تعريف الذكاء الاصطناعي : هناك عدة تعريفات للذكاء الاصطناعي نذكر من بينها

1. هو قدرة الحاسوب على التعلم.
2. قدرة الحاسوب على إدراك الوسط المحيط.
3. القدرة الحاسوب على التفكير و اتخاذ القرار.
4. القدرة على التصرف بشكل عقلاني (**rationally**) الخ هناك العديد من التعريفات والملاحظ أن جميع هذه التعريفات تشترك في شيء واحد وهو أن هناك عملا ذهنيا يحاكي أعمال الإنسان الذهنية.

إرهاصات الذكاء الاصطناعي

كان للعديد من العلوم تأثير كبير في ظهور الذكاء الاصطناعي, حيث قام المتخصصون بطرح أسئلة كانت فيما بعد مجال دراسة الذكاء الاصطناعي وعلى سبيل المثال :

الفلسفة

- ما هو أصل المعرفة ؟
- كيف نستخدم قواعد المنطق للحصول على استنتاجات سليمة

الاقتصاد

- كيف نتخذ قرار صائبا للحصول على اكبر قدر من الأرباح
- كيف نتصرف اذا كان هناك ما يعرقل تحقيق الأهداف المرسومة

علم النفس

1. كيف يفكر الإنسان والحيوان ومن ثم يتصرف تبعا لتفكيره .

علم الأعصاب (neurology)

2. كيف تحدث معالجة المعلومات في المخ

علم اللغة (linguistics)

3.كيف ترتبط اللغة بالتفكير

اختبار تيورنج (Test Turing)

في عام 1950 اقترح تيورنج اختبار معينا لتحديد ذكاء الحاسوب بحيث يتم إجراء الاختبار بالشكل التالي:

نضع جهاز حاسوب وإنسان في غرفة ونطرح عليهم عدة أسئلة مكتوبة, فإذا لم يستطع مجروا الاختبار تحديد صاحب الإجابة فإننا نقول ان الجهاز اجتاز اختبار تيورنج.

طبعا تمخض اختبار تيورنج عن عدة نتائج ساعدت في تطوير البيئة, حيث نبهت الباحثين الى ضرورة امتلاك ادوات معينة للتفاعل مع الاختبار:

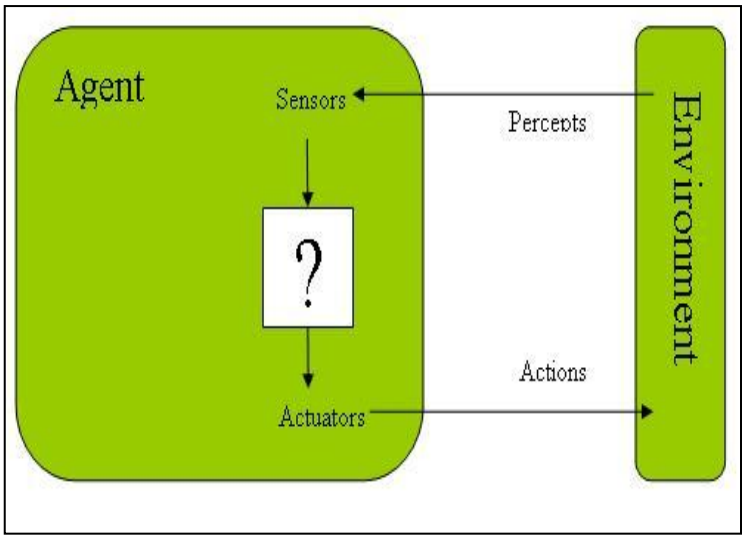
1) أدوات معالجة النصوص المكتوبة باللغات الطبيعية بحيث يتمكن البشر من التواصل مع الحاسوب بأحد اللغات الطبيعية ولتكن الانجليزية على سبيل المثال (Natural language Processing)
2) أدوات لتمثيل المعرفة بحيث يتمكن الحاسوب من ان يسجل ما قرأه او فهمه
3) أدوات الاستنتاج المنطقي . بحيث يتمكن الحاسب من استعمال المعلومات المخزونة اثناء البحث عن جواب للاسئلة المطروحة
4) ادوات التعلم بحيث يتمكن الحاسوب من التكيف مع الظروف المحيطة

5) أدوات لرؤية الوسط المحيط (Computer Vision)
6) الإنسان الآلي بتطبيقاته **robotics**

في الحقيقية ان ما ذكرناه هي المجالات الرئيسية للذكاء الاصطناعي,والفضل يعود لتيورنج الذي وضع لنا مثل هذا الاختبار والذي لم يفقد رونقه إلي اليوم, رغم أن العلماء لا يحاولون إيجاد حل لمشكلة اجتياز اختبار تيورنج وإنما يحاولون فهم الذكاء الإنساني وتمثيل المعرفة عند البشر بدلا من صنع نسخة مشوهة من الذكاء البشري , تماما مثلما فعل الأخوان **رايت** حيث اتجها إلى دارسة الaerodynamics بدلا من تقليد حركة الطيور ولن تجد أبدا في كتب علوم الطيران ان الهدف من هذه العلوم هو تطوير طائرة تقلد الطيور بحيث لا تستطيع الطيور نفسها التفريق بينها وبين الطائر الحقيقي.

المعين الذكي (Intelligent Agent)

المعين الذكي عبارة عن كائن يستطيع إدراك البيئة (**Environment**) التي يكون موجودا فيها وذلك عبر المستشعرات (**Sensors**) التي يمتلكها هذا الكائن ومن ثم التجاوب معها بواسطة آليات التنفيذ (**Actuator**) أو الجوارح والشكل 1 يوضح علاقة المعين ببيئته .

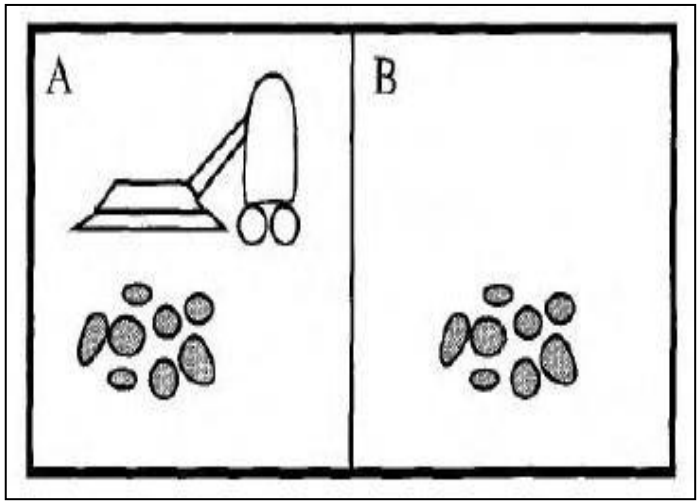


الشكل 1 معين ذكي يتفاعل مع البيئة المحيطة بالمستشعرات والجوارح

بإمكاننا أن نعتبر الإنسان معينا, فهو يملك أدوات إستشعار (الحواس الخمس) و بها يحصل الإدراك (Percept) كما أن لديه جوارحا (الأيدي والأرجل ..الخ) يؤثر بها في بيئته. ولا يختلف الإنسان الآلي كثيرا عن البشر في فهو يملك آلة تصوير و يقيس حرارة المكان ويملك ذراعا آلية يتجاوب بها مع البيئة المحيطة.

وإذا أخذنا برنامج كمعين, فإن البرنامج يتحسس الوسط المحيط بلوحة المفاتيح والفأرة وتبدو آثار عمله واضحة على الشاشة. سنتفق على أن المعين يشعر بالأعمال التي يقوم لكن ليس بالضرورة نتائجها.

سوف نستخدم مصطلح الإدراك (Percept) في تعبيرنا عن البيانات التي تلقاها المعين عن طريق المستشعرات ونسمى نتخذ مصطلح ردة فعل او استجابة (Action) لبيان الأحداث الصادرة من المعين . إن ما يحدد سلوك المعين الذكي هو دالة شغل المعين (**Agent Function**) قد تكون دالة الشغل معطاة على شكل جدول طبعا واضح أن هذا الجدول يكون كبيرا جدا أو لانهائيا بعض الأحيان أو على شكل صيغة رياضية بينما نسمي تمثيل سلوك المعين في برنامج ما (وقد يكون هذا البرنامج بشفرة رمزية pseudocode) ببرنامج المعين (**Agent Program**) . سنضرب مثالا لتوضيح ما سبق لنفترض مكنسة كهربائية كما في الشكل 2 تقوم بتنظيف مربعين (A,B) تقع داخل احدهما في كل لحظة. واضح أن هذه المكنسة تتلقى معلومتين عن الوسط المحيط:



الشكل 2 معين ذكي عبارة عن مكنسة كهربائية داخل مربعين يمثلان معا بيئتها

1. المربع الذي تقع داخله
2. حالة المربع من ناحية مستوى النظافة

فقد تكون المكنسة واقعة في المربع A أو B وقد يكون المربع في احد الحالتين: نظيف (Clean) أو قد يكون غير نظيف (Dirty) كمان أن الاحداث(Actions) الصادرة المعين تنحصر في (الاتجاه يمينا Right-الاتجاه يسارا Left- شفط Suck) . **إن دالة الشغل لهذا المعين** لهذا تنحصر في الجملة التالية :إذا كان المربع الحالي نظيفا انتقل إلى المربع الآخر فيما عدا ذلك قم بالشفط. يمكن أن تعطي كما هو موضح بالجدول1 :

سلسلة حوداث الإدراك (Percept Sequence)	حدث الاستجابة (Action)
[A, Clean]	Right
[A, Dirty]	Suck
[B, Clean]	Left
[B, Dirty]	Suck
[A, Clean] , [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Dirty]	Suck
…	…
[A, Clean] , [A, Clean] , [A, Clean]	Right
[A, Clean] , [A, Clean] , [A, Dirty]	Suck
…	…

جدول 1 جزء دالة شغل المعين (المكنسة الكهربية) معطى على شكل جدول

طبعا واضح أن هناك صور من هذا الجدول والسؤال الذي يطرح نفسه ماهي الطريقة السليمة لملء الجدول ومتى نقول أن دالة شغل معين ما معطاة بشكل صحيح ؟ هذا ما سيتم الاجابة عليه في الفقرات القادمة.

السلوك السليم : مفهوم عقلانية المعين

أن المعين العقلاني (**rational agent**) هو المعين الذي يتصرف بشكل صحيح **وهذا يعني رياضيا** أن كل صف من صفوف جدول دالة الشغل يحتوي على بيانات صحيحة ولكننا لم نتخلص بعد من الغموض الذي يحيط بالموضوع, أننا حتى اللحظة لم نبين ماذا نعني بكلمة صحيح ؟ إذا لابد من إدخال مفهوم معيار الأداء.

معيار الأداء (**Performance measures**) : هو مقياس السلوك السليم للمعين , ولكي يتضح الأمر يجب أن نلاحظ المعين بعد استشعاره للبيئة يقدم مجموعة من ردود الفعل والتي تؤثر في البيئة المحيطة . أن مقدار تطابق وضع البيئة مع ما يتوقعه المعين يحدد فعالية أداء المعين .

بهذا أصبحنا في وضع يسمح لنا بوضع العوامل التي تحدد عقلانية المعين وهي :

4. قيمة معيار الأداء (Performance measures)
5. معلومات المعين السابقة عن البيئة المحيطة (Environment)
6. ردود فعل المعين وتجاوبه مع تغييرات الحادثة في البيئة أو بشكل آخر أداء آليات التنفيذ (Actuator)
7. سلسلة أحداث الإدراك التي تسجلها أدوات الاستشعار (Sensors).

وهكذا نستطيع أن نقول المعين العقلاني هو معين تعطى **استجابته** اكبر قيمة ممكنة لمعيار الأداء إذا اخذ بعين الاعتبار معلوماته السابقة عن البيئة وكذلك معلوماته اللاحقة (القادمة من المستشعرات). نرمز إلى هذه المجموعة معا (PAES)

ويجد بنا أن نذكر أن عقلانية المعين لا تعني أبدا أن يعلم المعين كل شيء عن البيئة (Omniscience) ولا تعني علم المعين بنتائج تصرفاته ولتوضيح الأمر سنضرب مثالا:

تصور لو أن رجلا رأى صديقا له على الجانب الآخر من الشارع, و تأكد من خلوه قبل العبور ولكن ما أن شرع بالعبور حتى سقطت عليه قطعة طوب ألقتها سيدة من نافذة البناية التي كان يقف تحتها. والسؤال هو هل يمكن أن تصف تصرفه بعدم العقلانية؟

بالطبع لا, ولن تجد في أي صحيفة خبرا عن ضحية محاولة هوجاء لعبور الشارع ! أن عقلانية الأداء تعني تحسين قيمة معيار الأداء إلى أعلى ما يمكن. نستطيع أن نقول أن اعتماد المعين على المعلومات السابقة المستقاة من مصمم المعين يعكس مدى استقلالية (Autonomy) عن مصممه.

من المهم كذلك أن نعرف بعض الأمثلة على تحديد علاقة المعين بالبيئة:

المعين	معايير الأداء	البيئة	آليات التنفيذ	المستشعرات
نظام تشخيص طبي	نجاح علاج المريض	المريض, المستشفى	وصفات علاجية, طلب تحاليل	إدخال الأعراض من لوحة المفاتيح, نتائج التحاليل, أجوبة المريض
نظام تحليل الصور من قمر صناعي	تصنيف سليم للصور	قناة نقل الصورة	إظهار نتائج التصنيف على الشاشة	مصفوفة الصورة مع معلومات عن الألوان
جهاز فرز في مصنع	نسبة المصنوعات المفروزة فرزا صحيحا	شريط الإنتاج مع المصنوعات	ذراع التحكم بالمصنوعات	كاميرات تصوير
برنامج تعليم اللغة الانكليزية	درجات الطلاب في الامتحانات	الطلاب, معهد التدريب	إظهار التمارين والدروس على الشاشة	لوحة المفاتيح

جدول 2 أمثلة لمعينين وكذلك الPEAS التي تخصها

واضح مما سبق أن طبيعة بيئة المعين المحيطة به تلعب دورا حاسما في تحديد سلوك المعين وكذلك في طريقة تصميمه

وهذه بعض خواص البيئة المحيطة

1. **الوضوح/الضبابية (Fully observable vs. partially observable)**: نقول عن بيئة المعين أنها واضحة إذا كانت المستشعرات تعطي المعين المعلومات التي يطلبها المعين, والعكس صحيح إذا كانت المعلومات المتوفرة جزئية فنقول أن البيئة ضبابية
2. **التحديد/الاحتمالية (Deterministic vs. stochastic)** : نقول عن بيئة ما أنها محددة إذا كن نعرف الحال الذي ستؤول إليه البيئة انطلاقا من الوضع الراهن احتمالية إذا لم نكن نعرف ذلك. طبعا إذا كنا نعرف كل الحالات ماعدا سلوك المعينين الآخرين فإننا نقول أن البيئة إستراتيجية (**strategic**). الشطرنج مثلا.
3. **متتالية/غير متتالية (consequential vs sequential)**: نقول عن بيئة ما أنها متتالية إذا كان ردود فعل المعين فيها تعتمد على ردود فعله الماضية (مثل الشطرنج وقيادة السيارة)وغير متتالية (فحص المعلبات آليا) إذا لم تكن كذلك.
4. **بيئة ساكنة/ديناميكية (Static vs dynamic)**: نقول ن بيئة أنها ساكنة فإذا لم تكن البيئة تتغير أثناء عملية إتخاذ القرار فهي ساكنة وإلا فهي متحركة. (بيئة الشطرنج ساكنة أو بيئة قيادة السيارات متحركة).
5. **الاتصال/التقطع (Discrete vs. continuous)**:إذا كان التغيير من حالة إلى أخرى يتم في زمن متقطع مثل الشطرنج ولعب الورق البيئة متقطعة اما إذا كان التغير يتم في وقت متصل كقيادة السيارة فالبيئة متصلة.
6. **بيئة أحادية المعنين /متعددة المعينين (Single agent vs. multiagent)** نقول عن البيئة أنها أحادية المعين إذا كان هناك معين واحد (برنامج التشخيص مثلا) يؤثر في البيئة بينما نقول أن البيئة متعددة المعينين إذا كان هناك أكثر من معين (معظم الألعاب). و يجدر بنا أن نشير إلى أن هناك بيئة متعددة المعينين تنافسية (**competitive**) مثل الشطرنج وأخرى تعاونية مثل قيادة السيارات (**cooperative**) ذلك ان سلامة أي معين من سلامة بقية المعينين. في بعض الأحيان يكون من كمال عقلانية المعين الحفاظ على الاتصال بين المعينين (**communication**) وأحيانا أخرى تكون صفة البيئة الضبابية هامة حتى يتمكن المعين من الهروب من فخ توع تحركاته . يوضح الجدول التالي بعض الأمثلة على ما سبق ذكره.

البيئة	الوضوح	التحديد	التتالي	السكون	الاتصال	تعدد المعينين
حل الكلمات المتقاطعة	واضحة	محددة	متتالية	ساكنة	متقطعة	وحيدة المعين
لعبة الشطرنج	واضحة	احتمالية	متتالية	ساكنة	متقطعة	متعددة المعينين
لعب النرد	واضحة	احتمالية	متتالية	ساكنة	متقطعة	متعددة المعينين
قيادة السيارة	ضبابية	احتمالية	متتالية	ديناميكية	متصلة	متعددة المعينين
التشخيص الطبي	ضبابية	احتمالية	متتالية	ديناميكية	متصلة	وحيدة المعين
تحليل الصور	واضحة	محددة	غير متتالية	ساكنة	متصلة	وحيدة المعين
الفرز الآلي	ضبابية	احتمالية	غير متتالية	ديناميكية	متصلة	وحيدة المعين
تعليم الانكليزية بالحاسوب	ضبابية	احتمالية	متتالية	ديناميكية	متقطعة	متعددة المعينين

جدول 3 أمثلة لبيئات مختلفة مع مواصفاتها

بنية المعينين

تحدثنا طوال الوقت عن المعينين من وجهة نظر سلوكهم بعد حصو على سلسلة من حوادث الإدراك وآن الأوان لكي نتحدث عن البنية الداخلية للمعين الذكي وعن كذلك آالية عمله. في الحقيقة أن عمل الذكاء الاصطناعي هو تصميم برنامج المعين والذي يستطيع تنفيذ دالة شغل المعين ويفترض أن يقوم البرنامج بعمل حساباته الخاصة على البيانات التي يتلقاهما من المستشعرات ويعطي نتائجه لآليات التنفيذ والذي يشكلان معا معمارية المعين وذلك حسب المعادلة التالية :

المعين = معمارية + برنامج

ومن نافلة القول أن عمل البرنامج يتناسب مع معمارية المعين.

برنامج المعين : من المهم جدا معرفة الفرق بين دالة الشغل المعين وبين برنامجه في الحقيقة أن دالة الشغل تأخذ في الحسبان (تأخذ كمدخل) سلسلة حوادث الإدراك كاملة بينما يأخذ البرنامج كمدخل حدث الإدراك الحالي وإذا كانت ردة الفعل تعتمد على سلسلة حوادث الإدراك فإن على المعين الذكي أن يحتفظ بالسلسلة في مكان آخر غير البرنامج. أن الحديث عن برنامج المعين يقودنا إلى تصنيف المعينين حسب برامجها وهي كالتالي:

- معين يعتمد على ردة فعل بسيطة (Simple reflex agents)
- معين يعتمد على ردة فعل قائمة على نموذج معين (Model-based reflex)
- معين ذو هدف معين (Goal-based agents)
- معين قائم على التفضيل (Utility-based agents)