الباب السابع

الذكاء الاصطناعى

٧-١ مقدمة عامة .

٧-٢ موضوعات الذكاء الاصطناعى

- نظم المعرفة .
- التعلم الآلي Machine Learning .
- معالجة اللغات الطبيعية .
- الوسائط الآلية Robotics .
- الشبكات الخلوية المخية Neural Networks .
- الخوارزمات والبرمجة الوراثية .

٧-٣ تاريخ تطور الذكاء الاصطناعى

١ – الشبكات الخلوية المخية (النيورونية أو الشبكات العصبية) .

٢ – البحث الموجه .

٣ – النظم المبنية على تمثيل المعرفة .

٤ – التعلم الآلى .

٧-٤ نظم الخبرة

٧-٤-١ بعض التطبيقات فى مجال الاتصالات .

٧-٤-٢ بعض التطبيقات فى المجالات العسكرية .

٧-٥ الروبوتات (الوسائط الآلية) Robots .

٧-٦ الذكاء الاصطناعى والذكاء البشري .

الباب السابع

الذكاء الاصطناعى

٧-١ مقدمة عامة

عندما يتعامل شخص ما مع موقف معين لابد من وجود صيغة محددة للفكر يتبعها فى تخطيط مسار أفعاله لمواجهة هذا الموقف . ونظراً لأن المخ البشرى هو أساس السلوك وتجسيد العقل فإن دراسته قد ساعدت فى تحديد طبيعة الصيغ المختلفة للسلوك الذكى . ويتكون المخ البشرى من نصفين يتخصص كل منهما فى حل المسائل بصيغة تختلف عن الآخر . وهذه الصيغ هى الصيغة التتابعية أو المنطقية وتعتمد على معالجة البيانات المتوفرة عن المسألة جزءاً جزءاً بشكل تتابعى . أما الصيغة الثانية فهى الصيغة المتوازية أو (الجشتالت Gestalt) حيث تعالج البيانات المتوافرة عن المسألة مرة واحدة . وفى الأشخاص العاديين يتخصص النصف الأيسر من المخ فى التعامل مع المهام التى يمكن معالجتها بالصيغة التتابعية . ويشتمل ذلك على فهم اللغات الطبيعية والاستدلال المنطقى والإحساس بالوقت . ويتخصص النصف الأيمن فى المهام التى تتطلب الصيغة المتوازية مثل تعرف المناظر والصور وتنسيق عمل الوظائف المختلفة بجسم الإنسان . ونظراً لأن المخ يمثل أعقد تركيب فى هذا الكون فإن الدراسة الكاملة له لم تستكمل بعد ، وعلى هذا فإن دراسة الذكاء وعلاقته بالمخ يمكن أن تستفيد فى الوقت الحالى من النظريات الخاصة بالحاسبات . كما أن دراسة الحاسبات يمكن أن تستفيد من التقدم فى تفهم كيفية عمل المخ بتلك الكفاءة العالية فى معالجة بعض المسائل بشكل أفضل من أكثر الحاسبات تقدماً (مثل تعرف الصور) (Trevtor, 1998) .

٧-٢ موضوعات الذكاء الاصطناعى :

لكى يمكن تصميم وبناء آلة تستطيع إبراز بعض جوانب السلوك الذكى يجب البدء بتلك الجوانب ، التى تم إحراز تقدم فى فهم أساسياتها . ويشتمل الذكاء الاصطناعى على الموضوعات التالية :

- **نظم المعرفة :**

سواء كيفية تمثيل المعرفة بأنواعها المختلفة أو استخلاص المعرفة أو الاستدلال المنطقى باستخدام المعرفة المتراكمة عن مجال معين .

- **التعلم الآلى (Machine Learning) :**

يهدف أساساً ميكنة عملية استخلاص المعرفة .

- **معالجة اللغات الطبيعية** :

سواء فيما يتعلق بتفهم التراكيب اللغوية أو توليدها أو الترجمة الآلية من لغة إلى أخرى أو إلى عدة لغات أخرى .

- **الوسائط الآلية (Robotics)** :

كيفية توجيهها وتخطيط مسارها لتأدية المهام المطلوبة منها .

- **الشبكات الخلوية المخية (Neural Networks)** :

وتتعلق بمحاكاة كيفية قيام المخ البشرى بحل المسائل المختلفة ، والاستفادة من هذه الصيغ فى موضوعات تعرف الأشكال على سبيل المثال .

- **الخوارزمات والبرمجة الوراثية**

(Genetic Algorithms & Programming)

وتتعلق بالخوارزمات والبرمجيات التى تتطور (Evolve) معتمدة على فكرة «الانتقاء الطبيعى» ونظريات الهندسة الوراثية [Nilsson, 1998] وتسمى بوجه عام «الحسابات التطورية (Evolutionary Computation) [Fogel, 2000] .

٣-٧ تاريخ تطور الذكاء الاصطناعى :

لقد مرت البحوث الخاصة بالذكاء الإصطناعى فى مراحل مختلفة ترجع جذورها إلى الأربعينيات من القرن العشرين . ومع انتشار استخدام الحاسبات ابتدأ الاهتمام ينمو بشكل متزايد ، حيث تركز الاهتمام فى الخمسينات على الشبكات الخلوية المخية (Neural Nets) وفى الستينيات على البحث الموجه (Heuristic Search) وفى السبعينيات على النظم المبنية على تمثيل المعرفة (Knowledge Representation) ومعالجتها . وفى بداية الثمانينات وبعد إعلان اليابان عن البدء فى تنفيذ برنامج خاص بالجيل الخامس للحاسبات ، يكون محور اهتمامه نظم الحاسبات التى تتعامل أساساً مع المعرفة ، حدثت طفرة كبيرة فى بحوث الذكاء الاصطناعى . وقد ابتدأت أيضاً فى هذه الفترة البحوث الخاصة بالتعلم الآلى (Machine Learning) ، وفيما يلى نقدم ملخصاً لتطور الذكاء الاصطناعى .

١ - الشبكات الخلوية المخية (النيورونية) أو الشبكات العصبية:

نبعت البحوث فى هذا المجال من العمل الريادى فى مجال السيبرنية (Cybernetics) التى ابتدأها العالمان (نوربرت ڤينر Norbert Wiener) و (وارن مالك Warren McCulloch) فى الأربعينيات . وفى الخمسينيات بدأ علماء الذكاء الاصطناعى محاولة بناء آلة ذكية تحاول تقليد المخ البشرى . ونظراً لأن مجال الحاسبات كان فى بدايته فإن التكنولوجيا فى ذلك الوقت لم تمكنهم من تحقيق هذا الهدف بالصورة المطلوبة . وقد كان من أبرز المحاولات ، تلك التى قام بها

(روزنبلات Rosernblat) عام ١٩٥٧ حيث قـــام ببناء ما أسماه (المحس الإدراكـى Perceptron) .

ويعتبر (المحس الإدراكى) نموذجًا مبسطًا جداً لشبكية العين ، وقد أمكن تعليمه تعرف بعض الأشكال المحددة . وقد أثبت منسكى وبابرت (Minsky and Papert) أن إمكانيات المحس محدودة جداً ، وكان نتيجة هذا النقد أن قل الاهتمام ببحوث الشبكات الخلوية المخية حتى بدأ الاهتمام بهذا المجال مرة أخرى فى الثمانينيات وبشكل قوى ومتطور . ويلاحظ أنه كان من الممكن تعديل تصميم المحس الإدراكى لزيادة إمكانيته فى تعرف الأشكال ، لو أن مصممه اطلع على إحدى المقالات المهمة التى نشرت فى عام ١٩٥٧ لعالم الرياضيات الروسى (أندريه كلماجاروف Andrei Kolmogorov) . ولكن لأن هذه المقالة كانت فى مجال الرياضيات لم يتضح فى ذلك الوقت علاقتها بأبحاث الشبكات الخلوية المخية . وهذا يوضح لنا تكامل العلم والمعرفة فى الفروع المختلفة .

٢ - البحث الموجه :

اتجهت البحوث فى الستينات اتجاهًا آخر ، وأبرز هذه الاتجاهات كانت بقيادة (ألان نيوويل Allen Newell وهربرت سيمون Herbert Simon [الحائز على جائزة نوبل فى العلوم الإقتصادية عام ١٩٧٨]) . وقد إعتقدا أن التفكير ينتج عن طريق التنسيق بين المهام المختلفة ، التى تعالج الرموز مثل مقارنتها والبحث عنها وتعديلها . ونظراً لأن الحاسبات تقوم بهذه المهام بكفاءة عالية فقد ارتكزت أبحاثهما على أنه من الممكن تصور حل المسائل على أنه البحث عن الحل المطلوب من بين عدد كبير من الحلول المحتملة . وفى البداية تم التركيز على برامج إثبات النظريات ، وبعد ذلك برامج لعب الشطرنج ، وفى النهاية قدما نظاماً باسم (البرنامج العام لحل المسائل General Problem Solver-(GPS)) وقد أعلن (سيمون) فى عام ١٩٥٧ أنه فى خلال عشر سنوات سيتم كتابة برنامج للعب الشطرنج يمكنه أن يكون بطلاً للعالم ولكن ذلك لم يتحقق فى ذلك الوقت ، ولكن تحقق فى عام ١٩٩٧ عندما تمكن أحد الحاسبات فى هزيمة بطل العالم فى الشطرنج «جارى كاسباروف» . والمشكلة الأساسية هى أن البرنامج العام لحل المسائل لم يعتمد على المعرفة والخبرة المتراكمة فى مجال الشطرنج ، والتى كان من الممكن أن تفيد فى رفع كفاءة البرنامج .

٣ - النظم المبنية على تمثيل المعرفة :

فى السبعينيات ابتدأت أحد البرامج البحثية فى جامعة ستانفورد بالولايات المتحدة بقيادة (إدوارد فايجنباوم Edward Feigenbaum) لمعالجة القصور الموجود فى البرامج العامة لحل المسائل ، وذلك عن طريق تمثيل المعرفة . إن الخبير البشرى قد أصبح يمتلك معرفة أكثر وأكثر فى موضوعات أقل ، لذلك يجب العثور أولاً على طريقة لتمثيل المعرفة ، والتى يمكن أن تساعد فى حل المسائل المختلفة . وعلى هذا

الأساس تم تصميم نظام خبير لتفسير النتائج التى يتم الحصول عليها من مطياف الكتلة ، وهو أحد الأجهزة التى يستعين بها أخصائى الكيمياء فى التحليل وسمى هذا البرنامج DENDRAL والذى تم الإنتهاء منه عام ١٩٧١ . وفى عام ١٩٧٦ انتهى (شورتليف Shortliffe) من أحد البرامج فى التطبيقات الطبية يسمى (MYCIN) . وهذا البرنامج يساعد الطبيب على تشخيص أمراض الالتهاب السحائى، كما يساعد أيضاً على توصيف طريقة العلاج الملائمة . ومن بين البرامج الرائدة الأخرى فى مجال نظم الخبرة برنامج PROSPECTOR فى مجال التنقيب عن المعادن . ومنذ ذلك الوقت أصبحت نظم الخبرة تشكل أحد التطبيقات المهمة للذكاء الاصطناعى فى جميع المجالات مؤكدة ما نادى به الفيلسوف الإنجليزى (فرانسيس بيكون Francis Bacon) فى القرن السابع عشر من أن (المعرفة رمز القوة Knowledge is Power) .

٤ - التعلم الآلى : نظراً للاهتمام المتزايد بنظم الخبرة المبنية على المعرفة ، ظهرت خلال التطبيقات المختلفة مشكلة جديدة فى كيفية استخلاص المعرفة أو الخبرة حتى أصبحت تشكل عنق زجاجة لهذه النظم . وعلى هذا الأساس ابتدأ البحث فى طرق للتعلم الآلى من المعرفة المبدئية المتوافرة للنظام ، وكذلك من المعرفة المتوافرة خلال استخدامه . وفى عام ١٩٨٢ أتم (دوج لينات Doug Lenat) نظاماً للتعلم الآلى يسمى EURISKO يعمل على تحسين وامتداد المعرفة المتاحة عنده بشكل آلى . وقد أحرز هذا النظام نتائج مهمة فى مجال تصميم الدوائر المتكاملة ذات الثلاثة أبعاد ، عندما قام بتصميم (أو اختراع) إحدى الدوائر المنطقية ذات الثلاثة أبعاد ، التى لم تكن فى ذهن فريق التصميم المسئول فى ذلك الوقت .

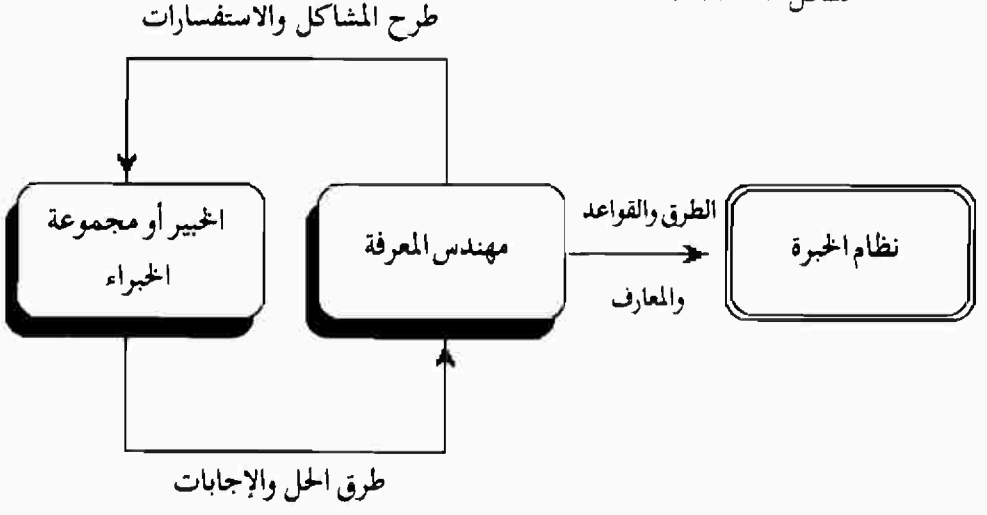
٤-٧ نظم الخبرة : لقد نتجت نظم الخبرة (Export Systems) من محاولات علماء الذكاء الاصطناعى تطوير برامج للحاسبات لها القدرة على التفكير ، من خلال حل المشاكل أو المسائل التى تتطلب قدراً من الذكاء من الخبير البشرى . وقد حاول العلماء أولاً محاكاة العمليات المعقدة للتفكير عن طريق إيجاد طرق عامة لحل قطاع عريض من المشاكل . ولكن نجمت صعوبات كبيرة فى تطبيق هذه الطرق العامة لإنشاء برامج تستطيع معالجة هذا القطاع العريض من المشاكل .

وعلى هذا تم التركيز على إيجاد منهجيات عامة لتحسين صياغة المشاكل (Problem Representation) بشكل يسهل معه حل المشكلة ، وكذلك تحسين عملية البحث (Search) عن الحل المناسب للمشكلة بحيث لا تستغرق وقتاً طويلاً أو يستهلك موارد الحاسبات من حجم الذاكرة أو زمن تشغيل الحاسب . وعلى الرغم من التحسن الذى حدث نتيجة لذلك ، إلا أنه لم يحقق تقدماً كبيراً فى تنفيذ

البرامج الذكية القادرة على محاكاة سلوك الخبير البشرى أو مجموعة الخبراء . وقد بدأ التحسن الفعلى فى الظهور ، عندما طرح العلماء فكرة الاهتمام بالمعرفة المتاحة للبرامج. وعلى هذا الأساس فإن قدرة برنامج ما على حل المشكلة تنبع من جودة المعرفة المتاحة له ، وليس فقط من دقة الصياغة أو طرق الاستدلال المنطقى التى يستخدمها فى البحث عن الحل المطلوب . ولذلك فإن الركيزة الأساسية لتمتع البرامج بقدر من الذكاء تكمن فى إتاحة الكم المناسب من المعرفة الجيدة المتكاملة بالنسبة لمجال محدد (Trevtor, 1998) .

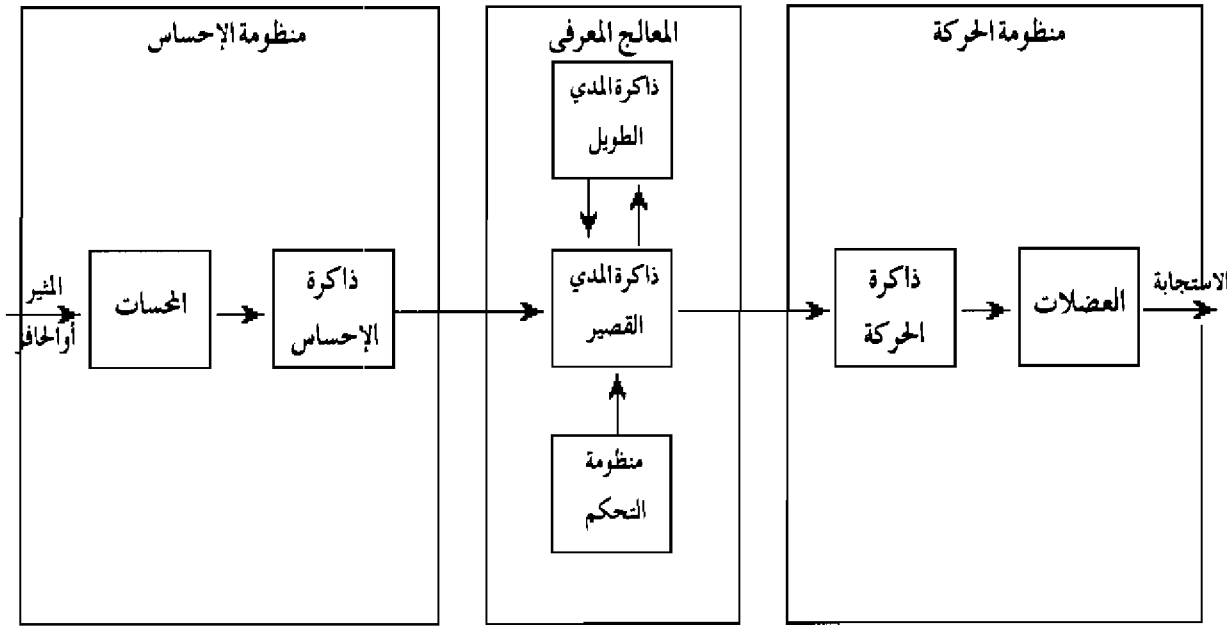
ويمكن تعريف نظم الخبرة على أنها البرمجيات التى يمكنها محاكاة سلوك خبير بشرى أو مجموعة من الخبراء فى حل المشاكل ، أو إتخاذ القرارات فى أحد فروع المعرفة المتخصصة والمحددة . والهدف من ذلك هو مساعدة المتخصصين الأقل خبرة فى الاستفادة من المعارف والخبرات المتاحة لغيرهم من الخبراء عن طريق التفاعل المباشر مع هذه البرامج . وبذلك تصبح نظم الخبرة وعاءً مناسباً لبناء ذاكرة المؤسسة والمحافظة على ما تجمع لديها من خبرات ومعارف .

ونظراً لأن بناء نظم الخبرة يتطلب التعامل بشكل كبير مع المعرفة فقد سميت عملية بناء نظم الخبرة «هندسة المعرفة» (Knowledge Engineering) . وهذه العملية تتطلب نوعية خاصة من التفاعل بين من يسمى «مهندس المعرفة» (Knowledge Engineer) وواحداً أو أكثر من الخبراء فى مجال الموضوع المراد معالجته . وعلى هذا فإن مهندس المعرفة يقوم باستخلاص الطرق والقواعد والمعارف التى يستخدمها الخبير لدمج تلك المعارف فى برنامج نظام الخبرة كما هو موضح فى الشكل (٧-١) .



شكل (٧-١) : الإطار العام لهندسة المعرفة .

ومادام الخبير البشرى يشكل جزءاً أساسياً من نظم الخبرة ، يجب أن نتطرق بإيجاز إلى كيفية تعامل الإنسان مع المعلومات المختلفة . ويشتمل نموذج التعامل مع المعلومات على ثلاث منظومات ، هى : منظومة الإحساس (Perception System) ومنظومة الإدراك المعرفى (Cognitive System) ومنظومة الحركة (Motor System) كما هو موضح فى الشكل (٧-٢) .



شكل (٧-٢) : منظومة المعالجة المعرفية للإنسان .

ويلاحظ فى هذا الشكل أن المؤثر الخارجي يدخل إلى منظومة الإحساس من خلال الحواس المختلفة ، مثل : السمع والإبصار ويتم تخزينه بصفة مؤقتة فى ذاكرة الإحساس لفترة قصيرة (حوالى نصف ثانية أو أقل) لحين بدء معالجته بواسطة منظومة الإدراك المعرفى . بعد ذلك يتم نقل بعض هذه البيانات إلى الذاكرة قصيرة المدى (Short term memory) أو ذاكرة العمل (Working memory) والتى تتسع عادة إلى حوالى سبعة أجزاء أو قطع من البيانات (مثلاً سبعة أرقام تمثل تليفون شخص ما) ويتم تجميعها فى حوالى ٣٠ ثانية .

ويتولى المعالج المعرفى (Cognitive Processor) تكرار تلك العملية حيث تستغرق كل دورة معرفية منها حوالى ٧٠ مللى ثانية . وهناك ذاكرة أخرى تسمى الذاكرة طويلة المدى (Long term memory) حيث يتم تخزين عدد كبير من الرموز أو الوحدات أو القطع المعرفية الواحدة (Chunks) ، ويتم ترتيب هذه الوحدات بشكل هرمى بحيث ترتبط كل وحدة بوحدات أصغر منها وهكذا . وفى كل دورة

معرفية يتم الحصول على المعلومات من إحدى الذاكرات سواء من ذاكرة الإحساس إلى الذاكرة قصيرة المدى أو من الذاكرة قصيرة المدى إلى الذاكرة طويلة المدى أو العكس . وتحتوى الذاكرة طويلة المدى على الكم المتراكم للمعارف التى استوعبها شخص ما ، وهذه المعارف تكون عادة مترابطة فى شبكة معقدة . والوقت اللازم لإضافة وحدة أو قطعة جديدة من المعرفة إلى الذاكرة طويلة المدى حوالى سبعة ثوانٍ فى المتوسط . وهناك عدة تقسيمات لهذه الذاكرة ، نوجزها فيما يلى :

ذاكرة الدلالات (Semantic memory) وتحتوى على الحقائق ومعانى الكلمات.

الذاكرة الإجرائية (Procedural memory) وتحتوى على المهارات المختلفة .

ذاكرة الأحداث المترابطة (Episodic memory) وتحتوى على تفاصيل الأحداث .

الذاكرة المستقبلية (Prospective memory) وتحتوى على الخطط المستقبلية لتنفيذ بعض الأنشطة .

ولكن ما أنواع المعرفة التى يتم تخزينها ويستخدمها الإنسان بعد ذلك فى حل المشاكل المختلفة . هناك نوعان من المعرفة .

النوع الأول :

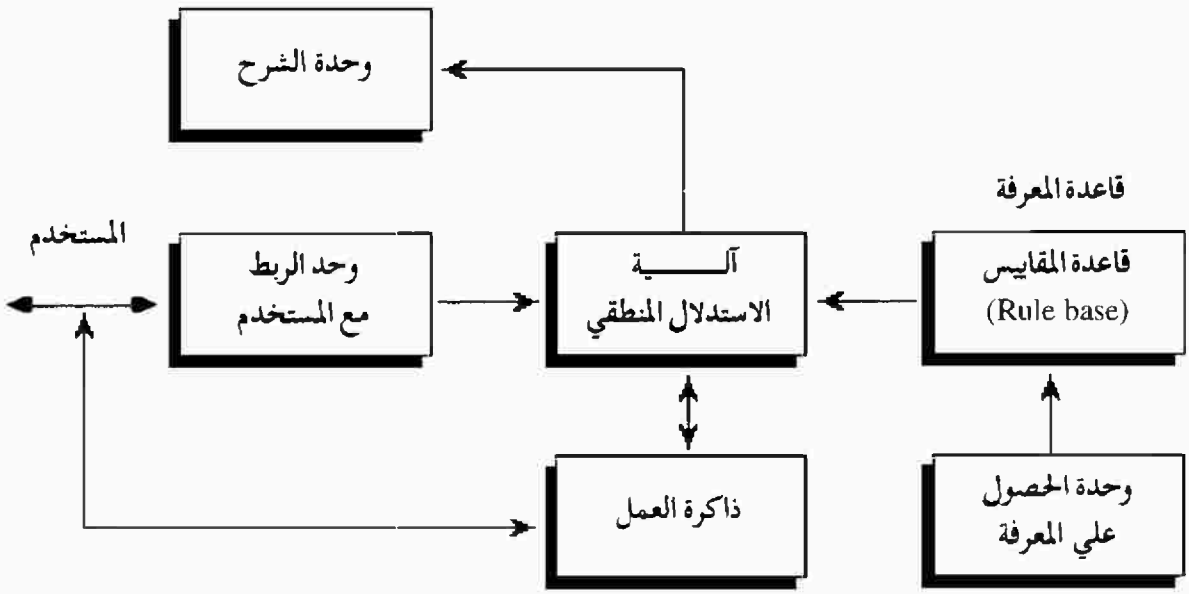
يتم تحصيله من خلال الدراسة المنتظمة فى المدارس والجامعات وقراءة الكتب والمراجع المختلفة . وهذه المعرفة تكون عامة أو غير مرتبطة بمجال معين (Domain independent) .

النوع الثانى :

يتم الحصول عليه من الخبرة المكتسبة فى مجال معين (Domain dependent) سواء الخبرة النابعة من الممارسة الذاتية أو من خلال مرشد أو معلم . وتعتمد هذه المعرفة على ما يسمى القياسى التقريبى أو حكم التجربة (Heuristics or Rule - of - thumb) . ويعتمد القياس التقريبى على التركيز على الخصائص المهمة للمشكلة للوصول بسرعة إلى حل مناسب لها ، وبالطبع قد لايكون هذا الحل هو الحل الأمثل أو فى بعض الأحيان يكون الحل الخاطئ . ولكن نظراً لصعوبة المشاكل التى يتم حلها بهذه الطريقة ، فإن ذلك يمثل أفضل المتاح .

ويوضح الشكل (٧-٣) الإطار العام لأحد أنظمة الخبرة التى تعتمد على عدد من المقاييس (Rules) ، والتى يتم تكويدها من خلال التفاعل مع خبير أو أكثر فى

موضوع محدود عن طريق وحدة الحصول على المعرفة (Knowledge Acquistion) . ويتم تخزين هذه المقاييس فى قاعدة معرفية تسمى قاعدة المقاييس (Rule base) ، ويمكن تشبيه هذه القاعدة بذاكرة المدى الطويل عند الإنسان ، وبالنسبة للبيانات الخاصة بمشكلة معينة ، فيتم تخزينها فى ذاكرة أو قاعدة بيانات العمل (Working memory or Database). ويمكن تشبيه هذه الذاكرة بذاكرة المدى القصير عند الإنسان . بعد ذلك توجد وحدة أو آلية الاستدلال المنطقى (Inference engine) حيث تستعين بالمعرفة المتاحة فى قاعدة المعرفة لحل المشكلة الموجود بياناتها فى ذاكرة العمل . وتعرض النتيجة على المستخدم من خلال وحدة ربط تستعمل اللغات الطبيعية حتى تكون أقرب إلى ذهن المستخدم . ويمكن أيضاً عن طريق وحدة الشرح (Explanation unit) أن تبرر النتائج التى توصلت إليها وسرد تفاصيل كيفية الوصول إلى القرارات .



شكل (٧-٣) : المكونات الأساسية لنظام الخبرة .

٧-٤-١ بعض التطبيقات فى مجال الاتصالات :

تشتمل التطبيقات فى هذا المجال على نظم للخبرة للمساعدة فى الآتى :

أ - مجال تشخيص الأعطال والإصلاح .

ب - مجال إدارة شبكات الاتصالات .

جـ- مجال نظم الخبرة الموزعة .

وسنعرض بإيجاز بعضاً من نماذج هذه التطبيقات [Liebowitz, 1998] [Liebowitz, 1988] :

أ - مجال تشخيص الأعطال والإصلاح :

١ - نظام خبرة لإصلاح الكابلات :

يساعد هذا النظام المبنى على المعرفة مهندسى شركات التليفونات فى صيانة الدوائر المحلية للسنترالات .

ويعتمد هذا النظام على مصادر متعددة للمعرفة ، مثل :

- المعرفة المدونة فى الكتب وبرامج التدريب المختلفة والتقارير الخاصة بتحليل كابلات التليفونات .
- خبرة المهندسين الذين أشرفوا على عمليات إصلاح الكابلات .
- الخبرة النظرية المتاحة من شركات التشغيل المختلفة .

٢ - نظام اكتشاف أخطاء الأجهزة الإلكترونية :

يعتمد هذا النظام على نظام خبرة مبنى على نموذج يستطيع أن يستخلص من المستخدم توصيفاً للوحدة المراد إختبارها . ويستخدم هذا التوصيف بعد ذلك للقيام بالوظائف التشخيصية للأخطاء ، مثل: اقتراح بأفضل الاختبارات التى يمكن إجراؤها على الوحدة ؛ حتى يمكن تحديد الأعطال ، كذلك تقدير احتمالات الأخطاء بعد كل اختبار يتم إجراؤه . ويمكن تلخيص المهام التى يقوم بها هذا النظام كالآتى :

- المساعدة فى توصيف الوحدة المراد اختبارها بشكل مبسط ، ويساعد فى عملية التشخيص فيما بعد .
- يقوم بعمل الاستدلال المنطقى الذى يؤدى إلى اقتراح أفضل الاختبارات التى يمكن القيام بها فى الخطوة التالية ، أو تحديد الجزء الذى يمكن استبداله .
- يقدم التقديرات الخاصة واحتمالات الأخطاء بعد كل اختبار .

ب - مجال إدارة شبكات الاتصالات :

إدارة شبكات الاتصالات تتطلب تنفيذ وظائف معينة ، مثل :

- تشخيص الأعطال والإصلاح والتى تناولناها فى الجزء الأول من هذه التطبيقات .
- المراقبة والتنبؤ والتخطيط .
- تصميم الشبكات .

فبالنسبة للمراقبة يتطلب الأمر تنفيذ القياسات المباشرة لبعض متغيرات الشبكة بهدف تحديد أدائها والتخطيط لبعض الإجراءات التصحيحية ، مثل : إيجاد مسارات بديلة فى حالة وجود بعض الاختناقات ، أو تعطيل بعض قنوات الاتصال .

جـ- مجال نظم الخبرة الموزعة : Distributed Expert Systems

نظراً للحجم الكبير لشبكات الاتصالات وتعقيدها وتوزيعها على مساحات كبيرة، فإن الأمر يتطلب نظاماً يعتمد على التنسيق والتعاون بين عدد من نظم الخبرة تركز كل منها فى حل مشكلة معينة، ولكن فى الوقت نفسه يجب أن يحتوى النظام على الوسائل التى تساعد على تعاون أكثر من نظام خبرة فى حل مشكلة واحدة كبيرة .

٧-٤-٢ بعض التطبيقات فى المجالات العسكرية :

تعتبر عمليات الإستطلاع للحصول على المعلومات أحد الأركان المهمة فى المجال العسكرى . وتشتمل هذه العمليات على : تجميع وربط أو دمج وتحليل المعلومات اللازمة لدعم اتخاذ القرارات بشكل ذكى والتجميع الذكى يتعلق بعملية تحديد مهام «المحسات» Sensors المختلفة وتسجيل البيانات أو المعلومات التى تحصل عليها . وعملية الربط (Correlation) أو الدمج (Fusion) تتعلق بتكامل المعلومات المتناثرة التى يتم الحصول عليها من المحسات بحيث تقدم صورة متناسقة للوضع الحالى فى المجال المراد تعرفه . وأحد أمثلة ذلك بالنسبة للمعارك التقليدية هو «الدمج التكتيكى» (Tactical Fusion) الذى يعطى صورة متكاملة لمسرح العمليات. وعملية التحليل تتعلق بتفسيرات ذات مستوى أعلى للمعلومات المدمجة أو المترابطة . فمثلاً لكى تتنبأ بتسلسل الأفعال التى سيقوم بها العدو يجب الاعتماد على ما يسمى التحليل التكتيكى (Tactical Intelligence Analysis) . وسنقدم فيما يلى بعض الاعتبارات التى تتعلق بهذه التطبيقات [Liebowitz, 1998] .[Lehner, 1989]

١ – نظم الخبرة للدمج التكتيكى :

إن الطرق التى تستخدم للحصول على المعلومات الخاصة ، مثلاً ، بمسرح العمليات بالنسبة للمعارك كثيرة ومتعددة الأنواع . وهذه المعلومات تكون على شكل صور طبيعية أو تحت الحمراء ، الصور الرادارية ، تقارير البث الإلكترونى ، المعلومات الضوئية وغيرها . وكل جزء من هذه المعلومات يوضح جانباً واحداً فقط من جوانب الشىء المراد تعرفه ، وعلى ذلك فإن مهمة الدمج التكتيكى هو تحويل هذا الكم الهائل من المعلومات إلى صورة متناسقة لمسرح العمليات . وهذا العمل يكون من الضخامة بحيث يتعذر إنجازه بالطرق اليدوية ، ولذلك يمكن باستخدام نظم الخبرة فى تحقيق ذلك الهدف .

٢ – التحليل الذكى للمعلومات :

يتعلق هذا النشاط بإعطاء تفسير على مستوى أعلى بهدف تقدير نوايا العدو وتحركاته المحتملة . وهذا النشاط يحتاج بجانب المعلومات التى يتم الحصول عليها ودمجها إلى معارف من مصادر متعددة ، نذكر فيما يلى بعضاً منها :

١ – المعارف الخاصة بالموارد الصديقة وإمكانيتها .

٢ – المعارف الخاصة بالوضع السياسى والاقتصادى وتأثيرها على البدائل المتاحة للعدو .

٣ – أنماط السلوكيات الخاصة بقيادات العدو .

٣ – اللغات الطبيعية ومعالجة الرسائل :

إن طرق القيادة والسيطرة تحتاج إلى توزيع عدد كبير من الرسائل فى المناطق المختلفة . وفى الفترات الحرجة أو خلال الأزمات يزداد هذا الكم بصورة كبيرة مما يشكل «عنق زجاجة» بالنسبة لمعالجة الرسائل وفهمها . لذلك فقد بدأ الاهتمام باستخدام طرق الذكاء الاصطناعى فى معالجة الرسائل باللغات الطبيعية إما بهدف الاستدلال المنطقى لمحتواها أو إعادة صياغتها بشكل يسهل معه فهمها ، على الرغم من وجود بعض الأخطاء النحوية وغيرها فى الرسالة الأصلية .

٧-٥ الروبوتات (الوسائط الآلية)

الوسيط الآلى (Robot) حسب تعريف رابطة صناعات الوسائط الآلية ، هو جهاز يمكن إعادة برمجته وذو وظائف متعددة ويمكن استخدامه مثلاً فى تحريك المواد أو القيام بأعمال مختلفة متخصصة أخرى . وبعد التقدم الملحوظ فى مجال الذكاء الاصطناعى بدأ الإهتمام بإضافة مزيد من الذكاء على برامج هذه الوسائط حتى تبدو أكثر فائدة من ذى قبل . وقد نشأ هذا النوع من المعرفة عن طريق أحد فروع الهندسة المسمى «هندسة التحكم من بعد» وقد أثبت هذا الفرع فعاليته فى التطبيقات التالية [Moravec 1999] :

التعامل مع المواد الخطرة ، عمليات الاستكشاف فى أعماق البحار والمحيطات ، عمليات استكشاف الفضاء بدون رواد آدميين مثل استكشاف سطح الكواكب المختلفة.

كذلك ساعد فرع آخر من فروع الهندسة فى تطوير هذه الوسائط وهو التحكم العددى فى آلات التشغيل باستخدام الحاسبات .

وهناك طريقتان رئيسيتان للتحكم أولاهما طريقة الحلقة المفتوحة حيث يتم فى هذه الحالة تحديد الخطوات التى يتبعها الوسيط قبل بدء العملية المكلف بها . وفى الطريقة الثانية ، الحلقة المغلقة ، يزود الوسيط الآلى بوحدات قياس المحيط به مثل بعد الأشياء أو شكلها ، وبهذا يمكن للوسيط التصرف بطريقة ذكية ، ويمكن فى هذه الحالة الاستفادة من طرق تمثيل المعرفة وهى أحد الأجزاء المهمة فى علم الذكاء الاصطناعى ، كما أن هذا الفرع أيضاً يستفيد من التقدم فى مجال السيبرنية .

ويمكن تقسيم هذه الوسائط بطرق متعددة حسب خصائصها المختلفة ، مثل : الغرض والوظيفة ، نظام الإحداثيات المستخدم ، عدد الحركات الحرة للمؤثر النهائى. بالنسبة للغرض والوظيفة توجد أربعة أنواع :

أولاً : الوسائط الصناعية التى تستخدم فى اللحام ومناولة المواد وتجميع المعدات والدهان .

ثانياً : الوسائط الآلية التعليمية أو الشخصية ، ولها عادة مهام أكثر من الوسائط الصناعية كما أنها أقل سعراً .

ثالثاً : الوسائط الحربية وتسمى فى بعض الأحيان (المركبات الذاتية) ، وتجهز عادة بوسائل استشعار تساعدها فى معرفة المحيط الموجود فيه .

رابعاً : الوسائط الدقيقة المتحركة وهى نوع متقدم من الوسائط مازال فى مرحلة البحث والتطوير ، ذو حجم صغير جداً يمكنه أن يطير أو يزحف أو يسبح كذلك يمكنه الرؤية والشم والإحساس ، وسيمكن إنتاج هذه الوسائط نظراً للتقدم فى الإلكترونيات والميكانيكا الدقيقة .

وهناك مسابقات عالمية متعددة لتصميم الروبوتات لتشجيع تطويرها واختبار وتطوير أفكار الذكاء الاصطناعى المختلفة . وقد ابتدأت أشهر هذه المسابقات فى عام ١٩٩٧ وتسمى «كأس الروبوتات» (Robo Cup) خلال انعقاد أحد مؤتمرات الذكاء الاصطناعى فى اليابان . وتتعلق هذه المسابقة بكيفية لعب الروبوتات بكرة القدم ولكن بالنسبة لنماذج مصغرة من الملعب وأشكال مختلفة من الروبوتات نفسها . وفى عام ١٩٩٧ كانت هناك ثلاث مسابقات : الأولى تتم محاكاتها على أنظمة الحاسبات ، والثانية تشتمل على الروبوتات صغيرة الحجم حيث إن قطر كل روبوت لا يزيد عن ١٥ سم وطوله لا يتجاوز ١٨ سم ، وكل فريق مكون من خمسة روبوتات والملعب من حجم منضدة تنس الطاولة والكرة التى يلعبون بها فى حجم كرة الجولف ولونها أصفر . والثالثة تضم أيضاً خمسة روبوتات فى كل فريق ، ولكن أحجامها أكبر حيث يمكن أن يكون قطر كل منها ٥٠ سم ، ولا تزيد مساحة مقطعه الكلى عن ٢٠٠٠ سم٢ ومساحة الملعب تعادل تسعة مناضد لتنس الطاولة والكرة أصغر من كرة القدم الفعلية (مقاس ٤ حسب تصنيف «الفيفا») ولونها أحمر (Noda, 1998) وتهدف هذه المسابقات اختبار الأفكار الآتية فى إطار الذكاء الاصطناعى :

نظم الرؤية (Vision) ، الوسائل المستقلة ، وأنظمة دمج بيانات المحسات (Sensor Data Fusion) فى الزمن الحقيقى .

التعامل مع الوسائط المتعددة .

فهم وتقدير نوايا الطرف الآخر .

القدرة على تنفيذ الخطط المختلفة فى الزمن الحقيقى .

التعلم الآلى وطرق التدريب قبل وبعد المباريات .

وكل هذه موضوعات مهمة فى مجال الذكاء الاصطناعى بوجه عام (Hedberg, 1997) .

وقد كانت نتائج مسابقات كأس الروبوتات عام ١٩٩٧ كما يلى :

بالنسبة لأنظمة المحاكاة فازت إحدى الجامعات الألمانية بالمركز الأول .

وبالنسبة للروبوتات الصغيرة فازت إحدى الجامعات الأمريكية بالمركز الأول .

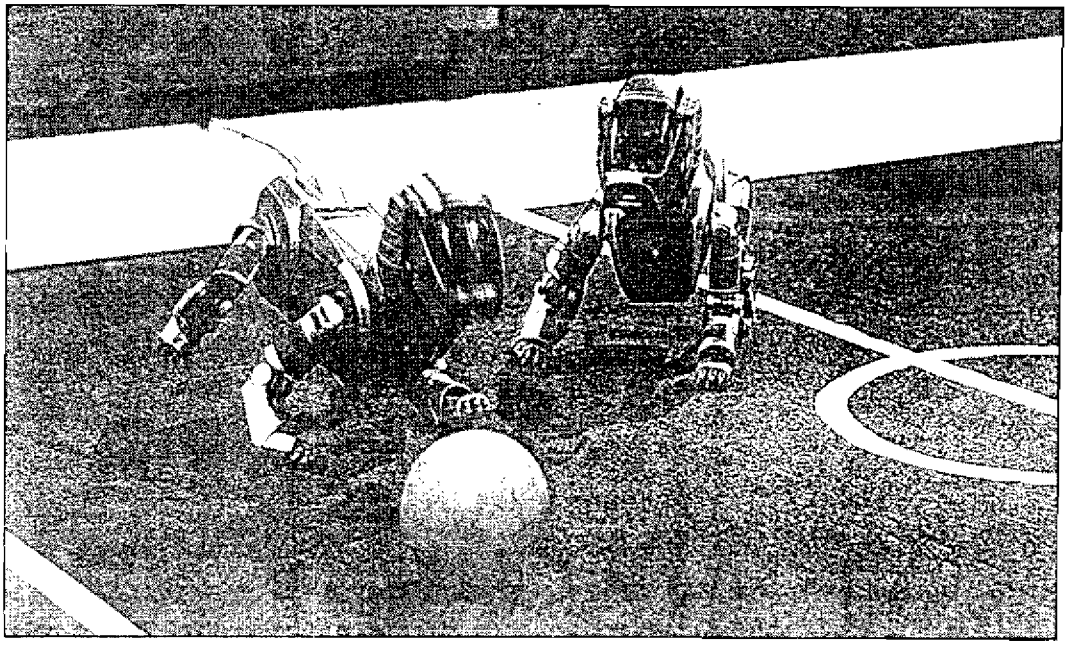
وللروبوتات المتوسطة تقاسمت المركز الأول إحدى الجامعات الأمريكية وإحدى الجامعات اليابانية (Noda, 1998) .

وفى عام ١٩٩٨ أقيمت المسابقة الثانية فى باريس ، وتزامنت مع كأس العالم الحقيقية لكرة القدم ، وكانت النتائج كالآتى : فى نظام المحاكاة والروبوتات الصغيرة فازت إحدى الجامعات الأمريكية بالمركز الأول ، وفى الروبوتات المتوسطة فازت إحدى الجامعات الألمانية بالمركز الأول . كما تم أيضاً فوز ثلاث مجموعات للبحوث بشهادة تقدير نظراً لتطويرهم أحد البرامج ، التى يمكنها التعليق بشكل أوتوماتيكى كامل على المباريات الخاصة بأنظمة المحاكاة (Asada, 2000) ، ويمكن متابعة بعض المعلومات عن هذه المسابقات من خلال الموقع الآتى على شبكة الإنترنت .

(http://www.robocup.org/)

وفى عام ١٩٩٩ أقيمت المسابقة الثالثة فى إستوكهولم بالسويد ، وأضيفت لها مسابقة رابعة تسمى «مسابقة شركة «سونى» Sony للروبوتات ذات الأرجل» (Sony Legged robot) والشكل (٧-٤) يوضح صورة من هذا النوع من المباريات . وقد كانت نتائج هذه المسابقة كالآتى : بالنسبة لنظام المحاكاة فاز بالمركز الأول إحدى الجامعات الأمريكية ، وبالنسبة للروبوتات الصغيرة فازت بالمركز الأول جامعة أمريكية أخرى ، وبالنسبة للروبوتات المتوسطة فازت بالمركز الأول إحدى الجامعات الإيرانية فى طهران ، وبالنسبة للمسابقة الرابعة الجديدة فاز بالمركز الأول أحد معامل البحوث فى باريس بفرنسا (Coradeschi, 2000) . وقد استمرت هذه المسابقات أيضاً فى عام ٢٠٠٠ ، حيث أقيمت مسابقة كأس الروبوتات الرابعة فى مدينة ملبورن فى أستراليا .

وهناك أيضاً بحوث وتطوير لما يسمى «الروبوتات ذات الشكل الإنسانى» (Humanoid Robots) (Adams, 2000) ويمكن استخدامها فى الأبحاث الخاصة بدراسة التصرفات الإنسانية (Atkeson, 2000) أو فى بعض تطبيقات الرحلات الفضائية [Ambrose, 2000] .



شكل (٧-٤) : صورة من مباراة الروبوتات ذات الأرجل .

٧-٥ الذكاء الاصطناعى والذكاء البشرى :

منذ أن بدأت الأبحاث فى مجال الذكاء الاصطناعى وهناك محاولات مستمرة لمعرفة الطريقة التى يفكر بها الإنسان حتى يمكن الوصول إلى هذا المستوى من الذكاء . وقد كانت محاولات ميكنة لعبة الشطرنج أحد المجالات التى اتخذها البعض مقياساً لمدى تقدمهم فى هذا الإطار . وقد ابتدأت هذه المحاولات منذ عام ١٩٥٠ على يد «كلود شانون» مؤسس نظرية الاتصالات الذى نشر أحد المقالات فى عام ١٩٥٠ تحدد الإطار العام لبناء إحدى آلات لعب الشطرنج معتمداً على نظرية المباريات التى صاغها قبل ذلك «جون فون نويمان» (John Von Neuman) و«أوسكار مورجنشتيرن» (Oskar Morgenstern) ، وكـــذلك آلان تورنج » [Bowden, 1953] [Ince, 1992] فى عام ١٩٥٣ م ، والذى كان قد نشر فى ١٩٥٠ أحد المقالات التى احتوت على اختبار ذكاء الآلة المعروف باسمه «اختبار تورنج» (Turing Test) [Turing, 1950] .

ولكن المحاولات الفعلية ابتدأت فى عام ١٩٨٨ عندما تم تصميم نظام يسمى «الفكر العميق» (Deep Thought) فى جامعة «كارنيجى ميلون» (Carnegie-Mellon) بالولايات المتحدة الأمريكية ، ولكنه لم يستطع أن يهزم بطل العالم فى ذلك الوقت «جارى كاسباروف» (Gary Kasparov) عام ١٩٨٩ [Hsu, 1990] ، وقد استمر تطوير هذا النظام ولكن حتى عام ١٩٩٤ كانت هناك فجوة بين مستوى نظام الحاسبات «الفكر العميق» ومستوى بطل العالم «كاسباروف». وقد تم نشر أحد المقالات فى شهر أبريل ١٩٩٤ فى مجلة تسمى (AI Expert) [Coles, 1994] (توقفت هذه المجلة الآن عن الصدور) ، والتى قارنت بين نص أداء الحاسبات وتطور الأداء البشرى ، وتوقعت أن تتفوق الآلة ابتداءً من عام ١٩٩٧ . وهذا هو العام الذى طورت فيه شركة (IBM) أحد الحاسبات والمسمى «الأزرق العميق» (Deep Blue) [Hamilton, 1997] وبالطبع هناك تطبيقات أخرى لهذه النوعية من الحاسبات غير لعب الشطرنج . وفى ١١ مايو ١٩٩٧ تمكن هذا النظام (الذى يستطيع معالجة ٢٠٠ مليون وضع شطرنج فى الثانية الواحدة) من هزيمة «كاسباروف» .