساسات (المجسات)، والتي تحاكي الحواس الموجودة عند الإنسان، فعندما نتكلم عن وجود كاميرا في الآلة لأننا نقوم بمحاكاة الإحساس بالرؤية، حيث أنّ وظيفة هذه الحساسات هي نقل الظاهرة الفيزيائية إلى إشارة كهربائية.
- إن ميزة الإنسان الأساسية هي القدرة على التعلم والتطور، ومن هنا بدأت فكرة الذكاء الاصطناعي، وذلك عن طريق الشبكات العصبية، حيث تحاكي هذه الشبكات نقل السيالة العصبية عن طريق العصبونات، وتأتي أهمية هذه الشبكات بكافة مكوناتها بسبب قدرتها على التصنيف، البحث، التنبؤ.

- تُعد الرياضيات حامل الشبكات العصبية (هي حامل جميع العلوم أيضاً).
- أمثلة بسيطة على استخدام الرياضيات:
- الصورة هي مصفوفة ثنائية البعد، فعند القيام بعملية قلب للصورة فإننا في الحقيقة نأخذ منقول (مقلوب) هذه المصفوفة.
- عند القيام بعملية تكبير للصورة، فإننا نقوم بتوسيع المصفوفة وإضافة (زرع) حقول (أعمدة وصفوف).

أبسط شكل لفهم الرياضيات التقليدية بمنطق الشبكات العصبية:

لتكن لدينا المعادلة التالية $0 = ax^2 + bx + c$ ، هذه المعادلة تكافئ عصبون له مدخلين، الأول x^2 والثاني x ، وبوجود على المدخل الأول وزن اسمه a وعلى المدخل الثاني وزن اسمه b وفيما بينهم إشارة جمع، ويوجد أيضا عنصر إضافي c وهو يعبر عن الانزياح، وتنتمي المعالجة داخل العصبون لتعطي الخرج الموافق ول يكن على سبيل المثال: 1 اذا كانت المعادلة قابلة للحل و 0 اذا كانت المعالجة غير قابلة للحل.

للانطلاق من الذكاء الصنعي إلى الشبكات العصبية، لا بد من المرور بتعلم الآلة:

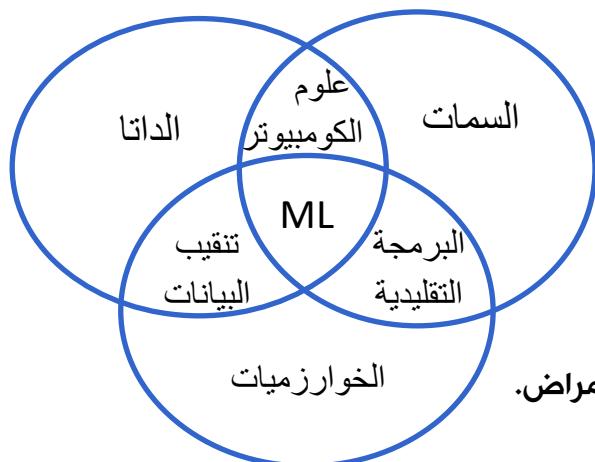
تعلم الآلة Machine Learning

بدأت الفكرة من كيف نستطيع أن نجعل الآلة تتعلم حيث التعلم هو الذي يؤدي إلى التطور، فتعلم الآلة هو دراسة فرع من العلوم التي تهتم بالأنمط الإحصائية.

- المرحلة الأولى: تطوير نماذج إحصائية ننطلق منها لاتخاذ قرار.
- المرحلة الثانية: بناء خوارزميات عن طريق جعل الكمبيوتر ينفذ مهام دون تعليمات خارجية، فهي تقوم على مبدأ أخذ الدخل والخرج وإعطاء البرنامج على عكس البرمجة التقليدية.

تحتاج ML إلى ثلاثة أشياء أساسية:

1. Data (دخل وخرج).
2. السمات (نستخلصها من الداتا) يجب أن تكون قابلة للقياس.
3. الخوارزميات (حيث يوجد خوارزميات خاصة بالتنبؤ وأخرى للتجميع...)



للتعلم ننطلق من داتا جزئية (غير مكتملة) للحصول على البرنامج (ليس المقصود هنا بالبرنامج الكود البرمجي وإنما **model** رياضي أي آلية التفكير التي نتبأ أو نصنف وفقها وهو خطوة سابقة للكود) ثم تأتي حالات ليست داخل الداتا لنستطيع تصنيفها أو التنبؤ بها، مثال: التنبؤ بالأمراض.

الهدف الرئيسي من ML:

التعلم وتعظيم تجربة التعليم انطلاقاً من الخبرات السابقة المكتسبة.

الفرق بين ML والبرمجة التقليدية:

في ML دخل الكمبيوتر هو الداتا والخرج، والهدف هو الحصول على البرنامج، بينما يكون الدخل في البرمجة التقليدية هو الداتا والبرنامج، والهدف الحصول على الخرج.

أنواع Machine Learning

1. Supervised learning:

في هذا النوع يتم التعلم بوجود معلم، بمعنى آخر الانطلاق من معلومات معروفة ومن خرج معروف أي ثنائية (Input - Output) موجودة، والهدف هو تطوير آلية التعلم للمقدرة على التعرف.

يتم استخدام **Labeled Data**، من تطبيقاته:
1. **Regression**



قيم الخرج فيه مستمرة، يفيد في التنبؤ.

مثال: التنبؤ بسعر منزل وفقاً لمساحته وسعره.

2. **Classification**

قيم الخرج فيه متقطعة، مثال: تصنیف الإيميل إلى normal و spam.

2. Unsupervised learning:

في هذا النوع لا يوجد معلم أي أن الدخل معروف لكن الخرج غير معروف، والهدف ليس التصنيف إنما البحث في الداتا عن الانماط المشتركة لتجميع المشتركين مع بعضهم البعض.

يتم استخدام **Unlabeled Data**، من تطبيقاته:
1. **Dimensionality Reduction**

تخفيض عدد الأبعاد، مثلاً: تحويل دائرة ثنائية البعد إلى مستقيم أحادي البعد.

2. **Clustering**: وهو تجميع الداتا إلى عدة أصناف.

3. Reinforcement Learning:

في هذا النوع لا يكون التركيز على الداتا وإنما مراحل تنفيذ أو تطوير مسارات أو إجراءات جديدة.

لا نفهم في هذا النوع كثيراً لأن الشبكات العصبية تستخدم في النوعين الأول والثاني.

ملاحظة:

نحصل على الداتا من البيانات الإحصائية، حيث تقسم إلى Dataset (مجموعة البيانات) إلى ثلاثة أقسام:

Training data: وهو الجزء الذي تُدرب عليه المنظومة (الشبكة العصبية أو أي نظام ذكاء صنعي).

Validation data: للتأكد من صحة المعلومات.

Testing data: للختبار.

طريقة تقسيم الداتا (أي نسبة كل قسم) متغيرة حسب حجم الداتا الموجودة.

ملاحظة مهمة: الداتا الداخلة بالتدريب لا تدخل بالاختبارات، أي أن Input التدريب مختلف عن Input الاختبار.

Pattern

إن معظم عملنا بال Machine learning يتراكم على السمات وإيجاد أنماط وهذه وظيفة الشبكة العصبية، حيث تقوم Data بالتنبؤ بأنماط أو محاولة لإيجاد نمط يناسب متطلبات المشكلة التي نحاول حلها، حيث نحاول إيجاد أنماط في ال Data وهذا ما يسمى بال Data mining وهي تقوم بالبحث في كم هائل جداً من المعلومات لإيجاد نمط يصف هذه المعلومات وبالتالي القدرة على استخراج المفید منها.

■ Pattern Recognition:

وهو مصطلح يعني التعرف على الأنماط أو تمييز النماذج، وبشكل أكثر دقة هو إعادة التعرف على الأنماط ذلك لأن النمط يكون معروفاً وهدفنا إعادة التعرف عليه بمكان آخر لم يتم التعرف عليه من قبل.

ما هو النمط ؟

- وهو عبارة عن غرض ما يتم اختصاره بجموعة سمات تميّزه عن غيره وتصف حالة ما أو شيء ما،
مثال: نستطيع بشكل عام أن نصف الطالب الناجح بالجامعة بجموعة صفات تميّزه عن طالب من المتوقع أن يرسب، مثل أن يدرس الطالب محاضراته ويلتزم بحضورها ويحضر لامتحاناته فإننا نتوقع بأن هذا الطالب سيخرج في النهاية، وبالتالي سنسمي هذه الصفات بنمط الطالب الناجح وإذا درسنا صفات الطالب بهذا النمط ستكون لدينا القدرة على التوقع وليس التأكيد فيما إذا كان هذا الطالب ناجح أو لا.
- وكلما كانت الصفات الواسعة للنمط قابلة للقياس بدقة كانت دقة التوقع أكبر،
فلو استخدمنا صفات قابلة للقياس مثل الوزن والطول واللون ... الخ فإن النتيجة ستكون دقيقة كونها مستندة لصفات دقيقة.

ML Applications

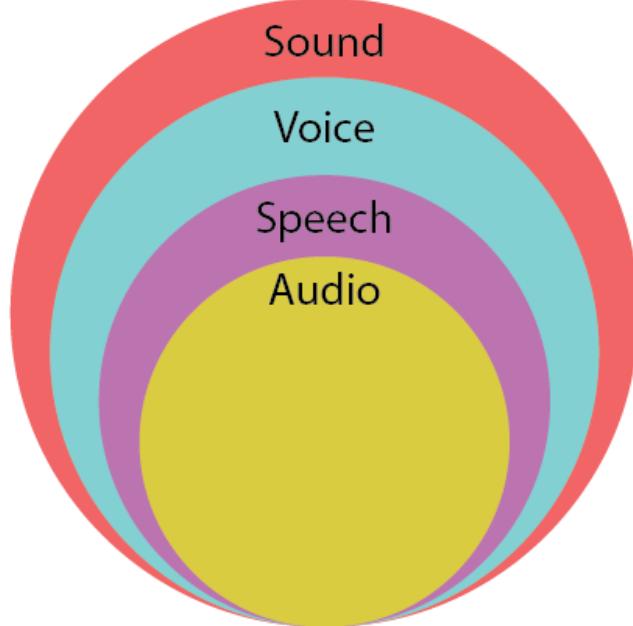
هناك العديد من الأنواع للأنماط وتستخدم في مجالات كثيرة مثل:

1. التعرف على الأصوات بمختلف أشكالها ومجالاتها، حيث أن الصوت ينقسم لعدة أنواع:

- Audio: الإنسان حين يتحدث يكون مجال الصوت بين ال 200 Hz إلى 4000 Hz تقريباً وهذا يختلف عن نطاق سمع الإنسان الذي يقع ضمن المجال 20 KHz إلى 20 KHz وهذه المعطيات مفيدة في تحديد نطاق عملنا في تحديد الأصوات أو توليدتها.
- Speech: وهو الكلام المنطوق كما تحدثنا عنه وهو الكلام المفهوم والذي نستطيع التعرف عليه.
- Voice: وهو تركيب المحارف ولكن ليس بالضرورة أن يكون قابل للتعرف أو أن يكون له معنى، وهذا ما يميّز عن ال speech.

مثال: الـ **Speech** يكون عبارة عن نص مفهوم ويمكن للحاسوب التعرف عليه، أما الـ **Voice** فهو جميع تركيب المحارف وليس بالضرورة أن يكون مفهوم مثل الهمممة أو الصفير فهي تكون عبارة عن أحرف ولكن بشكل لا يعطي معنى.

Sound: وهو المصطلح الأعم والذي يجمع كل مصطلحات الصوت.



2. Handwriting recognition

التعرف على الكلام المكتوب بخط اليد وتحويله لنص مكتوب بالكمبيوتر، وهو أداة مهمة جداً ومن استخداماتها:

- التعرف على اللغات المكتوبة بالنصوص الأثرية وإنشاء نسخ الكترونية منها مما يمكن من نشر هذه النصوص وإمكانية دراستها بشكل أوضح وأسهل.
- التعرف على التوقيع في الشيكات البنكية مما يعطينا وسيلة حماية جيدة لاكتشاف الغش والتزوير.
- ولكن هذه العملية صعبة نوعاً ما لوجود لغات تعتمد على الرسم في كتابتها مثل اللغة العربية أو الصينية وغيرها من اللغات، فاللغة العربية مثلاً ممكن كتابة الكلمة بعدة أشكال حسب خط المستخدم وبالتالي حصول أخطاء في التعرف.
- ومن أحدث الطرق المستخدمة هي تقطيع الكلمة لعدة مقاطع وبالتالي التعرف على كل مقطع بشكل منفصل ولكن ما زالت نسبة الخطأ عالية نوعاً ما.

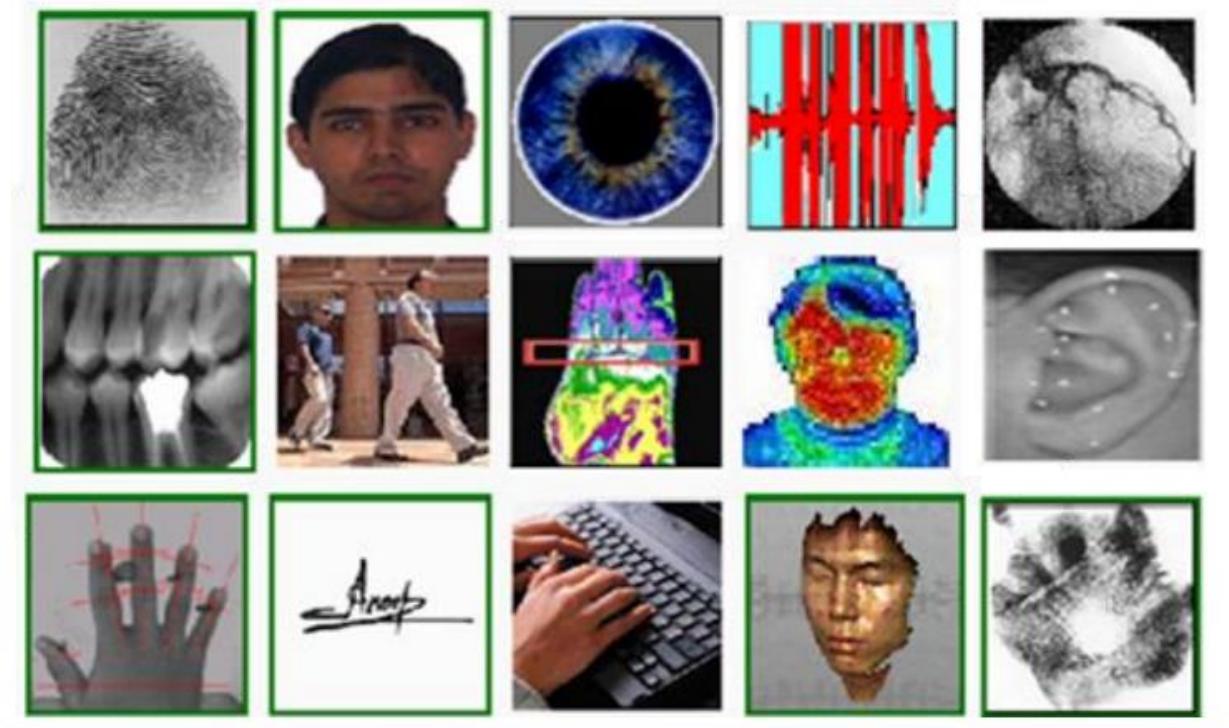
3. Computer Vision:

وهو علم التعرف على الصور وإيجاد المعلومات واستخراجها من الصور، ويمكن إلا يكون التعرف عن طريق صورة وإنما عن طريق إشارات وحركات وهذا ما تستخدمه الشركات في تطوير البرمجيات أو الأدوات التي تساعد ذوي الاحتياجات الخاصة.



4. Biometric Recognition

وهي التعرف على الخصائص الحيوية كالبصمة أو القزحية أو الصوت.. الخ



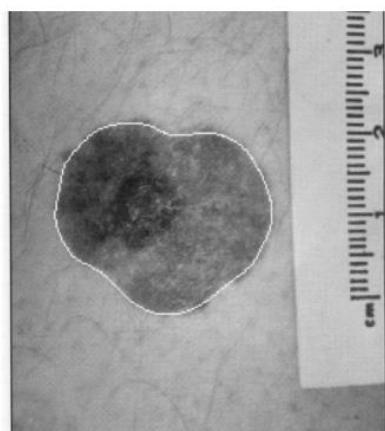
5. Fingerprint Recognition:

وهو التعرف على البصمات عن طريق شكلها ونمطها حيث لكل إنسان بصمة مختلفة وتحتاج بطول الخط وشكله وتقطعته والعديد من الخصائص التي يهتم بها هذا المجال.

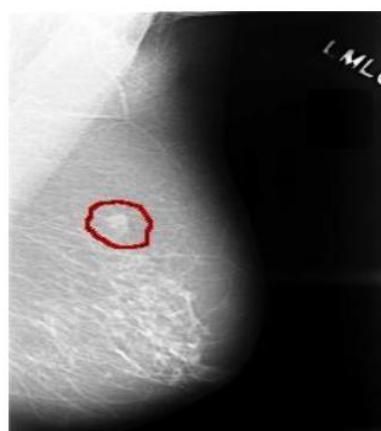
6. Medical Applications:

مثل التعرف على الأورام والتفاصيل الظاهرة بالصور الطبية ومحاولة تحديد فيما إذا كانت طبيعية أو ناتجة عن مرض أو بداية أعراض لمرض ما.

Skin Cancer Detection



Breast Cancer Detection





Pattern recognition Vs. Machine Learning

Machine Learning	Pattern recognition
بناء الخوارزميات لحل مشكلة التعرف على الأنماط، فهو يقوم بتحليل المعلومات الموجودة ومحاولة ايجاد حل للمشكلة وايجاد طريق للتعرف على النمط عن طريق التعلم واستكشاف المعلومات الجديدة.	يستخدم خوارزميات الـ Machine Learning لحل المشكلات المصممة لها و لكن يكون الحل المقدم له تحليلي رياضي و ليس بحاجة للتعلم و انما جاهز للاستخدام مباشرة دون تعلم.
تدريب الآلة لجعلها قادرة على التعرف على الانماط واسقاطها على مشاكل معينة.	ليس بحاجة للتعلم و انما يستخدم للتعرف على النمط مباشرة .
ويتميز التعلم الآلي عن تمييز الأنماط بكونه يستطيع التعامل مع المعلومات الجديدة و التكيف معها وتحسين أدائه بناءً على المدخلات الجديدة و استناداً من تجاربه السابقة	

وبالتالي نستنتج بأن تمييز الأنماط يستخدم خوارزميات التعلم الآلي في عمله ولكن من دون التعلم من الأنماط التي درسها.

Deep learning

وهو علم مشتق من التعلم الآلي ويستخدم عند وجود Data كبيرة جداً ومفهوم الـ Deep learning هو إنشاء شبكات عصبية بعدد كبير من الطبقات وهذا سبب تسميتها بال Deep .

لماذا نلجأ لل Deep learning ؟

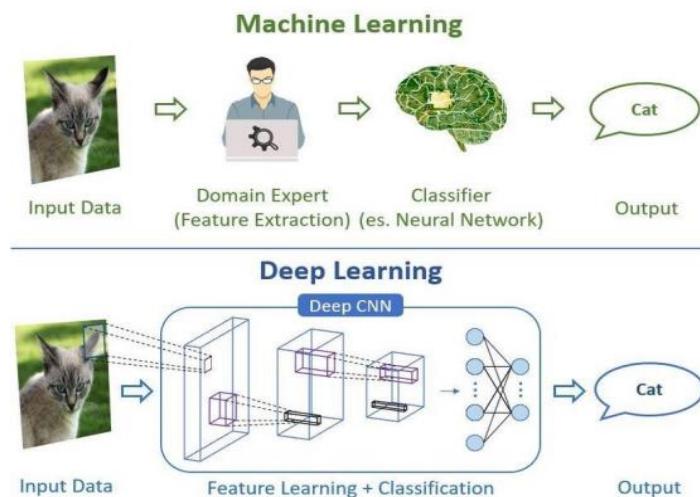
وذلك لأن الشبكة العصبية بطبقات قليلة لم تكن قادرة على معالجة البيانات واستخراج المعلومات الازمة والمرغوب بها.

مقارنة بين الشبكات العصبية العادي والشبكات العصبية العميقه :

Deep learning	Machine learning
تحتاج كميات كبيرة من الـ Data لتدريبها	يمكن تدريبيها بـ Data قليلة
تقديم دقة عالية	تقديم دقة جيدة
تحتاج وقت كبير للتدريب	لا تحتاج الى وقت كبير للتدريب
تحتاج لـ GPU للتدريب بسبب الحجم الهائل	يمكن أن يتم التدريب على المعالج
محاولة معالجة المشكلة بطرق متعددة	عدد محدود من الامكانيات على معالجة المشكلة



Machine Learning Vs. Deep Learning



مقارنة بين Pattern Recognition & Machine Learning & Deep Learning

- : محاولة تمييز الأنماط من دون تعلم. Pattern Recognition
- : تقسيم الصفات ومحاولات معالجتها والقدرة على التعلم والقدرة على حفظ هذه الأنماط. Machine Learning
- : تقسيم الصفات لعدد أكبر من التعلم الآلي والقدرة على التعلم وحفظ هذه الأنماط. Deep Learning

Features

السمات وهي أي شيء قابل للقياس مثل الوزن والطول.. والخ ويمكن جمعهم بما يسمى "شعاع السمات":

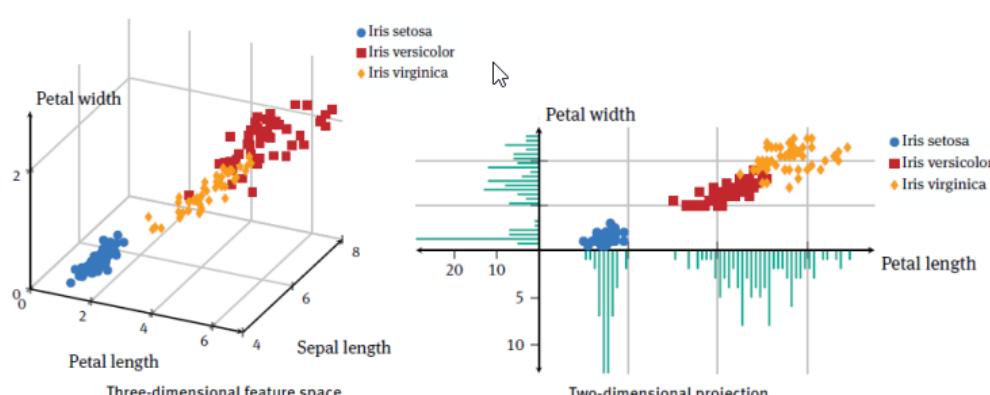
$$\begin{bmatrix} \text{height} \\ \text{weight} \end{bmatrix} = \mathbf{x}$$

Feature Vector



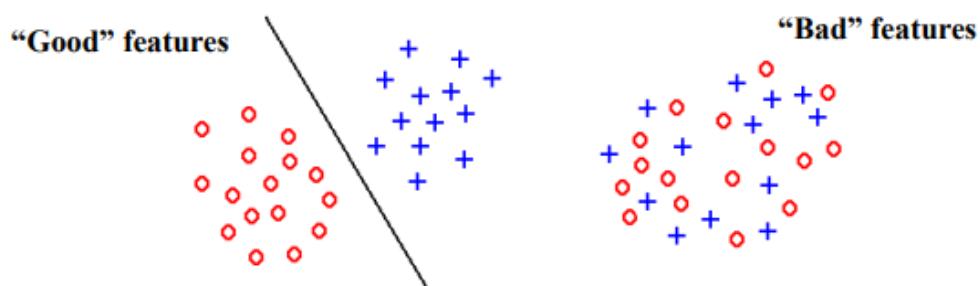
Feature Space:

يتم فيه تمثيل شعاع السمات ويكون بعده حسب عدد السمات.



Feature Extraction:

استخراج السمات يعني انتقاء السمات المناسبة من أجل بناء نتائج أقرب ما يمكن للصحة وهو عامل مهم في تحديد نتائج الآلة، مثل: إذا أردنا اختبار صحة مريض فلا يهمنا لون سيارته أو اسمه أو رقم هاتفه وإنما نبحث عن السمات التي ستفيينا في مشكلتنا مثل العمر وفيما إذا كان مدخن أو يعاني من مرض وراثي. ويمكن اعتبار الصفات المختارة جيدة إذا انتجت لدى نتائج قابلة للفصل نوعاً ما.



مثال معروف لمسألة تصنیف (Classification)

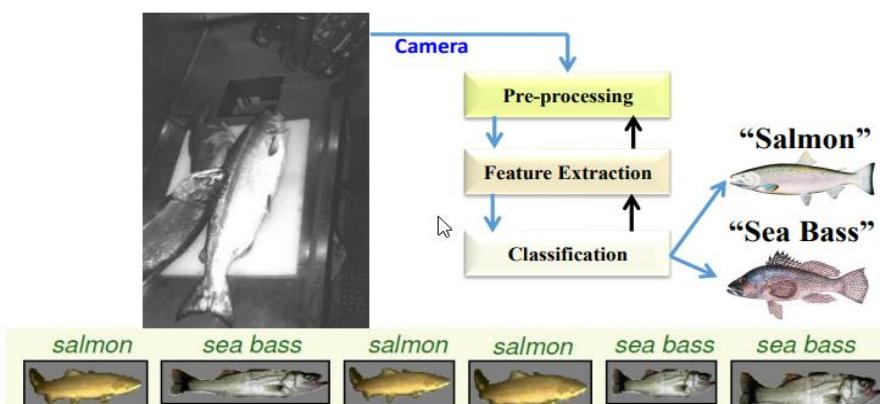
مشكلة تحديد سمك السلمون عن سمك السيباس عن طريق صورة السمكة.

لدينا المعلومات الآتية:

وهو أن سمك السلمون أغلى من سمك السيباس بكثير وبالتالي فإن الأخطاء التي تحدث تسبب خسارة مالية لصاحب المصنع، في حال عدم القدرة على تحديد نوع السمكة على الجهاز أن يحدد السمكة على أنها سمكة سلمون وذلك لتحقيق مصلحة المستهلك.

أولاً: علينا أن نحدد ما المعوقات التي ممكن أن تعرقل عمل الآلة خلال التصنیف، وفي مثلكنا قد يكون شدة الإضاءة أو توضع السمكة في خط الإنتاج أو ضجيج الكاميرا... الخ ، حيثأخذ هذه المعوقات وحلها سواء عن طريق حل برمجي أو حلها بالطرق التقليدية (كرفع شدة الإضاءة مثلاً).

ثانياً: وضع منهجية للعمل، وتنتمي تحديد آلية عمل الآلة وما الخطوات التي ستتبعها للقيام بالتصنيف الصحيح، في مثلكنا من الممكن اتباع الخطوات التالية:



- أخذ صورة للسمكة
- عزل السمكة بالصورة
- استخلاص الصفات وتحديدها
- اتخاذ قرار التصنیف

ثالثاً: نقوم بالمعالجة الأولية للصورة، وهي محاولة إظهار الصورة بشكل واضح لاستخراج الصفات منها بشكل دقيق قدر الإمكان.

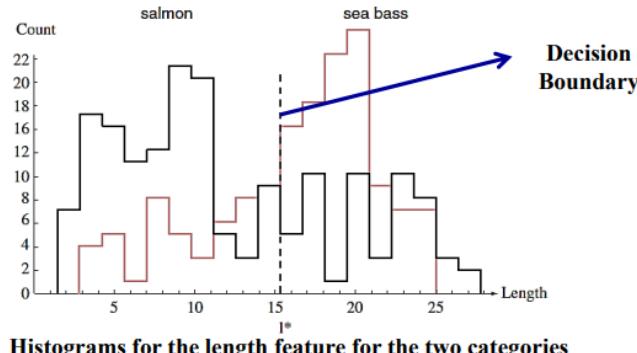
رابعاً: بعد الحصول على عينات من صور الأسماك وتصنيفها يجب علينا تقسيم الداتا لداتا للتدريب وداتا اختبار، حيث تستخدم داتا التدريب في جعل الآلة قادرة على التصنيف واتخاذ القرار وداتا الاختبار أو التجربة في تجريب الآلة والتحقق من النتائج، بالطبع لن نقوم بالتجربة على عينات التدريب لأن الجهاز قد حفظها مسبقاً وإنما نحتاج لمعلومات جديدة وعينات جديدة للتجربة وبالتالي لا نستخدم مجموعة التدريب في الاختبار.

خامساً: اختيار السمات المناسبة التي سنقوم باتخاذ القرار على أساسها، وتختلف من مسألة لأخرى، ولذلك يجب أن تكون سمات مناسبة لمشكلتنا التي نحاول حلها، في مثالنا يمكن أن تكون:

- الطول
- البريق الصادر عن السمكة
- العرض
- عدد الزعانف وأشكالها
- مكان الفم
- .. الخ

ويجب تحديد التحديات التي ستواجه الآلة عند اختيار هذه السمات، مثل تشابه طول بعض أسماك السلمون مع سمك السيباس.

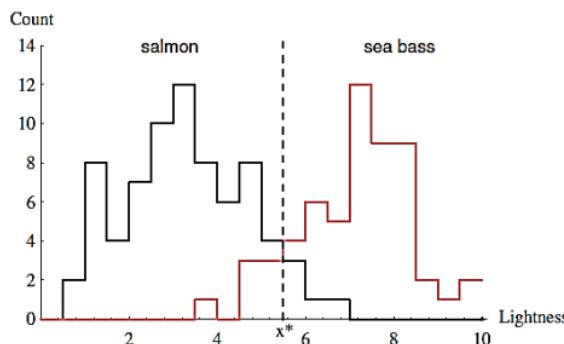
استخراج الصفات:



في حال قمنا بالقياس على سمة واحدة ولتكن الطول وقمنا برسم النتائج برسم بياني فإننا سنحصل على رسم بياني يبين نقاط سمك السلمون ونقاط سمك السيباس:

حيث الخط الأحمر هو سمك السيباس والخط الأسود هو سمك السلمون، ونلاحظ بأن الرسم البياني متداخل وغير قادرین على وضع خط يفصل النوعین بشكل تقریبی، وبالتالي نستنتج بأن صفة الطول غير مناسبة بشكل فعال لتحديد نوع السمک.

ولكن بأخذ صفة البريق الظاهر من السمكة



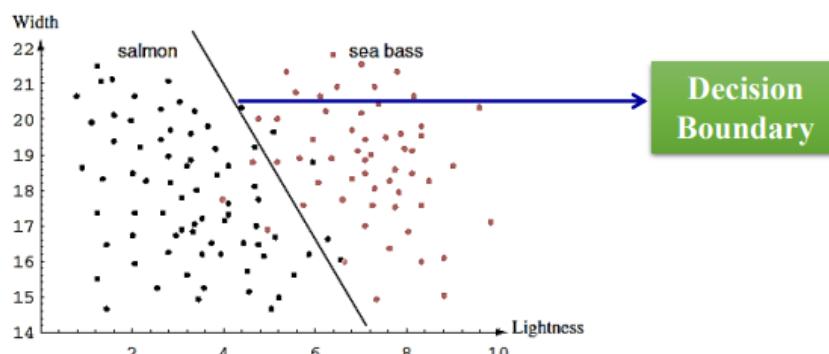
Histograms for the average lightness feature for the two categories



سنجد بأن الشكلين تم عزلهم بشكل أفضل وهذا يعني بأن صفة البريق أفضل من صفة الطول في تحديد السمك.

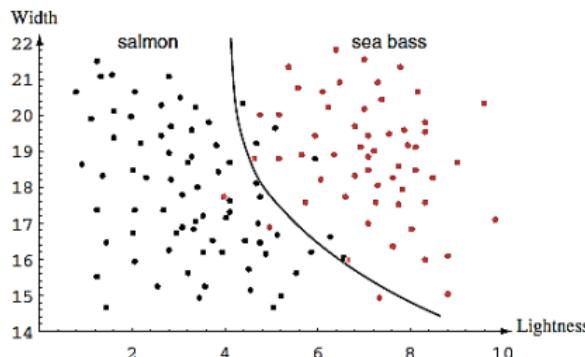
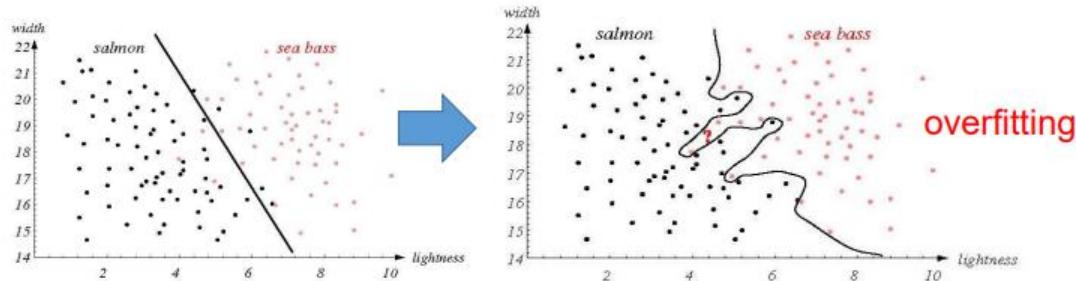
Multiple Features:

كما لاحظنا سابقاً بأن صفة واحدة لم تكن جيدة كافية لتحديد نوع السمك وفي هذه الحالات سنقوم باستخدام عدة صفات لتحديد النوع وبالتالي الحصول على نتائج أدق وأفضل. باستخدام صفة العرض والبريق في التحديد يمكن أن يعطينا تقسيم أفضل للنقاط وبالتالي نتائج توقع أدق.



Quality of Features:

وكما تحدثنا سابقاً فإن اختيار سمات منفصلة وغير متداخلة تحسن من عملية التصنيف. عند استخدام سمات معقدة وكثيرة لإنشاء التنصيف فإنه قد ينتج لدينا رسم بياني مفرط التعقيد وعند ازدياد كمية المعلومات سيصبح من الصعب عليه فرزهم بشكل صحيح وهذا ما يسمى بال**Overfitting**. وعلى عكس ال**Overfitting**, فإنها عند استخدام سمات غير مهمة أو لا تحقق المطلوب سينتج لدينا خط بياني غير قادر على التنصيف بشكل جيد ويؤدي إلى التداخل وهذا ما يسمى **Underfitting**.



وبالتالي سيتوجب علينا الاعتدال للحصول على أفضل النتائج وبدقة أكبر للمعلومات والعينات الجديدة المستقبلية

التحديات والصعوبات التي ستواجهها اليوم ستكون هي نفسها نقطة الانطلاق غداً.

انتهت المحاضرة...

