الفصل

الرابع عشر

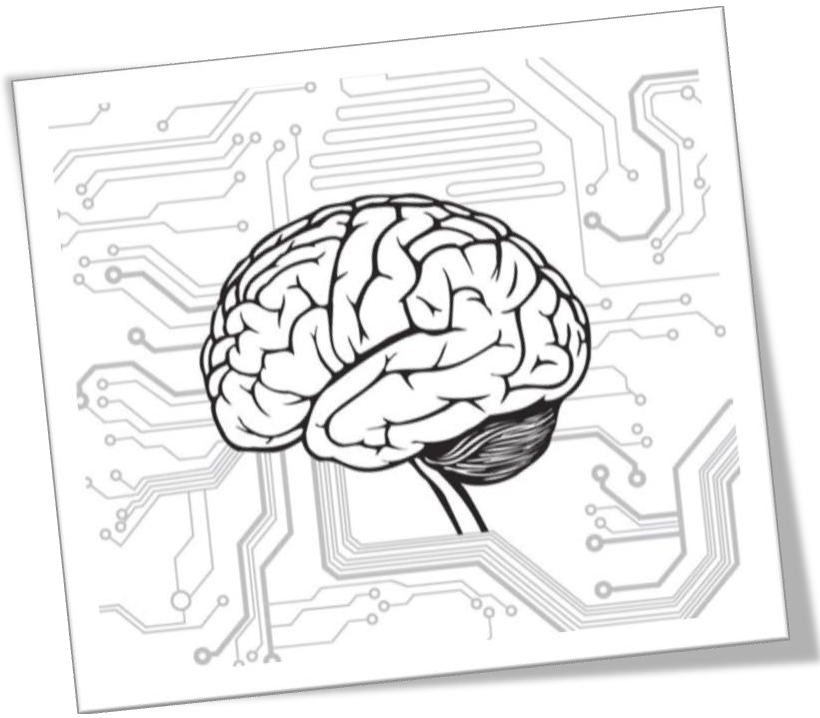
الأنظمة الخبيرة والذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ المقدمة
- ✓ خبرة الإنسان والآلة
- ✓ مميزات الأنظمة الخبيرة
- ✓ عيوب ونقاط ضعف الأنظمة الخبيرة
- ✓ خصائص النظم الخبيرة
- ✓ مجالات تطبيق الأنظمة الخبيرة
- ✓ التطبيقات الرئيسة للنظم الخبيرة
- ✓ هندسة المعرفة
- ✓ اكتساب المعرفة
- ✓ خصائص الخبراء
- ✓ النظم الخبيرة الكلاسيكية
- ✓ نظم الخبراء الحديثة

الفصل الرابع عشر

الأنظمة الخبيرة
والذكاء الاصطناعي



في هذا الفصل نتناول بالتفصيل الأنظمة الخبيرة، باعتباره واحداً من مجالات الذكاء الاصطناعى، التي تعتبر الأكثر نجاحا فيما يتعلق بمساهماتها في علوم الكمبيوتر والعالم الحقيقي بشكل عام.

وفيه نناقش الميزات النموذجية للأنظمة الخبيرة، وكيف يتم بناؤها، وبعض الأنظمة الأكثر نجاحًا التي تم إنشاؤها خلال أكثر من ثلاثين عامًا من تاريخ هذا المجال.

كما نقدم أمثلة للأنظمة التي تستخدم الاستدلال على أساس الحالة ثم عرض أحدث النظم الخبيرة.

أثناء الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر، كان يتم قياس تقدم المجتمع من خلال قدرته على تحويل الموارد الطبيعية مثل المعادن وخام الحديد إلى طاقة ومنتجات من صنع الإنسان.

وفي القرن العشرين، كانت مقاييس التقدم الأكثر شيوعاً هي السرعة في الاتصالات والنقل، ففي الاتصالات، انتقل العالم من الهاتف في أواخر القرن التاسع عشر إلى Google وFacebook وTwitter في القرن الحادي والعشرين، وفي مجال النقل، تقدم العالم من سفن مدفوعة بالبخار إلى هبوط رجل على سطح القمر، وقد كان التقدم التكنولوجي أيضا مدفوعًا جزئيًا بالحرب العالمية الأولى، وإلى حد كبير في الحرب العالمية الثانية، مع ازدهار عصر الكمبيوتر.

وبالإضافة إلى وضع رجل على سطح القمر في عام 1969، كان التقدم التكنولوجي يعتمد على الصغائر الدقيقة إلى جانب تقنيات الرقائق الدقيقة.

وفي الثمانينيات، مع انتشار الحواسيب الشخصية، بدأ الانتقال إلى "مجتمع المعلومات"، فأصبحنا نجد المزيد من المنازل كل يوم تحمل أجهزة الكمبيوتر الشخصية.

وقد حصل الكمبيوتر على أدوار متنوعة ومهمة بشكل متزايد في حياة الناس، ففي التسعينات، تم تقديم شبكة الويب العالمية من قبل تيم بيرنرز- لي، حيث قدمت منتدى جديدًا تمامًا للعمل والترفيه والسفر والعمل والدراسة، وفي هذا الشأن وبحلول نهاية

العقد الأول من الألفية الجديدة، فإن التحديات التي تواجه "مجتمع المعرفة" الذي نعيش فيه هي التلاعب بشكل فعال ونقل كميات هائلة من المعلومات، وتحويلها إلى المعرفة من أجل صنع قرارات مفيدة ومهمة من شأنها أن تفيد المجتمع.

ومن الأمثلة الجيدة على ذلك نظام حساس للغاية لمصادر المعلومات الهائلة والوافرة والمتنوعة هو "سوق الأوراق المالية".

فعلى سبيل المثال، يتأثر وضع سوق الأوراق المالية بدرجة كبيرة بالعرض والطلب على النفط، وفي غضون فترة قصير جدا شهد النفط ارتفاعاً في الأسعار من 60 دولارا للبرميل إلى ما يقرب من 150 دولارا للبرميل، وانخفض مؤخرا إلى أقل من 100 دولار للبرميل.

إذاً ما هي القيمة الحقيقية لبرميل النفط اليوم وكيف يمكن إعادة إنتاجه في مضخات الغاز؟

يمكن لنظام خبير ذكي حقاً أن يأخذ في الاعتبار عددًا من العوامل من أجل التنبؤ بالقيمة الصحيحة للنفط في المدى القصير والطويل.

فالنظم الخبيرة، هي عبارة عن برنامج حاسوبي يستخدم تقنية الذكاء الاصطناعي artificial intelligence (AI)، من أجل المحاكاة لحكم وسلوك إنسان أو منظمة تتمتع بالمعرفة الفنية والخبرة في مجال معين.

خبرة الإنسان والآلة:

إن أفضل سلوك للحلول العامة التي نعرفها، أولئك الذين يحلون المشاكل البشرية، وبصفة خاصة في المناطق التي يكون فيها الإنسان القائم على حل المشاكل متخصصًا، لكن معظم البشر هم خبراء في مجالاتهم الخاصة فقط، فهم لا يمتلكون نوعًا من السحر الذي يمكّنهم من إنشاء مجموعة القواعد والضوابط لنطاق مشكلة تعسفية.

ومن ثم، فإن مسؤول الشطرنج، الذي قد يكون لديه حوالي 50000 من القواعد (الأنماط) التي تراكمت وطورت على مدى عقود عديدة من التطبيق العملي والدراسة، لن يكون خبيرًا في خلق الاستدلال أو القواعد أو الأساليب أو أي شيء آخر في الحياة لهذه المسألة.

وينطبق الأمر نفسه على الدكتور أو الطبيب أو المحامي، كل منهم خبير في التعامل مع المعلومات داخل المجال الخاص به، ولا تضمن هذه المهارة أي خبرة معينة في التعامل مع المعلومات بشكل عام أو في مجالات الخبرة الأخرى.

إن ما نعرفه هو أن التدريب المهني الطويل مطلوب قبل أن يتقن أي مجال معين، وقد أشار (برادي) إلى أن هناك عددا من الطرق التي يقاوم بها الخبراء البشريون:

- **أولاً**: فرض الهيكل على قاعدة المعرفة، لتمكين المشغل من العمل ضمن سياق محدد ضيق نسبيًا.
- **ثانيا**: جعل صريح المعرفة التي يمتلكها المرء عن الطريقة التي يمكن بها استخدام المعرفة النوعية على أفضل وجه؛ فيما يسمى بالمعرفة الفوقية، فيبدأ توحيد تمثيل المعرفة بالفعل في تحقيق النتائج، حيث يمكن للمرء أن يحول القوة الكاملة للمشكلة إلى (معرفة خالصة) بالطريقة نفسها تمامًا مثلما ينطبق على المعرفة الأساسية.
- **ثالثًا**: يحاول المرء استغلال التكرار الذي يبدو دائمًا حاضرًا وحاسمًا لحل المشكلات البشرية وتصورها، فهناك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها تحقيق ذلك، ولكن في الغالب تكون بمثابة استغلال للقيود.

وفي كثير من الأحيان يمكن للمرء أن يشرح عددا من الشروط، لا شيء منها يحدد حلا فريدا، ولكن رضاه المتزامن فريد من نوعه.

على سبيل المثال "سيارة تقف في موقف سيارات": إن معرفة ما ستؤول إليه السيارة أو أي منطقة مرقمة سيحدث فرقًا كبيرًا فيما يتعلق بسرعة استرجاعها. علاوة على ذلك، لدينا معرفة بالموقع (الصف المركزي، الصف الخارجي، وسط أو نهاية الصف، إلخ)، وصفات السيارة (لونها، شكلها، نمطها، إلخ)، والمنطقة داخل موقف السيارات حيث تم

تركها (بالقرب من مبنى، مخرج، عمود، جدار، إلخ.)، كل هذه المعلومات سوف تحدث فرقاً كبيراً في مدى سرعة استرجاعها لك.

هناك ثلاث طرق متميزة سوف يستخدمها البشر:

- الاعتماد على المعلومات (الأرقام على الإيصال الخاص بالسيارة، أو التذكرة، والمعلومات المقدمة في الكثير). باستخدام هذا النهج، لا يستخدم الإنسان أي معلومات ذكاء اصطناعي، تمامًا كما قد يستخدم أحد نظام الملاحة في السيارة إلى وجهة دون أن يكون لديه أي فهم جغرافي لأماكن ذهابه.
- استخدام مزيج من المعلومات على التذكرة / إيصال المقدمة وبعض الأنماط عن السيارة وموقعها. على سبيل المثال، تذكر التذكرة أن السيارة في منطقة **B7**، ولكنك تتذكر أيضًا أنها ليست بعيدة جدًا عن مكان وجودك، وأن سيارتك صفراء زاهية وأنها ضخمة. لكن لا يوجد الكثير من السيارات الصفراء الكبيرة، وتبرز من جميع السيارات الأخرى.
- نهج هش يعتمد فيه الإنسان بالكامل على الذاكرة والأنماط، بدلاً من أي معلومات محددة.

انظر الشكل التالي يمكن أن تساعدنا الأنماط والمعلومات في تحديد الأشياء.

توضح جميع الطرق الثلاثة المزايا التي يتمتع بها البشر في معالجة المعلومات. حيث أن البشر لديهم مداخل عشوائية مدمجة لمعالجة المعلومات، وللوصول إلى السيارة في المستوى الثالث، لا يحتاج إلى استكشاف المستويات من الأول إلى الثالث خطيًا.

أما الروبوت فيجب أن يتم تعليمه بشكل صريح لتخطي المستويات أدناه وصولاً إلى المستوى الثالث.

البشر تسمح لهم ذاكرتهم باستغلال المعلومات التي يمكتلونها عن سيارتهم (على سبيل المثال، كانت صفراء، كانت كبيرة، كانت سيارة قديمة)، وعدم وجود الكثير من تلك السيارات حولها، للوصول إلى السيارة.

لذا فإنه يمكن أن تساعد الأنماط المقترنة بالمعلومات في الحد من بحثنا، لذلك نحن نعلم أن السيارة على مستوى معين، ولكننا نتذكر أيضًا كيف أوقفنا السيارة، وما هي السيارات التي قد تكون قريبة، وغيرها من الميزات البارزة للموقع الذي اخترناه، وعندما يصبح البشر يعتمدون بشكل كامل على أنظمة المعلومات، يمكن أن يحرموا أنفسهم من معلوماتهم الأساسية الفطرية (الخبرة)، وهذا ربما يؤدي إلى مواقف حرجة.

قبل أن نذهب إلى أبعد من ذلك في مناقشة الخبرة البشرية، يبدو من المناسب ذكر أفكار هوبير وستيوار دريفوس، حيث كان من ضمن انتقاداتهم الرئيسية هو أن "المعرفة" البشرية يصعب شرحها أو تطويرها في آلة، فنحن نعرف كيف نركب دراجة، ونعرف كيفية قيادة السيارة، والعديد من الأشياء الأساسية الأخرى مثل المشي، والحديث، وما إلى ذلك، ولكن عندما نحاول شرح كيفية إنجاز هذه الإجراءات، فإن أدائنا يتدهور بسرعة.

ويميز الأخوان هوبير وستيوار أيضًا بين "معرفة ذلك" و"معرفة كيف"، حيث أن "معرفة ذلك" تشير إلى المعرفة الواقعية، مثل مجموعة من الإرشادات أو الخطوات التي يجب اتباعها، ولكنها ليست مثل معرفة كيف.

يركز هوبير وستيوار كثيرًا من نقاشهم للخبرة على أساس أن هناك مراحل جيدة لاكتساب المهارات في التقدم من المبتدئ إلى الخبير:

- مبتدئ.
- المتقدم.
- مختص.
- بارع.
- خبير.

وفيما يلي تفصيل لذلك:

- **المرحلة الأولى**: يتبع المبتدئ القواعد فقط ولا يوجد سياق ولا فهم للقواعد، فقط لديه القدرة على اتباع القواعد لإنجاز مهمة ما، مثال على ذلك اتباع سلسلة من الخطوات للوصول إلى مكان ما عند القيادة، ومثال آخر هو اتباع بعض التعليمات، مثل، تجميع منتج جديد، أو الكتابة في برنامج كمبيوتر.
- **المرحلة الثانية**: يبدأ المبتدئ المتقدم في تعلم المزيد من الخبرة ويكون قادراً على استخدام القرائن السياقية، مثال على ذلك عند تعلم صنع القهوة باستخدام آلة صنع القهوة، يتبع التعليمات، ومع ذلك، فإنه يستخدم أيضًا حاسة الشم ليعرف متى تكون القهوة جاهزة بالفعل. وبعبارة أخرى، إنه يتعلم من القرائن التي يمكننا إدراكها في بيئة المهام.
- **المرحلة الثالثة**: المختص لا يحتاج إلى مجرد اتباع القواعد، ولكن لديه أيضًا فهم واضح لبيئة المهام، فهو قادر على اتخاذ القرارات، والاستفادة من التسلسل الهرمي للقواعد، والتعرف على الأنماط، وقد يكون المختص ذو الكفاءة متجهاً نحو الأهداف ويمكنه تغيير سلوكه وفقًا للظروف، مثال على ذلك يعرف السائق المختص كيفية تغيير قيادته وفقًا لظروف الطقس، بما في ذلك السرعة ومساحات الزجاج الأمامي والمرايا وما إلى ذلك. في هذه المرحلة، سيكون المختص قد طور الحدس أو المعرفة، والمختص على هذا المستوى يعد شخصاً تحليليًا، حيث يمكنه الجمع بين العناصر لاتخاذ أفضل القرارات استنادًا إلى خبرته.
- **المرحلة الرابعة**: لن يتمكن القائمون على حل المشاكل العرفية من التعرف على الوضع

والخيارات المناسبة فحسب، بل سيكونون قادرين أيضًا على تداول أفضل الطرق لتنفيذ الحل، ومثال على ذلك الطبيب الذي يعرف ما تشير إليه علامات وأعراض المرض، وسوف يدرس بعناية ما هي الخيارات المحتملة للعلاج.

- **المرحلة الخامسة**: "يعرف الخبير عمومًا ماذا يفعل، بناءً على الفهم الناضج والممارسة"، وعندما يتعامل الخبير مع بيئته، لا يرى مشاكل منفصلة عن جهوده لحلها، ولا يقلق بشأن المستقبل ويقوم ضع خطط مفصلة، ومثال على ذلك إن السائق لا يقود سيارة فحسب، ولا يقود الطيار طائرة، بل "يينغ"، ولا يقوم لاعب الشطرنج فقط بلعب الشطرنج، بل يصبح مشاركًا "في عالم من الفرص.

النقطة الرئيسة لدى هوبير وستيوار هي أن "أولئك الذين هم خبراء يقومون بإصدار أحكام تستند إلى تجاربهم الملموسة السابقة بطريقة تتحدى التفسير"، ويستنتجون أن "الخبراء يتصرفون بطريقة غير عقلانية".

ويذكر هوبير وستيوار أن الآلات أدنى من العقل البشري في أمور عديدة، منها الطريقة التي يعمل بها العقل البشري بشكل كلي، من أجل الرؤية، ومن أجل التفسير والحكم، وأنه بدون هذا الدماغ / العقل ستكون الآلات دائماً أقل شأناً من البشر.

لكن على الرغم من أن الآلات قد تكون تمتلك مناورات رمزية ممتازة مثل (آلات المنطق أو محركات الاستدلال)، إلا أنها تفتقر إلى "القدرة على التمييز بين الصور المتشابهة" التي يمتلكها البشر. فعلى سبيل المثال، في التعرف على الوجوه، لا يمكن للآلات التقاط جميع الميزات التي يريدها الإنسان، صراحة أو ضمنيًا.

إن الأنظمة الخبيرة لديها خصائص وتقنيات معينة تسمح لهم القيام بأعلى مستوى في مجال مشاكلهم.

مميزات الأنظمة الخبيرة:

إحدى السمات المميزة الرئيسة للبشر هي أنهم ينجزون المهمة، وبالتالي الأداء، ولإنجاز هذا فهم قادرون على:

- **حل المشكلة،** وهذا أمر أساسي، وبدون هذه القدرة لن يكون الخبير خبيراً. على خلاف بعض تقنيات الذكاء الاصطناعي الأخرى، وتستطيع الأنظمة الخبيرة تفسير عملية صنع القرار، فبالنظر في نظام خبير طبي يحدد أن لديك ستة أشهر للعيش؛ فأنت بالتأكيد ترغب في معرفة كيف تم التوصل إلى هذا الاستنتاج.
- **شرح النتيجة،** يجب أن يكون الخبراء قادرين على العمل بصفة استشارية وشرح تفكيرهم. ومن ثم، فهم لديهم فهم عميق لمجال مهامهم، ويفهم الخبراء المبادئ الأساسية، وكيف ترتبط المبادئ بالمشكلة المطروحة، ويمكن تطبيقها على المشاكل الجديدة.
- **التعلم،** يتعلم الخبراء البشريون باستمرار وبالتالي يمكنهم تحسين قدراتهم، ربما هذا هو الجانب الأكثر صعوبة في الخبرة البشرية التي يتطلع إليها العاملون في مجال الذكاء الاصطناعي إلى دمجه في الآلات.
- **إعادة هيكلة المعرفة،** وهذه ميزة فريدة من نوعها لدى البشر الذين يستطيعون تكييف معارفهم مع بيئة مشكلة جديدة. وبهذا المعنى، يمكن أن يكون خبراء حل المشكلات البشريين مرنين ومتكيفين.
- **تتحلل برشاقة،** فلا ينهار الخبراء البشريون عندما يواجهون مشاكل صعبة، وبالمثل، هذا غير مقبول في النظم الخبيرة.
- **قواعد الاستثناءات،** في بعض الحالات، هي القاعدة. يعرف الخبير البشري الحقيقي الاستثناءات في تخصصه. على سبيل المثال، يعرف الصيدلي الأدوية والعقاقير التي لا تتفاعل بشكل جيد مع الدواء الموصوف عندما يملأ وصفة طبية للمريض.
- **معرفة الحدود،** يعرف الخبراء البشريون ما يستطيعون وما لا يستطيعون فعله، فهم لا يقبلون المهام التي تتجاوز قدراتهم أو بعيدًا عن مناطقهم القياسية.

دعونا ننظر في هذه الميزات ومقارنتها في الأنظمة الخبيرة:

- **حل المشكلة،** من المؤكد أن الأنظمة الخبيرة قادرة على حل المشكلات في مجالاتها. في

بعض الأحيان يحلون حتى المشاكل التي لا يستطيع الخبراء البشريون حلها، أو التوصل إلى حلول لم يأخذها الخبير البشري بعين الاعتبار.

- **التعلم**، التعلم ليس سمة رئيسية في النظم الخبيرة، ولكن يمكن تعليمها بالتغييرات في قاعدة معارفهم أو محرك الاستدلال إذا لزم الأمر.
- **إعادة هيكلة المعرفة**، على الرغم من أن هذه القدرة قد تكون موجودة في النظم الخبيرة، فهي في جوهرها تدعو إلى تغيير في التمثيل، وهذا صعب بالنسبة للآلات.
- **قواعد الفصل**، لكي تخرق الآلات القواعد بطريقة بديهية وواضحة قد يكون الخبير البشري صعباً. بدلاً من ذلك، ستتم إضافة قواعد جديدة إلى القواعد الحالية كاستثناءات.
- **تتحلل برشاقة**، فعادةً ما تشرح الأنظمة الخبيرة متى تكون عالقة أو تعاني من مشاكل، وما تحاول تحديده، وما الذي تأكدت منه إلى هذه النقطة.
- **معرفة الحدود**، ربما بمساعدة الشبكة العنكبوتية العالمية (شبكة الانترنت)، عندما تكون المشكلة خارج نطاق خبرتها، تستطيع الأنظمة والبرامج المتخصصة بشكل عام اليوم الرجوع إلى البرامج الأخرى التي يمكن إيجاد حلول لها.

تتضمن الميزات النموذجية الأخرى للأنظمة الخبيرة ما يلي:

- فصل محرك الاستدلال وقاعدة المعرفة، وهذا أمر مهم من أجل تجنب الازدواجية والحفاظ على كفاءة البرنامج.
- تستخدم كتمثيل موحد قدر الإمكان، فقد تؤدي الكثير من العروض إلى انفجار اندماجي و"حجب العملية الفعلية للنظام".
- المحافظة على محرك الاستدلال بسيطًا، فهذا يمنع المبرمج من التعثر ويسهل عليه تحديد ما هي المعرفة الهامة لأداء النظام.
- استغلال التكرار، من خلال جمع أكبر قدر ممكن من المعلومات المتنوعة وذات الصلة، يمكن تجنب المعرفة غير الكاملة وغير الدقيقة.

- أنها سهلة الاستخدام لأي مستخدم سواء كان مستخدما عاديا أو مطوّرا.
- أنها نافعة في مجال التطبيق بشكل واضح.
- قادرة على التعلم من الخبراء بطريقة مباشرة وغير مباشرة.
- قادرة على تعليم غير المتخصصين.
- قادرة على تفسير أي حلول تتوصل إليها مع توضيح طريقة الوصول إليها.
- قادرة على الاستجابة للأسئلة البسيطة وكذلك المعقدة في حدود التطبيق.
- وسيلة مفيدة في توفير مستويات عالية من الخبرة في حال عدم توفر خبير.
- قادرة على تطوير أداء المتخصصين ذوي الخبرة البسيطة.

عيوب ونقاط ضعف الأنظمة الخبيرة:

على الرغم من كل هذه المزايا السابقة، لابد من الإشارة إلى وجود بضع نقاط ضعف معروفة في الأنظمة الخبيرة، نذكرها فيما يلي:

- ✓ **أولاً**، فهمهم العميق للموضوع ضحل.
- ✓ **ثانياً**، يفتقرون إلى الحس السليم. على سبيل المثال، قد يعلمون أن الماء يغلي عند 212 فهرنهايت، لكن ليس لديهم أي فكرة بأن الماء المغلي يمكن أن يتحول إلى بخار، والذي يمكن استخدامه لتشغيل التوربينات.
- ✓ **ثالثًا**، لا يمكنهم إظهار فهم عميق للموضوع. حتى النظم الخبيرة العظيمة التي تحتوي على آلاف القواعد لا تملك فهمًا عميقًا لموضوعها، مثلا ليس لدى MYCIN فهم عميق لعلم وظائف الأعضاء البشرية.

خصائص النظم الخبيرة:

يمكن صياغة خصائص الأنظمة الخبيرة في مجموعة من الأسئلة التي يجب أخذها بعين الاعتبار قبل الشروع في بناء نظام خبير:

- "هل يمكنه حل المشكلة بفعالية من خلال البرمجة التقليدية؟" إذا كانت الإجابة

"نعم"، فمن المحتمل ألا يكون نظام الخبراء هو الخيار الأفضل "، فإن المشكلات غير المنظمة التي لا توجد بها خوارزميات فعالة أكثر ملاءمة لبناء نظام خبير.

- "هل المجال محدد بشكل جيد؟" إن النطاق المحدد جيداً هو الأنسب، إذا كانت المشاكل في المجال تعتمد على الخبرة في المجالات الأخرى. على سبيل المثال، يجب على رائد فضاء معرفة الكثير عن مهمته أكثر من معرفته بالفضاء الخارجي، مثل آليات الطيران والتغذية وضوابط الكمبيوتر والأنظمة الكهربائية، إلخ.
- "هل هناك رغبة وحاجة إلى نظام خبير؟"، يجب أن يكون هناك مستخدم للنظام، ويجب أن يكون الخبراء أيضًا مؤيدين لبناء النظام.
- "هل يوجد على الأقل خبير إنساني مستعد للتعاون؟" وبدون ذلك، فمن المؤكد أنه من غير الممكن المضي قدماً. يجب أن يكون الخبير (الخبراء) في صالح النظام، وأن يكون مستعدًا لتكريس العديد من الساعات لإنشائه، كما يجب أن يكون الخبير (الخبراء) على دراية بحجم الوقت والتعاون اللازمين.
- "هل يمكن للخبير أن يشرح المعرفة بحيث يكون مفهوما من قبل مهندس المعرفة؟" هل يمكن أن يعمل الشخصان معا؟ هل يمكن أن يكون الخبير واضحا بما فيه الكفاية من حيث استخدامه للمصطلحات التقنية لمهندس المعرفة لفهمها وترجمتها إلى رمز الكمبيوتر؟
- "هل حل المشكلات هو عملية أكثر إحصائية وغير مأمونة؟"

هذه المجالات التي تعتمد على المعرفة والخبرات ونوع "المعرفة" التي وصفناها أعلاه، مناسبة بشكل خاص للنظم الخبيرة.

إن الاختلافات الرئيسة هي أن الأنظمة الخبيرة تميل للتعامل مع عدم اليقين والمعرفة غير الدقيقة، أي أنها قد تعمل بشكل صحيح فقط في جزء من الوقت، وقد تكون بيانات الإدخال غير صحيحة أو غير مكتملة أو غير متناسقة أو لها حالات أخرى.

في بعض الأحيان، تعطي الأنظمة الخبيرة بعض الإجابات، حتى ولو كانت سيئة، وهذا الأمر قد يبدو مفاجئًا للغاية وربما مثيرًا للإزعاج، ولكن عند إجراء مزيد من الدراسة، فإنه يتماشى مع مفاهيم نظام الخبراء.

وقد يتم بناء أنظمة الخبير لأغراض كثيرة بما في ذلك تلك الموجودة في القائمة التالية:

- **التحليل**: لتحديد سبب مشكلة البيانات المعطاة.
- **التحكم**: لضمان أداء الأنظمة والأجهزة وفقًا للمواصفات.
- **التصميم**: لتكوين النظم تحت قيود معينة.
- **التشخيص**: لتكون قادرة على إجراء استنتاجات حول أعطال النظام.
- **التعليمات**: لتحليل وتصحيح وتقديم تعليمات موحية للأخطاء.
- **التفسير**: لاستنتاج وصف الحالة من البيانات.
- **المراقبة**: للمقارنة بين الملاحظات والقيم المتوقعة.
- **الخطة**: لتصميم الإجراءات وفقا للشروط.
- **التنبؤ**: للتنبؤ بالعواقب المحتملة لحالة معينة.
- **التعليمات**: أن يوصي حل للخلل في النظام.
- **التحديد**: لتحديد أفضل خيار من عدد من الاحتمالات.
- **المحاكاة**: لتكوين نموذج للتفاعلات بين مكونات النظام.

مجالات تطبيق الأنظمة الخبيرة:

مجالات تطبيق الأنظمة الخبيرة		
الأرصاد الجوية	البيئة	الزراعة
الجيش	المالية	الأعمال
التعدين	الجيولوجيا	الشهادة
أنظمة الطاقة	معالجة الصورة	الكيمياء
العلم	إدارة المعلومات	مجال الاتصالات
الأمان	القانون	أنظمة الكمبيوتر
تكنولوجيا الفضاء	التصنيع	التعليم
وسائل النقل	الرياضيات	إلكترونيات
	الدواء	الهندسة

التطبيقات الرئيسة للنظم الخبيرة:

إدارة القرار:

تقوم الأنظمة الخبيرة بدور المستشار فتعرض البدائل المختلفة في حل المشكلات كما تقدم التبريرات المناسبة إلى البدائل المناسبة

مثال على ذلك وصنع الأهداف الاستراتيجية ، تقييم اداء الموظفين سندات التامين ، التبئوات الديمغرافية ، تحليل محفظة الاعمال

تشخيص المشكلة (حل المشكلة):

تعمل الأنظمة الخبيرة على تقدير الأسباب المحتملة إلى الوصول لتشخيص المشكلة خاصة في نقاط الاخفاق بناءا على أعراض معينة وتقير تاريخي ، تقوم بشرح الأسباب والمباديء التي يبنى عليها التحليل.

مثال على ذلك المساعدة في عمليات الانتاج برنامج مكافحة الحشرات ، التشخيص الطبي للأمراض.

التصميم (التقسيمات):

تساعد الأنظمة الخبيرة على إتمام بنية التجهيزات مع الأخذ بنظر الاعتبار القيود المختلفة. مثال على ذلك دراسات المصانع شبكات الاتصال ، تعذيم الالات ، خيارات التجميع.

الاختيار (التصنيف):

تساعد الأنظمة الخبيرة المستخدمين في اختيار المواد الخام ، المنتجات او العمليات من بين خيارات عديدة ومعقدة

مثال على ذلك: تفسير سلوك المجرمين والمشتبه بهم ، تصنيف المعلومات ،تصنيف المواد الخام

عمليات المراقبة والسيطرة:

تساعد الأنظمة الخبيرة في عمليات المراقبة والسيطرة على الاجراءات والعملية، مثال على ذلك: السيطرة على الالات والمخزون ، مراقبة الانتاج وتوفير الامر ضد التجاوزات من خلال تحديد الانحرافات في الانتاج وكذلك في الاختبارات الكيمياوية

هندسة المعرفة:

المعرفة هي المفتاح لقوة أي نظام خبير، وقد تصل المعرفة في كثير من الأحيان في شكل غير دقيق وغير مكتمل، ولكن يجب بناؤها بشكل تدريجي مع مرور الوقت، وقد تكون المعرفة غير دقيقة للعلوم الاحتمالية مثل الطب والجيولوجيا والطقس وبعض التخصصات الأخرى، ومع ذلك فقد تم تطوير تقنيات نشر حالات عدم اليقين بدرجة عالية.

ويمكن للأنظمة الخبيرة أن تفعل ذلك بشكل أكثر منهجية وبسرعة وبدقة أفضل من البشر، وربما من المدهش أن الخبراء البشريين غالباً ما يكونون شديدين للتعبير عن المنطق والحدس والاستدلال الذي يستخدمونه لتحليل البيانات عندما يتعلق الأمر بإدارتهم.

يشير فيغنبوم (Feigenbaum) إلى أن مفاتيح بناء النظم الناجحة تستخدم الأساليب التالية:

- **التوليد والاختبار**: وقد تم اختبار هذا النهج وتوظيفه لعدة عقود، فنسمع عن توظيف توليد واختبار في تطوير برنامج DENDRAL للكشف عن مجريات الأمور.
- **استخدام قواعد العمل**: تعرف أيضًا باسم قواعد الإنتاج، أو الأنظمة القائمة على المعرفة، يسهل هذا التمثيل البناء الفعال للأنظمة الخبيرة مع سهولة تعديل المعرفة، وسهولة التفسير، وهكذا.
- **معرفة المجال المحدد**: فالمعرفة هي المفتاح، وليس المحرك الاستقرائي، وتلعب المعرفة دورًا حاسمًا في تنظيم البحث وتقيده في شكل قواعد وإطارات من السهل تمثيلها والتعامل معها.
- **المرونة في قاعدة المعرفة**: بحيث تكون المعرفة مرنة بما فيه الكفاية لتعديلها بسهولة من حيث التغييرات في المعرفة وطرحها.
- **خط الاستدلال**: يبدو أن بناء المعرفة التي يكون معناها وغرضها واضحًا لأخصائي المجال هو مبدأ تنظيمي مهم في بناء العوامل الذكية.
- **المصادر المتعددة للمعرفة**: إن تكامل المصادر المتعددة للبنود التي تبدو غير ذات صلة أمر ضروري لتطوير والحفاظ على خط الاستدلال.
- **التفسير**: إن قدرة النظام على شرح خط تفكيره أمر مهم وضروري لتصحيح الأخطاء في النظام والإرشاد، ويعتبر هذا مبدأً مهمًا في هندسة المعرفة ويجب إعطاؤه فكرًا كبيرًا، كما أن هيكل التفسيرات ومستوى تعقيدها المناسب مهم للغاية، من أجل اكتساب المصداقية من كل من عالم العلم والأعمال. وإليك ما لخصه دونالد ميتشي "رؤى عملية" في متطلبات نظام خبير:

إليك ما لخصه دونالد ميتشي (Donald Michie) في متطلبات نظام خبير:

- سوق الاستشارات تتطلب المتخصصين، وليس العموميين: وهذا ينطبق على الاستشارات الآلية أيضا.

- التشغيل في الوقت الحقيقي، في بعض التطبيقات، ليس مرغوبًا فيه فحسب، ولكنه ضروري.
- تتألف مهارة الاستشاري من درجة مهمة في توجيه أسئلة المتابعة الصحيحة إلى العميل، مع تبلور الخطوط العامة للقضية.
- ما لم يتمكن البرنامج من القيام بذلك، ويمكنه أيضًا شرح خطواته عند الطلب، فإن ثقة العميل تتأثر.
- يعمل النظام الخبير كمستودع منظم، مع مرور الوقت، من المعرفة المتراكمة من قبل العديد من المتخصصين من الخبرات المتنوعة. ومن ثم، يمكنها في النهاية تحقيق مستوى من الخبرة الاستشارية يتجاوز مستوى خبرة أي "مدرس" خاص بها.
- إن نص البرنامج بالمعنى العادي هو وسيط غير مناسب وغير شعبي لشرح الاتصال من قبل الخبراء البشريين؛ هناك حاجة إلى "لغات المشورة".

إن أنظمة الذكاء الاصطناعي وخاصة أنظمة الإنتاج والأنظمة المتخصصة المستندة إليها، تختلف عن برامج علوم الكمبيوتر التقليدية لأنها تميل إلى فصل المكونات الحسابية عن المكونات القائمة على المعرفة. وبالتالي، من حيث الأنظمة الخبيرة، فإن المحرك الاستقرائي متميز عن قاعدة المعرفة.

ويمكن للمستخدمين استخدام قواعد المعرفة في ثلاثة أشكال مميزة بشكل نموذجي:

- الحصول على إجابات للمشاكل – المستخدم كعميل.
- تحسين أو زيادة معرفة النظام – المستخدم كمعلم.
- حصاد قاعدة المعارف للاستخدام البشري – المستخدم كتلميذ.

ويُعرف الأشخاص الذين يستخدمون الأنظمة المتخصصة في النمط الثاني باسم أخصائيي النطاق. ولا يمكن بناء نظام خبير بدون مساعدة أخصائي نطاق، كما يعرف الشخص الذي يستخرج المعرفة من أخصائي النطاق ويصوغها كقاعدة معرفة بمهندس المعرفة. "عملية استخلاص المعرفة من رئيس اختصاصي النطاق (عملية مهمة جدًا)

تُعرف باسم اكتساب المعرفة، كما تُعرف عملية بناء قاعدة المعرفة عبر سلسلة من التفاعلات بين اختصاصي النطاق ومهندس المعرفة باسم هندسة المعرفة.

وفي كثير من الأحيان، تتضمن هذه العملية عددًا من التكرارات وإجراء التعديلات على القواعد بمرور الوقت من قِبل مهندس المعرفة عندما يصبح أكثر دراية بقواعد أخصائي النطاق، ويبحث مهندس المعرفة دائمًا عن أفضل الأدوات المتاحة للتمثيل وحل المشكلة المطروحة. فإنه يحاول تنظيم المعرفة، لتطوير أساليب الاستدلال، وتقنيات هيكلة المعلومات الرمزية، وهو يعمل عن كثب مع اختصاصي النطاق لمحاولة بناء أفضل نظام خبير ممكن، يتم إعادة تصور المعرفة وتمثيلها في النظام عند الضرورة، وتحسين الواجهة البشرية للنظام وجعل "المعاملات اللغوية" للنظام أكثر راحة للمستخدم البشري. وتصبح عمليات استنتاج النظام أكثر قابلية للفهم على المستخدم.

اكتساب المعرفة:

إن مهمة استنباط المعرفة من الخبير وتنظيمها إلى نظام قابل للاستخدام كان ينظر إليها دائما على أنها أمر شرس، كما أن الأمر الأكثر أهمية هو قوة نظام خبير، ويمثل، في جوهره، فهم الخبير للمشكلة.

إن اكتساب المعرفة هو الاسم الرسمي لهذه المهمة، وهو التحدي الأكبر لبناء نظام خبير، على الرغم من أن مصادر المعرفة يمكن أن تكون الكتب أو قواعد البيانات أو التقارير أو السجلات، فإن المصدر الوحيد الأكثر أهمية لمعظم المشاريع هو اختصاص المجال أو الخبير، ويطلق على عملية الحصول على المعرفة من الخبراء "الاستنباط المعرفي".

ويمكن أن يكون استنباط المعرفة مهمة طويلة وشاقة تنطوي على عدد من الجلسات المملة، كما يمكن أن تكون هذه الجلسات في شكل مناقشة تفاعلية مع تبادل الأفكار أو في شكل مقابلات أو دراسات حالة.

في الشكل الأخير، يتم ملاحظة الخبير وهو يحاول حل مشكلة حقيقية. مهما كانت الطريقة، فإن الهدف هو الكشف عن معرفة الخبير واكتساب فهم أفضل لمهارات حل

المشكلات، لقد تساءل الناس عن سبب عدم قدرة الخبير على البحث عن أسئلة حول معرفته.

خصائص الخبراء:

- يميلو إلى أن يكونون متخصصين للغاية في مجالهم وسوف يميلون إلى استخدام اللغة التي هي محددة بشكل رئيسي.
- لديهم معرفة إرشادية إلى حد كبير، وهي غير مؤكدة وغير دقيقة.
- لديهم صعوبات في التعبير عن أنفسهم.
- يجلبون العديد من مصادر المعرفة لتحقيق أدائهم.

وهناك تصنيفات رئيسة للمعرفة:

- المعرفة الإجرائية – القواعد والاستراتيجيات وجداول الأعمال والإجراءات.
- المعرفة التعريفية – المفاهيم والأشياء والحقائق.
- المعرفة الفوقية – معرفة أنواع المعرفة الأخرى وكيفية استخدامها.
- المعرفة الإرشادية – قواعد الإبهام.
- المعرفة الهيكلية – مجموعات القواعد، علاقات المفهوم، المفهوم إلى العلاقات الموضوعية.

قد تكون مصادر هذه الأشكال المتنوعة للمعرفة هي المستخدمون النهائيون والخبراء المتعددون والتقارير والكتب والأنظمة والمعلومات عبر الإنترنت والبرامج والإرشادات.

وقد تتطلب عمليات جمع وتفسير المعرفة عدة ساعات فقط، ولكن تفسير وتحليل وتصميم نموذج جديد للمعرفة قد يتطلب، على العكس، عدة ساعات.

لقد عالجنا بالفعل بعض الاختلافات التي يمكن مواجهتها عند التعامل مع الخبراء، وسوف يميل الخبراء إلى تجميع معرفتهم بحل المشكلات في شكل مضغوط يتيح حل المشاكل بشكل تفاعلي. كما أنها ستحقق قفزات ذهنية تتجاوز ما يمكن لمهندس المعرفة غير الخبراء تقديره أو فهمه، وربما يصف الخبراء هذه القفزات مثل الحدس، لكنهم قد يكونون، في الواقع، نتيجة بعض الاستدلال المعقد للغاية القائم على المعرفة العميقة.

يبرز ووترمان هذه المشكلة في مفارقة المعرفة الهندسية، حيث يقول: "كلما أصبح خبراء المجال الأكثر كفاءة، أصبحوا أقل قدرة على وصف المعرفة التي استخدموها لحل المشاكل!"، فهي عملية تحويل المعرفة الضحلة (التي قد تكون قائمة على الحدس) في معرفة عميقة أو أعمق (والتي قد تكون مخبأة في العقل الباطن للخبير) تسمى مشكلة تجميع المعرفة. ويمكن أن يساعد تطوير المهارات في استنباط المعرفة في تسهيل عملية اكتساب المعرفة.

النظم الخبيرة الكلاسيكية:

تم بناء عدداُ من أنظمة الخبراء التي تضم من مئات إلى عدة آلاف من القواعد لأكثر من 40 عامًا.

وفيما يلي، سنستكشف عددًا من أفضل الأنظمة المعروفة ونعرض خلفيتها وتاريخها وميزاتها الرئيسة.

أولا: برنامج DENDRAL

هذا البرنامج هو قصة نجاح من العديد من وجهات النظر، والتي تشمل العديد من الكيميائيين وعلماء الكمبيوتر في جامعة ستانفورد لسنوات عديدة، بدءا من عام 1965.

المطورون الرئيسون للنظام كان إدوارد فيجينباوم (عالم الكمبيوتر)، جوشوا ليدربيرغ (كيميائي، حائز على جائزة نوبل في علم الوراثة)، بروس بوكانان (عالم الكمبيوتر)، وريموند كارهارت (كيميائي)، كلهم في جامعة ستانفورد، وكانت مهمة DENDRAL تعداد هياكل كيميائية معقولة للجزيئات العضوية، مع إعطاء نوعين من المعلومات:

1- بيانات الأدوات التحليلية من طيف الكتلة طيف الرنين المغناطيسي النووي.
2- القيود التي يوردها المستخدم على الإجابات، مستمدة من أي مصدر آخر للمعرفة متاح للمستخدم.

لم تكن هناك خوارزمية لتخطيط طيف الكتلة لمركب غير معروف في بنيته الجزيئية. ومن ثم، كانت المهمة هي دمج خبرة ومهارة وخبرة خبير بشري في برنامج يمكن أن

يؤديه على مستوى خبير بشري.

وفي عملية تطوير DENDRAL، كان على دربيرج أن يتعلم الكثير عن الحوسبة، حيث كان على فيغنبوم تعلم الكيمياء، فأصبح من الواضح لـ فيغنبوم أنه بالإضافة إلى العديد من القواعد المحددة المتعلقة بالكيمياء، يستخدم الكيميائيون كمًا هائلاً من المعرفة الإرشادية استنادًا إلى الخبرة والتخمين.

كانت مدخلات DENDRAL تتكون عادة من المعلومات التالية:

- الصيغة الكيميائية، على سبيل المثال، C6H12O.
- الطيف الشامل لمركبات كيميائية غير معروفة.
- معلومات التحليل الطيفي للرنين المغناطيسي النووي.

وقد بينت DENDRAL أن أجهزة الكمبيوتر يمكن أن تعمل على قدم المساواة مع الخبراء البشريين في نطاق مقيِّد.

ففي الكيمياء كان يقوم على قدم المساواة أو فوق كيميائي دكتوراه، فكان البرنامج مكتوبًا إلى حد كبير بلهجة ليسب تسمى Interlisp، وكانت مكتوبة روتينات مثل CONGEN في فورتران وشراع.

وتم تسويقها على نطاق واسع واستخدامها من قبل الكيميائيين في جميع أنحاء الولايات المتحدة.

أن قدرات تعلّم بنية DENDRAL هي عامة جدًا وضيقة جدًا. بشكل عام، يعالج DENDRAL جميع الجزيئات والحلقات الدورانية والشبيهة بالأشجار، وفي توضيح الهيكل النقي تحت القيود.

لا يضاهي CONGEN من قبل الأداء البشري.... في هذه المناطق ذات التخصص المكثف في المعرفة، لا يكون أداء DENDRAL عادة أسرع فحسب بل أيضًا أكثر دقة من الأداء البشري الخبير.

ثانيا: نظام MYCIN

لا يمكن أن يكون هناك شك في أن نظام الخبراء الأكثر شهرة والأكثر إقناعاً هو MYCIN. تم تطويره في جامعة ستانفورد، كأطروحة الدكتوراه لإدوارد شورتليف.

وتم تصميم هذا النظام الخبير القائم على القواعد من أجل تشخيص وعلاج أمراض الدم الخبيثة التي تسببها البكتيريا في الدم والتهاب السحايا، ويمكن أن تكون هذه الأمراض قاتلة بسرعة إذا لم يتم علاجها في وقت مبكر.

ويتطلب MYCIN بعضًا من 20 عامًا لتطويرها، وتستخدم التسلسل الخلفي، وتتألف من أكثر من 400 قاعدة. مثل DENDRAL، كانت مكتوبة في المقام الأول في Interlisp. ومن الواضح أنه، بسبب طبيعة الأمراض المحتملة التي تهدد الحياة، من المهم أن يكون بمقدورنا تشخيص مرض معين بسرعة وأن نتمكن بسرعة من اتخاذ قرار بشأن المسار المناسب لتدخل الدواء. ولذلك، كانت هناك حاجة لمثل هذا النظام، ومن أجل ذلك يتم مراعاة النقاط التالية:

- يتم فصل المعرفة عن السيطرة: وهي سمة مميزة لجميع أنظمة الخبراء، وكان MYCIN واحدة من أقدم الأمثلة على ذلك إذا تغيرت القواعد، فلن تضطر إلى تغيير محرك الاستدلال.
- يدمج القواعد الفوقية: عندما يحدث كسر قواعد لحالات أو حالات خاصة.
- توظيف المنطق غير الدقيق.
- يتذكر الدورات السابقة: مثل خبيرة بشرية جيدة، كل تجربة في مجاله لها تأثير على المعرفة الخبراء.
- يستوعب المستخدم: يجب أن يكون البرنامج سهل الاستخدام وشفافة للمستخدم / الطبيب.
- تفاعل اللغة الطبيعية: يتفاعل MYCIN مع الطبيب بطريقة طبيعية.
- يقدم تفسيرات: يمكن أن يوضح MYCIN كيف ولماذا وصلت إلى استنتاج معين.

- تقديم توصيات بديلة: فيحاول MYCIN توفير بدائل للطبيب للاختيار من بينها. في القيام بذلك، يتم البرنامج التعاوني بدلاً من التوجيه؛ ومن ثم يمكن للطبيب أن يشعر أنه يتم تقديم المساعدة له بدلاً من إمالته أو السيطرة عليه.

وعليه يمكن القول أن MYCIN هو نظام الخبراء الأكثر شهرة ونجاحًا على الإطلاق. الغرض منه هو تشخيص وتوصية العلاج من عدوى الدم، استُخدم في نهاية المطاف كبرنامج تدريب للمتدربين الطبيين، وكنموذج، كما أنه مثالي لكثير من الميزات الجيدة والأسباب التي تجعل المرء يرغب في بناء نظام خبير.

يستخدم MYCIN الاحتمالات، ولديه مرفق تفسير، فهو يحاول التواصل بطريقة ودية ومفيدة للأطباء، ولديه أكثر من 400 قواعد.

ثالثا: نظام EMYCIN

استخدم ويليام فان ميل محرك الاستدلال eYCIN ودليل خدمة بونياك 1975 من أجل بناء نظام مكون من 15 قاعدة لتشخيص المشاكل مع دائرة بوق السيارة.

هذا النظام لعبة قدمت في الأساس لتطوير نظام قذيفة الخبراء، eMYCIN. الاختصار، الذي اقترحه جوشوا ليدربيرج، يشير إلى eYCIN "الأساسي" أو "الفارغ"، والصدفة هي أداة خاصة الغرض مصممة لأنواع معينة من التطبيقات التي يجب على المستخدم توفيرها فقط

دعم EMYCIN التسلسل الأمامي والخلفي وأدى إلى تطوير العديد من الأنظمة الخبيرة، بما في ذلك PUFF، و26 تطبيقًا لتشخيص المشكلات الرئوية.

لقد كان تطوراً مهماً جداً لتكنولوجيا الأنظمة الخبيرة لأنه يوفر أداة يمكن من خلالها بناء أنظمة الخبراء "بفعالية من حيث التكلفة".

EMYCIN بمثابة نموذج لجميع قذائف الخبراء في المستقبل.

رابعا: المنقب

كان المنقب نظاما خبيرا في وقت مبكر مصمما لمشكلات صنع القرار في استكشاف المعادن، لوحظ استخدام بنية تسمى شبكة الاستدلال لتمثيل قاعدة البيانات الخاصة به، وقد كتب البرنامج في عام 1978 من قبل ريتشارد دودا:

ومن أهم مميزاته:

- يمثل النظام مدخلاً ضبابيًا في نطاق يتراوح بين −5 = بالتأكيد غير صحيح إلى +5 = بالتأكيد صحيح وينتج استنتاجات مع عوامل عدم اليقين المرتبطة بها.
- تستند خبرات المنظومة إلى المعرفة الحرفية اليدوية لنماذج الإثني عشر نموذجاً الرئيسيين و23 نموذجاً أصغر حجماً على المستوى الإقليمي.
- لا يفهم المنقب القواعد في قاعدته المعرفية، ولكن يمكنه شرح الخطوات المستخدمة للوصول إلى استنتاجاته.
- تم تطوير نظام اكتساب المعرفة من أجل سهولة تحرير وتوسيع بنية شبكة الاستدلال التي يتم فيها تخزين قاعدة المعارف.
- ينجز المنقب على مستوى خبير جيولوجي صخري متين وقد نجح في التنقيب، وتوقعت وجود موليبدينوم بالقرب من جبل تولمان في ولاية واشنطن، والتي تم تأكيدها لاحقا من خلال عمليات الحفر الأساسية بقيمة 100 مليون دولار.
- يستخدم المنقب مخطط تمثيل المعرفة يسمى شبكة الاستدلال، وهو شكل من أشكال الشبكات الدلالية.
- يعمل المنقب مثل شجرة من أسفل إلى أعلى، وذلك باستخدام الأدلة لتوجيه السلسلة إلى موقع يقترح المزيد من الاستكشاف. فقد تم تصميم البرنامج ليعمل في ثلاثة أوضاع: التنفيذ المجمع أو المعالجة المجمعة أو الاستشارات التفاعلية.

ويتراوح نطاق إجابات المستخدم من −5 (التأكيد المزيف على الإطلاق) إلى +5 (التأكيد صحيح تمامًا). وفي أي مرحلة من التفاعل قد يسأل المستخدم لماذا يطلب من

النظام توضيح سبب هذا السؤال. وبالتالي يمكن للجيولوجي المهرة اتباع خط المنقب في المنطق. كما يمكن أن توفر الأوامر الأخرى استقراءات التتبع، وتغيير التأكيدات، وقائمة أفضل "التقدير الحالي" للاحتمالية.

يحتوي البرنامج أيضا على قدرة الرسومات ويمكن أن ينتج خريطة مع التوزيعات الاحتمالية للنجاح والفشل في منطقة ما.

نظم الخبراء الحديثة:

دمجت أحدث أنظمة الخبراء أساليب أخرى معروفة ومُختبرة للتعامل مع كميات كبيرة من البيانات المحددة للمجال، بما في ذلك قواعد البيانات، استخراج البيانات، التعلم الآلي، وCBR، وقد استخدمت أساليب ذكية مختلطة في العديد من المجالات المتنوعة، مثل فهم الكلام / اللغة الطبيعية، والروبوتات، والتشخيص الطبي، وتشخيص الأخطاء في المعدات الصناعية، والتعليم، والتقييم، واسترجاع المعلومات.

في هذا الجزء، سنقوم باستعراض وشرح بعض الأمثلة على هذه الأنظمة:

أولا: نظم لتحسين مطابقة العمالة:

قد تم تطوير عدد من الأنظمة الخبيرة خلال العقدين الماضيين، ولكنها كانت مناسبة بشكل خاص لأوقات الاقتصاد، حيث تم تطوير نظام لمواءمة الوظائف بمهارات العاطلين عن العمل بأكثر من طريقة منطقية بدائية، نظام خبير سابق حاول أن يتطابق مع الأفراد المؤهلين من الشركات الصغيرة بأداة تحليل المهارات، وقام بدمج الشبكات العصبية مع التحليل القائم على القواعد لمطابقة الموظفين مع وظائف معينة في مشاريع جديدة.

تم استخدام تقنيات Flaiting التعاون في نظام لاحق (CASPER) للمساعدة في تطبيق المعلومات الاستخبارية في محرك البحث لموقع الباحث عن الوظيفة على الويب www.jobfinder.com، تألفت CASPER من نظام المستخدم، وهو محرك آلي متجدد، ومحرك استرجاع شخصية.

لقد تم تطبيق التكنولوجيا المتنقلة على عامل التوظيف في EMA وهو وكيل التوصية المثالي. وتم استخدام أساليب CASPER وEMA على نطاق واسع في التوصية واسترجاع المعلومات، ولكن لا يمكن للمرء أن يسميهم خبراء في وظيفة مطابقة مع نظام لمطابقة الوظائف التي وضعتها drigas وآخرون.

ويستخدم الميزات التالية:

- الربط مع قاعدة بيانات الشركات يحتوي على العاطلين عن العمل، وأرباب العمل، وعرض سجلات الوظائف.
- استخدام التقنيات العصبية (للتدريب التحريضي (من خلال الأمثلة) على المصطلحات الغامضة المعقدة، والتي تستخدم أيضًا في مرحلة التقييم النهائي.
- الإشراف على إعادة تشغيل الشبكة العصبية المشوشة عند التوصية من قبل المسؤول.
- نماذج ضبابية تقوم بتصميم وتطوير محرك الاستدلال الغامض.
- الجمع بين معالجة العناصر المشوشة لتقييم البيانات النهائي.
- واجهة المستخدم مرنة ودية في البصرية الأساسية.

ثانيا: نظام خبير لتشخيص العيوب الاهتزازية:

واحد من الأدوار المهمة لنظم الخبراء هو تشخيص الأخطاء. في حالة الماكينات الحرجة، عالية السرعة، والكشف عن الأخطاء في وقت مبكر ودقيق أمر مهم جدا، ففي تلك حالة، هناك مؤشر عام للظروف غير الطبيعية هو الاهتزاز في الآلات الدوارة، وعند اكتشاف خطأ، يمكن لمهندس الصيانة تحديد الأعراض، وتفسيرها بالعديد من رسائل الخطأ والمؤشرات، والتوصل إلى التشخيص الصحيح. أي المكونات التي قد تسببت في الخطأ وأسباب فشل المكون (المكونات). وستميل الآلات إلى وجود مئات الأجزاء وتكون معقدة للغاية، وسوف يتطلب خبرة مجال لتشخيص وإصلاح الآلات.

جدول القرارات (DT) هو طريقة صغيرة وسريعة ودقيقة لحل المشكلات، يجمع نظام خبراء VIBEX بين تحليل جدول القرارات (DTA) والمبني على حالات معروفة

وDT تم إنشاؤه لغرض إجراء عمليات التصنيف باستخدام عملية اكتساب المعرفة الاستقرائية.

إن VIBEX DT، مقترنة بتقنيات التعلم الآلي، تجعل التشخيص أكثر تفصيلاً من VIBEX (خبير الاهتزاز) TBL، الذي يتعامل مع سبب الاهتزاز والحالات التي يكون فيها الاحتمال مرتفعًا.

يتم إنشاء DTA بالتعاون مع خبير بشري، مما أدى إلى مجموعة من القواعد التي تشكل قاعدة المعرفة للنظام، ثم يتم استخدام خوارزمية بايزي لإنشاء عوامل يقين للقواعد. ثم يستخدم تحليل DT الخوارزمية C4.5 47 كطريقة ملائمة لتجزئة وتصنيف البيانات بشكل منهجي، ويتطلب هذا التخلص من الطبقات التي تمثل سبب الاهتزاز، والسمات التي تمثل ظاهرة الاهتزاز المطلوبة لمجموعات من العينات لتمكين التعلم الآلي.

ويستخدم C4.5 الاستنتاج الاستقرائي من الأمثلة لبناء شجرة القرارات. وبالتالي، فإنه يلعب دورًا بحد ذاته كأداة تشخيص للاهتزاز، حيث يتضمن vibex مصفوفة السبب والنتيجة، والتي تضم بعض 1800 من عوامل التقارب المناسبة لرصد وتشخيص الآلات الدوارة.

ثالثا: التعرف التلقائي على الأسنان:

لأسباب تتعلق بالطب الشرعي، من المهم للغاية أن تكون قادراً على تقييم سجلات الأسنان بسرعة ودقة. وبالنظر إلى وفرة البيانات المتاحة، لا سيما نتيجة الكوارث الجماعية مثل الحروب والكوارث الطبيعية والهجمات الإرهابية، فإن أتمتة تحديد سجلات الأسنان ضرورية ومفيدة للغاية.

في عام 1997، أنشأ قسم خدمات معلومات العدالة الجنائية (CJIS) في مكتب التحقيقات الفيدرالي (FBI) فرقة عمل لطب الأسنان (DTF) لتعزيز إنشاء نظام آلي لتحديد الهوية (ADIS)، وكان الغرض من ADIS هو توفير إمكانات بحث ومواءمة مؤتمتة للرقائق التصويرية الرقمية والصور الفوتوغرافية، من أجل توليد قائمة مختصرة لعناصر الطب الشرعي في طب الأسنان.

إن الفلسفة وراء بنية النظام هي استغلال ميزات عالية المستوى لاسترجاع سريع من قائمة المرشحين. حيث يستخدم مكوّن البحث المحتمل في المطابقة هذه القائمة، ثم يعيد ملء قائمة المرشحين باستخدام ميزات الصورة منخفضة المستوى التي يتم خفضها إلى قائمة تطابق قصيرة.

ومن هنا، تتضمن نشرة (archi 1) (1) مكون معالجة أولية للسجل، (2) مكوّن بحث محتمل، و(3) مكون مقارنة الصورة.

رابعا: المزيد من الأنظمة الخبيرة باستخدام المنطق المعتمد على الحالة:

قد تناولت أعمال Heet al.49 تصميم واجهة أنظمة استرجاع بيانات CBR المستندة إلى الويب، ويشيرون إلى أنه على الرغم من وجود عدد من الأنظمة التي تساعد في دعم العملاء ودعم المبيعات والتشخيص وأنظمة مكتب المساعدة، فقد ركز معظمها على القدرة الوظيفية والتنفيذ بدلاً من تصميم الواجهة، ويعد تصميم الواجهة مكونًا مهمًا في تصميم الأنظمة، ويجب بذل المزيد من الجهود لدراسة النماذج العقلية للمستخدمين للبحث في نظام CBR. حتى يمكن توفير أوصاف المفاهيم مع المخططات المفاهيمية من خلال نظام استرداد CBR لتمكين المستخدمين من تلقي التدريب لتحقيقه مستويات أعلى من التعلم وحل المشكلات.

وقد أظهر كومار وسينغ وسانيال قيمة منهج هجين يجمع بين CBR ونهج قائم على القواعد لدعم اتخاذ القرار المستقل للمجال في وحدة العناية المركزة. تألفت قاعدة الدعوى من عدة مجالات مثل التسمم والحوادث والسرطان والأمراض الفيروسية وغيرها، وقد تم تحفيز المرونة من خلال إعطاء أهمية أكبر لنظام CBR والتأكد من أن القاعدة تتكون من قواعد مشتركة لجميع مجالات وحدة العناية المركزة.