محور الذكاء الاصطناعي – المحاضرة (2)

أهم تقنيات الذكاء الاصطناعي: التعريف والتطبيق الرياضي

Key Artificial Intelligence Technologies and Their Sports Applications

المرحلة	الثانية – الدراسة الصباحية	**المادة**	الحاسوب وتقنيات المعلومات
الإعداد	أ.م.د. حيدر حسن محمد **م.م. اثير اسماعيل فاضل**	**المدة المقترحة**	ساعتان (نظري + نشاط)

أهداف المحاضرة (Learning Objectives)

بعد انتهاء المحاضرة يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعدّد أهم تقنيات الذكاء الاصطناعي ويشرح كلاً منها باختصار.
2. يميّز أنواع التعلم الآلي: الإشرافي وغير الإشرافي والمعزز.
3. يشرح فكرة الشبكات العصبية والتعلم العميق وأنواعها (CNN وRNN/LSTM وTransformer).
4. يتعرف على الرؤية الحاسوبية ومعالجة اللغة والذكاء التوليدي وتطبيقاتها الرياضية.
5. يفهم دور الحساسات وإنترنت الأشياء والبيانات الضخمة والتوأم الرقمي.
6. يقرأ مقاييس جودة النموذج (Accuracy, Precision, Recall) ويختار التقنية المناسبة للمهمة.

خارطة المحاضرة (Lecture Map)

المحور	العنوان	الجانب التطبيقي
1	خريطة التقنيات (Technology Map)	مخطط شجري
2	التعلم الآلي وأنواعه (Machine Learning)	بطاقات وأمثلة رياضية
3	الشبكات العصبية والتعلم العميق (Deep Learning)	CNN وLSTM وTransformer
4	الرؤية الحاسوبية (Computer Vision)	تتبع وتقدير الوضعية
5	معالجة اللغة والذكاء التوليدي (NLP & Generative AI)	مساعد مدرب رقمي
6	تقنيات داعمة: IoT, Wearables, Big Data, Digital Twin, AR/VR, Robotics	جدول موجز
7	تقييم النماذج واختيار التقنية (Evaluation & Selection)	مصفوفة قرار

أولاً: خريطة تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI Technology Map)

لا يوجد «ذكاء اصطناعي» واحد، بل **عائلة تقنيات** تتعاون معاً. يلخّص الجدول الآتي أهمها قبل شرح كل منها:

التقنية	الفكرة المختصرة	مثال رياضي مختصر
التعلم الآلي (Machine Learning)	تعلّم الأنماط من البيانات	توقع زمن سباق أو خطر إرهاق
التعلم العميق (Deep Learning)	شبكات عصبية متعددة الطبقات	تحليل الفيديو والإشارات الحيوية
الرؤية الحاسوبية (Computer Vision)	فهم الصور والفيديو	تتبع اللاعبين وتقدير الوضعية

التقنية	الفكرة المختصرة	مثال رياضي مختصر
معالجة اللغة الطبيعية (NLP)	فهم النصوص والكلام	تلخيص تقارير الكشافة وتحليل آراء الجماهير
الذكاء التوليدي (Generative AI)	إنتاج نصوص وصور وبيانات جديدة	صياغة خطة تدريب أولية للمراجعة
النظم الخبيرة (Expert Systems)	قواعد إذا–فإن من الخبراء	نظام يقترح تمارين وفق قواعد المدرب
الحساسات وإنترنت الأشياء (IoT)	جمع البيانات من الأجهزة المتصلة	سترة GPS وساعة نبض
التوأم الرقمي (Digital Twin)	نسخة رقمية حية من كيان حقيقي	نموذج حاسوبي للاعب يحاكي استجابته للحمل

ثانياً: التعلم الآلي (Machine Learning – ML)

التعلم الآلي تقنية تمكّن الحاسوب من التعلم من الأمثلة وتحسين أدائه دون برمجته بقواعد صريحة. ينقسم بحسب طريقة التعلم إلى ثلاثة أنواع رئيسة:

التعلم الإشرافي *Supervised Learning*	
الفكرة	التعلم من بيانات **موسومة** (Labeled): كل مثال يرافقه جواب صحيح معروف.
المهام	**التصنيف (Classification):** التنبؤ بفئة (مصاب / غير مصاب). **الانحدار (Regression):** التنبؤ بقيمة رقمية (زمن سباق 5 كم).
الخوارزميات الشائعة	Linear/Logistic Regression، Decision Trees، Random Forest، SVM، k-NN، Gradient Boosting.
مثال رياضي	تدريب نموذج على بيانات مئات لاعبين (حمل تدريبي، نوم، إصابات سابقة) مع نتيجة «أصيب/لم يصب» ليقدّر خطر الإصابة لدى لاعب جديد.

التعلم غير الإشرافي *Unsupervised Learning*	
الفكرة	اكتشاف أنماط وتجمعات في بيانات **غير موسومة** دون جواب مسبق.
المهام	**التجميع (Clustering)** وتقليل الأبعاد (Dimensionality Reduction).
الخوارزميات الشائعة	k-Means، Hierarchical Clustering، PCA.
مثال رياضي	تجميع لاعبي كرة القدم بحسب أسلوب اللعب من بيانات مواقعهم وتمريراتهم لاكتشاف «أدوار» لم يُصرَّح بها.

التعلم المعزز *Reinforcement Learning*	
الفكرة	وكيل (Agent) يتعلم بالتجربة والخطأ عبر **مكافآت وعقوبات** حتى يحقق أفضل قرارات متتابعة.
أمثلة عالمية	AlphaGo الذي تعلم لعبة Go، وأنظمة تتعلم لعب ألعاب الفيديو.
مثال رياضي	محاكاة لتجريب استراتيجيات لعب بآلاف المباريات الافتراضية، أو تحسين جدولة أحمال التدريب في بيئة محاكاة قبل تطبيقها على اللاعبين.
ملاحظة	يحتاج بيئة محاكاة وكثيراً من التجارب، لذا يكثر في الأبحاث أكثر من التطبيق الميداني اليومي.

وجه المقارنة	إشرافي	غير إشرافي	معزز
البيانات	موسومة	غير موسومة	تجارب مع مكافآت
الهدف	التنبؤ	اكتشاف الأنماط	أفضل سلسلة قرارات
مثال	خطر الإصابة	تجميع أساليب اللعب	استراتيجية مباراة

ثالثاً: الشبكات العصبية والتعلم العميق (Neural Networks & Deep Learning)

الشبكة العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network) مستوحاة بتبسيط شديد من الدماغ: وحدات تسمى **عصبونات (Neurons)** مرتبة في طبقات (إدخال، طبقات مخفية، إخراج)، وتتعلم بتعديل **أوزان** الوصلات بين العصبونات لتقليل الخطأ. وحين تتعدد الطبقات المخفية تسمى **تعلماً عميقاً (Deep Learning)**.

1. طبقة الإدخال *Input Layer* ◄ **2. طبقات مخفية** *Hidden Layers* ◄ **3. طبقة الإخراج** *Output Layer* ◄ **4. مقارنة بالجواب الصحيح وتعديل الأوزان** *Backpropagation*

البنية	تناسب	مثال رياضي
CNN – شبكات الالتفاف (Convolutional)	الصور والفيديو	تحديد مفاصل الجسم، اكتشاف الكرة واللاعبين، تقييم تقنية الرمي
RNN / LSTM – الشبكات المتكررة	السلاسل الزمنية	تحليل تغيّر النبض والسرعة عبر الزمن للتنبؤ بالتعب
Transformer	النصوص والتسلسلات الطويلة (أساس النماذج اللغوية)	تلخيص التقارير الفنية، تحليل تسلسل الأحداث في المباراة
GAN / Diffusion – النماذج التوليدية	توليد صور وبيانات	توليد بيانات حركة تدريبية صناعية لزيادة عينة التدريب

متى نستخدم التعلم العميق؟ حين تتوفر بيانات كثيرة ومعقدة (فيديو، إشارات). أما مع بيانات جدولية قليلة (عشرات اللاعبين) فالتعلم الآلي الكلاسيكي غالباً أنسب وأكثر قابلية للتفسير.

رابعاً: الرؤية الحاسوبية (Computer Vision)

الرؤية الحاسوبية *Computer Vision*	
الفكرة	تمكين الحاسوب من فهم الصور والفيديو واستخراج معلومات منها.
المهام الرئيسة	**اكتشاف الكائنات (Object Detection)** كاللاعب والكرة، مثل خوارزمية YOLO. **تقدير الوضعية (Pose Estimation)** كتحديد المفاصل، مثل OpenPose. **التتبع (Tracking)** بمتابعة الهدف عبر الإطارات. **التعرف على الحركة (Action Recognition)**.
الخطوات	التقاط الفيديو ← اكتشاف الأجسام ← تتبعها ← استخراج مقاييس (سرعة، زوايا، مسافات) ← عرض تقرير.
أمثلة تطبيقية	تتبع الكرة واللاعبين في الملاعب، تقييم تقنية الرمي أو الوثب بكاميرا هاتف، التسلل شبه الآلي.
التحديات	الإضاءة والتغطية والتشابه بين اللاعبين، وجودة الكاميرا، وخصوصية الصور.

خامساً: معالجة اللغة الطبيعية والذكاء التوليدي (NLP & Generative AI)

معالجة اللغة الطبيعية *Natural Language Processing – NLP*	
الفكرة	جعل الحاسوب يفهم النص والكلام البشري ويولّده.
المهام	تلخيص النصوص، الترجمة، تحليل المشاعر (Sentiment Analysis)، الإجابة عن الأسئلة، روبوتات الدردشة (Chatbots).
مثال رياضي	تحليل تعليقات الجماهير على وسائل التواصل بعد مباراة، أو تلخيص مئات تقارير الكشافة، أو مساعد يجيب عن استفسارات اللاعبين عن جدول التدريب.

الذكاء الاصطناعي التوليدي والنماذج اللغوية الكبيرة *Generative AI & Large Language Models (LLMs)*	
الفكرة	نماذج مبنية على Transformer تدرّبت على نصوص ضخمة لتنتج نصاً وصوراً وشيفرة جديدة.
الاستخدامات الرياضية	صياغة مسودة خطة تدريب لمراجعتها، شرح مفاهيم علمية، تلخيص أبحاث، كتابة تقارير، إنشاء مواد تعليمية.
الحدود المهمة	**الهلوسة (Hallucination):** قد يختلق معلومات أو مراجع غير صحيحة بثقة. **التحيز** من بيانات التدريب. **غياب المسؤولية الطبية**: لا يصلح لتشخيص إصابة أو وصف حمل علاجي دون مختص.
القاعدة الذهبية	استخدمه مساعداً للمسودات والأفكار، وتحقق دائماً من المعلومات الحرجة من مصادر علمية.

سادساً: تقنيات داعمة وحديثة (Supporting & Emerging Technologies)

التقنية	الوصف	التطبيق الرياضي
إنترنت الأشياء (IoT)	أجهزة وحساسات متصلة بالإنترنت تتبادل البيانات	سترات GPS، أحزمة النبض، كرات ذكية
الأجهزة القابلة للارتداء (Wearables)	ساعات وأحزمة وأساور تقيس الإشارات الحيوية والحركة	مراقبة النبض والنوم والجهد
الحوسبة الطرفية (Edge Computing)	معالجة البيانات على الجهاز نفسه قرب مصدرها	إنذار فوري من الساعة دون انتظار السحابة
الحوسبة السحابية (Cloud)	تخزين ومعالجة البيانات على خوادم بعيدة	منصات تحليل الأداء ومشاركة التقارير
البيانات الضخمة (Big Data)	بيانات هائلة ومتنوعة وسريعة التدفق	بيانات مواسم كاملة لعدة بطولات
التوأم الرقمي (Digital Twin)	نموذج حاسوبي حي لشخص أو نظام حقيقي يحاكي سلوكه	نموذج لاعب يتنبأ باستجابته لتغيير الحمل التدريبي
الواقع الافتراضي والمعزز (VR / AR)	بيئات محاكاة وطبقات معلومات على الواقع	تدريب اتخاذ القرار للحراس واللاعبين في مواقف مباراة محاكاة
الروبوتات (Robotics)	آلات تؤدي مهام فيزيائية	آلات إطلاق الكرات التكيفية، روبوتات التأهيل

سابعاً: تقييم جودة النموذج (Model Evaluation)

لا يكفي أن «يعمل» النموذج؛ يجب قياس دقته بمنهج علمي: تُقسَّم البيانات إلى **تدريب (Training)** و**تحقق (Validation)** و**اختبار (Test)**، ويُختبر النموذج على بيانات لم يرها.

المقياس	المعنى	مثال على نموذج تنبؤ بالإصابة
الدقة (Accuracy)	نسبة التنبؤات الصحيحة من الكل	نسبة اللاعبين الذين صُنفوا صحيحاً
الضبط (Precision)	من توقعهم النموذج مصابين، كم منهم أصيب فعلاً	قلة «الإنذارات الكاذبة»
الاستدعاء (Recall / Sensitivity)	من أصيبوا فعلاً، كم منهم اكتشفهم النموذج	عدم تفويت الحالات الخطرة
F1-Score	توازن بين الضبط والاستدعاء	مقياس موحّد للمقارنة
RMSE	متوسط خطأ التنبؤ في القيم الرقمية	الخطأ في توقع زمن سباق بالثواني

تنبيه: لماذا قد تخدع الدقة؟ (Accuracy Paradox)
إذا أصيب 5% فقط من اللاعبين، فنموذج يقول دائماً «لن يصاب أحد» يحقق دقة 95% لكنه عديم الفائدة! لذلك تُقرأ الدقة مع الاستدعاء والضبط في المشكلات غير المتوازنة.

مشكلتا الإفراط والتفريط في التعلم (Overfitting & Underfitting)

- **الإفراط (Overfitting):** يحفظ النموذج بيانات التدريب بتفاصيلها فيفشل مع بيانات جديدة (كطالب يحفظ أسئلة الامتحان السابق).
- **التفريط (Underfitting):** نموذج بسيط جداً لا يلتقط الأنماط الأساسية.
- **العلاج:** بيانات أكثر وأنظف، نماذج أبسط، وتقييم على بيانات اختبار مستقلة.

ثامناً: اختيار التقنية المناسبة (Technology Selection Matrix)

المهمة	التقنية المناسبة	البيانات
توقع زمن سباق من سجل التدريب	تعلم آلي إشرافي (انحدار)	جدولية (أرقام)
تحديد خطر الإصابة	تعلم آلي إشرافي (تصنيف) + حساسات	أحمال، نوم، تاريخ إصابات
اكتشاف أنماط لعب الفرق	تعلم غير إشرافي (تجميع)	مواقع وتمريرات
تقييم تقنية رمي من فيديو	رؤية حاسوبية (Pose Estimation)	فيديو
تلخيص تقارير الكشافة	معالجة لغة / نموذج لغوي	نصوص
إنذار تعب لحظي على الساعة	حساسات + تعلم عميق (LSTM) + حوسبة طرفية	إشارات زمنية

تاسعاً: نشاط صفّي (Class Activity)

المطلوب (مجموعات): اختاروا التقنية الأنسب لكل سيناريو وبرّروا نوع البيانات المطلوبة:

السيناريو	التقنية	البيانات
كشف الإرهاق المبكر لدى سباحين		
تقييم زاوية الركبة أثناء القرفصاء بالفيديو		
تحليل آراء جمهور النادي بعد الخسارة		
تقسيم لاعبي الفريق إلى مجموعات بحسب الاستجابة للحمل		

مسرد المصطلحات (Glossary)

المصطلح (Term)	المعنى
Supervised Learning	تعلم إشرافي (بيانات موسومة)
Unsupervised Learning	تعلم غير إشرافي
Reinforcement Learning	تعلم معزز بالمكافآت
Classification / Regression	تصنيف / انحدار
Clustering	تجميع
Neural Network	شبكة عصبية
CNN	شبكة التفاف للصور
LSTM	شبكة ذاكرة للسلاسل الزمنية
Transformer	بنية أساس النماذج اللغوية
Computer Vision	رؤية حاسوبية
NLP / LLM	معالجة اللغة / النماذج اللغوية الكبيرة
Hallucination	هلوسة: معلومة مختلقة
Overfitting	إفراط في التعلم
Precision / Recall	الضبط / الاستدعاء
Digital Twin	توأم رقمي

أسئلة تدريبية (Practice Questions)

أولاً: اختيار من متعدد (Multiple Choice)

1) التعلم الذي يستخدم بيانات عليها «جواب صحيح معروف» هو:

أ) غير الإشرافي
ب) الإشرافي
ج) المعزز فقط
د) التوليدي

2) الأنسب لتحليل الفيديو وتحديد مفاصل الجسم:

أ) CNN والرؤية الحاسوبية
ب) k-Means فقط
ج) النظم الخبيرة فقط
د) معالجة اللغة

3) تجميع لاعبين بحسب أسلوب اللعب دون تسميات مسبقة مثال على:

أ) التعلم الإشرافي
ب) التعلم غير الإشرافي
ج) الانحدار
د) التعلم المعزز

4) يُسمى اختلاق النموذج اللغوي لمعلومات غير صحيحة بثقة:

أ) Overfitting
ب) Hallucination
ج) Clustering
د) Backpropagation

5) نموذج يتوقع «لن يصاب أحد» دائماً وبدقة 95% لأن 5% فقط يُصابون، يبيّن مشكلة:

أ) التفريط
ب) مفارقة الدقة
ج) سرعة الحساب
د) التوأم الرقمي

ثانياً: صح أم خطأ (True / False)

1. التعلم المعزز يتعلم عبر المكافآت والعقوبات. ( )
2. التعلم العميق دائماً أفضل من التعلم الآلي الكلاسيكي مهما قلّت البيانات. ( )
3. الإفراط في التعلم (Overfitting) يعني ضعف الأداء مع بيانات جديدة. ( )
4. يمكن الاعتماد على النموذج اللغوي في تشخيص الإصابات دون مراجعة مختص. ( )

ثالثاً: أسئلة قصيرة (Short Answer)

1. اذكر أنواع التعلم الآلي الثلاثة مع مثال رياضي لكل منها.
2. ما الفرق بين Precision وRecall؟
3. ما مهام الرؤية الحاسوبية في تحليل الأداء؟

رابعاً: أسئلة تحليلية وتطبيقية (Analytical & Applied)

1. قارن بين استخدام CNN وLSTM في الرياضة وفق نوع البيانات.
2. كيف يمكن لمدرب أن يستخدم نموذجاً لغوياً بأمان في إعداد البرامج؟ اذكر ضوابط.

الإجابات النموذجية (Answer Key)

القسم	الإجابة
اختيار من متعدد	1-ب ، 2-أ ، 3-ب ، 4-ب ، 5-ب
صح / خطأ	1-صح ، 2-خطأ ، 3-صح ، 4-خطأ

ملخص المحاضرة (Summary)

- التعلم الآلي (إشرافي/غير إشرافي/معزز) أساس معظم التطبيقات، والتعلم العميق (CNN وLSTM وTransformer) للبيانات المعقدة.
- الرؤية الحاسوبية تحلل الفيديو، ومعالجة اللغة والذكاء التوليدي تتعامل مع النصوص ولهما حدود (الهلوسة).
- تُقيَّم النماذج بمقاييس مثل Precision وRecall وتُختار التقنية بحسب المهمة ونوع البيانات.

المصادر والمراجع (References)

1. Russell S, Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson; 2021.
2. Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. Deep Learning. MIT Press; 2016.
3. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. Nature. 2015;521:436–444.
4. Jordan MI, Mitchell TM. Machine learning: trends, perspectives, and prospects. Science. 2015;349(6245):255–260.

5. Mnih V, Kavukcuoglu K, Silver D, et al. Human-level control through deep reinforcement learning. Nature. 2015;518:529–533.
6. Vaswani A, Shazeer N, Parmar N, et al. Attention is all you need. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). 2017.
7. Redmon J, Divvala S, Girshick R, Farhadi A. You Only Look Once: unified, real-time object detection. IEEE CVPR. 2016.
8. Cao Z, Hidalgo G, Simon T, Wei SE, Sheikh Y. OpenPose: realtime multi-person 2D pose estimation using part affinity fields. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell. 2021;43(1):172–186.
9. Cust EE, Sweeting AJ, Ball K, Robertson S. Machine and deep learning for sport-specific movement recognition: a systematic review of model development and performance. J Sports Sci. 2019;37(5):568–600.
10. Fuller A, Fan Z, Day C, Barlow C. Digital twin: enabling technologies, challenges and open research. IEEE Access. 2020;8:108952–108971.

إعداد: **أ.م.د. حيدر حسن محمد**
م.م. اثير اسماعيل فاضل