

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 عقلائي (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 تبعاً 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 معيناً 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.

طبعاً تمخض اختبار تيورنج عن عدة نتائج ساعدت في تطوير البيئة, حيث نبهت الباحثين إلى ضرورة امتلاك أدوات 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 تسجيل ما قرأه أو فهمه
- 3) أدوات الاستنتاج المنطقي . بحيث يتمكن الحاسب من استعمال المعلومات المخزونة أثناء البحث عن جواب للأسئلة المطروحة
- 4) أدوات التعلم بحيث يتمكن الحاسوب من التكيف مع الظروف المحيطة

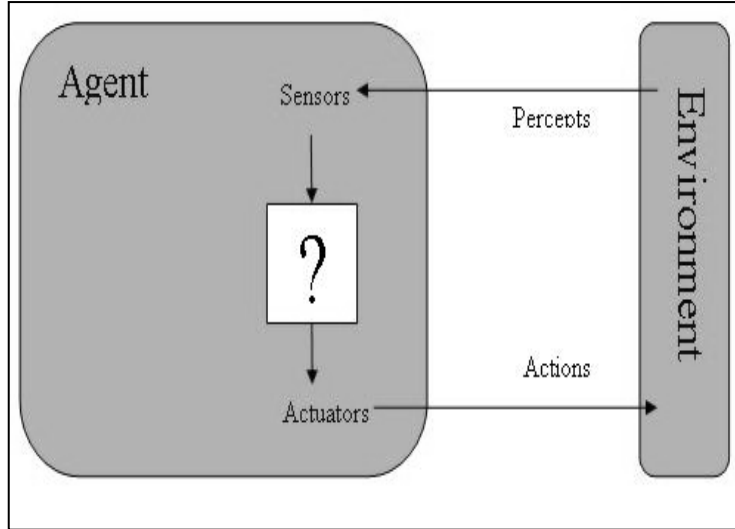
(5) أدوات لرؤية الوسط المحيط (Computer Vision)

(6) الإنسان الآلي بتطبيقاته **robotics**

في الحقيقة أن ما ذكرناه هي المجالات الرئيسية للذكاء الاصطناعي، والفضل يعود لتيورنج الذي وضع لنا مثل هذا الاختبار والذي لم يفقد رونقه إلى 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 دراسة ال aerodynamics بدلا من تقليد حركة الطيور ولن تجد أبدا في كتب علوم الطيران أن الهدف من هذه العلوم هو تطوير طائرة تقلد الطيور بحيث لا تستطيع الطيور نفسها التفريق بينها وبين الطائر الحقيقي.

المساعد الذكي (Intelligent Agent)

المساعد 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 المساعد ببيئته .



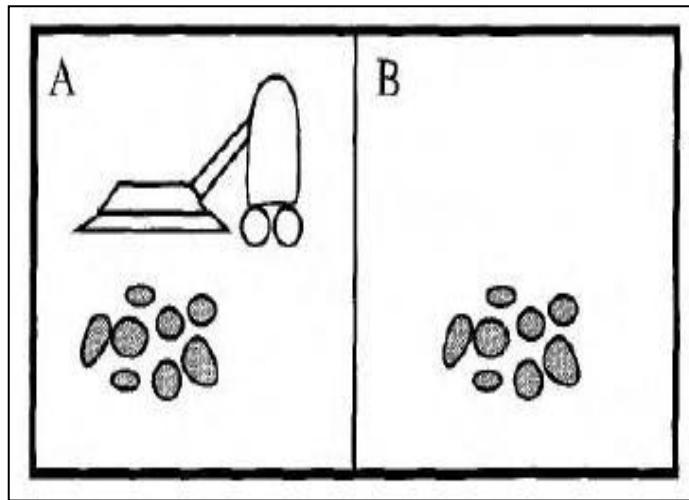
الشكل 1 مساعد ذكي يتفاعل مع البيئة المحيطة بالمستشعرات والجوارح

بإمكاننا أن نعتبر الإنسان مساعد, فهو يملك أدوات إستشعار (الحواس الخمس) و بها يحصل الإدراك (Percept) كما أن لديه جوارح (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 كمساعد, فإن البرنامج يتحسس الوسط المحيط بلوحة المفاتيح والفأرة وتبدو آثار عمله واضحة على الشاشة. سنتفق على أن المساعد يشعر بالأعمال التي يقوم لكن

ليس بالضرورة نتائجها.

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



الشكل 2 مساعد 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 الأحداث (Actions) الصادرة المساعد تنحصر في (الاتجاه يمينا Right-الاتجاه يسارا Left- شطف Suck) . إن دالة الشغل لهذا المساعد لهذا تنحصر في الجملة التالية: إذا كان المربع الحالي نظيفاً انتقل إلى المربع الآخر فيما عدا ذلك قم بالشطف. يمكن أن تعطى دالة الشغل جدولياً

كما يلي في الجدول 1 :

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

جدول 1 جزء دالة شغل المساعد (المكنسة الكهربائية) معطى على شكل جدول

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

السلوك السليم : مفهوم عقلانية المساعد

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

معيار الأداء (Performance measures) : هو مقياس السلوك السليم للمساعد ، ولكي يتضح الأمر يجب أن نلاحظ المساعد يقدم مجموعة من ردود الفعل بعد استشعاره للبيئة وهذه الردود تؤثر في البيئة المحيطة . أن مقدار تطابق حالة البيئة مع ما يتوقعه المساعد يحدد فعالية أداء المساعد .

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

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

وهكذا نستطيع أن نقول المساعد العقلاني هو مساعد 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 (PEAS)

و يجدر بنا أن نذكر أن عقلانية المساعد لا تعني أبداً أن يعلم المساعد كل شيء عن البيئة (Omniscience) ولا تعني علم المساعد بنتائج تصرفاته ولتوضيح الأمر سنضرب مثالا:

تصور لو أن رجلاً رأى صديقاً له على الجانب الآخر من الشارع، و تأكد من خلو الشارع من السيارات 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 خبراً عن ضحية محاولة هوجاء لعبور الشارع ! أن عقلانية الأداء تعني تحسين قيمة معيار الأداء إلى أعلى ما يمكن. نستطيع أن نقول أن اعتماد المساعد على المعلومات السابقة المستقاة من مصمم المساعد يعكس مدى استقلالية (Autonomy) عن مصممه.

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

المساعد	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 PEAS التي تخصها

واضح مما سبق أن طبيعة بيئة المساعد المحيطة به تلعب دوراً حاسماً في تحديد سلوك المساعد وكذلك في طريقة تصميمه

وهذه بعض خواص البيئة المحيطة

1. **الوضوح/الضبابية (Fully observable vs. partially observable):** نقول عن بيئة المساعد أنها واضحة إذا كانت المستشعرات تعطي المساعد المعلومات التي يطلبها، 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 انطلاقاً من الوضع الراهن ونقول أنها احتمالية إذا لم نكن نعرف ذلك. طبعاً إذا كنا نعرف كل الحالات ماعدا سلوك المساعدين الآخرين فإننا نقول أن البيئة إستراتيجية (strategic).
3. **متتالية/غير متتالية (consequential vs sequential):** نقول عن بيئة ما أنها متتالية إذا كان ردود فعل المساعد فيها تعتمد على ردود فعله الماضية (مثل الشطرنج وقيادة السيارة) وغير متتالية (فحص المعلبات آلياً) 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 أما إذا كان التغيير يتم في وقت متصل كقيادة السيارة فالبيئة متصلة.
6. **بيئة أحادية المساعدين/متعددة المساعدين (Single agent vs. multiagent):** نقول عن البيئة أنها أحادية المساعد إذا كان هناك مساعد واحد (برنامج التشخيص مثلاً) يؤثر في البيئة بينما نقول أن البيئة متعددة المعينين إذا كان هناك أكثر من مساعد (معظم الألعاب). ويجدر بنا أن نشير إلى أن هناك بيئة متعددة المساعدين تنافسية (competitive) مثل الشطرنج وأخرى تعاونية مثل قيادة السيارات (cooperative) ذلك ان سلامة أي مساعد من سلامة بقية المساعدين. في بعض الأحيان يكون من كمال عقلانية المساعد الحفاظ على الاتصال مع المساعدين (communication) وأحياناً أخرى تكون صفة البيئة الضبابية هامة حتى يتمكن المساعد من الهروب من فخ توقع تحركاته. يوضح الجدول التالي بعض الأمثلة على ما سبق ذكره.

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

جدول 3 أمثلة لبيئات مختلفة مع مواصفاتها

بنية المساعدين الأنكياء (The Structure of Agents)

تحدثنا طوال الوقت عن المساعدين من وجهة نظر سلوكهم بعد حصولهم على سلسلة من حوادث الإدراك , وأن الأوان كي نتحدث عن البنية الداخلية للمساعد الذكي وعن كذلك آلية عمله. في الحقيقة أن عمل الذكاء الاصطناعي هو تصميم برنامج المساعد والذي يستطيع تنفيذ (realize) دالة شغل المساعد ويفترض أن يقوم البرنامج بعمل حساباته الخاصة على البيانات التي يتلقاها من المستشعرات ويعطي نتائجها لآليات التنفيذ والذي يشكلان معا معمارية المساعد وذلك حسب المعادلة التالية :

المساعد = معمارية + برنامج

ومن نافلة القول أن تناسب عمل برنامج المساعد مع معماريته أمر ضروري.

برنامج المساعد : من المهم جدا معرفة الفرق بين دالة الشغل المساعد وبين برنامج. 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 المساعد الذكي أن يحتفظ بالسلسلة في مكان آخر غير البرنامج. أن الحديث عن برنامج المساعد يقودنا إلى تصنيف المساعدين حسب برامجهم وهي كالتالي:

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

مساعد يعتمد على ردة فعل بسيطة (Simple reflex agents)

يعتبر هذا النوع أبسط الأنواع إذا لا يلجأ إلى سلسلة حوادث الإدراك كاملة وإنما مجموعة محدودة من الحوادث مرتبطة بردود فعل محددة سلفاً. ففي مثال المكنسة الكهربائية يختصر المساعد جدول الأحداث من 4^r إلى 4 حالات فقط كما يوضح البرنامج التالي:

```
function SIMPLE-REFLEX-AGENT( location, status ) returns an action
```

```
  if status = Dirty then return Suck
  else if location = A then return Right
  else if location = B then return Left
```

برنامج 1 توضح هذه الشفرة عمل المكنسة الكهربائية كمثال على Simple reflex agents

إن المبدأ الرئيسي لمثل هذا النوع من المساعدين هو **condition-action rule** فإذا كان المساعد هو برنامج للتحكم بسيارة فإنه سيلاحظ إضاءة المصابيح الخلفية للسيارة التي أمامه وهذا يعني أنها توقفت وبالتالي سيتوقف :

If car-in-front-backing then initiate-barking

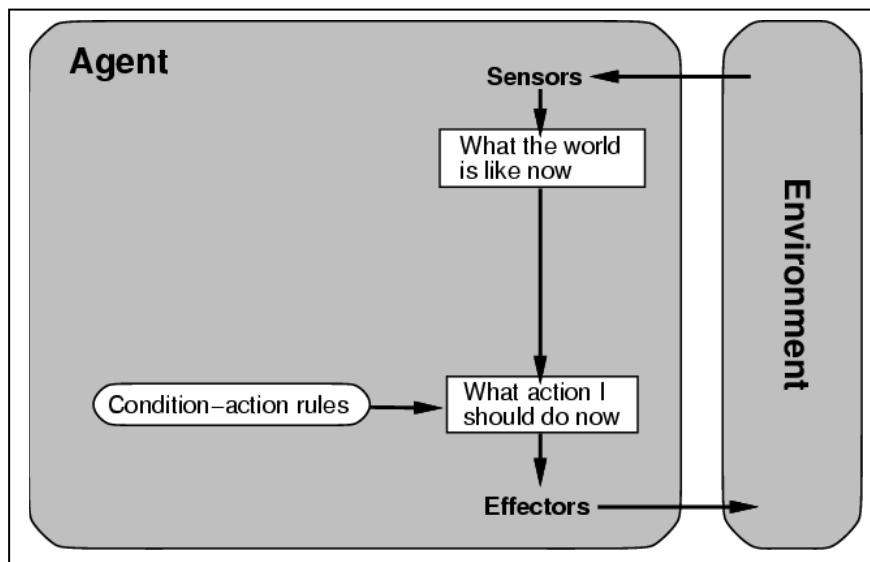
إن البرنامج التالي يوضح آلية عمل هذا المبدأ

```
function SIMPLE-REFLEX-AGENT (Percept) returns an action
```

```
  static: rules, a set of condition-action rules
  state ← INTERPRET- INPUT (Percept)
  rule ← RULE-MATCH (rules, state )
  action ← RULE-ACTION [rules ]
  return action
```

برنامج 2 يوضح آلية عمل مساعد من النوع Simple reflex agents والذي يتبع قاعدة ظرف-حدث (condition-action)

إن أفضل شيء في هذا النوع هو سهولته ولكن السهولة هي ثمن لمحدودية قدرات هذا النوع من المساعدين، إذا أنه لا يكون مجدياً إلا إذا كان القرار المتخذ يعتمد بشكل كامل على حدث الإدراك الحالي، أو إذا كانت بيئة العمل واضحة وضوحاً التام إذ أن قليلاً من الضبابية يتسبب في مشاكل حقيقية. ففي مثال المكنسة الكهربائية سنلاحظ أن وجود المربعين A, B في حالة Clean يعني وقوع المساعد الذكي في حالة حلقة لا نهائية يمينا ويسار وكخرج من هذا الحلقة يقترح حل هو جعل المساعد يتخذ اتجاه عشوائياً (Randomize).



طبعا من السهل أن نبين أن عمل المساعد ذو الانتقال العشوائي لن يكون محصوراً في مربعين فقط بل سيصل إلى مربع آخر وإذا وجده غير نظيف فسيقوم بشطف الأوساخ وهكذا دواليك مما يعني أنه أكثر فعالية من المساعد البسيط محدد الاتجاه.

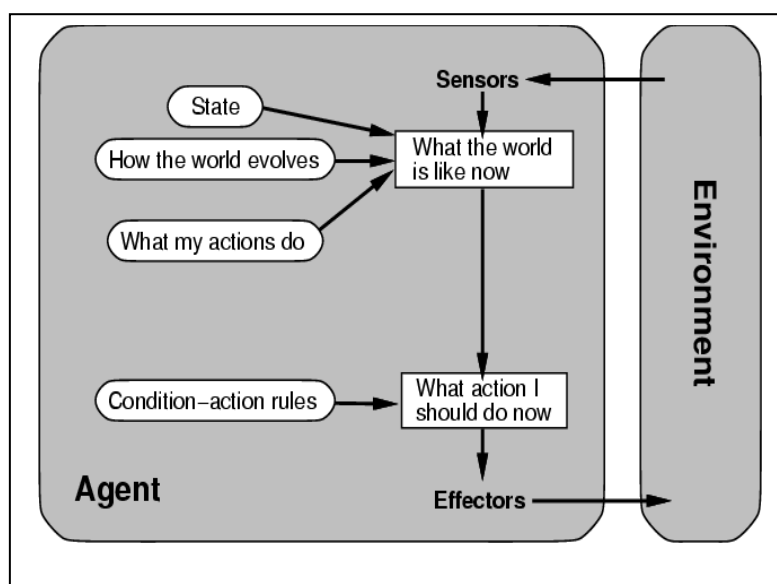
الشكل 3 بنية المساعد من النوع Simple reflex agents

مساعِد يعتمد على نموذج محدد (Model-based reflex agents)

يعتبر هذا النوع من احد أكثر الأنواع فعالية في الحالات التي تكون فيها بيئة العمل (عالم المساعِد) ضبابية وذلك لأن المساعِد يمتلك تصورا عن حالة بيئته أو وضع عالمه (internal state) ومن ثم فإن تحديث هذا التصور باستمرار على محوريين :

1. تحديث المعلومات عن التغييرات التي تحدث في البيئة بدون تدخل من المساعِد نفسه (أي التغييرات التي لا تعتمد على ردة فعل المساعِد نفسه) على سبيل المثال اقتراب السيارات الأخرى من سيارة المساعِد نتيجة لزيادة سرعتها أو مثلا غروب الشمس.
2. تحديث المعلومات عن التأثيرات التي تحدث في البيئة نتيجة ردود أفعال المساعِد مثلا وقوع المساعِد على شمال المنطقة التي كان فيها لأنه انطلق إلى الشمال.

بعد تحديث المعلومات عن العالم المحيط بواسطة المستشعرات وتفاعل هذه المعلومات مع المعلومات عن الوضع السابق يكون المساعِد تصورا جديدا عن العالم المحيط, و بموجب هذا التصور الجديد يحدد المساعِد ردة الفعل المناسبة انظر الشكل 4



الشكل 4 (Model-based reflex agents)

كما أن البرنامج المرفق أسفله يبين آلية عمل هذا النوع من المساعدين

function REFLEX-AGENT-WITH-STATE (Percept) **returns** an action

static: *state*, a description of the current world state

rules, a set of condition-action rules

action, the most recent action, initially none

state ← UPDATE-STATE (*state*, *action*, Percept)

rule ← Rule- Match (*state*, *rule*)

action ← RULE-ACTION [*rule*]

return *action*

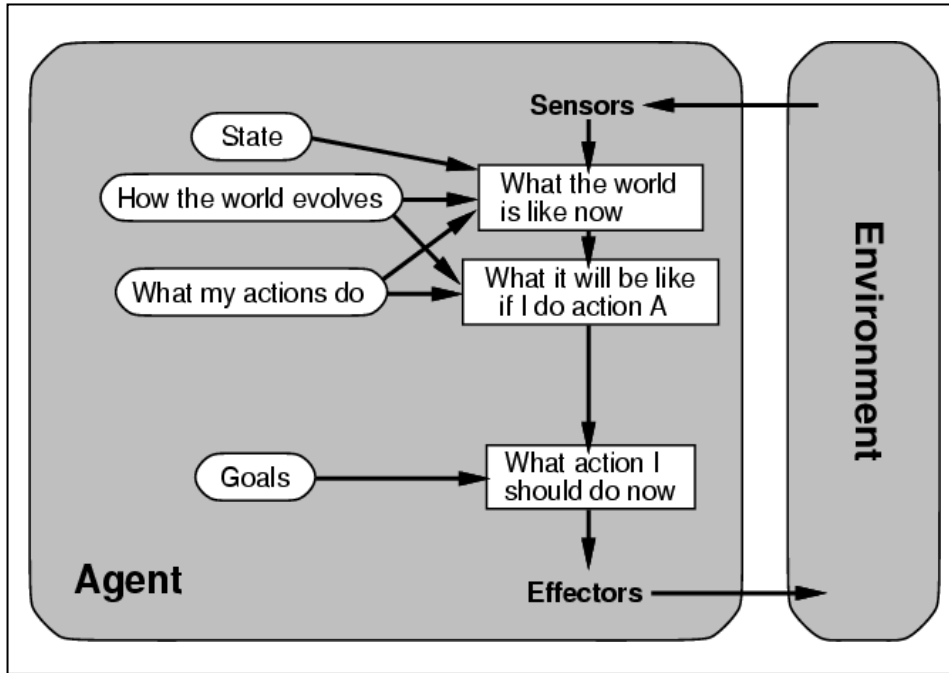
برنامج 3 هذا الشفرة توضح آلية المساعِد من النوع Model-based reflex agents

المساعد الموجه نحو هدف معين (Goal-based agents)

في الواقع أن امتلاك كافة المعلومات عن البيئة المحيطة لا يكفي دائما لاتخاذ القرار. مثلا لو أن سيارة ما وقفت عند تقاطع شارعين فإنها يمكن تسير إلى اليمين أو إلى اليسار أو إلى الأمام وصحة القرار تعتمد على وجهة السيارة. بشكل آخر فإن المساعد يحتاج إلى معرفة الهدف إضافة إلى معرفة البيئة لأن معرفة الهدف هي التي تحدد المواقف المرغوبة. يمكن أن نقول وبكل ثقة أننا عند تصميمنا لمثل هذا النوع من المساعدين فإننا نحتاج لنوعين جديدين من المعلومات بالإضافة إلى معلوماتنا عن البيئة المحيطة:

1. معلومات ردود الفعل الممكنة (possible actions)
2. تأثير تلك الردود على بلوغ الهدف (مواقف تساعدنا على بلوغ الهدف)

واضح أن مزاجية المعلومات تؤدي إلى بلوغ الهدف بأسرع ما يمكن وهو الأمر الذي يشكل معيار الأداء لمثل هذا النوع من المساعدين فالأداء الجيد يعني بلوغ الهدف والأداء السيئ يعني عدم بلوغه (انظر الشكل 5)

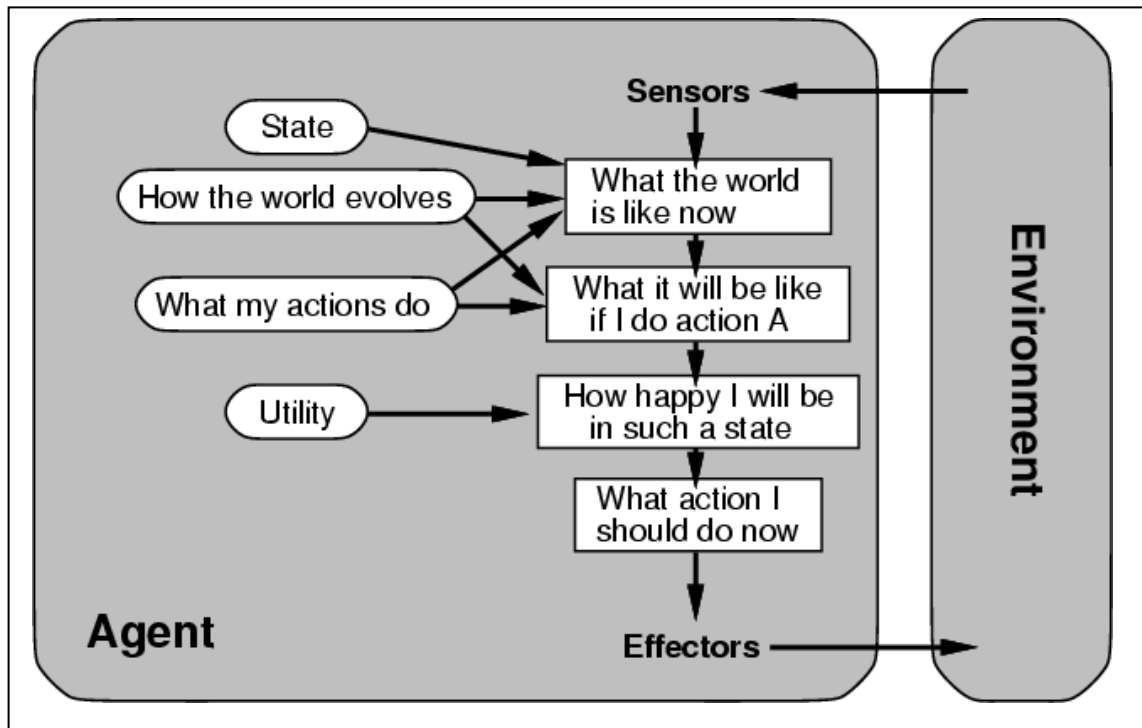


الشكل 5 المساعد الموجه نحو هدف معين

المساعد القائم على التفضيل (Utility-based agents)

في كثير من الأحيان توجد أكثر من طريقة للوصول إلى الهدف, طبعاً تختلف هذه الطرق في جودتها وفي تكلفتها. إن المساعد من النوع Goal-based يفحص إمكانية الوصول للهدف من عدمها ولا يفاضل بين الطرق المختلفة للوصول للهدف الأمر الذي يكون مطلوباً دائماً في التطبيقات العملية, لذلك استحدث مفهوم دالة المفاضلة (**Utility Function**) بدلاً من مفهوم الهدف الذي يبدو أكثر صرامة ففي حالة وجود أكثر من هدف يريد المساعد تحقيقه مع تضارب الأهداف (السرعة - الأمان) فإن دالة المفاضلة غالباً ما تنجح في إيجاد حل وسط. كذلك في حالة وجود أكثر من هدف ولكن أحدها لا يمكن بلوغه بشكل كامل فإن دالة التفضيل تنجح في رفع احتمال نجاح المهمة إذا فاضلنا بين الأهداف.

واضح أن مهمة المساعد الأساسية هي إعطاء دالة المفاضلة القيمة العظمى (to maximize).



الشكل 6 Utility-based agents