الأنظمة الخبيرة في التطبيقات الصناعية

الأستاذ الدكتور محمد زكي محمد خضر

الجامعة الأردنية

١- تمهيد :

منذ اختراع الحاسبات الإلكترونية حرص الباحثون على تطوير نوع من الذكاء في برمجة الحاسبات. وقد برز حقل الذكاء الإصطناعي Artificial Intellegence بشكل بدائي أولاً ثم ازداد تطوراً مع الزمن منذ الستينات. لقد ثار جدل طويل أولاً حول هل يمكن للحاسبات أن يكون لها ذكاء؟ ولكن بمضي الزمن استقر حقل الذكاء الإصطناعي ليشمل فروعاً متعددة منها فرع الإنسان الآلي Roboties وفرع معالجة اللغات الطبيعية Natural Language Processing وفرع الأنظمة الخبيرة Expert Systems وفرع الألعاب Game Playing وفرع تمييز الأنماط Perception وحل المسائل Problem Solving ونظرية التعلم Learning Theory وغيرها. وقد تطورت لغات برمجية خاصة لحقل الذكاء الإصطناعي منها لغة Lisp ولغة Prolog. وتمتاز هذه اللغات بكونها مناسبة لبرمجة المفاهيم أكثر من كونها مناسبة لبرمجة الأرقام والمعادلات الرياضية. ولقد ساعدت الخوارزميات والبرامج المساعدة على توسيع قابليات الأنظمة الخبيرة.

تستند فكرة الأنظمة الخبيرة على مفهوم فصل المعلومات المتعلقة بالخبرة في الحقل الذي يستعمل فيه النظام الخبير عن البرامج المكونة للنظام. ويشبه ذلك عملية فصل البيانات Data عن البرامج Programs في اللغات البرمجية مثل فورتران أو كوبول. فالنظام الخبير الجاهز يدعى Expert System Shell يتكون من وسائل برمجية متعددة مهيأة لكي تستقبل تطبيقات في حقول مختلفة. فاذا ما أدخلت خبرة ما في حقل معين الى النظام (تدعى قاعدة المعرفة Knowledge base) فان الناتج هو ما يسمى نظام قاعدة الخبرة Knowledge base system وسندعوه هنا نظام خبير في حقل معين. ان من الأمور التي يمكن أن يقوم بها النظام الخبير هي خزن المعرفة وإبرازها عند الحاجة، وخزن العلاقات والقواعد التي تربط أجزاء تلك المعرفة وإجراء إستنتاجات منطقية مستندة الى منطق دقيق أو تقريبي، ومن ثم يمكنها أن تتعلم من الخبرات المتراكمة فيها. كما أن النظام يمكن أن يقوم بقرارات تكون أساساً لقاعدة الخبرة وكذلك إيضاح وتعليل الأساليب التي تم التوصل بها الى القرارات .

إن معظم الأنظمة الخبيرة تستند إلى ما يشبه إستنتاج الانسان، إذا حدث (حادث أول معين) وحدث (حادث ثان) فان النتيجة هي (كذا) وتسمى هذه في الأنظمة الخبيرة قاعدة

Rule. إن عملية إختيار الخبرة وتعليمها الى الأنظمة الخبيرة ليست بالعملية السهلة، لذلك ظهرت الحاجة الى مهندس المعرفة Knowledge engineer الذي يقوم باستقصاء المعرفة من الخبراء البشر في حقل معين وإعادة صياغتها لها يناسب لغة برمجة النظام الخبير، إضافة الى برمجة المعرفة وصياغة وتحديد معايير قواعد المعرفة.

لقد أدخلت الأنظمة الخبيرة الى تطبيقات عديدة، لعل من أهمها وأكثرها فاعلية حقل الإستشارة أو إتخاذ القرارات. فالمعروف أن عملية إتخاذ القرار هي عادة عملية منطقية يقوم بها متخذ القرار بعد الأخذ بنظر الإعتبار أمور عديدة وبترجيحات مختلفة من الأهمية والقيام بموازنتها ومن ثم صياغة القرار النهائي الذي يحقق أفضل ما يمكن من مواصفات حسب الظروف الموضوعية. ولقد تطورت الوسائل البرمجية في بعض الأنظمة الخبيرة لكي تكون مناسبة لمثل هذه التطبيقات. وبذلك دخلت هذه الأنظمة الحقول الإدارية والإقتصادية والهندسية والزراعية والطبية وغيرها.

وتجدر الإشارة الى أن قاعدة المعرفة لعدة حقل معين لا تصلح الا لحدود ما تم تصميمها من أجله لذلك فان إستخدامها خارج تلك الحدود يعطي نتائج خاطئة وغير دقيقة عادة كما أن مرونة ودقة المعلومات المستخلصة من القاعدة تعتمدان على خبرة مصمم القاعدة ومهندسها وقابليته على إستخلاص المعرفة وإعادة صياغتها لها يناسب النظام الخبير كما أن قابلية التعلم في قاعدة معرفة ما قد تكون محدودة لأنها لم تطور أصلاً. لذلك فان الأنظمة المستندة الى قواعد المعرفة تشكو عادة من ضيق حقل إستخدامها بشكل عام وترتبط تصميمها من جهة وبالوسائل البرمجية والمعرفة المتاحة له من جهة أخرى.

٢- عرض لبعض الأنظمة الخبيرة الجاهزة:

هناك العديد من الأنظمة الخبيرة الجاهزة لقبول قواعد المعرفة. نذكر على سبيل المثال ثلاث منها هي EXSYS ، LEONARDO و VP-EXPERT .

تطورت هذه الأنظمة خلال الفترة ١٩٨٦-١٩٩٤ ورغم وجود اختلافات عديدة بينها الا أنها تشترك في أسس عملها وقبولها للخبرة بشكل قواعد. وتمتاز بعضها على البعض الآخر في ملائمتها أكثر من غيرها لأمور خاصة مثل المخططات والأشكال البيانية أو المعادلات والعلاقات الرياضية أو تقييم النتائج بشكل إحتمالي أو في قابليتها لكي يكون لها ملاحق لتوسيع باللغات البرمجية الأخرى مثل فورتران أو لغة سي أو غيرها.

فالنظام EXSYS يعتبر هذا النظام من أوسع الأنظمة الخبيرة، ويحتوي قابليات واسعة ودوال عديدة كما أن نتائجه يمكن أن تعطى بأكثر من صيغة واحدة منها الصيغة الإحتمالية.

أما نظام LEONARDO ففيه بعض التحديدات العملية رغم أن له قابليات متعددة.

وقد تم استخدام نظام VP-EXPERT في عدد من التطبيقات التي سنمر عليها في هذا البحث .

٣- التطبيقات الصناعية للأنظمة الخبيرة:

شهدت السنوات القليلة الماضية إستعمالات متزايدة للأنظمة الخبيرة في الصناعة، فالميزة التي تميز الأنظمة الخبيرة بتجميعها لخبرات خبراء من البشر في حقل معين، تُم إستثمارها في عدد من الحقول الصناعية منها حقول التصميم والصيانة والتشغيل فالمعروف أن التصميم الصناعي والهندسي بشكل عام يتبع قواعد وخطوات منطقية متعاقبة وفق مخطط إنسيابي Flow chart معين، ومن ضمن هذا المخطط يمكن للمصمم التحرك واستعمال قابليته التطويرية وحذقه في إنتاج تصميم جيد وفق معايير معروفة ومتفق عليها. لذلك فان الأنظمة يمكن أن تجمع خبرات عدد من الخبراء المتمرسين وفق المعطيات المدخلة والمواصفات المطلوبة للمنتوج.

أما حقل الصيانة والتصليح فان أهم عقبة تجابه فريق الصيانة والتصليح هي تشخيص العطل بشكل دقيق ثم يلي ذلك اتباع الإرشادات الصحيحة أثناء عملية التصليح. إن الأنظمة الخبيرة هنا يمكنها أيضاً أن تقوم بالعمل بشكل متميز إذا ما زودت بالمعلومات والخبرة اللازمة للقيام بهذه المهام.

أما التشغيل فيتم للمشاريع الصناعية والمحطات الضخمة من قبل مشغلين مدربين، وتكون مهمة هؤلاء المشغلين ذات دقة بالغة وخطيرة في كثير من الأحيان، لما يترتب على الإجراءات التي يقومون بها من عواقب، فهي تحتاج الى دقة ملاحظة وسرعة إجراء وخبرة ودراية بعواقب ما يتخذونه من إجراءات.

لقد سهلت التصاميم الحديثة للمشاريع الصناعية ودخول التشغيل الآلي Automation فيها مهام المشغلين الا أنها زادت من تركيز قيادة وتشغيل هذه المشاريع، فبدل أن كان هناك عدد كبير من المشغلين موزعين في أماكن عديدة، أصبح هناك واحد أو عدد قليل جداً من المشغلين في قاعة تحكم مركزية يقوم بادارتها هؤلاء الممشغلون ذوي الخبرة والأهمية. إن الكثير من المشاريع الصناعية يعمل لمدة ٢٤ ساعة يومياً، ولذلك لا مناص من أن يتناوب على تشغيلها عدد من المشغلين ذوي الخبرات المتباينة. وهذه الخبرات لا تكتسب بالمحاضرات والأمثلة، بل بالخبرة العملية وما يصادفه المشغل أثناء عمله من حالات طارئة. إن كل ذلك جعل من

إمكانية إستعمال الأنظمة الخبيرة لكي تكون مساعداً سريعاً ومساعداً للمشغل الذي يقوم بمراقبة وتشغيل مثل هذه المشاريع أمراً ممكناً. لقد بدأت بالظهور كذلك بعض الأنظمة الخبيرة التي تعمل فعلياً في العملية التشغيلية ON-LINE إلا أن مثل هذه الأنظمة لا زالت تستخدم بحذر، وتوكل لها فقط العمليات التي يجري التأكد منها مما لا يقبل الشك. أما الخطوات الخطيرة والحاسمة فلا تزال في يد المشغلين من البشر.

هذا وهناك تطبيقات صناعية أخرى عديدة للأنظمة الخبيرة كأعمال التحريس والتطبيقات الإدارية وغيرها.

وسأتي على بعض الأمثلة عن أنظمة خبيرة تم تصميمها في الجامعة الأردنية باستعمال VP-EXPERT.

4- أمثلة على أنظمة خبيرة:

4-1 نظام خبير لإصلاح المحركات الكهربائية:

تم إعداد نظام خبير لإصلاح المحركات الكهربائية بأنواعها (تيار مستمر، تيار متناوب، محركات حثية، محركات تزامنية، طور واحد وثلاثة أطوار).

يقوم النظام مبدئياً بتحديد نوع المحرك من خلال بعض المواصفات الظاهرية له، وبعد أن يتعرف على نوع المحرك يقوم باستقصاء العطل من خلال خطوات متعاقبة تعتمد على نوع المحرك، فإذا لم يكن نوع المحرك معروفاً يقوم البرنامج بخطوات متعاقبة لتساعد في تحديده. فمثلاً إذا كان المحرك معروفاً بأنه يعمل بالتيار المستمر (d.c) إلا أنه من غير المعروف هل هو محرك توالي series أو توازي shunt أو مركب compound بنوعيه، فيجري شرح كل نوع من الأنواع مع الرسوم التوضيحية لكي يستطيع المستخدم الفني في تحديد نوع المحرك، ومن ثم يطلب قراءة لوحة المحرك name plate لما فيها من معلومات تتعلق بالفولتية والتيار والقدرة الحصانية والسرعة (في حالة التيار المتناوب) والسرعة. يجري بعد ذلك استقصاء خيارات لتحديد طبيعة العطل، مثلاً -عدم الدوران، الدوران ببطء، أو الدوران بسرعة عالية جداً، وجود ضوضاء، وجود دخان أو وجود شرارة وغيرها.

في كل حالة من الحالات يجري الطلب بعض الإجراءات مثل إجراء فحوص معينة أو تحقق بعض الأمور. ويتم إجابة معظم هذه الإجراءات بنعم أو لا أو إختيار واحد من عدة من الخيارات المعروضة.

وبعد إجراء هذه الإجراءات يتم الوصول إلى الخيار الذي يشير إلى العطل بأعلى درجة من الوضوح.

ورغم سعة وتنوع المعلومات التي زود بها هذا النظام فإنه لم يأخذ بنظر الاعتبار احتمال اضافة عيوب جديدة له وذلك من خلال اجراء التعديل على قاعدة معينة وأن أدخلت أو من خلال اضافة قواعد جديدة سواء كانت لتعليل عطل جديد، بحسب حسابه في البرنامج أو لتعليل لعبرة من نوع جديد، يتم إدخاله إلى النظام.

٤-٢ نظام عيون للتحكم في عملية إنتاج الإسمنت:

يقوم هذا النظام بإعطاء القوة للتحكم في عملية إنتاج الإسمنت (بالتعاون مع مهندس الإسمنت في التصميم) وقد تم تزويد النظام بمعلومات فيها بعض الخصوصية عن الخط المذكور لأن بناء نظام عام يصلح لكل معامل الإسمنت ليس بالأمر السهل. وقد تكون هذا النظام من عدد كبير من القواعد تتعلق بالحالات الطارئة مثل انقطاع القوة الكهربائية وانسكوب المواد من السوايات الخلفية وعدم إشتعال الشعلة وازدياد الدخان المتسرب من المداخن ووجود منطقة سوداء في الشعلة وتوقف الشعلة وحدوث اهتزازات في الطواحين وتعثر الصعود في نهاية الفرن وارتفاع حرارة جسم الفرن ودرجة حرارة الغازات الخارجة وتعثر السير للمحرك الرئيسي للفرن وقراءات غاز أول أوكسيد الكاربون وعامل الجو الحر ووضع مراوح التبريد وغير ذلك.

إن النظام الخبير يقوم بالأخذ بنظر الإعتبار كل الأمور التي ذكرت أعلاه وغيرها وبعض المشغل الإرشادات عند حدوث أي من الأعطال المتعلقة بذلك وبرشده الى محتوى العطل، ومن ثم ما يجب أن يقوم به.

رغم أن الخطوات التي يقوم بها المشغل يمكن حصرها بمحلط إنسيابي إنحداري إلا أن تشغيل خط الإسمنت يحتاج في تحديد بعض القرارات الى حس المشغل واستعداده لجوته وحكمه عند بعض الحالات. ومثل هذه الأمور لا يمكن برمجتها بالطرق الإعتيادية نظراً لأن الحاسبة الإلكترونية تتخذ قرارات حدية (مثلاً عندما ترتفع درجة الحرارة فوق ١٢٠٠ فإن الإجراء يتخذ حتى ولو كان إرتفاع درجة الحرارة لمقدار واحد بالألف من الدرجة). أما المشغل ذي الخبرة فإنه قد يعلم أن إرتفاع درجة الحرارة فوق ١٢٠٠ مثلاً، مع وجود حيثيات أخرى، قد يشير الى أن الوضع طبيعي ولا داعي لإتخاذ ذلك الإجراء.

لقد تطور مؤخراً حقل جديد من الرياضيات المنطقية يدعى المنطق المشوش FUZZY LOGIC حيث يمكن أن يمثل هذا المنطق عبارات عامة مثل (عالي، متوسط، واطئ، قليل،

ضعيف، حار، ... إلخ) ويعطي هذه المفاهيم علاقات غير محددة (فعلاً حرارة عالية، قد تعني ٣٠ درجة في الشتاء، ولكنها تعني ٤٥ درجة في الصيف) وباستخدام هذه العلاقات أمكن برمجة ملحق بالنظام الخبير هذا لكي يتخذ إجراءات صحيحة تتعلق باهتزاز عواصين المواد الأولية في الخط الإنتاجي، حيث يعتمد الإجراء التابع على تيار الطاحونة وعلى الاهتزاز بنفس الوقت. وهكذا أمكن إدخال مفهوم جديد للتحكم في الخط. هذا وقد تم جمع ما أمكن من المعلومات من المشغلين فور ما سمحت الظروف بذلك.

٤-٣ نظام خبير للتحكم في تشغيل محطة توليد الطاقة الكهربائية:

تم بناء نظام خبير للتحكم في تشغيل محطة توليد طاقة كهربائية (محطة الحسين الحرارية في الزرقاء) وذلك لمساعدة مشغل المحطة في عمله. فقد تم جمع المعلومات الأساسية من مشغلي المحطة ومن مواصفات المحطة ومطبوعاتها. إن النظام يحتوي على جزئين، الجزء الأول يتعلق بالإشتغال في الوضع الطبيعي، والجزء الثاني يتعلق بحالات العطل Tripalarm.

إن الإشتغال في الوضع الطبيعي يتعلق بتشغيل وحدة واتباع الخطوات اللازمة لحسن إجراء عملية التشغيل Start Up. كما يتعلق بمراقبة الوضع الإعتيادي وكذلك بعملية الإيقاف Shutdown. لقد تم تصميم واجهة لكل واحدة من هذه الحالات الثلاثة بالخطوات تتوافق قدر الإمكان مع ما يتم فعلاً في المحطة من إجراءات وفق مواصفاتها الفعلية.

أما واجهات الأعطال فتتعلق بالإنذارات الإعتيادية Normal Alarm وإنذارات التوقعات Triplarm وقد تم إدخال أكثر من سبعين نوعاً من الإنذارات وبواجهات تتشابه مع الواجهات الملاحظة في المحطة فعلاً.

إن مثل هذا النظام رغم أنه مفيد جداً للإستعانة به فعلاً أثناء تشغيل المحطة، إلا أنه كذلك مفيد جداً لعملية تدريب المشغلين الجدد بدون خطورة أو تكاليف عالية.

٥- الخلاصة والإستنتاجات:

تحوي الأنظمة الخبيرة على قابليات كامنة هائلة للمساعدة في التطبيقات الصناعية خاصة في قطر نام كالأردن وذلك لندرة الخبرات البشرية في حقول متخصصة دقيقة. لذلك فان إستغلال قابليات هذه الأنظمة وتزويدها بالخبرات الكافية من الخبراء المتوفرين، وبناء قواعد خبرة لتطبيقات صناعية معينة يمكن أن يخدم الصناعة المحلية مساعدة كبيرة.

لقد تم في هذا البحث إعطاء ثلاثة أمثلة عن تطبيقات محلية يمكن أن تكون بداية للمزيد من التطبيقات المفيدة، كما أنها يمكن أن تكون نواة لتعاون مثمر بين الجامعة والصناعة.

المصادر:

.\M.Z.Khedher,Expert System for Training of Power Plant Operators, International Conference on Electrical and Electronic Engineering , USTO , Oct 1-3, 1994 Orhan , Algers

2. M.Z.Khedher , Expert System Dispatch Aid , International Conference on Computer and Information System , July 30 - Aug 1, 1994 , Higher Council of Science and Technology