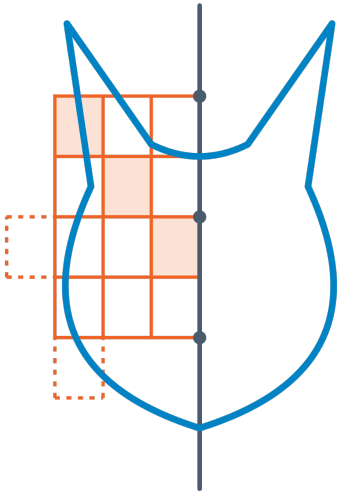


هندسة الأنماط

رحلة داخل بكسلات الصور ورياضيات الفهم الذكي

كيف يرى الحاسوب الصور والأنماط؟ نستكشف اليوم لماذا تعجز البرمجة التقليدية عن تمييز الأشياء، وكيف نقوم باستخراج الخصائص الرياضية وضبط الأوزان يدوياً لتعليم الآلة.

"في الشهر الماضي، تعلمنا أن الذكاء الاصطناعي يكتشف الأنماط.
واليوم، ننظر في ماهية النمط فعلياً — لماذا تعجز البرمجة التقليدية عن رؤيته،
وكيف حاولنا حله يدوياً".

دعونا نبدأ رحلة الاستكشاف الهندسي

بنهاية درس اليوم، ستتمكن من:

فهم فشل القواعد

شرح لماذا تنهار قواعد If-Else التقليدية بمجرد حدوث أي تغيير بسيط في تفاصيل الصورة.

وصف "الخصائص"

تحديد معنى "الخاصية (Feature) "الرياضية وإعطاء مثالين ملموسين من صورة حقيقية.

فهم دور "الوزن"

توضيح كيف يغير "الوزن (Weight) "من توقعات وقرارات نموذج تعلم الآلة الكلاسيكي.

إدراك أزمة التوسع

شرح سبب عجز البشر عن هندسة الخصائص يدوياً على نطاق واسع، والتمهيد للتعلم العميق.

01

انهيار قواعدIf-Else

لماذا تعجز البرمجة التقليدية وقواعدها الجامدة عن فهم وتفسير الصور والأنماط؟

"تخيل أنك تريد تعليم الحاسوب التعرف على صورة قطة..
كيف ستكتب قواعد برمجية واضحة ومحددة ليفعل ذلك؟"

نشاط تفاعلي: هل يمكننا كتابة قواعد برمجية لتمييز القطة؟

تخيل أنك مبرمج تقليدي وتريد تعليم الحاسوب كيف يتعرف على **القطة** في الصورة باستخدام الشروط البرمجية المعتادة.

دعونا نحاول كتابة شروط واضحة ومحددة معاً. على سبيل المثال: **"إذا كان لديه أذنان مدببتان فهو قط."**

ولكن، كم عدد القواعد والشروط التي نحتاجها برأيك لنكون متأكدين تماماً بنسبة 100% في كل الحالات؟

```
اذا ( الاذن == "منقطة" ) {
    قط= صح;
    }
و اذا ( لديه فروا && ذيل ) {
    قط= صح;
    }
عدا ذلك    }
```

نفس القطة.. ثلاث صور مختلفة.. وقواعدك اليدوية تفشل تماماً!

١- صورة مقلوبة أفقياً

بمجرد قلب الصورة، تغيرت مواقع بكسلات الأذنين والذيل تماماً في مصفوفة الأرقام التي يراها الحاسوب.

فشل القاعدة اليدوية

٢-صورة في الظل

عندما سقط ظل قوي على وجه القطة، تغيرت قيم ألوان البكسلات بالكامل وأصبحت داكنة ومختلفة رياضياً.

فشل القاعدة اليدوية

٣-زاوية تصوير مختلفة

إذا كانت القطة مستلقية أو تنظر للخلف، تختفي الملامح المعتادة (مثل العينين والأنف) التي بنيت عليها شروطك.

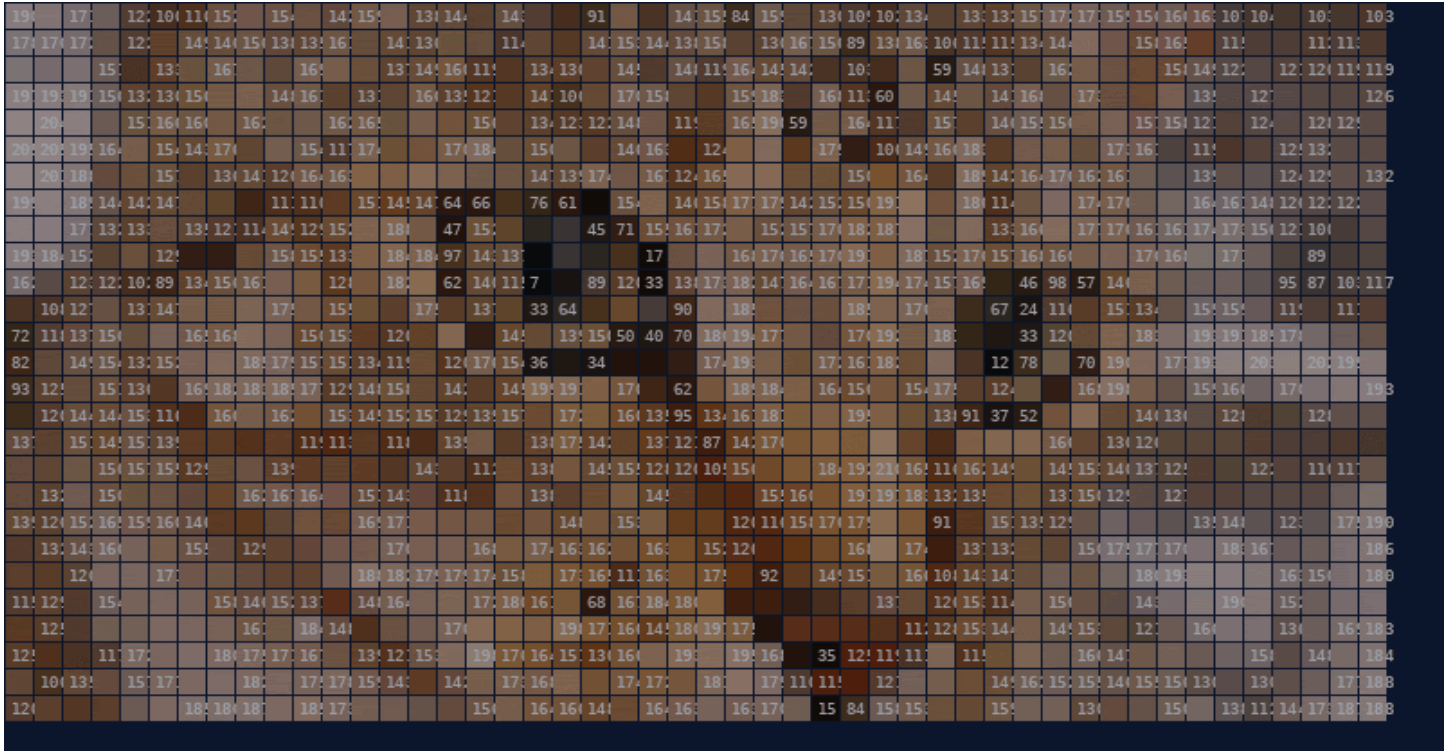
فشل القاعدة اليدوية

الكود يرى الأرقام.. والرؤية ترى المعنى

✍️الكود التقليدي القائم على القواعد(If-Else)	👁️حقيقة الرؤية البصرية وفهم الصور
يفحص **قيم البكسل المحددة بدقة** في الصورة	تتغير قيم البكسل بالكامل مع كل **تغيير طفيف في الإضاءة**
يفحص **مواقع ثابتة وجامدة** للعناصر (مثل الأذن)	تتحرك العناصر، وتدور، ويتغير حجمها مع كل **زاوية تصوير جديدة**
يكتب المبرمج **قاعدة واحدة لكل حالة** متوقعة	توجد **حالات لا نهائية** في الواقع لا يمكن حصرها يدوياً
يتم كتابة القواعد بالكامل **بواسطة مهندس بشري**	الأنماط البصرية **أعقد بكثير** من أن يقوم البشر بصياغتها يدوياً

الخلاصة: الكود التقليدي يرى أرقاماً صامتة، بينما الرؤية الحقيقية تدرك المعنى والسياق. الفجوة بينهما هي بداية الذكاء الاصطناعي!

المشكلة الجوهرية



"لا يمكنك كتابة قواعد برمجية
لشيء لا يمكنك وصفه بالكامل".

02

فحص الخصائص الأولية

كيف نقوم بتحويل الصور والبيانات المعقدة إلى أرقام وقياسات هندسية يفهمها الحاسوب؟

كيف ننتقل من الأرقام الصامتة إلى القرارات الذكية؟

١- البيانات الخام(Raw Data)

ملايين الأرقام الصامتة التي تمثل قيم البكسلات والألوان في الصورة، وهي كل ما يراه الحاسوب في البداية.

٢- الخصائص المستخرجة(Features)

تحويل البكسلات إلى قياسات هندسية محددة ومفهومة (مثل: زاوية انحناء الأذن، أو نسبة الطول إلى العرض).

٣- القرار النهائي(Decision)

اتخاذ قرار ذكي وتصنيف الصورة بدقة بناءً على الأرقام والخصائص الهندسية المستخرجة (مثل: قطة ✅).

ما هي الخاصية (Feature) في ذكاء الآلة؟

الوصف البشري العادي (غير المفهوم للآلة)

وصف عاطفي وعام

"إنها تبدو كقطة لطيفة ولها شكل جميل وفراء ناعم".

هذا الوصف البشري جميل، ولكنه **مستحيل الفهم بالنسبة للحاسوب**؛ فالآلة لا تملك مشاعر ولا تفهم معنى كلمة "لطيفة" أو "جميل."

الخاصية الرياضية الدقيقة (المفهومة للآلة)

أرقام وقياسات دقيقة ومحددة

"زاوية الأذن = 72°، نسبة ارتفاع الأذن = 0.31، طول الشارب = 18 بكسل".

هذه هي **الخصائص(Features)** ؛ أرقام دقيقة قابلة للقياس والحساب، وهي اللغة الوحيدة التي يفهمها الحاسوب ويتخذ قراراته بناءً عليها.

مفهوم الخاصية:(Feature)

الخاصية هي رقم يصف شيئاً قابلاً للقياس في المدخلات. نحن نقوم بتحويل الصورة إلى صف من الأرقام، وهذا الصف الرقمي هو ما يراه الحاسوب فعلياً ويتعامل معه!

نشاط تفاعلي: كيف نحول الشكل الظلي إلى أرقام؟

فكّر وناقش:

تخيل أن أمامك **شكلاً ظلياً أسود بالكامل لقطة** (بدون ألوان أو تفاصيل داخلية).

ما هي الأرقام والخصائص الهندسية المحددة التي يمكنك قياسها واستخراجها من هذا الشكل لتعريف الحاسوب به؟

ناقش مع زميلك لمدة 3 دقائق...

الخصائص المقترحة:

١- نسبة الطول إلى العرض:(Aspect Ratio)
قياس مدى استطالة الجسم كنسبة رقمية بسيطة.

٢-عدد الزوايا الحادة:(Number of Corners)
حساب عدد الأطراف المدببة (مثل الأذنين والذيل).

٣- درجة التماثل:(Symmetry Score)
قياس مدى تطابق النصف الأيمن مع النصف الأيسر للشكل.

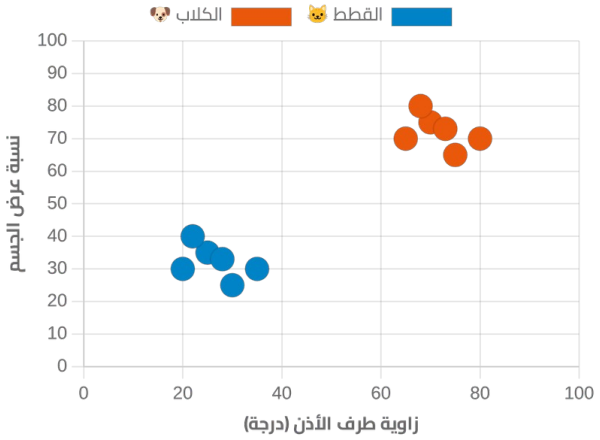
٤- وجود الذيل:(Presence of Tail)
خاصية ثنائية بسيطة: نعم (1) أو لا (0).

فضاء الخصائص: تحويل الكائنات إلى نقاط في الفضاء

عندما نستخرج الخصائص الرقمية من الصور، يحدث شيء مذهل: **كل كائن يتحول إلى نقطة هندسية في الفضاء!**

إحداثيات النقطة :(X, Y) هي قيم الخصائص التي قمنا بقياسها. على سبيل المثال، المحور الأفقي يمثل "زاوية طرف الأذن"، والمحور الرأسي يمثل "عرض الجسم."

بسبب التشابه الطبيعي، تتجمع النقاط الخاصة بالقطط معاً في منطقة واحدة لتشكل **تكتلاً (Cluster)**، بينما تتجمع نقاط الكلاب في منطقة أخرى متباعدة عنها.



حد القرار :(Decision Boundary) كيف تفصل الآلة بين المجموعات؟

بعد أن قمنا بتحويل الكائنات (مثل القطط والكلاب) إلى نقاط موزعة في **فضاء الخصائص** بناءً على قياساتها الهندسية، كيف يتخذ الحاسوب قراره؟

رسم الخط الفاصل: يبحث نموذج تعلم الآلة عن خط مستقيم يفصل بدقة بين مجموعة نقاط القطط ومجموعة نقاط الكلاب. هذا الخط الرياضي يسمى **حد القرار.(Decision Boundary)**

آلية التنبؤ: بمجرد رسم هذا الخط، يصبح اتخاذ القرار سهلاً جداً؛ أي نقطة جديدة تقع على يمين الخط تصنف تلقائياً كـ **"قطة"**، وأي نقطة تقع على يساره تصنف كـ **"كلب."**

"الخط هو جوهر القرار"!

هذا الخط المستقيم الفاصل هو كل ما يتعلمه نموذج تعلم الآلة الكلاسيكي ليتخذ قراره الذكي. ضبط موقع واتجاه هذا الخط بدقة هو ما نسميه عملية "التدريب!"

أهم ثلاثة مفاهيم يجب أن تتذكرها من هذا القسم:

📷 البيانات الخام

ملايين الأرقام الصامتة التي تمثل قيم البكسلات والألوان في الصورة، وهي كل ما يراه الحاسوب في البداية دون أي معنى أو سياق.

📐 الخصائص الهندسية

تحويل البكسلات إلى قياسات هندسية محددة ومفهومة للآلة (مثل: زاوية انحناء الأذن، أو نسبة الطول إلى العرض).

🗺️ فضاء الخصائص

تمثيل بصري للخصائص كعلاقة بيانية ثنائية الأبعاد، حيث تصبح القطط والكلاب مجموعات من النقاط المتجاورة ويفصل بينها خط القرار.

03

لعبة الأوزان اليدوية

كيف نحدد مدى أهمية كل خاصية لاتخاذ القرار الصحيح؟

كيف تزن الآلة أهمية كل خاصية لاتخاذ القرار؟

النتيجة = (الخاصية 1 × الوزن 1) + (الخاصية 2 × الوزن 2)

الخاصية(Feature)

القيمة المقاسة

هي الرقم الفعلي الذي قمنا بقياسه واستخراجه من الصورة (مثل: زاوية الأذن = 72).

الوزن(Weight)

مدى الأهمية والتركيز

هو رقم نحدده لنقول للحاسوب كم تهمنا هذه الخاصية (كلما كبر الرقم، زاد تأثير الخاصية).

الفكرة الجوهرية للأوزان:

تغيير قيمة الوزن يعني ببساطة تغيير مدى انتباه وتركيز الآلة على هذه الخاصية المحددة أثناء اتخاذ القرار!

تجربة الأوزان: كيف نتحكم في خط القرار الفاصل؟

دعونا نلعب بالأوزان (Weights) عملياً ونرى كيف تؤثر قيمها على موقع واتجاه خط حد القرار الفاصل.

تعديل الوزن الأول :(W1) يزيد من تركيز الآلة واهتمامها بالخاصية الأولى (مثل زاوية الأذن)، مما يجعل خط القرار يميل ويدور باتجاهها ليفصل النقاط بناءً عليها.

تعديل الوزن الثاني :(W2) يزيد من تركيز الآلة واهتمامها بالخاصية الثانية (مثل كثافة الفراء)، مما يزيح خط القرار ويغير موقعه ليعتمد أكثر على هذه الخاصية في التصنيف.

"تغيير الوزن يغير الخط"!

تغيير قيم الأوزان يعني مباشرة تغيير اتجاه وموقع خط القرار في فضاء الخصائص. البحث المستمر عن الأوزان الصحيحة التي تفصل المجموعات بدقة هو جوهر عملية التعلم في الآلة!

جدول تجارب: كيف تؤثر الأوزان على دقة التصنيف والقرار؟

التجربة	وزن زاوية الأذن(W1)	وزن كثافة الفراء(W2)	النتيجة وأثرها على حد القرار
التجربة أ	٠.٩ (مرتفع جداً)	٠.١ (منخفض جداً)	يميل خط القرار بقوة ليفضل **شكل الأذن** كعامل أساسي للتصنيف.
التجربة ب	٠.١ (منخفض جداً)	٠.٩ (مرتفع جداً)	ينزاح خط القرار ليفضل **كثافة الفراء** كعامل أساسي للتصنيف.
التجربة ج	٠.٥ (متساوٍ)	٠.٥ (متساوٍ)	يتخذ خط القرار وضعاً متوازناً وعادلاً دون أن يطغى عامل على الآخر.

الخلاصة: الأوزان تقرر مدى انتباه وتركيز النموذج لكل خاصية. إيجاد وضبط الأوزان الصحيحة هو جوهر عملية التعلم!

دورة التعلم الكلاسيكية: كيف تضبط الآلة أوزانها تلقائياً؟

١- تخمين الأوزان

تبدأ الآلة بوضع قيم عشوائية تماماً للأوزان (Weights)لكل خاصية هندسية لتقوم بالتخمين الأول.

٢- قياس الخطأ

تقارن الآلة توقعاتها بالحل الصحيح الفعلي لحساب نسبة الخطأ (Error) بدقة ومعرفة مدى قربها من الصواب.

٣- تعديل الأوزان

نقوم بتعديل قيم الأوزان قليلاً جداً في الاتجاه الذي يقلل نسبة الخطأ في المرة القادمة.

٤- التكرار المستمر

تعيد الآلة هذه الدورة ملايين المرات حتى تصل لأقل نسبة خطأ ممكنة وتصبح توقعاتها دقيقة للغاية.

دورك الآن — دعنا نحسب النتيجة معاً!

فكّر واحسب:

مرشح بريد مزعج (Spam Filter) يستخدم المعادلة التالية لتصنيف الرسائل:

-**الخاصية 1 (تكرار كلمة مجاناً):** القيمة = 8، الوزن = 0.9
-**الخاصية 2 (المرسل معروف):** القيمة = 0، الوزن = 0.5

ما هي النتيجة النهائية للرسالة؟ وهل سيصنفها كبريد مزعج؟

الإجابة الصحيحة:

نقوم بالتعويض في المعادلة البسيطة:

النتيجة = (0.9 × 8) + (0.5 × 0) = 7.2 + 0 = 7.2

القرار النهائي:
النتيجة **7.2** مرتفعة جداً وقريبة من الحد الأقصى، مما يعني أن الرسالة تحتوي على مؤشرات قوية للبريد المزعج.

←نعم، سيصنفها كبريد مزعج (Spam) ويحجبها ! 🚫

أهم ثلاثة مفاهيم يجب أن تتذكرها من هذا القسم:

⚖️الأوزان كأهمية

الأوزان (Weights) هي أرقام تحدد مدى أهمية وتأثير كل خاصية هندسية على القرار النهائي للنموذج. تغيير الوزن يغير اتجاه خط القرار.

📉الخطأ كفجوة

الخطأ (Error) هو الفجوة الرقمية بين توقعات الآلة والحل الصحيح الفعلي. هدف عملية التدريب هو تقليل هذه الفجوة لأقل حد ممكن.

🎯التعلم كتقليل للخطأ

التعلم هو عملية دائرية مستمرة تقوم فيها الآلة بتخمين الأوزان، قياس الخطأ، ثم تعديل الأوزان تدريجياً لتقليل الخطأ والوصول للحل الصحيح.

04

أزمة التوسع الهائل

عندما تصبح البيانات والخصائص أعقد وأكبر من أن يصيغها البشر يدوياً.

أزمة التوسع: من خاصيتين بسيطتين إلى ملايين الخصائص المعقدة

مثال القطة المبسط (خصائص محدودة)

سهولة الحساب والتحكم اليدوي

قمنا بقياس زاوية الأذن وعرض الجسم فقط. يسهل حسابها ورسم خط القرار الفاصل بينهما يدوياً.

هذا النموذج البسيط يعمل بشكل رائع في الفصول الدراسية لتوضيح الفكرة، ولكن هل يمكن تطبيقه على **الصور الحقيقية المعقدة** في العالم الواقعي؟

الصورة الحقيقية (2.3 مليون خاصية)

توسع هائل يفوق القدرة البشرية

صورة عادية تحتوي على 786,432 بكسل، وكل بكسل يملك 3 قيم ألوان (أحمر، أخضر، أزرق).

هذا يعني أن لدينا **2,359,296 خاصية رقمية** في صورة واحدة فقط! لا يمكن لأي مبرمج أو مهندس بشري أن يقوم بتعديل الاوزان يدويا لجميع هذه الخصائص.

أزمة التوسع الهائل:(The Scaling Crisis)

مستحيل تماماً على أي مهندس بشري أن يقوم يقوم بتعديل اوزان ملايين الخصائص يدوياً وتجربتها واحدة تلو الأخرى. هنا تنهار الطرق الكلاسيكية، ونحتاج لحل ثوري جديد!

عنق الزجاجة البشري: عندما يعجز الإنسان عن مجاراة البيانات

👷مهندس الخصائص البشري(Human Engineer)	📸مشكلة الصور الحقيقية المعقدة
يقرر يدوياً أي الخصائص الهندسية هي الأهم للحل	ملايين الخصائص والبكسلات — عدد ضخم جداً يفوق قدرة البشر على التقييم
يكتب قواعد برمجية يدوية مخصصة لكل خاصية مستخرجة	تتداخل القواعد والخصائص في ملايين التوليفات المعقدة والمتغيرة
يقوم بتجربة الأوزان وتعديلها يدوياً خطوة بخطوة	تستغرق العملية أشهراً طويلة جداً لحل مسألة تصنيف بسيطة واحدة
يعمل بنجاح ممتاز فقط في المشكلات البسيطة والمحدودة	يفشل تماماً في التوسع لمجاراة الصور الحقيقية عالية الدقة

⏳ **الخلاصة: عنق الزجاجة ليس في سرعة معالجة الحاسوب، بل في قدرة الإنسان المحدودة على صياغة وتصميم الخصائص يدوياً!**

ما الذي نحتاجه فعلاً؟

"نحن بحاجة إلى نظام يستطيع تعديل الاوزان وتقييمها بشكل آلي.

الحل الثوري القادم

الجسر إلى الغد: من هندسة تعديل الاوزان يدوياً إلى التعلم التلقائي

هندسة الاوزان اليدوية

يستنتج المهندس الاوزان الصحيحة بناء على الخصائص

يقوم المهندس بتعديل وتقييمها الى ان يصل الى الاوزان المثالية.

هذا النموذج يتطلب **جهداً بشرياً هائلاً** ووقتاً طويلاً جداً، وينهار تماماً عندما تزداد الخصائص في الصور والبيانات الحقيقية المعقدة.

تعلم الآلى الكلاسيكي

الآلة تعدل الاوزان تلقائياً

تقوم خواريزميات تعلم الآلى بتعديل الاوزان وقياس نسبة الخطأ الى ان تصل الى افضل نتيجة بدون تدخل بشري اثناء عملية التدريب

هذا النموذج الثوري **لا يتطلب أي تدخل بشري** لتعديل الاوزان.

الجسر المعرفي لدرس الغد:

هذا التحول الثوري من استخراج تعديل الاوزان بناء على رؤية الأنماط اليدوي إلى التعلم التلقائي الكامل هو ما سنستكشفه غداً بالتفصيل في اليوم الثاني.

ملخص اليوم الأول: هندسة الأنماط الكلاسيكية

القسم	الفكرة الأساسية	لماذا تهمنا للذكاء الاصطناعي؟
🚫انهيار قواعدIf-Else	القواعد اليدوية الجامدة تفشل تماماً في تمييز الصور والأنماط	تثبت لنا أن البرمجة التقليدية عاجزة عن حل مشكلات الإدراك البصري
📐فحص الخصائص	تحويل الصور المعقدة إلى قياسات وأرقام هندسية دقيقة	توضح كيف تترجم الآلة العالم المادي إلى لغة رياضيات مفهومة لها
⚖️لعبة الأوزان	الأوزان تحدد مدى انتباه وتركيز النموذج لكل خاصية	تثبت أن عملية "التعلم" في الآلة هي مجرد ضبط رياضي مستمر للأوزان
📈أزمة التوسع	ملايين الخصائص في الصور الحقيقية لا يمكن تعديل اوزانها يدوياً	هنا يبدأ دور الذكاء الاصطناعي وتحديداً تعلم الآلى حيث تبدأ بتعلم الاوزان المثالية لكل من خصائص المدخلات

⏩ **غداً في اليوم الثاني: سنتعلم كيف تقوم الآلة بكل هذه الخطوات الأربعة تلقائياً دون أي تدخل بشري!**

الفكرة الكبرى لليوم

صورة قطة واحدة بسيطة تحتوي على **2,359,296 خاصية رقمية** معقدة.

لا يمكن لأي إنسان أو مبرمج كتابة قواعد يدوية لكل هذا العدد الهائل من المتغيرات.

غداً: سنتعلم كيف تقوم الآلة بتعليم نفسها الاوزان المثالية

ماذا ينتظرنا غداً؟

في اليوم الثاني والدرس القادم، سننتقل من هندسة الأنماط اليدوية إلى التعلم الآلي