Knowledge Representation

Lecture one

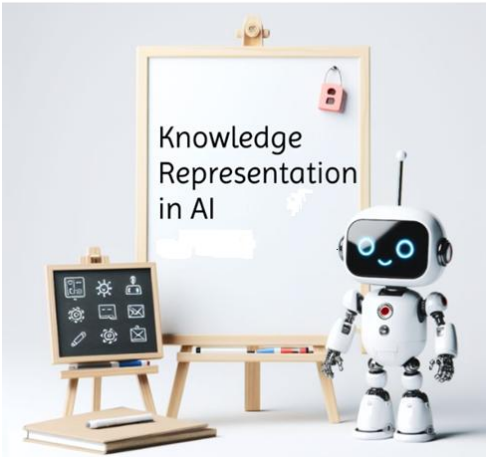


Table of contents

What is Knowledge Representation?

Different Types of Knowledge

Cycle of Knowledge Representation in AI

What is the Relation between Knowledge & Intelligence?

Techniques of Knowledge Representation in AI

Representation Requirements

Approaches to Knowledge Representation in AI

Introduction to Knowledge Representation

مقدمة في تمثيل المعرفة

Humans are best at understanding, reasoning, and interpreting knowledge. Humans know things, which is knowledge, and based on their knowledge, they perform various actions in the real world. The way machines do all these tasks falls under knowledge representation and reasoning. We can describe knowledge representation as follows:

- Knowledge representation and reasoning (KR, KRR) is a part of Artificial Intelligence that deals with how AI agents think and how this thinking contributes to their intelligent behavior.
- It is responsible for representing information about the real world so that a computer can understand and utilize this knowledge to solve complex real-world problems, such as diagnosing a medical condition or communicating with humans in natural language.

- It enables an intelligent machine to learn from knowledge and experiences so that it can behave intelligently like a human.

يتميز البشر بقدرتهم الفائقة على فهم المعرفة واستنتاجها وتفسيرها. فهم يعرفون الأشياء، وهي المعرفة، وبناءً على معرفتهم، يقومون بمختلف العمليات في العالم الحقيقي. وتندرج طريقة أداء الآلات لهذه المهام تحت مفهوم تمثيل المعرفة والاستدلال. وبالتالي، يمكننا وصف تمثيل المعرفة على النحو التالي:

- تمثيل المعرفة والاستدلال هو جزء من الذكاء الاصطناعي، ويتناول كيفية تفكير وكلاء الذكاء الاصطناعي وكيف يُسهم هذا التفكير في سلوكهم الذكي.
- هو المسؤول عن تمثيل المعلومات المتعلقة بالعالم الحقيقي، بحيث يتمكن الحاسوب من فهم هذه المعرفة واستخدامها لحل مشكلات العالم الحقيقي المعقدة، مثل تشخيص حالة طبية أو التواصل مع البشر بلغة طبيعية.
- يُمكّن الآلة الذكية من التعلم من المعرفة والتجارب، بحيث تتصرف بذكاء كالإنسان.

Types of Knowledge to be Represented in AI Systems

- **Object:** Facts about objects in our world domain. E.g., guitars contain strings, trumpets are brass instruments.
- **Events:** Actions that occur in our world.
- **Performance:** Describes behavior involving knowledge about how to do things.
- **Meta-knowledge:** Knowledge about what we know.
- **Facts:** Truths about the real world and what we represent.
- **Knowledge-Base:** Central component of knowledge-based agents, represented as KB.

أنواع المعرفة التي تُمثَّل في أنظمة الذكاء الاصطناعي

الكائن: حقائق عن الكائنات في عالمنا. على سبيل المثال، تحتوي القيثارات على أوتار، والأبواق آلات نحاسية.

الأحداث: الأفعال التي تحدث في عالمنا.

الأداء: يصف السلوك الذي يتضمن معرفةً بكيفية القيام بالأشياء.

المعرفة الفوقية: معرفة بما نعرفه.

المعرفة الفوقية مصطلح يُستخدم في مجال الذكاء الاصطناعي لوصف المعرفة المُحددة مسبقًا. من أمثلة المعرفة الفوقية التخطيط والوسم والتعلم (planning, tagging, and learning). يتطور هذا النموذج بمرور الوقت ويستخدم مواصفات مختلفة. المعرفة الفوقية هي معرفةٌ حول المعرفة. إلى جانب المعرفة المتعلقة باكتساب

المعرفة، ومصدرها، وقابليتها للتطبيق، وموثوقيتها، تشير المعرفة الفوقية أيضًا إلى المعرفة المتعلقة بما يعرفه الآخرون، والمعلومات التي يحتاجونها، وكيفية استخدام المعرفة الذاتية بناءً عليها.

الحقائق: حقائق عن العالم الحقيقي وما نمثله.

قاعدة المعرفة: المكون الرئيسي للوكلاء القائمين على المعرفة، ويُمثَّل بـ ال KB

tagging في عالم التسويق، يشير الوسم إلى إضافة كلمات رئيسية أو عبارات رئيسية إلى جزء من المحتوى لتسهيل العثور عليه أو الارتباط به. tagging في الذكاء الاصطناعي عملية تعلُّم آلي حيث تتعرف الخوارزميات على محتوى البيانات غير المنظمة، وتعيين علامات أو علامات أو تسميات وصفية ذات صلة تجعلها قابلة للبحث باستخدام المصطلحات الرئيسية.

Key Elements of Knowledge Representation

العناصر الأساسية لتمثيل المعرفة

1. Entities and Objects: The basic building blocks of the world that need to be modeled (e.g., people, places, objects).
2. Attributes and Properties: Characteristics or features of these entities (e.g., a person's age, height, or name).
3. Relationships: Connections between entities (e.g., "John is the father of Mary" or "Paris is the capital of France").
4. Events and Actions: Processes or occurrences that happen over time (e.g., "John is walking," or "The train leaves at 5 PM").
5. Rules and Constraints: Logical conditions and guidelines that govern relationships and behavior in the domain (e.g., "If it rains, the ground becomes wet").

1. الكيانات والأشياء: وحدات البناء الأساسية للعالم التي تحتاج إلى نمذجة (مثل الأشخاص والأماكن والأشياء).
2. السمات والخصائص: خصائص أو سمات هذه الكيانات (مثل عمر الشخص أو طوله أو اسمه).
3. العلاقات: الروابط بين الكيانات (مثل: "جون والد مريم" أو "باريس عاصمة فرنسا").
4. الأحداث والأفعال: العمليات أو الظواهر التي تحدث بمرور الوقت (مثل: "جون يمشي" أو "يغادر القطار الساعة الخامسة مساءً").

5. القواعد والقيود: الشروط والمبادئ التوجيهية المنطقية التي تحكم العلاقات والسلوك في المجال (مثل: "إذا أمطرت، تبلل الأرض").

Characteristic of Knowledge

- Knowledge depends and pertains to the circumstances that formed its existence around an idea, statement, or event. Therefore, it is contextual.
- It is only beneficial if applied.
- Its values may change over time.
- It is developed through a learning process.
- Knowledge is dynamic.
- Depends on memory, expertise, exposure, past experiences, opportunities, and the transfer mechanisms.

خصائص المعرفة

- تعتمد المعرفة على الظروف التي شكلت وجودها حول فكرة أو عبارة أو حدث، وترتبط بها. لذلك، فهي سياقية.
- لا تُجدي نفعًا إلا إذا طُبِّقت.
- قد تتغير قيمها بمرور الوقت.
- تتطور من خلال عملية تعلم.
- المعرفة ديناميكية.
- تعتمد على الذاكرة، والخبرة، والكشف ، والتجارب السابقة، والفرص، وآليات النقل.

Knowledge is awareness or familiarity gained by experiences of facts, data, and situations. The types of knowledge in artificial intelligence are:

المعرفة هي الوعي أو الإلمام المُكتسب من خلال تجارب الحقائق والبيانات والمواقف. أنواع المعرفة في الذكاء الاصطناعي هي:

1. Declarative Knowledge:

- Knowing about something; includes concepts, facts, and objects. Also known as descriptive knowledge, expressed in declarative sentences.

المعرفة بشيء ما؛ وتشمل المفاهيم والحقائق والأشياء. تُعرف أيضًا بالمعرفة الوصفية، وتُعبَّر عنها بجمل إخبارية.

2. **Procedural Knowledge:**
    - Known as imperative knowledge, responsible for knowing how to do something, includes rules, strategies, and procedures.

تُعرف بالمعرفة الحتمية، وهي المسؤولة عن معرفة كيفية القيام بشيء ما، وتتضمن القواعد والاستراتيجيات والإجراءات.

3. **Meta-knowledge:**
    - Knowledge about the other types of knowledge.

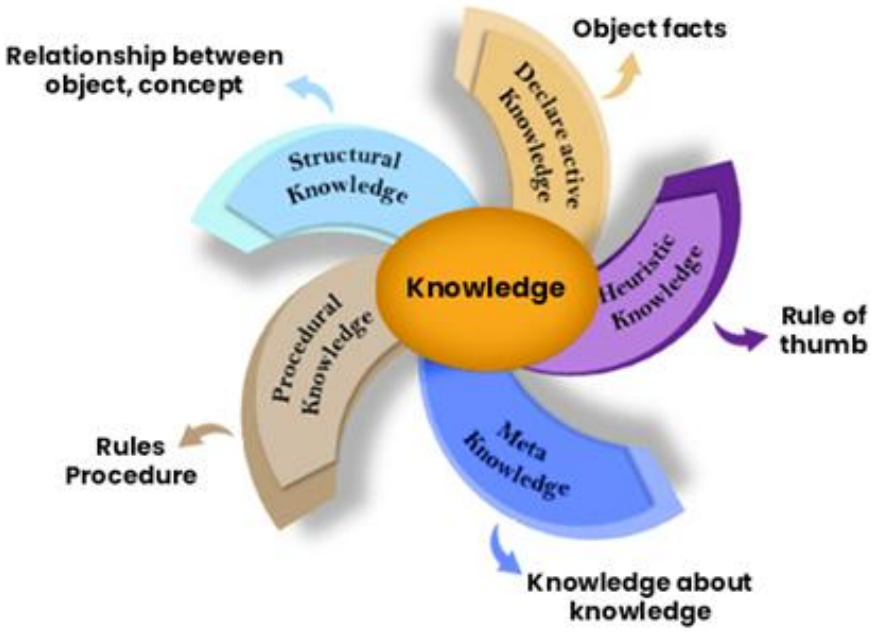
المعرفة بأنواع المعرفة الأخرى

4. **Heuristic Knowledge:**
    - Represents knowledge of some experts in a field, based on previous experiences, and approaches that work but are not guaranteed.

تُمثل معرفة بعض الخبراء في مجال معين، بناءً على تجارب سابقة، وأساليب فعّالة ولكنها غير مضمونة.

5. **Structural Knowledge:**
    - Basic knowledge for problem-solving, describes relationships between concepts.

المعرفة الأساسية لحل المشكلات، وتصف العلاقات بين المفاهيم.



The Relation between Knowledge and Intelligence

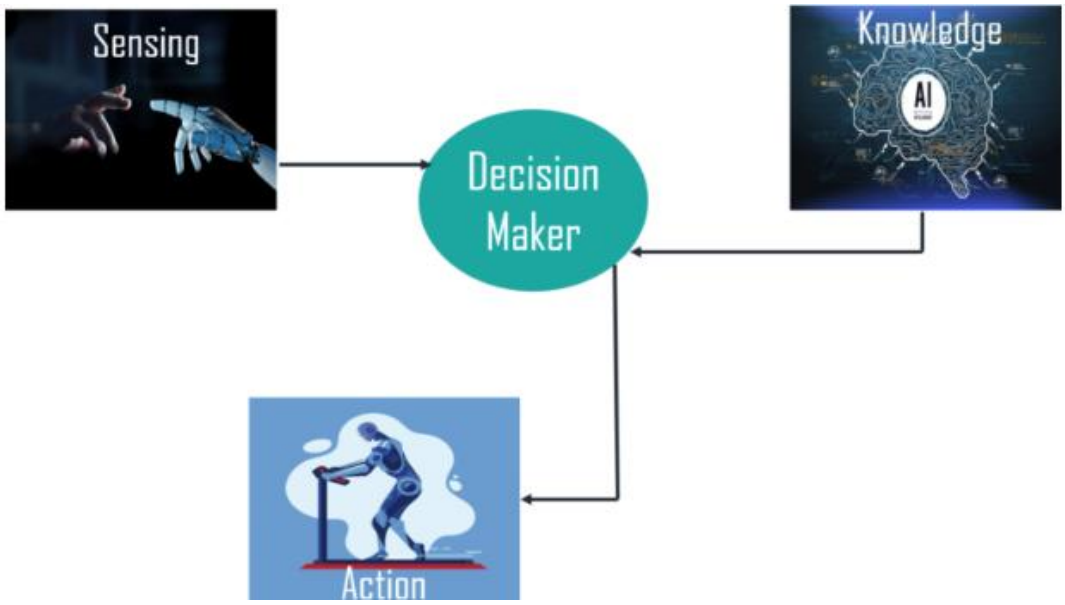
العلاقة بين المعرفة والذكاء

Knowledge of real-worlds plays a vital role in intelligence and same for creating artificial intelligence. Knowledge plays an important role in demonstrating intelligent behavior in AI agents. An agent is only able to accurately act on some input when he has some knowledge or experience about that input. Let's suppose if you met some person who is speaking in a language which you don't know, then how you will able to act on that. The same thing applies to the intelligent behavior of the agents. As we can see in below diagram, there is one decision maker which act by sensing the environment and using knowledge. But if the knowledge part will not present then, it cannot display intelligent behavior.

تلعب معرفة العالم الحقيقي دورًا حيويًا في الذكاء، وينطبق الأمر نفسه على بناء الذكاء الاصطناعي. وتلعب المعرفة دورًا هامًا في إظهار السلوك الذكي لدى عملاء الذكاء الاصطناعي. لا يستطيع العميل التصرف بدقة بناءً على بعض المدخلات إلا إذا كانت لديه بعض المعرفة أو الخبرة حول تلك المدخلات.

لنفترض أنك قابلت شخصًا يتحدث لغة لا تعرفها، فكيف ستتمكن من التصرف بناءً عليها؟ وينطبق الأمر نفسه على السلوك الذكي للعملاء.

كما نرى في الرسم البياني أدناه، يوجد صانع قرار واحد يتصرف من خلال استشعار البيئة واستخدام المعرفة. ولكن إذا لم يكن جانب المعرفة موجودًا، فلن يتمكن من إظهار سلوك ذكي.



Differences Between Intelligence and Knowledge

Knowledge is the acquisition and acceptance of facts, while intelligence points out the implementation of the facts wisely and perfectly.

- Knowledge can be the same in different individuals, especially if impacted under the same environment, for example, a classroom setup. Intelligence, on the other hand, is unique to individuals. The intelligence of two individuals with similar knowledge will create different results in real-life situations.
- Knowledge acquisition is through experience, training, books, practice, materials, and research and is an ever-learning process. On the other hand, intelligence is inborn. It is in one's genes, and the individual is naturally intelligent.
- Intelligence is all about doing the right things the right way without asking for guidance, while knowledge needs one to acquiring the skills to do something. The latter requires one to ask or learn anything to be able to do it.
- Knowledge helps one know of a problem or situation and how it came to happen. Intelligence, on the other hand, helps an individual to design ways to deal with that situation or solve the problem at hand.
- Knowledge is basically what people or someone already know. They have been through the process of acquiring it and are passing it on to others. Intelligence is uniquely available to individuals. It helps with the proper implementation of the acquired knowledge.
- Knowledge is primarily a vehicle, while intelligence is like the gas that drives it.

الفرق بين الذكاء والمعرفة

- قد تتشابه المعرفة لدى مختلف الأفراد، خاصةً إذا تأثرت ببيئة واحدة، مثل بيئة الفصل الدراسي. من ناحية أخرى، يُعد الذكاء أمرًا فريدًا لكل فرد. فذكاء شخصين يمتلكان معرفة متشابهة سيُنتج نتائج مختلفة في مواقف الحياة الواقعية.

- يتم اكتساب المعرفة من خلال الخبرة والتدريب والكتب والممارسة والمواد والبحث، وهي عملية تعلم مستمرة. من ناحية أخرى، يُعد الذكاء أمرًا فطريًا، فهو موجود في جينات الفرد، والفرد ذكي بطبيعته.

- يتمثل الذكاء في القيام بالأشياء الصحيحة بالطريقة الصحيحة دون طلب التوجيه، بينما تتطلب المعرفة اكتساب المهارات اللازمة للقيام بشيء ما. تتطلب المعرفة من المرء أن يسأل أو يتعلم أي شيء ليتمكن من القيام به.

- تساعد المعرفة المرء على معرفة المشكلة أو الموقف وكيفية حدوثها. من ناحية أخرى، يساعد الذكاء الفرد على تصميم طرق للتعامل مع هذا الموقف أو حل المشكلة المطروحة.

- المعرفة هي في الأساس ما يعرفه الناس أو شخص ما بالفعل. لقد مروا بعملية اكتسابها وينقلونها للآخرين. الذكاء متاح بشكل فريد للأفراد. يُساعد على التطبيق السليم للمعرفة المُكتسبة.

- المعرفة في المقام الأول وسيلة، بينما الذكاء هو بمثابة الوقود الذي يُحركها.

Approaches to Knowledge Representation

طرق تمثيل المعرفة

There are four main approaches:

1. **Simple Relational Knowledge:**
    - The simplest method, using relational methods to systematically store facts about objects.

المعرفة العلائقية البسيطة: هي أبسط طريقة لتخزين الحقائق باستخدام الطريقة العلائقية، حيث تُعرض كل حقيقة تتعلق بمجموعة من الكائنات بشكل منهجي في أعمدة. هذا النهج لا يتيح سوى فرصة ضئيلة للاستدلال.

Example: The following is the simple relational knowledge representation.

Player	Weight	Age
Player1	65	23
Player2	58	18
Player3	75	24

Example:

Name	Age	Emp ID
John	25	100071
Amanda	23	100056
Sam	27	100042

This is an example of representing simple relational knowledge.

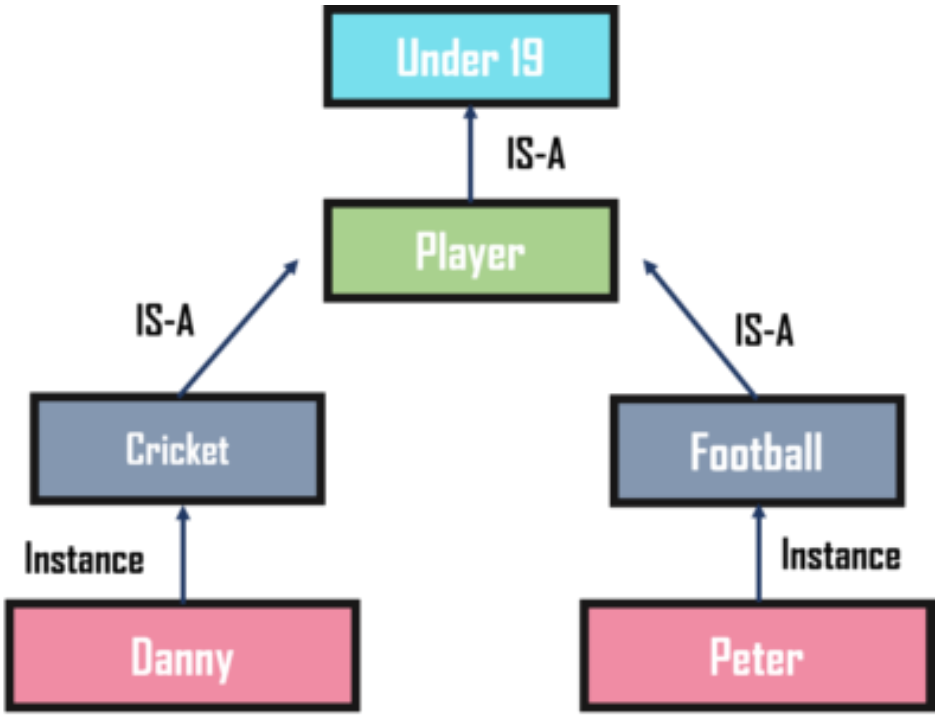
2. **Inheritable Knowledge**

المعرفة القابلة للتوريث

- All data stored in a hierarchy of classes. Elements inherit values from other members of a class.

تُخزَّن جميع البيانات في تسلسل هرمي من الفئات. ترث العناصر قيمًا من عناصر أخرى في الفئة.

في نهج المعرفة القابلة للتوريث، يجب تخزين جميع البيانات في تسلسل هرمي من الفئات. يجب ترتيب جميع الفئات بشكل عام أو هرمي. في هذا النهج، نطبق خاصية التوريث. ترث العناصر قيمًا من عناصر أخرى في الفئة. يحتوي هذا النهج على معرفة قابلة للتوريث تُظهر علاقة بين المثيل والفئة، وتُسمى علاقة المثيل. يمكن لكل إطار فردي تمثيل مجموعة السمات وقيمتها في هذا النهج، تُمثل الكائنات والقيم في عقد مُربعة. نستخدم الأسهم التي تُشير من الكائنات إلى قيمها.



يمثل هذا الشكل مخططًا تنظيميًا بسيطًا يُصنّف اللاعبين دون سن 19 عامًا حسب رياضاتهم وأسمائهم. وفيما يلي تفصيل لذلك:

المستوى الأعلى:

أقل من 19 عامًا: هذه هي الفئة الرئيسية، وتُشير إلى الفئة العمرية للاعبين.

المستوى الثاني:

اللاعب: تشير هذه العقدة إلى أننا نتحدث عن اللاعبين بشكل عام الذين يندرجون تحت فئة "أقل من 19 عامًا."

المستوى الثالث:

الكريكيت وكرة القدم: هاتان هما الفئتان الرياضيتان. يُصنّف اللاعبون بناءً على الرياضة التي يمارسونها.

المستوى الأدنى:

داني: مُدرج ضمن فئة الكريكيت، مما يعني أنه لاعب كريكيت دون سن 19 عامًا.

بيتر: مُدرج ضمن فئة كرة القدم، مما يعني أنه لاعب كرة قدم دون سن 19 عامًا.

باختصار، يُصنّف المخطط اللاعبين بناءً على رياضتهم وأسمائهم ضمن فئة أقل من 19 عامًا.

3. **Inferential Knowledge:**
    - Represents knowledge in the form of formal logics.

يُمثل منهج المعرفة الاستدلالية المعرفةَ في شكل منطق صوري. وبالتالي، يُمكن استخدامه لاستخلاص المزيد من الحقائق، كما أنه يضمن صحة النتائج. تُمثِّل المعرفة في شكل منطق رسمي.

Example:

Statement 1: John is a cricketer.

Statement 2: All cricketers are athletes.

Then it can be represented as;

Cricketer(John)
∀x = Cricketer (x) ————-> Athletes (x)

4. **Procedural Knowledge:**
    - Uses programs and codes to describe specific actions.

تستخدم البرامج والأكواد البرمجية لوصف إجراءات محددة

Music: "Procedural knowledge is the knowledge exercised in the performance of a task."

Geography: "technical knowledge and skills."

Maths: "Procedural knowledge is recalled as a sequence of steps. The category includes methods, algorithms and procedures: everything from long division, ways of setting out calculations in workbooks to the familiar step-by-step approaches to solving quadratic equations. All content in this category can be prefaced by the sentence stem 'I know how'."

يمكن تمثيل مفهوم المعرفة الإجرائية في مختلف المواد الدراسية. وفيما يلي تفصيل لذلك:

الموسيقى:

تشمل المعرفة الإجرائية فهم التقنيات والمهارات اللازمة لأداء المهام الموسيقية. قد يشمل ذلك العزف على آلة موسيقية أو الغناء.

الجغرافية:

تشير إلى المعرفة والمهارات التقنية المتعلقة بالمفاهيم الجغرافية، مثل قراءة الخرائط وفهم العلاقات المكانية.

الرياضيات:

تُعتبر المعرفة الإجرائية في الرياضيات سلسلة من الخطوات أو التقنيات. وتشمل أساليب مثل:

القسمة المطولة.

كتابة العمليات الحسابية بصيغ محددة.

حلول تدريجية للمسائل، مثل المعادلات التربيعية.

يمكن تقديم هذا النوع من المعرفة بعبارات مثل "أعرف كيف..." التي تؤكد على القدرة على أداء مهمة ما.

بشكل عام، تتعلق المعرفة الإجرائية بمعرفة كيفية أداء مهام محددة في مختلف المواد الدراسية، بدءًا من العزف الموسيقي ووصولًا إلى حل المسائل الرياضية.

AI knowledge cycle:

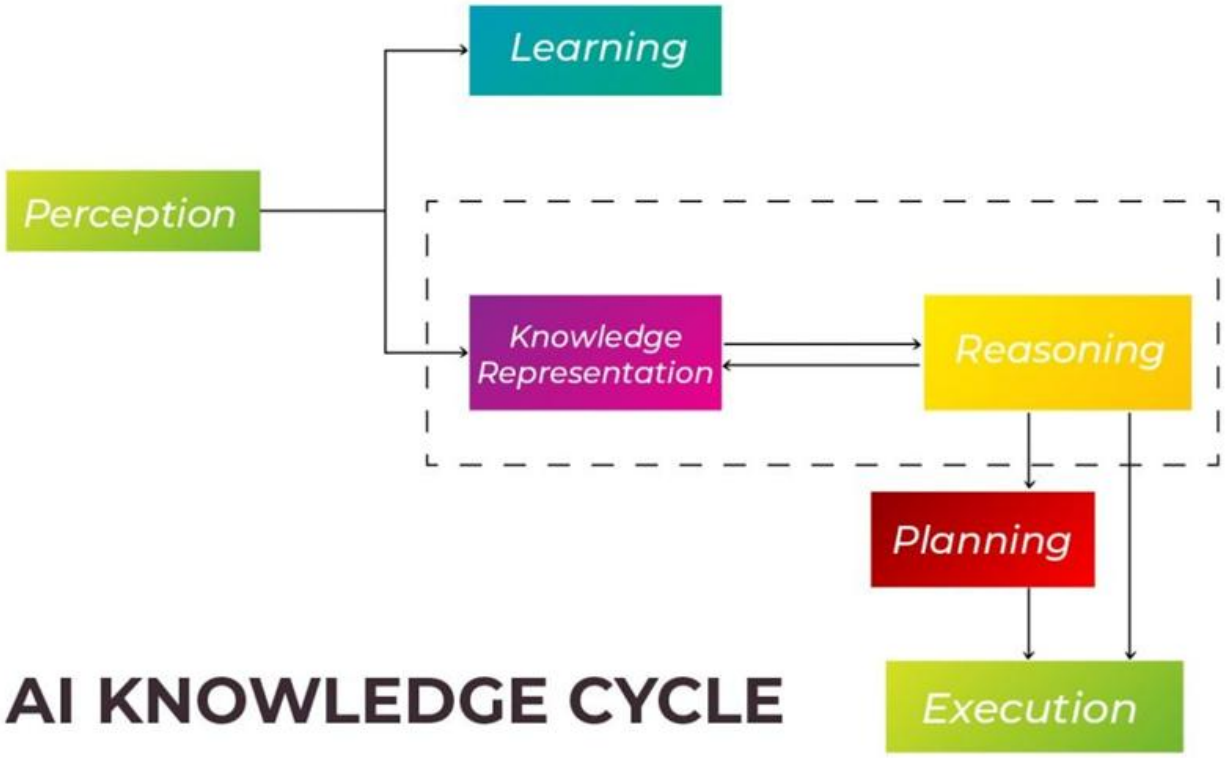
An Artificial intelligence system has the following components for displaying intelligent behavior:

1. Perception
2. Learning
3. Knowledge Representation and Reasoning
4. Planning
5. Execution

دورة معرفة الذكاء الاصطناعي

يحتوي نظام الذكاء الاصطناعي على المكونات التالية لعرض السلوك الذكي:

1. الإدراك
2. التعلم
3. تمثيل المعرفة والاستدلال
4. التخطيط
5. التنفيذ



The above diagram is showing how an AI system can interact with the real world and what components help it to show intelligence. AI system has Perception component by which it retrieves information from its environment. It can be visual, audio or another form of sensory input. The learning component is responsible for learning from data captured by Perception comportment. In the complete cycle, the main components are knowledge representation and Reasoning. These two components are involved in showing the intelligence in machine-like humans. These two components are independent with each other but also coupled together. The planning and execution depend on analysis of Knowledge representation and reasoning.

يوضح الرسم البياني أعلاه كيفية تفاعل نظام الذكاء الاصطناعي مع العالم الواقعي، والعناصر التي تُمكّنه من إظهار الذكاء. يحتوي نظام الذكاء الاصطناعي على عنصر إدراكي يستعيد من خلاله المعلومات من بيئته. يمكن أن تكون هذه المعلومات مرئية أو صوتية أو أي شكل آخر من أشكال المدخلات الحسية. أما عنصر التعلم، فهو مسؤول عن التعلم من البيانات المُلتقطة من خلال سلوك الإدراك. في الدورة الكاملة، العنصران الرئيسيان هما تمثيل المعرفة والاستدلال. يشارك هذان العنصران في إظهار الذكاء لدى البشر الشبيهين

بالآلات. هذان العنصران مستقلان عن بعضهما البعض، ولكنهما مرتبطان أيضًا. يعتمد التخطيط والتنفيذ على تحليل تمثيل المعرفة والاستدلال.

Requirements for Knowledge Representation System:

1. **Representational Accuracy:** Ability to represent all required knowledge.
2. **Inferential Adequacy:** Ability to manipulate structures to produce new knowledge.
3. **Inferential Efficiency:** Directing inferential mechanisms into productive directions.
4. **Acquisitional Efficiency:** Ability to acquire new knowledge easily.

متطلبات نظام تمثيل المعرفة

1. دقة التمثيل: القدرة على تمثيل جميع المعارف المطلوبة.
2. الكفاية الاستدلالية: القدرة على استخدام الهياكل لإنتاج معارف جديدة.
3. الكفاءة الاستدلالية: توجيه آليات الاستدلال إلى اتجاهات إنتاجية.
4. الكفاءة الاكتسابية: القدرة على اكتساب معارف جديدة بسهولة.

Questions and Answers about this lecture

1. **How does knowledge representation contribute to the intelligence of AI systems?**
   - Knowledge representation allows AI systems to understand, reason, and make decisions based on real-world information.
2. **What role does context play in the effectiveness of knowledge representation?**
   - Context is critical as it defines how knowledge is interpreted and applied, affecting decision-making and problem-solving.
3. **In what ways can knowledge representation techniques be applied to real-world problems, such as medical diagnosis or natural language processing?**
   - Techniques allow for modeling complex systems, enhancing decision support, parsing language structures, and generating human-like responses.

Definition Questions

1. **Define "Knowledge Representation" and explain its significance in artificial intelligence.**
    - Knowledge representation (KR) is a field within AI focused on how information is structured so machines can understand and utilize it effectively.
2. **What is "Meta-knowledge," and how does it differ from other types of knowledge in AI systems?**
    - Meta-knowledge refers to knowledge about knowledge, helping to assess and manage different knowledge types within a system.
3. **Explain the term "Knowledge Base" in the context of knowledge representation and AI.**
    - A Knowledge Base (KB) is a collection of information that AI systems use for reasoning, often organized for efficient retrieval and manipulation.

Yes/No Questions

1. **Is knowledge representation solely concerned with how data is stored in a computer system?**
    - No.
2. **Can intelligent behavior in AI be exhibited without sufficient knowledge representation?**
    - No.
3. **Is the relationship between knowledge and intelligence linear and straightforward?**
    - No.

Multiple-Choice Questions

1. Which of the following is **NOT** one of the types of knowledge representation mentioned?
    - A) Declarative Knowledge
    - B) Procedural Knowledge
    - C) Empirical Knowledge **(Correct Answer)**
    - D) Meta-knowledge

2. The component of an AI system that allows it to learn from data and experiences is known as:
    - A) Knowledge Representation
    - B) Perception
    - C) Learning **(Correct Answer)**
    - D) Execution

3. Which of the following requirements for a knowledge representation system pertains to its ability to generate new knowledge?
    - A) Representational Accuracy
    - B) Inferential Adequacy **(Correct Answer)**
    - C) Acquisitional Efficiency
    - D) Inferential Efficiency

4. Procedural Knowledge is primarily responsible for:
    - A) Knowing about facts and concepts.
    - B) Knowing how to perform tasks and actions. **(Correct Answer)**
    - C) Understanding relationships between different kinds of knowledge.
    - D) Incorporating expert knowledge into AI systems.

5. In what representation approach does information inherit characteristics from a parent class?
    - A) Inferential Knowledge
    - B) Procedural Knowledge
    - C) Inheritable Knowledge **(Correct Answer)**
    - D) Relational Knowledge

Types of Knowledge Representation Techniques:

1. **Logical Representation**:
o **Predicate Logic**: Represents facts, rules, and relationships between entities using formal logic. Example: **Father (John, Mary**) meaning John is Mary's father.
o **Propositional Logic**: Uses simple, declarative propositions to express knowledge. Example: "It is raining" as a single proposition. **(T or F)**

2. **Semantic Networks**:
o Represents knowledge as a graph of concepts, with nodes as entities and edges as relationships. Useful for representing hierarchical relationships and associations.

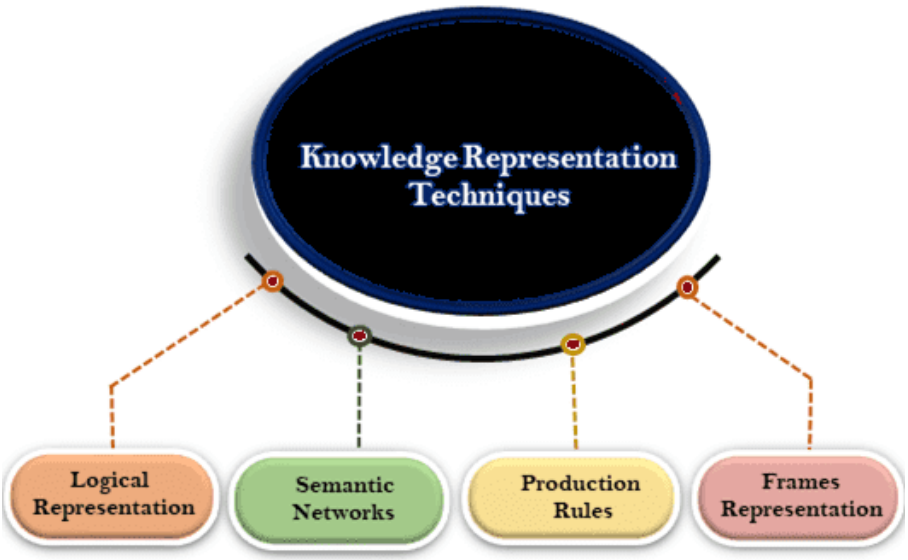
3. **Frames**:
o Represents stereotyped situations, where knowledge is organized into data structures called frames. Each frame includes slots (attributes or properties) that define an object or concept, and can inherit information from other frames. Example: A "car" frame may have slots for "make," "model," "year," etc.

4. **Rules-Based Systems**:
o Uses if-then rules to represent expert knowledge in a specific domain. These rules are applied to a knowledge base to infer new information or make decisions.

What are Knowledge Representation Schemes?
In Al, there are four basic categories of representational schemes: logical, procedural, network and structured representation schemes.

ما هي مخططات تمثيل المعرفة؟

في الذكاء الاصطناعي، هناك أربع فئات أساسية من مخططات التمثيل: المخططات المنطقية، والإجرائية، والشبكية، والهيكلية.



Representation

1. Logical Representation:

1) **Logical representation** uses expressions in formal logic to represent its knowledge base. **Predicate Calculus** is the most widely used representation scheme.
مخطط التمثيل المنطقي
هذا المخطط يستخدم التعابير في المنطق **Predicate Calculus** لتمثيل قاعدة المعرفة و**هو** نظام التمثيل الأكثر استخدامًا.

There are two types of logical representation:

o **Predicate Logic**: Represents facts, rules, and relationships between entities using formal logic. Example: **Father (John, Mary**) meaning John is Mary's father.

o **Propositional Logic**: Uses simple, declarative propositions to express knowledge. Example: "It is raining" as a single proposition. **(T or F)**

Logical representation is a language with some concrete rules which deals with propositions and has no ambiguity in representation. Logical representation means drawing a conclusion based on various conditions. This representation lays down some important communication rules. It consists of precisely defined syntax and semantics which supports the sound inference. Each sentence can be translated into logics using syntax and semantics.

- **Syntax** determines which symbol we can use in knowledge representation.
- **Semantics** are the rules by which we can interpret the sentence in the logic.

التمثيل المنطقي لغةٌ ذات قواعدَ محددة، تتناول القضايا، وليس فيها غموض للتمثيل. يعني التمثيل المنطقي استخلاص استنتاجات بناءً على شروطٍ مختلفة. يضع هذا التمثيل بعض من قواعدَ التواصلٍ مهمة، ويتألف من قواعد نحوية ودلالية محددة بدقة، تدعم الاستدلال الصوتي. يمكن ترجمة كل جملة إلى منطق باستخدام قواعد النحو والدلالة.

- يحدد النحو **Syntax** الرمز الذي يمكننا استخدامه في تمثيل المعرفة.
- الدلالات **Semantics** هي القواعد التي يمكننا من خلالها تفسير الجملة منطقيًا.

2) **Procedural representation** represents knowledge as a set of instructions for solving a problem. These are usually **if-then rules** we use in rule-based systems.

مخطط التمثيل الاجرائي

يمثل المعرفة كمجموعة تعليمات لحل المشاكل. النظم الخبيرة التي تعتمد على قانون if-then هي مثال على هذا التمثيل .

3) **Network representation** captures knowledge as a graph in which the nodes represent objects or concepts in the problem domain and the arcs represent relations or associations between them. **Semantic networks and conceptual graph** are example of this scheme

مخطط تمثيل الشبكة

يظهر المعرفة كمخطط تكون فيه العقد تمثل الأشياء او المفاهيم في مجال المشكلة والأسهم تمثل العلاقة بينهم

Semantic Network Representation

Semantic networks are alternative of predicate logic for knowledge representation. In Semantic networks, we can represent our knowledge in the form of graphical networks. This network consists of nodes representing objects and arcs which describe the relationship between those objects. Semantic networks can categorize the object in different forms and can also link those objects. Semantic networks are easy to understand and can be easily extended.

الشبكات الدلالية بديلٌ عن المنطق الإسنادي لتمثيل المعرفة. في الشبكات الدلالية، يُمكننا تمثيل معرفتنا على شكل شبكات بيانية. تتكون هذه الشبكة من عُقد تُمثل الكائنات، وأقواس تصف العلاقة بينها. يُمكن للشبكات

الدلالية تصنيف الكائنات بأشكال مُختلفة، كما يُمكنها ربطها ببعضها. الشبكات الدلالية سهلة الفهم، ويمكن توسيعها بسهولة.

Represents knowledge as a graph of concepts, with nodes as entities and edges as relationships. Useful for representing hierarchical relationships and associations.

يُمثل المعرفة كرسم بياني (graph) للمفاهيم، حيث تُمثل العقد كيانات والحواف علاقات. يُفيد في تمثيل العلاقات والارتباطات الهرمية.

Graphical representation of knowledge (Semantic Network Representation)

- It is an alternative of predicate logic for knowledge representation.
- In Semantic net, we represent knowledge in graphical network form.
- This network consists of nodes representing objects and arcs which describe the relationship between those objects. Semantic networks can categorize the object in different forms and can also link those objects.
- This representation consists of mainly two types of relations:
  i. IS-A relation (Inheritance)
  ii. Kind-of-relation

- هو بديل لمنطق المسند لتمثيل المعرفة.
- في الشبكة الدلالية Semantic net ، تمثل المعرفة في شكل شبكة بيانية (graphical network form)
- تتكون هذه الشبكة من عُقد تُمثل الكائنات وأقواس تصف العلاقة بينها. يُمكن للشبكات الدلالية تصنيف الكائنات بأشكال مختلفة، كما يُمكنها ربطها.
- يتكون هذا التمثيل بشكل رئيسي من نوعين من العلاقات:
  - علاقة IS-A (وراثة)
  - نوع العلاقة

Components of Graphical representation of knowledge

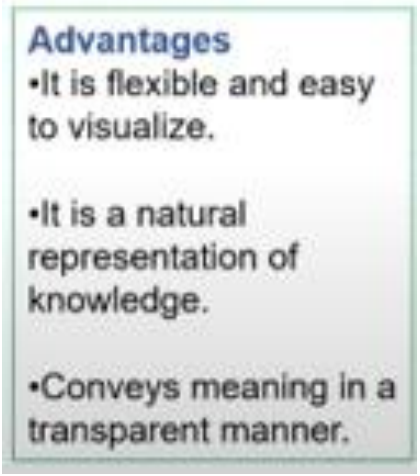
- **Nodes:** objects
- **Edges/Arcs:** relation between objects

Example:

- Apple is a fruit.

Advantages:

- It is flexible and easy to visualize.
- It is a natural representation of knowledge.
- Conveys meaning in a transparent manner.

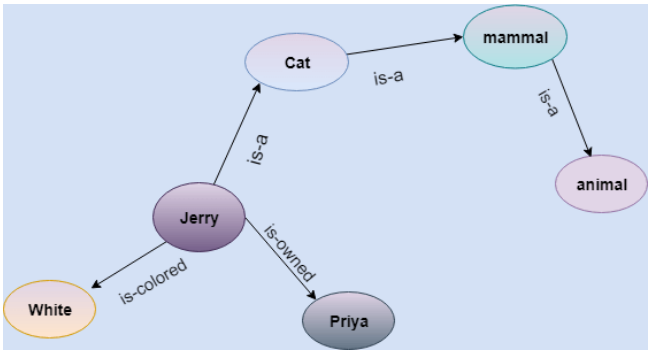


مزايا الشبكات الدلالية:

- **تُمثّل الشبكات الدلالية المعرفة بشكل طبيعي.**
- **تنقل الشبكات الدلالية المعنى بشفافية.**
- **تتميز هذه الشبكات بالبساطة وسهولة الفهم.**

Example:
Statements:

- Jerry is a cat.
- Jerry is a mammal.
- Jerry is owned by Priya.
- Jerry is white colored.
- All mammals are animals.

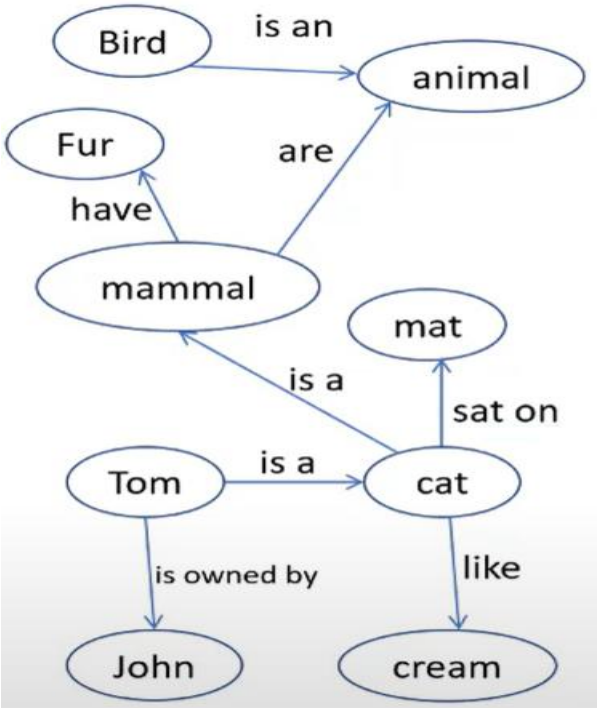


في الرسم البياني أعلاه، مثّلنا أنواع المعرفة المختلفة على شكل عقد وأقواس. يرتبط كل كائن بآخر بعلاقة ما.

Example:

Statements:

- Tom is a Cat.
- Tom is owned by John.
- Cat like Cream.
- Cat sat on the Mat.
- Cat is a mammal.
- The bird is an animal.
- All mammals are animal.
- Mammals have fur.



Example of a Semantic Network:
Let's take a simple domain involving animals, which we can represent in a semantic network.
We want to represent the following knowledge:
1. A **dog** is a type of **mammal**.
2. A **cat** is also a type of **mammal**.
3. All **mammals** are **animals**.
4. Both **dogs** and **cats** have the ability to **bark** and **meow**, respectively.
5. All **animals** need **food** to survive.
6. A **dog** has a specific name, say **Buddy**.

Semantic Network Representation:

We can create a semantic network based on this knowledge, where:
• **Nodes**: represent entities like **dog**, **cat**, **mammal**, **animal**, **food**, and the individual **Buddy**.
• **Edges**: represent relationships like "is a," "has," "needs," or "can."

Visual Representation (text description of a network structure) :(draw it)

1. **Dog** and **Cat** are connected to **Mammal** with an "is-a" link (hierarchical relationship).

2. **Mammal** is connected to **Animal** with an "is-a" link.
3. **Dog** is connected to **Buddy** with a "has" link (since Buddy is an instance of Dog).
4. **Dog** is connected to **Bark** with a "can" link (indicating a dog's ability to bark).
5. **Cat** is connected to **Meow** with a "can" link.
6. **Animal** is connected to **Food** with a "needs" link (indicating that all animals need food to survive).

Relationships in the Semantic Network

1. **Dog** → "is-a" → **Mammal**
2. **Cat** → "is-a" → **Mammal**
3. **Mammal** → "is-a" → **Animal**
4. **Dog** → "has" → **Buddy**
5. **Dog** → "can" → **Bark**
6. **Cat** → "can" → **Meow**
7. **Animal** → "needs" → **Food**

Semantic Network (text description):

1. **Dog is an instance of Mammal.**
2. **Cat is an instance of Mammal.**
3. **Mammal is a subclass of Animal.**
4. **Dog can bark, and Cat can meow.**
5. **All animals need food to survive.**
6. **A specific dog named Buddy is an individual in this network.**

Example Inferences:

1. **Inheritance**: From this semantic network, we can infer that since **Dog** is a **Mammal**, and **Mammal** is an **Animal**, then a **Dog** is also an **Animal**.
2. **Generalization**: If **Dog** can **bark**, and **Buddy** is a **Dog**, then we can infer that **Buddy** can also **bark**.
3. **Transitivity**: If all **Animals** need **Food**, and **Dog** is an **Animal**, then **Buddy** (a specific Dog) also needs **Food**.

Semantic networks are useful for visualizing relationships between concepts and can be used to infer new knowledge through the connections between entities. They are

particularly helpful in **representing hierarchical relationships**, like "is-a" and "has-a," and in making logical inferences through inheritance of properties.

الشبكات الدلالية مفيدة لتصور العلاقات بين المفاهيم، ويمكن استخدامها لاستنتاج معارف جديدة من خلال الروابط بين الكيانات. وهي مفيدة بشكل خاص في تمثيل العلاقات الهرمية، مثل "هو" و"له"، وفي استنباط استنتاجات منطقية من خلال وراثة الخصائص.

Drawbacks in Semantic representation:

- Semantic networks take more computational time at runtime as we need to traverse the complete network tree to answer some questions. It might be possible in the worst-case scenario that after traversing the entire tree, we find that the solution does not exist in this network.

- Semantic networks try to model human-like memory (Which has 1015 neurons and links) to store the information, but in practice, it is not possible to build such a vast semantic network.

- These types of representations are inadequate as they do not have any equivalent quantifier, e.g., for all, for some, none, etc.

- Semantic networks do not have any standard definition for the link names.
- These networks are not intelligent and depend on the creator of the system.

عيوب التمثيل الدلالي:

2. تستغرق الشبكات الدلالية وقتًا حسابيًا أطول أثناء التشغيل، إذ نحتاج إلى اجتياز شجرة الشبكة كاملةً للإجابة على بعض الأسئلة. وفي أسوأ الأحوال، قد نجد بعد اجتياز الشجرة بأكملها أن الحل غير موجود في هذه الشبكة.

3. تحاول الشبكات الدلالية نمذجة ذاكرة شبيهة بالذاكرة البشرية (والتي تحتوي على 1015 خلية عصبية ورابط) لتخزين المعلومات، ولكن عمليًا، لا يمكن بناء شبكة دلالية بهذا الحجم.

4. هذه الأنواع من التمثيلات غير كافية لعدم وجود مُعَيِّن كمّي مُكافئ لها (مثل: للجميع، لبعض، لا شيء، إلخ).

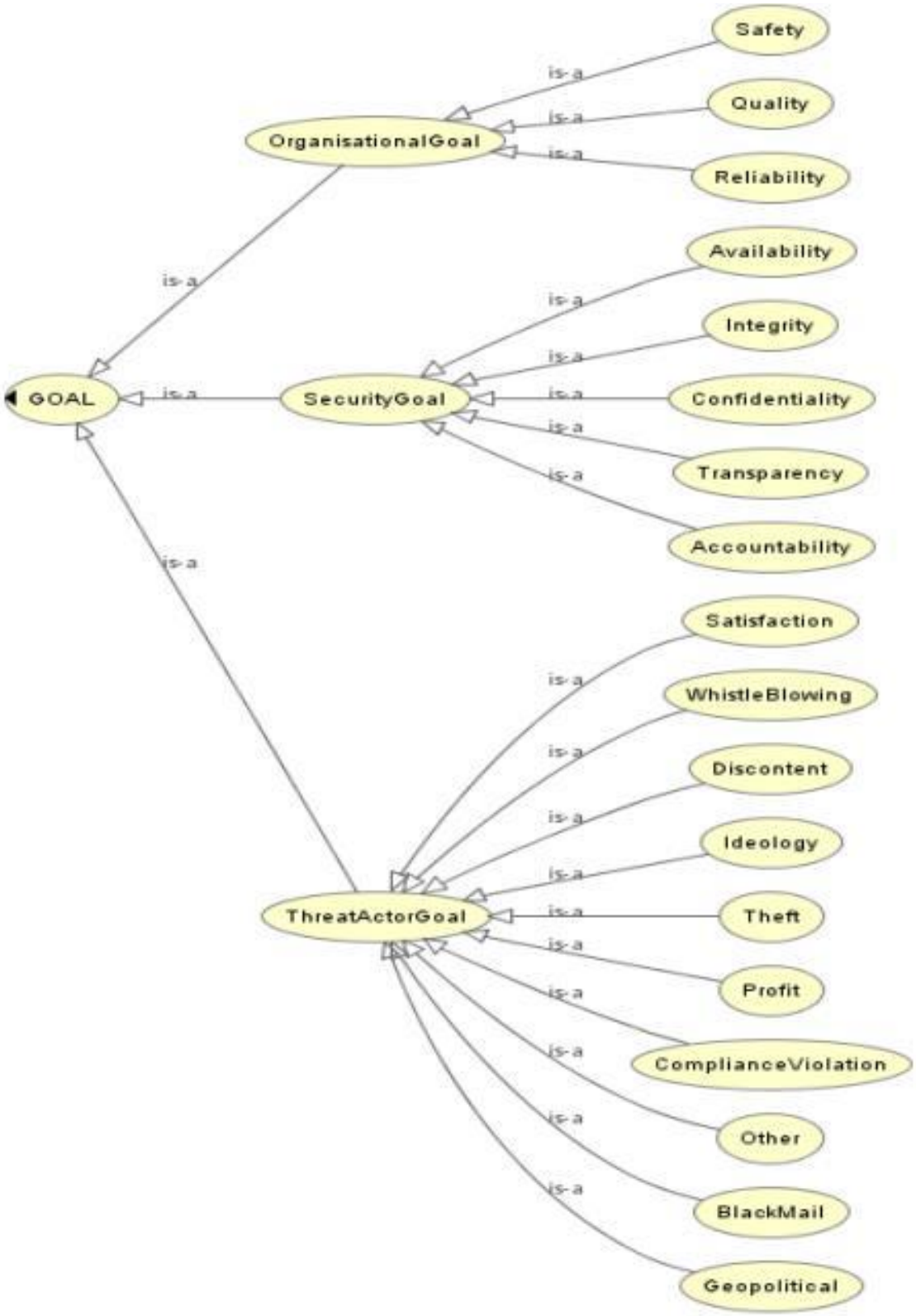
5. لا تمتلك الشبكات الدلالية تعريفًا معياريًا لأسماء الروابط.

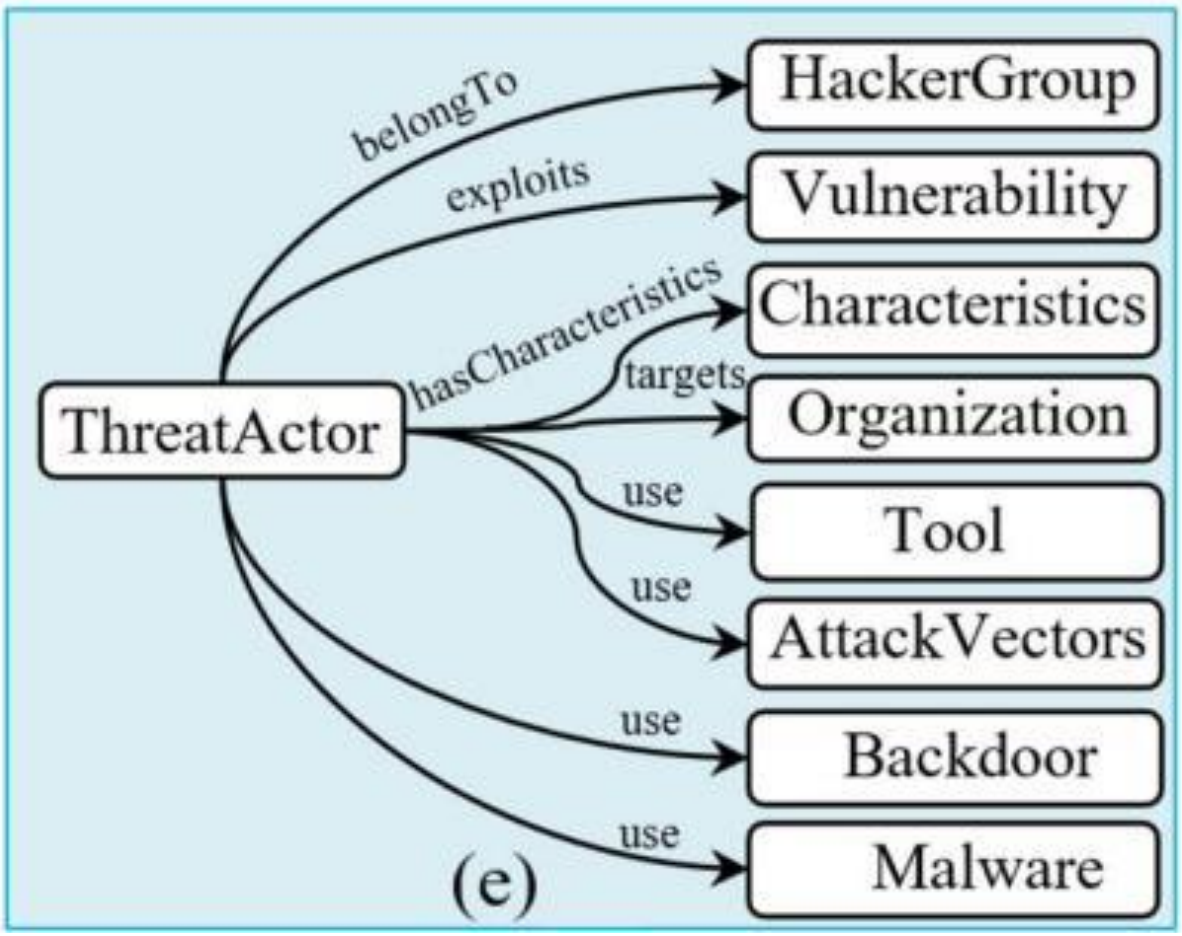
6. هذه الشبكات ليست ذكية وتعتمد على مُنشئ النظام.

Example:

The goal describes the aim of an organization. Identifying goals assists in determining what is required to achieve Organizational and Security goals. For instance, an organizational goal may require ensuring product quality, reliable and secure services to vendors and consumers. Security goals will ensure that the systems are confidential, integrity, availability, of the product or services. The security goal emphasizes more on adversary goals of attacking and aborting the main organizational goal. The threat actor's goal is to deploy attacks on the CSC system to exploit existing vulnerabilities and manipulate, divert, exfiltrate, and take command and control of the system and its assets.

يصف الهدف غايات المؤسسة. يساعد تحديد الأهداف في تحديد ما يلزم لتحقيق الأهداف التنظيمية والأمنية. على سبيل المثال، قد يتطلب هدف المؤسسة ضمان جودة المنتج، وخدمات موثوقة وآمنة للموردين والمستهلكين. تضمن أهداف الأمن سرية الأنظمة، وسلامة المنتج أو الخدمات، وتوافرها. يركز هدف الأمن بشكل أكبر على أهداف الخصم المتمثلة في مهاجمة الهدف التنظيمي الرئيسي وإحباطه. يتمثل هدف الجهة الفاعلة في التهديد في شن هجمات على نظام مركز التحكم السيبراني (CSC) لاستغلال الثغرات الأمنية الموجودة، والتلاعب بالنظام وأصوله، وتحويل مساره، واستخراجه، والسيطرة عليه.
الشكل يمثل رسم الخرائط الدلالية ومجموعة القواعد للهدف، المرجع: أنطولوجيا الهجوم الإلكتروني: تمثيل معرفي لأمن سلسلة التوريد الإلكترونية


GOAL
is-a
OrganisationalGoal
is-a
Safety
is-a
Quality
is-a
Reliability
is-a
SecurityGoal
is-a
Availability
is-a
Integrity
is-a
Confidentiality
is-a
Transparency
is-a
Accountability
is-a
ThreatActorGoal
is-a
Satisfaction
is-a
WhistleBlowing
is-a
Discontent
is-a
Ideology
is-a
Theft
is-a
Profit
is-a
ComplianceViolation
is-a
Other
is-a
BlackMail
is-a
Geopolitical



الشكل يعرض العلاقات بين الجهات الفاعلة في التهديد والفئات الأخرى ذات الصلة

4) **Structured representation** extends network representation schemes by allowing each node to have complex data structures named slots with attached values, these values may be simple numeric or symbolic data, pointer to other frames or even procedures, **scripts and frames** are examples of this scheme.

مخطط التمثيل الهيكلي
يعمل على توسيع مخططات تمثيل الشبكة من خلال السماح لكل عقدة بان يكون لها هياكل بيانات معقدة تسمى slots، يتكون من مجال الاسم بالإضافة الى قيم مرفقة. هذه القيم يمكن ان تكون رقمية بسيطة او بيانات رمزية او تكون مؤشرات الى إطارات frames أخرى او حتى اجراءا ت.

Frames Representation

The structure of a **frame** is like a record that contains a collection of attributes and its values to describe an entity in the world. Frames are the AI data structure that divides knowledge into substructures by representing **stereotypes situations**. It consists of a collection of **slots** and **slot values**. These slots may be of any type and size. **Slots** have *names* and *values*, which are called **facets**.

هيكل الإطار أشبه بسجل يحتوي على مجموعة من السمات وقيمها لوصف كيان في العالم. الإطارات هي بنية بيانات الذكاء الاصطناعي التي تُقسّم المعرفة إلى هياكل فرعية من خلال تمثيل مواقف نمطية. تتكون من مجموعة من الخانات وقيم الخانات. يمكن أن تكون هذه الخانات من أي نوع وحجم. للخانات أسماء وقيم تُسمى "الواجهات" او الاوجه.

Facets: The various aspects of a slot are known as Facets. Facets are features of frames that enable us to put constraints on the frames. Example: **IF-NEEDED facts** are called when data of any particular slot is needed. A frame may consist of any number of slots, a slot may include any number of facets, and facets may have any number of values.

الأوجه: تُعرف الجوانب المختلفة للخانة باسم "الأوجه". الأوجه هي خصائص الإطارات التي تُمكّننا من وضع قيود عليها. مثال: تُستدعى حقائق "إذا لزم الأمر" عند الحاجة إلى بيانات أي خانة معينة. قد يتكون الإطار من أي عدد من الخانات، وقد تتضمن الخانة أي عدد من الأوجه، وقد تحتوي الأوجه على أي عدد من القيم

A frame is also known as **slot-filter knowledge representation** in artificial intelligence.

Represents stereotyped situations, where knowledge is organized into data structures called frames. Each frame includes slots (attributes or properties) that define an object or concept, and can inherit information from other frames. Example: A "car" frame may have slots for “make,” “model,” “year,” etc.

يُمثل حالات نمطية، حيث تُنظَّم المعرفة في هياكل بيانات تُسمى إطارات. يتضمن كل إطار خانات (سمات أو خصائص) تُعرّف كائنًا أو مفهومًا، ويمكنه أن يرث معلومات من إطارات أخرى. مثال: قد يحتوي إطار "سيارة" على خانات لـ "الماركة"، "الطراز"، "السنة"، إلخ.

Frames are derived from semantic networks and later evolved into our modern-day classes and objects. A single frame is not much useful. Frames system consist of a collection of frames which are connected. In the frame, knowledge about an object or event can be stored together in the knowledge base. The frame is a type of

technology which is widely used in various applications including Natural language processing and computer vision

يُعرف الإطار أيضًا باسم تمثيل المعرفة بمرشح الخانات في الذكاء الاصطناعي. تُشتق الإطارات من الشبكات الدلالية، وتطورت لاحقًا إلى فئاتنا وكائناتنا الحديثة. الإطار الواحد ليس مفيدًا جدًا. يتكون نظام الإطارات من مجموعة من الإطارات المتصلة. في الإطار، يُمكن تخزين المعرفة المتعلقة بجسم أو حدث معًا في قاعدة المعرفة. الإطار هو نوع من التكنولوجيا يُستخدم على نطاق واسع في تطبيقات مُختلفة، بما في ذلك معالجة اللغة الطبيعية ورؤية الآلة.

Example of Frames in Knowledge Representation:
Let's take an example of representing knowledge about **a car** using frames.

Frame for a Car:
We want to represent a **car** as a structured object, with different features (slots) like **make**, **model**, **color**, **year**, and **owner**.
Car Frame might look:
Car Frame:
- Make: Toyota
- Model: Corolla
- Year: 2020
- Color: Red
- Owner: John Doe
- Engine: (Type: Internal Combustion, Fuel: Gasoline, Horsepower: 130 HP)
- Accessories: (GPS, Air Conditioning, Bluetooth)

Explanation:
• **Slots**: The different attributes of the car (e.g., Make, Model, Year, Color).
• **Slot Values**: The specific values for those attributes (e.g., Make: Toyota, Color: Red).

• **Nested Frames**: Some slots, like **Engine** and **Accessories**, can themselves be complex and represented using additional frames. For example, the Engine slot includes other attributes like **Type**, **Fuel**, and **Horsepower**.

Example: 1

Let's take an example of a frame for a book

Slots	Filters
Title	Artificial Intelligence
Genre	Computer Science
Author	Peter Norvig
Edition	Third Edition
Year	1996
Page	1152

Example 2:

Let's suppose we are taking an entity, Peter. Peter is a doctor as a profession, and his age is 25, he lives in city London, and the country is England. So following is the frame representation for this:

Slots	Filter
Name	Peter
Profession	Doctor
Age	25
Marital status	Single
Weight	78

Advantages of frame representation:

1. The frame knowledge representation makes the programming easier by grouping the related data.
2. The frame representation is comparably flexible and used by many applications in AI.
3. It is very easy to add slots for new attribute and relations.
4. It is easy to include default data and to search for missing values.
5. Frame representation is easy to understand and visualize.

مزايا تمثيل الإطارات

- يُسهّل تمثيل معرفة الإطارات البرمجة من خلال تجميع البيانات ذات الصلة.
- يتميز تمثيل الإطارات بمرونة نسبية، ويُستخدم في العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- يُسهّل إضافة خانات للسمات والعلاقات الجديدة.
- يُسهّل تضمين البيانات الافتراضية والبحث عن القيم المفقودة.
- يُسهّل تمثيل الإطارات فهمه وتصوره.

Disadvantages of frame representation:

1. In frame system inference mechanism is not be easily processed.
2. The inference mechanism cannot proceed smoothly proceeded by frame representation.
3. Frame representation has a much-generalized approach.

- آلية الاستدلال في نظام الإطارات ليست سهلة المعالجة.
- لا يمكن معالجة آلية الاستدلال بسلاسة من خلال تمثيل الإطارات.
- تمثيل الإطارات له نهج معمم إلى حد كبير.