Lecture 15 – Multi-Agent AI for Smart Grids

المحاضرة 15 – الذكاء الاصطناعي متعدد الوكلاء في الشبكات الذكية

Topics

- What is a Multi-Agent System (MAS)?
- Cooperative vs Competitive agents
- Communication protocols
- Distributed optimization
- Multi-Agent Reinforcement Learning (MARL)
- Consensus algorithms
- Applications in microgrids, EV charging, DER coordination and market operation
- Cybersecurity and resilient coordination

Key Equation

$x(k+1)=W\cdot x(k)$ (Consensus Update)

المحتوى

- مفهوم الأنظمة متعددة الوكلاء.
- الوكلاء المتعاونون والمتنافسون.
- بروتوكولات الاتصال.
- التحسين الموزع.
- التعلم المعزز متعدد الوكلاء.
- خوارزميات الإجماع.
- التطبيقات في الشبكات الذكية والمركبات الكهربائية.
- الأمن السيبراني.

Research Corner

Current research combines Graph Neural Networks, Multi-Agent RL, and Digital Twins for autonomous grid operation.

Review Questions

1. Explain the difference between centralized and distributed control.
2. Why is consensus important?
3. What are the challenges of MARL?