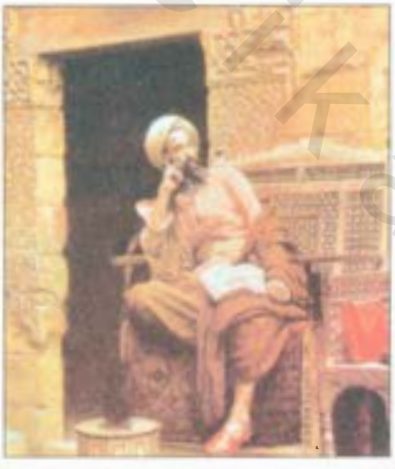
أخبرني

عن العقل البشري، كيف يعمل؟ وما هو الذكاء الصناعي؟

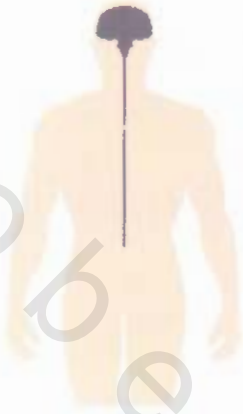


ربما كان عقل الإنسان واحداً من أكثر البنى تعقيداً في هذا الكون، يتخيل ويبدع ويبتكر، يتلقى المعلومات من الحواس الخمس، يحللها ويعيد بناءها، ثم يقدمها في صورة جديدة.

قد يكون الحاسب قادراً على إجراء ملايين العمليات الحسابية في الثانية الواحدة، لكنه غير قادر أبداً على تأمل وردة وشم عبيرها وأقصى ما يستطيع عمله أن «ينظر» إلى الوردة ويحلل الرائحة الصادرة عنها.

يعود استخدام كلمة «الدماغ»، وكلمات أخرى عن الجملة العصبية، إلى المصريين القدماء كما ظهر في بردية ادوين سميث Edwin Smith الجراحية المكتوبة في عام 1700 قبل الميلاد والتي استندت بدورها إلى نصوص مصرية قديمة جداً تعود إلى ثلاثة آلاف عام قبل الميلاد، هذه البردية هي أقدم سجل طبي في تاريخ الإنسان، ويعتقد أن كاتبها هو الطبيب المصري

obeikandl.com



الكبير أمتحوتب، وبناءً عليها يمكن اعتبار المصريين القدماء رواد الجراحة العصبية، إذ وصفوا في هذه البردية 28 حالة جراحية من بينها 27 حالة في الرأس. وتظهر كتابات سقراط وأرسطو، في القرنين الرابع والخامس قبل الميلاد، اهتمام الإغريق بالدماغ والعقل. إذ اعتقد أرسطو أن القلب، وليس الدماغ، مركز الذكاء والتفكير.

يشكل الدماغ مع الحبل الشوكي والأعصاب نظاماً متكاملاً لمعالجة المعلومات الواردة من المحيط وتحليلها، ثم إرسال الأوامر والتوجيهات لأعضاء الجسم الحركية للقيام بالفعل.

ويعتبر فهم آلية عمل الدماغ وأقسامه مدخلاً إلى فهم محاولات العلماء لبناء أنظمة آلية ذكية، فالحواسب الالكترونية Computers -مثلاً- ما هي إلا تطبيق عملي لقدرتنا على فهم تركيبنا الفيزيولوجي بشكل معقول.

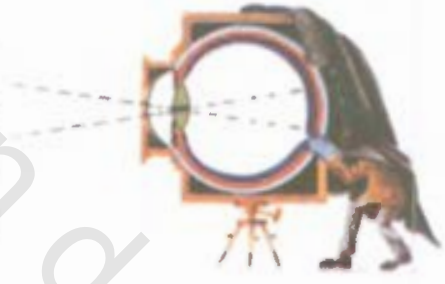
يعنى علم بيولوجيا الجملة العصبية Neurobi-ology بدراسة الجهاز العصبي Nervous system للإنسان. **وينقسم هذا الجهاز وظيفيا إلى الجهاز العصبي المحيطي والجهاز العصبي المركزي الذي يتألف بدوره من الدماغ والحبل الشوكي.**

يزن الدماغ من 1.3 إلى 1.4 كغ، يشكل الماء 78 ٪ منه **وللمقارنة الطريفة فقط، فإن وزن دماغ الديناصور ستيغوسوروس 70 غراما بينما وزنه هو 1600 كغ، أي إن دماغه شكل 0.004٪ من وزنه، بينما يشكل لإنسان وزنه 70 كغ 2٪ ،** ويتألف من الأقسام التالية:

obeikandl.com

- مؤخرة الدماغ Hind brain.
- الدماغ الأوسط Mid brain.
- الدماغ الأمامي Fore brain.

مؤخرة الدماغ: وتتضمن **المخيخ** cerebellum، والاسم باللاتيني يعني أيضاً المخ الصغير، والجزء السفلي من **جذع الدماغ** brain stem، ووظيفته السيطرة على الأجهزة اللاإرادية في الجسم، وتدخل إليه المعلومات الواردة من الحواس الخمس عن طريق جذع الدماغ، فيتولى المخيخ الاشراف على توازن الجسم وحركته وكافة وضعياته من وقوف وجلوس، ويهتم أيضاً بوظائف الحياة الأساسية كالتنفس ومراقبة نبض القلب وضغط الدم.



الدماغ الأوسط: وهو **منطقة صغيرة تقع فوق جذع الدماغ**، تتولى معالجة معلومات الرؤية والسمع، حركة العين وحركة الجسم.

الدماغ الأمامي: وهو القسم الأعظم من الدماغ ويقع فوق المخيخ، ويغطي أعلى جذع الدماغ و وسط الدماغ وأعلى الرأس والجبهة، يتلقى المعلومات من جذع الدماغ و يحللها ثم يقوم بإصدار الأوامر لأجهزة الجسم المختلفة وفقاً للحالة النفسية والجسمية للإنسان، ويتألف الدماغ الأمامي بدوره من أقسام عديدة وهي:

- **الجهاز الطرفي** limbic system المسؤول عن ردود الأفعال العاطفية، ويحوي ما يسمى **بقرن أمون** hippocampus الذي يلعب دور الذاكرة المؤقتة

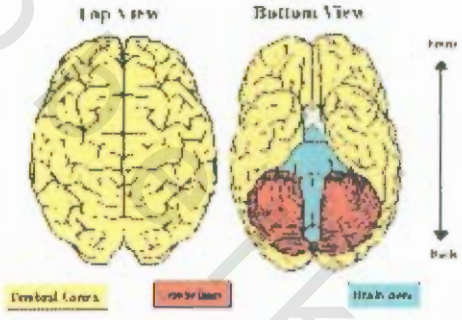
obeikandl.com

RAM للدماغ إلى أن يتم ترحيل المعلومات المكتسبة حديثاً إلى الذاكرة الدائمة Hard disk، ولكن حينما تكون هذه المعلومات مرتبطة بالنواحي العاطفية فتتولاها حينئذ اللوزة Amygdala وترحلها بعد فحصها إلى الذاكرة الدائمة حسب مدى أهميتها.

المهاد أو السرير البصري thalamus الذي يستلم المعلومات الحسية وينقلها إلى القشرة الدماغية، كما يستلم منها المعلومات أيضاً، ويرسلها إلى المناطق الدماغية الأخرى والحبل الشوكي.

الوطاء أو ما تحت السرير البصري hypothalamus، يتوضع في قاعدة الدماغ، حجمه كحبة البازلاء ولكنه جهاز ضخم ومعقد في الحقيقة، فهو مسؤول عن العديد من الوظائف الأساسية، إذ يقوم بتلقي وتجميع كافة المعلومات عن حالة الجسم، ويعطي الأوامر حسب ما يلزم لضبط وتصحيح أي خلل. فيعمل كمنظم Thermostat لحرارة جسم الإنسان، ويتابع تغيرات حرارة الجسم ويرسل الأوامر لضبطها بشكل دقيق، فإذا ارتفعت أرسل الأوامر بتوسيع الأوعية الدموية الشعرية في سطح الجلد لتبريد الدم بشكل أسرع، وبالإضافة إلى هذه الوظيفة، **فالوطاء** مسؤول عن تهيجات المشاعر والجوع والعطش والرغبة الجنسية والنسق اليومي cir-cadian rhythms أو ما يمكن أن نسميه الساعة البيولوجية التي تنظم إيقاع الجسم، وتناغمه وتأقلمه مع

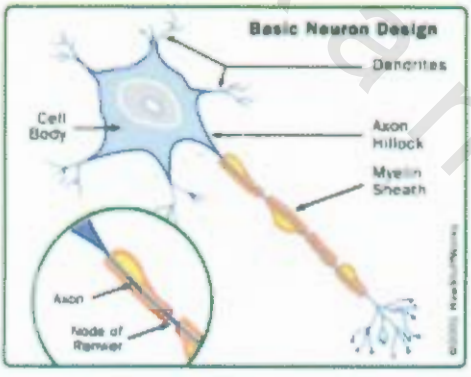
تعاقب عتمة الليل وضوء النهار، والوطاء على اتصال مباشر بالغدة النخامية Pituitary gland وبفضل هذا التواصل يتم تنظيم كيمياء الجسم.



- يتواجد في الطبقة العليا من الدماغ الأمامي المخ Cerebrum
- وتغطيه القشرة الدماغية Cere-bral cortex وهي السطح الخارجي للدماغ، سمكها من 2 إلى 6 مم، وتتميز بتلافيفها وأخاديدها العميقة، وتنقسم إلى أربعة فصوص دماغية lobes لكل منها وظيفته، وهي مسؤولة عن التفكير والحركة اللاإرادية وتعلم اللغة والإدراك والاستدلال المنطقي reasoning.

تتلقى الحواس الخمس المعلومات من العالم الخارجي، وترسلها عبر جذع الدماغ -الذي يلعب دور ساعي البريد- إلى المهاد الذي يصنف هذه المعلومات وفق الحاسة التي استلمتها، فيرسل المعلومات البصرية إلى منطقتها المتخصصة في القشرة الدماغية، وكذلك يفعل مع المعلومات السمعية والذوقية و.... كل إلى المنطقة المخصصة في القشرة الدماغية، وهنا تقرر المنطقة المعنية ما يجب فعله أو ترسل المعلومات للحفظ والأرشفة filing في قرن آمون، إن كانت معلومات معرفية أو في اللوزة إن كانت معلومات عاطفية، وإذا عرفنا سرعة سريان المعلومات العاطفية في الجسم وما يرتبط بها من ظروف لأدركنا سبب رد الفعل السريع وغير المسؤول أحياناً عند بعض

الأشخاص. فعندما يتعرض الإنسان إلى مؤثر عاطفي شديد (كالفرح الشديد أو الخوف أو الغضب مثلاً- تجري المعلومات بسرعة 120 م/ثانية) بينما المعلومات المعرفية تحبو بسرعة 0.5 م/ثانية، وتطلق بعض الغدد المفرزات المهيجة، كالأدرينالين والكورتيسول، مما يؤدي إلى توقف عملية التفكير، وتوجيه كامل طاقة الجسم للدفاع عنه، فتزداد نبضات القلب ويتم إمداد الأطراف بكميات إضافية من الدم لأنها ستقوم بالمواجهة إن كان المؤثر سيئاً.

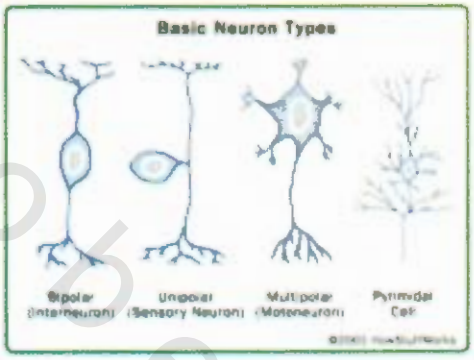


يستهلك الدماغ 20٪ من طاقة الجسم رغم أنه لا يتعدى 2٪ من وزن الجسم، كما «يستهلك» يومياً حوالي 700 لتر من الدم، لذلك يتلقى من القلب خط تغذية خاص به فقط دون المرور بباقي أعضاء الجسم وهو الشريان السباتي.

أقسام الخلية العصبية.

خلايا الدماغ نوعان: خلايا عصبية تسمى **العصبونات** neurons عددها حوالي 100 مليار خلية عصبية (100000000000) في الإنسان البالغ وتشكل نسبة 10٪ من خلايا الدماغ، وهي المسئولة عن التفكير، **وخلايا دبقية glia cells** يبلغ عددها عدة ترليونات (1T=1000000000000) و تشكل الـ 90٪ المتبقية من مادة الدماغ، وتقوم بمهام داعمة للعصبونات من تجميع ونقل الإشارات الكهروكيميائية أو ترحيل العصبونات التالفة وغير ذلك.

obeikandl.com



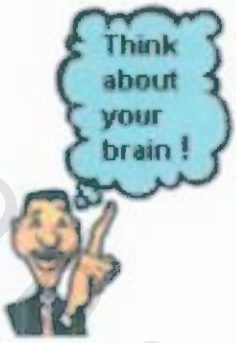
أنواع الخلايا العصبية.

وكما يفقد الإنسان يومياً عدداً من شعرات رأسه، كذلك يفقد عدداًكبيراًمن عصبونات دماغه يومياً يتراوح من 10000 إلى 100000 عصبون، والفرق بينها وبين فقدان الشعر أنها لا تعوض، ورغم ذلك لا يشكل هذا الفقد خطراً على عقل الإنسان.

يتألف **العصبون** من ثلاثة أجزاء رئيسة:

- **جسم الخلية** cell body: يحتوي هذا الجزء على معظم مكوناتها، لنويات nucleus الحاوية على الحمض النووي DNA، الريبوزوم اللازم لبناء البروتين، والميتاكوندريا اللازمة لإنتاج الطاقة.
- **المحور الناقل** axon: بروز طويل مهمته نقل الرسائل الكهروكيميائية على امتداد الخلية، وهو مغلف بطبقة من مادة النخاعين الشحمية Myelin مثل الأسلاك الكهربائية المعزولة في خلايا الأعصاب الطرفية peripheral nerves الحسية والحركية.
- **الخيوط العصبية** dendrites: نتوءات من الخلية للاتصال مع الخلايا المجاورة أو مع المحيط.

تختلف أحجام الخلايا العصبية باختلاف وظائفها، فخلية حسية لإصبع ذات محور ناقل يمتد بطول ذراع، بينما خلايا الدماغ العصبية لا تتجاوز مقاساتها بضعة ملمترات، كما تأتي الخلايا بأشكال عديدة وفقاً لوظائفها أيضاً، فهناك **الخلايا العصبية الحسية** sensory التي تقوم بجلب الإشارات



الحسية من الأجزاء الخارجية للجسم إلى النظام العصبي المركزي، و**الخلايا العصبية الحركية** neu-rons motor التي تقوم بنقل الأوامر التنفيذية إلى أطراف الجسم، و**المستقبلات** receptors التي تتحسس الوسط المحيط عن طريق الحواس الخمس من تذوق ولمس و رؤية وسمع و شم، وتشفر هذه المعلومات إلى رسالة كهروكيميائية تسلمها إلى الخلايا العصبية الحسية التي تنقلها بدورها إلى النظام العصبي المركزي، كما تقدم، وأخيراً، **الخلايا البينية** interneurons التي تصل بين الخلايا العصبية المختلفة في الدماغ والحبل الشوكي.

عندما ينقر الطبيب على ركبة المريض بمطرقته المطاطية، تتلقى المستقبلات النقرة وتترجمها إلى رسالة كهركيميائية، تسلمها إلى الخلايا الحسية التي تحملها من فورها مسرعةً إلى الحبل الشوكي، ومنه إلى الخلايا العصبية الحركية التي تعطي أمراً إلى العضلات بالانقباض، وبذلك يتأكد الطبيب من سلامة المسار العصبي، ولا يتدخل الدماغ في هذه العملية نظراً لبساطتها بالنسبة له ولانشغاله بما هو أهم وأكثر تعقيداً. فالدماغ ديمقراطي يمنح الصلاحية للأجهزة التابعة له بالتصرف من تلقاء نفسها دون الرجوع له في شؤون الجسم البسيطة.

ينمو الدماغ في مرحلة التكوين بسرعة مدهشة، إذ تتشكل 250000 خلية عصبية في الدقيقة الواحدة، وعند الولادة يكون عدد الخلايا العصبية التي

elkandi.com

سترافق الإنسان في مسيرة حياته قد اكتمل. فلا تتشكل أية خلية عصبية جديدة بعدها، ولكن نمو الدماغ يستمر بعد الولادة ليبلغ 80 ٪ من حجمه عند البلوغ و ذلك في عمر سنتين. **ولكن كيف يحصل هذا؟** تتوقف الخلايا العصبية عن التكاثر والانقسام عند الولادة ويستمر نمو الدماغ، وهنا يأتي دور الخلايا الدبقية الداعمة glia، التي تستمر بالانقسام لتغطية وظائف مساعدة عديدة، مثل تغليف وعزل الخلايا العصبية بمادة النخاعين myelin.

كيف تتم عملية التفكير والتعلم؟

تجري عملية التفكير في الدماغ عن طريق اتصالات كهركيميائية تتم بين العصبونات في مناطق الدماغ المختلفة، بقصد تبادل المعلومات حول موضوع ما، أما التعلم فهو عملية تكوين ارتباطات جديدة بين مجموعة من العصبونات، وتكوين مستقبلات للباعثات الكيميائية على أطراف الخيوط العصبية. وتنتقل المعلومات داخل العصبون بشكل كهربائي. أما خارجه وبين العصبونات فتنتقل بشكل كيميائي.

وحتى يتعلم المرء مفردة لغوية مثلاً يلجأ إلى إعادتها عدة مرات حتى يتقن لفظها، وفي هذه الأثناء تكون مجموعة من العصبونات قد ارتبطت تدريجياً ببعضها البعض. وتكرار الموضوع المراد تعلمه يساعد على ترسيب مادة النخاعين على المحور الناقل للعصبون والتي تعمل على عزل المحور كهربائياً، ومع الاستخدام المتكرر للمعلومة الجديدة يتم عزل المحور الناقل بشكل أفضل

obeikandl.com

مما يؤدي إلى عدم تسرب الإشارة الكهربائية منه وفقدان جزء منها، فبقدر ما تتكرر المعلومة نفسها يزداد ترسب مادة النخاعين ويزداد عزل المحور الناقل مما يساعد على الحفاظ على الإشارة الكهربائية بين العصبونات المترابطة والمشكلة لهذه المعلومة بشكل جيد، أي أن المعلومة أصبحت «راسخة» في الذهن تماماً، وهذه النظرية تعطي تفسيراً لأهمية تكرار استخدام المعلومة.

وجدير بالذكر، أن **الذكاء لا علاقة له بحجم الدماغ أو بكثافة العصبونات، بل يرتبط بزيادة ارتباطات العصبونات وعدم فقدان الارتباطات السابقة**، وإذا استطردنا بشكل فلسفي لقلنا بأن الأهم من الذكاء حسن استخدامه الذي يرتقي بالإنسان إلى مصاف الحكماء .

يعتقد البعض بأننا نستخدم أقل من 10٪ من قدراتنا العقلية، وهذا من الأقوال الخاطئة الشائعة بشكل غريب، فنحن في الحقيقة نستخدم قدراتنا العقلية كاملة.

يستمد الدماغ طاقته من السكريات في الطعام الذي نتناوله، وإذا كان من الممكن إيقاف الحاسب عن العمل بفصله عن مأخذ الكهرباء، فإن الدماغ لا يمكن إيقافه عن العمل أبداً، وحتى أثناء النوم يبقى عاملاً.

ما هو الذكاء الصناعي؟

الذكاء الصناعي Artificial intelligence هو حقل من علوم الحاسب التي تركز على تصميم آلات قادرة على تنفيذ مهام يعتبرها الإنسان ذكية.

obeikandl.com

Artificial Intelligence

بفضل تطور علوم الحاسب الآلي والالكترونيات المتقدمة أصبح المهندسون اليوم قادرين على تصميم آلات تستطيع «التفكير» وتؤدي العديد من المهام الذكية منها: تمييز الأصوات وفهم اللغات الطبيعية وترجمتها إلى لغات أخرى والرؤية ثلاثية الأبعاد والقيام بألعاب ذكية كالشطرنج وبناء الأجهزة الآلية Ro-botics... الخ.

وللوصول إلى الآلات الذكية، انقسم العلماء فرقاً تختلف في كيفية تحقيق هذا الهدف، وقد سلكت اتجاهين رئيسين متنافسين، الأول يرى تحقيق الهدف باتجاه متدرج صاعد bottom-up وذلك عن طريق بناء دارات الكترونية تماثل شبكة عصبونات الدماغ المعقدة، والثاني يسعى إلى الهدف باتجاه متدرج هابط top-down عن طريق تصميم برامج حاسوبية software تمكن الحواسب من القيام بوظائف ذكية.

والعصبون neuron نفسه ليس ذكياً ولكن ارتباط العصبونات ببعضها -كما مر- يمنحها القدرة على تشكيل مسارات متلاحقة للإشارات الكهركيميائية. إذ تمر الإشارة بشكلها الكهربائي من جسم الخلية إلى المحور الناقل و من ثم إلى الخيوط العصبية dendrite، وتنتقل من أطراف الخيوط العصبية لعصبون إلى

obeikandl.com

أطراف الخيوط العصبية لعصبون تال مجتازة الفجوة المجهرية synapse بين العصبونات وذلك على شكل إشارة كيميائية، وحال وصولها إلى العصبون الجديد تتابع طريقها بشكل كهربائي ثانيةً، وهكذا تعبر «المعلومة» العصبونات جميعها بنفس الكيفية مترددة بين حالتين، كهربائية ضمن العصبون وكيميائية عند «القفز» بين العصبونات.

ولكن ما هي هذه الإشارة الكهربائية؟

اعتبر بعض العلماء بأن عمل هذه الإشارات شبيه بالنظام الثنائي Binary system الذي يشكل العمود الفقري لعمل الحواسب والذي افترضه العالم جورج بول George Boole في عام 1854 واعتبر فيما بعد أساس الجبر البولي Boolean Algebra، ويتم في هذا النظام تحويل المعلومات إلى تراكيب للصفر والواحد (0، 1) تكافئ وجود أو انعدام الإشارة.

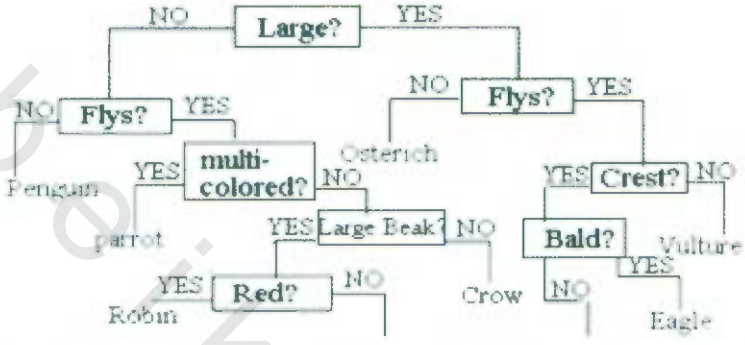
George Boole

وعلى ذلك تسعى الأنظمة المتدرجة صعوداً إلى محاكاة الفعل الكهربائي للدماغ البشري في محاولة إيجاد آلات ذكية، وانطلاقاً من هذا الاتجاه يعمل مختبر Star lab في بلجيكا على محاولة بناء دماغ قطة بالحجم الطبيعي من عصبونات صناعية يكون بمقدورها المشي واللعب بالكرة، ويعلن المختبر أن الدماغ الصناعي سيكون جاهزاً عام 2002 .

أما الأنظمة المتدرجة هبوطاً top-bottom systems فتسعى للاستفادة من التطور الكبير للسعات التخزينية للحواسب في وضع برامج تعتمد الأسلوب الإحصائي للوصول إلى النتيجة المنطقية، وتتبنى المخططات الانسيابية Flow

obeikandl.com

charts للوصول إلى الهدف. لنفرض مثلاً أنه يراد تصميم نظام ذكي لتمييز الطيور، فسيتبع هذا النظام المخطط الانسيابي التالي:



لو أراد هذا النظام التعرف على طائر ما، فسيبحث عن جواب بالنفي أو الإيجاب لكل من الأسئلة المتتالية في المخطط وكأنها لعبة التخمين:

هل الطائر كبير الحجم؟

نعم

هل يطير؟

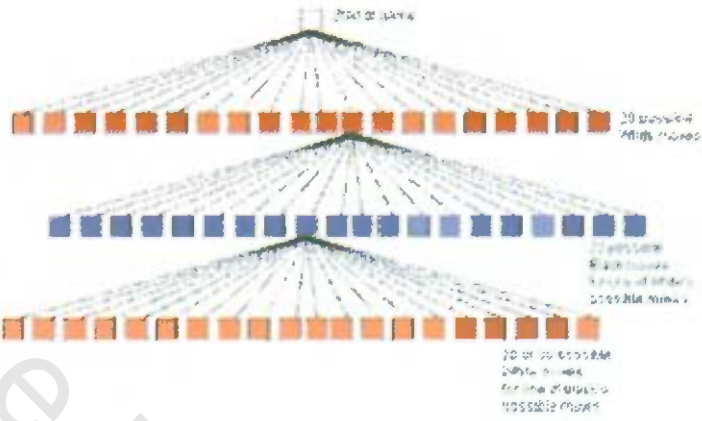
لا

إذاً، فهو نعامة ostrich.

كيف يلعب الحاسب المزود بالذكاء الصناعي الشطرنج؟

لعبة الشطرنج الحاسوبية تطبيق ناجح للنظام المتدرج هبوطاً، يعتمد تصميم برنامج الشطرنج الآلي على دراسة كافة الاحتمالات الممكنة. ويستطيع البرنامج حساب الاحتمالات الممكنة لعشرين خطوة، والمخطط التالي يشرح توالد الاحتمالات الممكنة بشكل متتال:

obeikandl.com



في بداية اللعب يكون أمام الأبيض عشرون احتمالاً في المستوى الأول، وبالتالي يكون أمام الأسود20 x 20=400 احتمال للرد في المستوى الثاني، ينشأ عنها 20 x 400=8000 احتمال للأبيض في المستوى الثالث، تولد 8 x 20000= 160000احتمال للأسود في المستوى الرابع من اللعبة، وهكذا... .

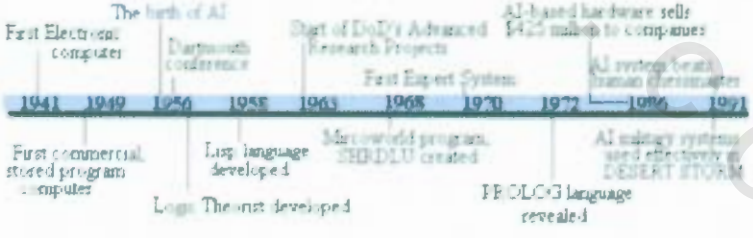
بالطبع فإن تصميم البرنامج لا يفترض حساب كافة الاحتمالات من بداية اللعبة حتى ختامها فهذا أمر مستحيل فهناك ما يقارب 10**128 (أي 10 وبجانبها 128 صفر) احتمال، إنما يتم افتراض عدد معين من المستويات في شجرة الاحتمالات لا تتجاوز العشرين مستوى، وبقدر ما تزداد سرعة الحاسب في معالجة المعلومات يقل الزمن اللازم لحساب احتمال ما.

وكما ترى، فالعملية ليست تفكيراً بقدر ما هي احتمالات رياضية تبنى بعد تلقين الحاسب مسبقاً إمكانيات كل قطعة وآلية تقييم الموقف.

obeikandl.com

بناء سلسلة الاحتمالات هذه أو ما يسمى الخوارزمية Algorithm هو إحدى الطرائق لجعل الحاسبات «ذكية».

يمكن القول: إن تطبيقات الذكاء الصناعي قد شاعت بدرجة كبيرة في عصرنا الحالي ودخلت مجالات عديدة. فهناك الأسلحة الذكية التي تستخدم التطبيقات العسكرية، (وتم استخدامها في حرب الخليج الثانية). وفي علوم الطيران تستخدم الطائرات برامج ذكية في بعض حالات الطيران كالهبوط مثلاً، إذ يقوم برنامج بمراقبة العديد من المؤشرات ويعدل زاوية هبوط الطائرة وسرعتها بناءً عليها، وهناك أيضاً ألعاب الحاسب المنزلية. ولكن إلى أين ستصل إمكانات الذكاء الصناعي؟ يقول أحد خبراء شركة AT&T: إنَّ هدفه بناء فريق كرة قدم من الآليين Robots ينافس فريق بشري محترف و ذلك بحلول عام 2050.



المراحل الزمنية لتطور تطبيقات الذكاء الصناعي. ونرى عليه ولادة مفهوم الذكاء الصناعي على يد جون ماكارثي عام 1956 في موتمر دارتموث