LECTURE 01 | المحاضرة 01

Introduction to Artificial Intelligence

مقدمة في الذكاء الاصطناعي

Foundations, Concepts, and Applications in Electrical Power Systems

الأسس والمفاهيم والتطبيقات في نظم الطاقة الكهربائية

Prepared by | إعداد: Dr.-Ing. Aouss Gabash | د. م. أوس غباش

🎯 Learning Objectives

By the end of this lecture, students should be able to:

- Explain the basic concept of Artificial Intelligence.
- Distinguish AI from Machine Learning and Deep Learning.
- Describe the main categories of AI methods.
- Understand the concept of intelligent agents.
- Identify important AI applications in electrical power systems.

🎯 أهداف التعلم

بعد الانتهاء من هذه المحاضرة، يجب أن يكون الطالب قادرًا على:

- شرح المفهوم الأساسي للذكاء الاصطناعي.
- التمييز بين الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق.
- التعرف على الفئات الرئيسية لطرائق الذكاء الاصطناعي.
- فهم مفهوم الوكيل الذكي.
- تحديد أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في نظم الطاقة الكهربائية.

1. What is Artificial Intelligence?

Artificial Intelligence (AI) is a field of computer science concerned with developing systems capable of performing tasks that normally require human intelligence.

AI systems can learn, reason, recognize patterns, make decisions, solve problems, and adapt to changing conditions.

In engineering, AI is especially useful for complex problems where conventional mathematical models are difficult, incomplete, uncertain, or computationally expensive.

1. ما هو الذكاء الاصطناعي؟

الذكاء الاصطناعي (AI) هو أحد مجالات علوم الحاسوب، ويهتم بتطوير أنظمة قادرة على تنفيذ مهام تتطلب عادةً قدرات مرتبطة بالذكاء البشري.

تستطيع أنظمة الذكاء الاصطناعي التعلم والاستدلال والتعرف على الأنماط واتخاذ القرارات وحل المشكلات والتكيف مع الظروف المتغيرة.

في المجالات الهندسية، يكون الذكاء الاصطناعي مفيدًا بصورة خاصة في المسائل المعقدة التي تكون فيها النماذج الرياضية التقليدية صعبة أو غير كاملة أو غير مؤكدة أو تحتاج إلى زمن حسابي كبير.

2. Brief History of Artificial Intelligence

1950s

Early ideas about machine intelligence, symbolic reasoning, and the possibility of intelligent computers.

1980s

Expert systems became one of the most important practical applications of AI.

1990s–2000s

Machine Learning and data-driven approaches gained increasing importance.

2010s–Present

Deep Learning, Big Data, cloud computing, and powerful processors significantly accelerated AI development.

2. لمحة تاريخية عن الذكاء الاصطناعي

الخمسينيات

ظهرت الأفكار المبكرة حول ذكاء الآلة والاستدلال الرمزي وإمكانية تطوير حواسيب ذكية.

الثمانينيات

أصبحت الأنظمة الخبيرة من أهم التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي.

التسعينيات والألفينات

ازداد الاهتمام بالتعلم الآلي والطرائق المعتمدة على البيانات.

منذ 2010 حتى الوقت الحاضر

أدى التعلم العميق والبيانات الضخمة والحوسبة السحابية والمعالجات القوية إلى تسارع كبير في تطور الذكاء الاصطناعي.

3. AI, Machine Learning, and Deep Learning

Artificial Intelligence

The broad field concerned with creating systems capable of intelligent behavior.

Machine Learning

A branch of AI in which systems learn patterns and relationships from data instead of being explicitly programmed for every situation.

Deep Learning

A branch of Machine Learning based mainly on multi-layer artificial neural networks.

Artificial Intelligence → Machine Learning → Deep Learning

3. الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق

الذكاء الاصطناعي

المجال العام الذي يهتم ببناء أنظمة قادرة على إظهار سلوك ذكي.

التعلم الآلي

فرع من الذكاء الاصطناعي تتعلم فيه الأنظمة الأنماط والعلاقات من البيانات بدلًا من برمجتها بصورة صريحة لكل حالة.

التعلم العميق

فرع من التعلم الآلي يعتمد بصورة أساسية على الشبكات العصبية الاصطناعية متعددة الطبقات.

الذكاء الاصطناعي ← التعلم الآلي ← التعلم العميق

4. Main AI Methods

Search Algorithms

Methods for finding suitable solutions within large spaces of possible alternatives.

Fuzzy Logic

Methods for reasoning and decision-making with uncertainty and linguistic information.

Machine Learning

Algorithms that learn models and patterns from data.

Artificial Neural Networks

Computational models inspired by biological neural systems.

Genetic Algorithms

Optimization methods inspired by biological evolution.

Deep Learning

Advanced multi-layer neural-network methods for complex learning tasks.

4. أهم طرائق الذكاء الاصطناعي

خوارزميات البحث

طرائق لإيجاد حلول مناسبة ضمن فضاءات كبيرة من البدائل الممكنة.

المنطق الضبابي

طرائق للاستدلال واتخاذ القرار في وجود عدم اليقين والمعلومات اللغوية.

التعلم الآلي

خوارزميات تتعلم النماذج والأنماط من البيانات.

الشبكات العصبية الاصطناعية

نماذج حسابية مستوحاة بصورة مبسطة من الأنظمة العصبية الحيوية.

الخوارزميات الجينية

طرائق تحسين مستوحاة من مبادئ التطور البيولوجي.

التعلم العميق

طرائق متقدمة تعتمد على الشبكات العصبية متعددة الطبقات لمعالجة مسائل التعلم المعقدة.

5. Intelligent Agents

An intelligent agent observes its environment through sensors, processes the available information, and selects actions that help achieve a specific goal.

Environment → Sensors → Intelligent Agent → Actions

In an electrical power system, an intelligent agent may monitor voltage, frequency, power flow, renewable generation, electricity demand, and battery state of charge before selecting a control action.

5. الوكلاء الأذكياء

يراقب الوكيل الذكي البيئة المحيطة باستخدام الحساسات، ثم يعالج المعلومات المتاحة ويختار أفعالًا تساعد على تحقيق هدف محدد.

البيئة ← الحساسات ← الوكيل الذكي ← الأفعال

في نظام الطاقة الكهربائية يمكن للوكيل الذكي مراقبة الجهد والتردد وتدفق القدرة وتوليد الطاقة المتجددة والطلب الكهربائي وحالة شحن البطاريات، ثم اختيار إجراء تحكم مناسب.

6. Why AI in Electrical Power Systems?

Modern electrical power systems are becoming increasingly complex because of renewable energy sources, distributed generation, battery storage systems, electric vehicles, smart meters, bidirectional power flows, and active consumers.

These developments create large amounts of data and introduce uncertainty, variability, nonlinear behavior, and complex optimization problems.

AI can support prediction, monitoring, control, decision-making, optimization, and automation in modern power systems.

6. لماذا نستخدم الذكاء الاصطناعي في نظم الطاقة الكهربائية؟

أصبحت نظم الطاقة الكهربائية الحديثة أكثر تعقيدًا بسبب مصادر الطاقة المتجددة والتوليد الموزع وأنظمة تخزين الطاقة بالبطاريات والمركبات الكهربائية والعدادات الذكية وتدفقات القدرة ثنائية الاتجاه والمستهلكين النشطين.

تؤدي هذه التطورات إلى توليد كميات كبيرة من البيانات، كما تزيد من عدم اليقين والتغيرات الزمنية والسلوك غير الخطي وتعقيد مسائل التحسين.

يمكن للذكاء الاصطناعي دعم التنبؤ والمراقبة والتحكم واتخاذ القرار والتحسين والأتمتة في نظم الطاقة الحديثة.

7. AI Applications in Electrical Power Systems

Load Forecasting

Predicting future electricity demand using historical and real-time data.

Renewable Energy Forecasting

Forecasting photovoltaic and wind power generation.

Fault Detection and Classification

Identifying abnormal operating conditions and classifying electrical faults.

Voltage and Frequency Control

Intelligent support for maintaining secure operating conditions.

Optimal Power Flow

Supporting optimal operation while respecting network constraints.

Battery Energy Storage

Intelligent charging, discharging, scheduling, and energy-management strategies.

7. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في نظم الطاقة الكهربائية

التنبؤ بالحمل الكهربائي

التنبؤ بالطلب المستقبلي على الطاقة الكهربائية اعتمادًا على البيانات التاريخية والآنية.

التنبؤ بالطاقة المتجددة

التنبؤ بإنتاج الأنظمة الكهروضوئية وطاقة الرياح.

اكتشاف الأعطال وتصنيفها

التعرف على حالات التشغيل غير الطبيعية وتصنيف الأعطال الكهربائية.

التحكم بالجهد والتردد

دعم التشغيل الآمن من خلال التحكم الذكي بالجهد والتردد.

تدفق القدرة الأمثل

دعم التشغيل الأمثل لنظام الطاقة مع مراعاة قيود الشبكة.

أنظمة تخزين الطاقة بالبطاريات

الشحن والتفريغ والجدولة وإدارة الطاقة باستخدام طرائق ذكية.

8. Example: AI-Based Power System Decision

Consider a power distribution system with photovoltaic generation and battery energy storage.

An AI-based controller may receive information about:

- Current electrical load
- PV power generation
- Bus voltages
- Battery state of charge
- Electricity price

Based on this information, the controller may decide whether the battery should charge, discharge, or remain idle.

Data → AI Model → Decision → Power System Action

8. مثال: اتخاذ قرار في نظام الطاقة باستخدام الذكاء الاصطناعي

لنفترض وجود شبكة توزيع كهربائية تحتوي على نظام كهروضوئي وبطارية لتخزين الطاقة.

يمكن لوحدة تحكم تعتمد على الذكاء الاصطناعي استقبال معلومات عن:

- الحمل الكهربائي الحالي
- القدرة المنتجة من النظام الكهروضوئي
- جهود العقد في الشبكة
- حالة شحن البطارية
- سعر الطاقة الكهربائية

وبناءً على هذه المعلومات يمكن لوحدة التحكم اتخاذ قرار بشحن البطارية أو تفريغها أو إبقائها في حالة انتظار.

البيانات ← نموذج الذكاء الاصطناعي ← القرار ← إجراء في نظام الطاقة

9. Advantages of AI in Power Engineering

- Ability to process large amounts of data.
- Capability to identify complex nonlinear relationships.
- Fast prediction and classification.
- Adaptability to changing operating conditions.
- Support for real-time decision-making.
- Potential improvement of reliability, efficiency, and flexibility.

9. مزايا الذكاء الاصطناعي في هندسة القوى الكهربائية

- القدرة على معالجة كميات كبيرة من البيانات.
- إمكانية اكتشاف العلاقات المعقدة وغير الخطية.
- السرعة في التنبؤ والتصنيف.
- القدرة على التكيف مع ظروف التشغيل المتغيرة.
- دعم اتخاذ القرار في الزمن الحقيقي.
- إمكانية تحسين الموثوقية والكفاءة والمرونة.

10. Challenges and Limitations

- AI models often require high-quality data.
- Poor training data may lead to inaccurate decisions.
- Some advanced models can be difficult to interpret.
- AI cannot automatically replace engineering knowledge.
- Safety, cybersecurity, and reliability must be considered.

AI should support engineering judgment — not replace it.

10. التحديات والقيود

- تحتاج نماذج الذكاء الاصطناعي غالبًا إلى بيانات ذات جودة عالية.
- يمكن أن تؤدي بيانات التدريب الضعيفة إلى قرارات غير دقيقة.
- قد يكون تفسير بعض النماذج المتقدمة صعبًا.
- لا يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحل تلقائيًا محل المعرفة الهندسية.
- يجب مراعاة السلامة والأمن السيبراني والموثوقية.

يجب أن يدعم الذكاء الاصطناعي القرار الهندسي، لا أن يحل محله.

11. Summary

- Artificial Intelligence enables computers to perform intelligent tasks.
- Machine Learning and Deep Learning are important branches of AI.
- AI includes search algorithms, fuzzy logic, neural networks, and evolutionary optimization.
- Modern power systems provide many important AI applications.
- AI can improve prediction, control, monitoring, optimization, and decision-making.

11. الخلاصة

- يتيح الذكاء الاصطناعي للحواسيب تنفيذ مهام تتطلب سلوكًا ذكيًا.
- يعد التعلم الآلي والتعلم العميق من أهم فروع الذكاء الاصطناعي.
- يشمل الذكاء الاصطناعي خوارزميات البحث والمنطق الضبابي والشبكات العصبية والتحسين التطوري.
- توفر نظم الطاقة الحديثة مجالًا واسعًا لتطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين التنبؤ والتحكم والمراقبة والتحسين واتخاذ القرار.

📝 Review Questions

1. What is Artificial Intelligence?

2. What is the difference between AI, Machine Learning, and Deep Learning?
3. What is an intelligent agent?
4. Why is AI useful in modern electrical power systems?
5. Name four applications of AI in power engineering.
6. What are the main advantages of AI?
7. What are some limitations of AI-based systems?

📝 أسئلة المراجعة

1. ما هو الذكاء الاصطناعي؟
2. ما الفرق بين الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق؟
3. ما المقصود بالوكيل الذكي؟
4. لماذا يعد الذكاء الاصطناعي مهمًا في نظم الطاقة الكهربائية الحديثة؟
5. اذكر أربعة تطبيقات للذكاء الاصطناعي في هندسة القوى الكهربائية.
6. ما أهم مزايا استخدام الذكاء الاصطناعي؟
7. ما بعض القيود والتحديات التي تواجه الأنظمة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي؟