

الذكاء الاصطناعي : هل يمكن ان يحل محل الذكاء البشري

جين جليل اسطيفان
المركز القومي للحاسبات الالكترونية

المقدمة :

منذ سنوات عدة . حين كانت اجهزة الحاسبات في اولى مراحل تطورها ضخمة الحجم ، قليلة الامكانيات ، وبتحاجة لأماكن تتسع لها كانت فكرة صنع حاسبة ذكية ، ومنزلية ، وصغيرة الحجم مجرد خيال علمي . ولم يتوهم الخبراء . في ذلك الوقت انه من الممكن تحقيق ذلك ، وعلى الرغم من تعقيد هذه الاجهزة وزيادة سرعتها وكفاءتها وسعتها في التخزين ، لم يكن بمقدورهم آنذاك جعلها تقوم بعمليات اكثر تعقيداً مثل لعب مباراة في الشطرنج . أما الآن فإن هذه الاجهزة قادرة على مبارزة أقوى أبطال هذه اللعبة بل والتفوق عليهم . وفي حين يهتم بعض العلماء ، بزيادة سعة ذاكرة الحاسبة تقليص حجمها وتطوير قدراتها مثل تحسين قدرتها على ابتكار النقطلات في لعبة الشطرنج ، فإن قلة منهم تستكشف ميداناً هو ميدان الذكاء الاصطناعي . ولم يعد الاهتمام بالذكاء الاصطناعي حكراً على خبراء الحاسبات بل شمل علماء النفس والرياضيات وجراحي الدماغ لغرض دراسة طريقة التفكير البشري وتمثيله بالحاسبة . ويمكن الإشارة الى عدد من المقاييس Criteria التي يمكن بواسطتها الحكم على الذكاء البشري أهمها :

[- القابلة على التجريد Abstraction .

- التعميم Generalization .

- استنساخ حقائق من مجموعة مواقف مختلفة .

- التكيف Adapt للمواقف الجديدة .

- اكتشاف Detect الأخطاء وتصحيحها لغرض تحسين الاداء مستقبلاً .

وفي هذه المقالة فرضية جديرة بالتأمل مفادها امكانية الحاسبة او الذكاء الاصطناعي عموماً في الحلول محل العقل البشري مقتبساً منه بعض طرق التفكير مثل الاستنتاج والاستدلال ومنهج التعلم) ، أي أن بمعنى آخر ، القدرة التجريدية في الحاسبة ومداها واحتمال مجاراتها لتلك الموجودة في العقل البشري .

الاستنتاج والاستدلال

إن البحوث الحديثة حول قدرة الحاسبة على الاستدلال ليست بعيدة عن التصديق ، ولكن المطلوب أولاً ، أن نميز بدقة بين الاستنتاج والاستدلال .

فالاستنتاج هو نتيجة منطقية لقواعد ثابتة يتم تطبيقها على الحقائق المتواردة لشرائع طبيعية او منطقية او منطقية لا تقبل الجدل فمثلاً :

إذا كانت " س " عصفوراً والعصافير تستطيع الطيران .

إذن " س " يستطيع الطيران .

وقد تم تجهيز الحاسبة ببرامج ذكية في حقل التشخيص الطبي قادرة على استنتاج اصناف الامراض من اعراض المرض التي يشكو منها المريض . وهناك برامج ماثلة يستعملها العلماء في الجبرولوجيا ، حيث تنبئهم الحاسبة عن النسبة المتوافرة لديهم للعشور على البترول ، أو النحاس أو غير ذلك من المعادن .

يلاحظ من هذه الانظمة ان الاستنتاج هو محورها الاساسي .

أما الاستدلال فيعتمد اسلوب المنهج التجريبي الحديث في العلم الذي يستوجب مراقبة المحيط من حولنا . فملاحظة الظواهر ومتغيراتها وصفاته . فإذا كانت 3 و 4 جول من الشغل ترفع درجة حرارة غرام من الماء المقطر درجة مئوية واحدة في المختبر ، فيمكن الاستدلال من ذلك ان هذه الظاهرة تنطبق على أي غرام من الماء وفي كل مكان في هذا العالم .

منهج التعلم

إن تزويد الحاسبة بالقدرة على التعلم هي إحدى المقومات الاساسية للإقتراب من الذكاء .

البشري . يُفهم التعلم بشكله العام على إنه الطريقة التي بواسطتها يقوم البشر والحاسبة بزيادة خزينهم من المعرفة

{ إن ايسط خزين للمعرفة هو تذكر الحوادث والظواهر المصاحبة لها . وبزيادة حجم الخزين تصبح عملية الاستنتاج او الاستدلال عملية صعبة إضافة للحاجة لذاكرة هائلة الاتساع } الا انه يمكن تقليل حجم الذاكرة المطلوبة وتسهيل العمليات الفكرية المذكورة المطلوبة وتسهيل العمليات الفكرية المذكورة أعلاه بتجريد الحوادث الى عناصر عامة تتغير وتتطور صفاتها والعلاقات التي تربطها باستمرار حسب توارد الحوادث .

ويجري بعد ذلك تعميم الامثلة المجردة المتولدة على كل الحوادث والظواهر المناظرة لتوقع النتائج . ثم تعدل نسبة الخطأ باستمرار من مقارنة النتائج الفعلية بالنتائج المتوقعة .

وكان رأي العاملين في الذكاء الاصطناعي ان الحاسبة التي يحق لها ان تحمل لقب " ذكية " يجب ان تتصف بالقدرة على تطوير أدائها . ولم يكن الاقرار بهذا الرأي كافياً بعد ذاته ، فالوسائل والطرق المتبعة ليلوغه لا تزال مبعث اختلاف كبير بين مختلف العاملين في مشروع الذكاء الاصطناعي . ومن اهم الوسائل المطروحة في هذا المجال الوقت الطويل الذي يستغرقه تزويد الحاسبة بالقاعدة المعرفية الكافية لمجرد العمل . هذا بالإضافة الى ان التعلم الذاتي بواسطة برنامج يعتمد على العنصر البشري ليزوده بقاعدة بيانات ومن ثم بالقواعد اللازمة للتصرف . فالانظمة الخبيرة هامة لأنها مفيدة عملياً . ولكن حتى افضل هذه الانظمة ليست من الجوهر سوى اداء استظهارى ، أي فقط عن ظهر قلب واملاء . دون تعميم . وهي تعتبر هامة بمقدار ما يتجمع فيها من خبرة معرفية تمكنها من التصرف بالمعلومات . وهذا يحتاج الى مقدار هائل من الترميز . ولذا نجد تفكير البعض الى البحث عن اسلوب آخر لجعل الحاسبة تكتسب المعرفة . (وكان أحد خبراء الذكاء الاصطناعي آرثر صموئيل (Arthur Samu-)

al) قد باشر بتزويد الحاسبة ببرنامج يمكنها من " التعلم من خلال التجربة " ثم طور هذا الاسلوب بكتابة برامج افضل تمكنها من " التعلم من خلال التعميم " . ثم جاء باتريك

ونستون (Patrick Winston) . (رئيس مشروع الذكاء الاصطناعي في معهد MIT

للتكنولوجيا) فعكف على تطوير المنهج السابق بكتابة برامج تكسب الحاسبة المعرفة عن طريق " التعلم من خلال الامثلة " وهو ما يعرف (Induction) أي استنباط المفاهيم العامة

من المفاهيم الخاصة وبناء القواعد المعرفية على أساسها . وهذه جميعها برامج تتصف بالقدرة على التعلم الذاتي واستكشاف الحقائق والمفاهيم من البيانات التي يمتثلها .

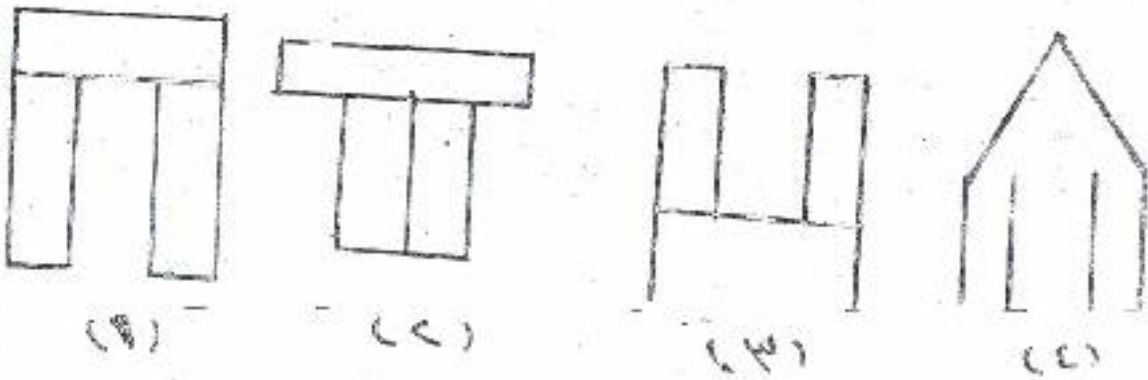
ويعتقد الخبراء الذين يؤيدون استخدام طريقة " التعلم من خلال الامثلة " انها توفر طريقاً مختصراً " تمكنهم من صنع انظمة خبيرة اقل تعقيداً وتجنبهم تلك العملية الشاقة

الحاسبات الالكترونية

لبرمجة المعارف البشرية ، وفوق ذلك فهي تسمح لهم أن يفرسوا في الحاسبة شيئاً مماثلاً
للقدرة العجائبية التي يتصف بها العقل البشري وهي تكييف السلوك البشري حسب تبدل
الظروف وهذه إحدى صفات الذكاء البشري .

وقد قام باتريك ونستون بتصميم برنامجاً أطلق عليه اسم (ارتشز Arches) الهندسية
للقنطرة .

بدأ ونستون ببرمجة الحاسبة للتعرف على مجموعة متعددة من المكعبات الخشبية
المتسعملة في ألعاب الاطفال ، وبعدها جاء دور التعلم . ومن أجل مساعدة الحاسبة على
التعرف الى العلاقات الفراغية بين مختلف المكعبات . أي التمييز بين يسارالشيء ويمينه
ودرجة ملامسة الشيء الواحد لآخر فقد زودها بأوصاف لثلاثة مكعبات بشكل مجتمعة قنطرة
كما في (الشكل - ١ - (الصورة - ١)) . ثم زودها برسم لشكل قنطرة ثاني لا يختلف
عن الاول الا بالقليل حيث ان المكعبات متلامسة وعرفها بأنها " ليست قنطرة " كما في
(الشكل - ١ - (الصورة - ٢)) وغيرها من الامثلة .



(شكل ١) مجموعة صور " للتعلم من خلال الامثلة "

عندها جعل الماكينة تقوم بعملية مضاهاة (Emulation) لعملية يعتقد العلماء انها
تجري في العقل البشري . حيث عزل البرنامج المظاهر الاساسية للامثلة الصحيحة والامثلة
الخاطئة وكون مقارنة بين أوجه الشبه أو الاختلاف بين الفئتين . وخلال فترة قصيرة توصل
البرنامج بنفسه الى استنتاج المفهوم التالي " ان القنطرة هي مكعب افقي يجب اسنادها
بواسطة مكعبين عموديين ولكنهما غير متلامسين " . وبهذه الطريقة يمكن التعرف على أي
شكل يعطى له فيما اذا كان قنطرة أم لا .

{ تجوية اليابان }

{ في عام ١٩٨١ عقد مؤتمر FGCS'81 وكان يهدف الى ايجاد أنظمة ترجمة آلية خبيرة مضاهية لتجربة البشرية . ويعتبر هدفاً ضخماً لأنه يعنى ايجاد رابط فلسفي بين اللغات البشرية المختلفة وبالتالي اوعية ووسائل نقل المعلومات . وكذلك عرض المؤتمر تطبيقات اخرى للذكاء الاصطناعي مثل أنظمة تمييز الانماط وغيرها . }

واقيم في اليابان مشروع وطني ذي ١٠ سنوات لتحقيق هذه الاهداف . وفي نهاية السنوات العشرة اي في سنة ١٩٩٣ عقد مؤتمر تقييمي للنتائج المتحققة وأوضح رئيس المشروع Kazuairo Fuchi بأن الاهداف والاحلام المطروحة في مؤتمر كان FGCS'81 شديدة الطموح وخيالية بعيدة عن الواقع فمثلاً ، تطوير أنظمة للترجمة الآلية الذكية يعتبر هدفاً مستحيلًا لتحقيق خلال ١٠ سنوات وان ذلك يتطلب العديد من الدراسات الأولية والبحوث للوصول الى مرحلة يمكن البدء منها في تطوير أنظمة من هذا القبيل . لقد وضع مؤتمر FGCD'81 صورة واسعة والتي يبدو انها ما تزال فاعلة في الاهدان حتى الان الا اننا وبعد ١٠ سنوات من العمل مضطرون الى التوسع وتصغير وتحديد حجم الاهداف التي وضعت قبل ١٠ سنوات .

{ وما تحقق حتى الآن هو بناء حاسبات ذات معالجات قادرة على الاستنتاج المتوازي Parallel Inference والذي يعني بدوره المعالجة الاستنتاجية المتوازية على مستوى المكونات الصلبة للحاسبة (Hardware) . كما تم بناء لغة للمعالجة المتوازية سميت KLI التي تعتبر لغة عليا بالنسبة للغات العليا المعروفة حالياً مثل Prolog Pascal هنا من ناحية . وان هذه اللغة هي لغة الماكينة بالنسبة لحاسبات الاستنتاج المتوازي

اعلاه . }

{ وعلى اساس هذه اللغة بنى نظام تشغيل اثبت فعالية وقوة مقارنة بأنظمة التشغيل الحالية . اضافة الى ذلك امكن استخدام KLI مباشرة في تطبيقات معقدة LSI - CAD

{ و Lefal reasoning }

الخاتمة :

ذكرنا ان مجالات الذكاء الاصطناعي تتمثل في التعميم والتجريد والاستنتاج والتكيف واكتشاف الأخطاء وتصحيحها .

ان هذه المجالات ليست الوحيدة لنشاط الفكري الانساني فمثلاً هناك الاختراع والانتاج والفني والادبي والتفكير غير المنطقي او النمطي مثلاً تمييز الصور والاصوات والروائح والاطعمة وغير ذلك كثير . كما ظهر لنا من التجربة اليابانية ان التقدم في المجالات المذكورة اعلاه ما يزال في اوله وانه سيمر زمن طويل حتى يمكن التقدم الى مرحلة بسيطة يمكن البدء منها في تمثيل بعض النشاط الفكري الانساني . وبالرغم من التشاؤم الذي تبدو عليه هذه الصورة فما تحقق لا يمكن الاستهانة به اماماً . فقد تم بناء منظومات اولية قادرة على الاستجابة (بذكاء) للوسط المحيط بها (والتناقل له) ضمن مجالات محددة . ففي كثير من التطبيقات امكن الحصول على منظومات قادرة على التكيف للمحيط عن طريق التعديل الذاتي للبرمجة والاستفادة من الامكانيات الحزنية والاحصائية للحاسبة لتكوين معين للإنسان أكثر ذكاءً ويتطلب صيانة أو إعادة للبرمجة اقل من السابق ويتطور ويتعلم من استخدامه ويمرور الزمن . كما تطورت العدد الاساسية لبناء هذه المنظومات وذلك بتطوير البرمجة الحاسبة ليكون استقلالياً من حيث مبدأ العمل مما يهيئ الفرصة لظهور منظومات ذكية في المستقبل القريب . وبذلك نصل الى النتيجة النهائية وهي انه لم يمكن الحلول محل الذكاء البشري فإن الحاسبات الحديثة ستكون قادرة على تقديم اسناد فعّال ذكي ذاتي البرمجة متطور للنشاط البشري .

التعلم الذكي بمساعدة الحاسبة

د. رعد فاضل علوان

مدرس - قسم الحاسبات - الجامعة التكنولوجية

١- المقدمة

تم تطبيق الذكاء الاصطناعي على التعلم بمساعدة الحاسوب بشكل كبير في مجال تدريس المعرفة الاجرائية واستراتيجيات الاستنباط للإستخدام في حل المشاكل او المسائل . واطلق على هذا المجال (تطبيق الذكاء الاصطناعي على انظمة التعلم بالحاسبة CAL) تسمية التعلم الذكي بمساعدة الحاسوب (ICAL)

يقصد بالذكاء الاصطناعي برمجة الحاسوب للقيام بمهام لا يؤديها حالياً بشكل جيد سوى الانسان لأنها تتطلب ذكائه ومهارته [٤.٣.٢] . أي يمكن اعتبار الذكاء الاصطناعي محاكاة ذكاء الانسان الى حد ما بالحاسوب . وبشكل عام استخدمت تقنيات الذكاء الاصطناعي لتزويد المنظومات الحاسوبية ببعض مهارات اتخاذ القرار وحل المشاكل والاستنتاج وهذه ترتبط او ترافق التصرف الذكي للإنسان.

ان الاهداف الرئيسية لإدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي الى التعلم بمساعدة الحاسوب CAL هي بلا شك لجعل انظمة التعلم بمساعدة الحاسوب تتصرف الى حد ما مثل المدرس او المدرب (الانسان) [٦.٥] من الخصائص المهمة والضرورية للمدرس والتي هناك فائدة من اضافتها للبرنامج التعليمي الذكي (اذا كان ذلك ممكناً) هي قابليته على ما يلي:

- ١- جعل اسلوب البحث عن الحل (البحث التقني Heuristics) الخاص بالطالب او المتدرب يقترب من اسلوب البحث عن الحل الذي يستخدمه المدرس.
- ٢- تعلم وتبني طرق الحل المستخدمة من قبل الطالب اذا كانت اجدر.
- ٣- استخدام الامثلة والتمارين الملائمة للطالب المعني.
- ٤- التوصية حول خيارات خطط الحل واستعراض كيفية تطبيق التقنيات عندما يحتاج الطالب للمساعدة.

الحاسبات الإلكترونية

- ٥- حل مشكلة على التعيين يتم اختيارها من قبل الطالب.
- ٦- التكيف لخلفيات مختلفة للطلبة.
- ٧- قياس مدى تقدم الطلبة.
- ٨- مراجعة مواد سبق وأن تعلمها الطالب اذا اقتضت الحاجة الى ذلك.
- ٩- تزويد الطلبة بقغذية راجعة فورية (Immediate feedback) عند الخطأ واعطاء الطالب الحرية الكاملة لتقرير كيفية حل المشكلة.
- ١٠- الاشارة الى طرق الحل المباشر او الاقصر او الطرق التي تستخدم النظريات والتفتيات التي تعلمها الطالب حديثاً ، وذلك عند انجاز الطالب حل السؤال ، اي تقديم النصيحة حول افضل الطرق بعد نجاح الطالب في السؤال.

٢-٣- مكونات نظام التعلم الذكي

- ان انظمة التعلم الذكي بمساعدة الحاسوب (ICAL) عبارة عن انظمة التعلم بمساعدة الحاسوب التي تستند الى ثلاثة اصناف من الخبرة (٧) :
- (أ) خبرة في المجال المراد تعليمه فيه.
 - (ب) خبرة في فهم اخطاء الطلبة وافكارهم الخاطئة.
 - (ج) خبرة في استخدام استراتيجيات التعليم المناسبة لكل طالب وهذا ما يطلق عليه بتفريد التعلم (Individualized Instruction) .
- وفي ما يلي توضيح للمكونات اعلاه :

٢-٣-١ : خبرة في حل المشاكل

تستخدم هذه الوحدة كمية كبيرة من المعرفة (Knowledge) لبناء قاعدة معرفة للمجال المراد تعليمه . بعد ذلك اي بعد بناء هذه القاعدة تقوم هذه الوحدة باستخدام المعرفة المخزونة لحل اي سؤال (او مشكلة) تطرح من قبل الطالب . ان قاعدة المعرفة الخاصة بهذه الوحدة تشتمل على الحقائق والقواعد للمجال المعني . والحقيقة عبارة عن شرط (Condition) صحيح دائماً ، اما القواعد فلا تكون صحيحة الا اذا تحققت شروطها . فلو اردنا تعلم التفاضل مثلاً فإن قاعدة المعرفة ستشمل حقائق مثل :

مشتقة الثابت = صفر

مشتقة x^n = nx^{n-1}

وقواعد للإستنتاج مثل :

مشقة X_n تساوي $\ln(x)$

إذا كانت $n = -1$

وتستخدم احدى لغات البرمجة لتمثيل هذه الحقائق والقواعد ويفضل ان تكون احدى لغات الذكاء الاصطناعي مثل بروبوك (prolog) او لسب (lisp).

٢-٢-٢ خبرة تشخيص ومعالجة الأخطاء

ان الاستراتيجيات الارشادية مهمة جداً لأي نظام تعليمي معان بالحاسوب لكي يكون مؤثراً . هناك ثلاث استراتيجيات في هذا المجال اثنتان منهما متطرفة والاخرى تقع بالوسط بين الاثنتين.

٢-٢-٢-١ المدرب الفعال Active Coach

تستند هذه الاستراتيجية على تأشير الخطأ مباشرة بعد وقوعه واصلاح الخطأ اما من قبل البرنامج او الطالب قبل الاستمرار في بقية الحل او الانتقال الى فقرة تعليمية جديدة. ان هذه الطريقة تلائم بشكل كبير الأخطاء غير المفاهيمية اي عدم وجود خلل بالمفاهيم وهذه تشمل المخلات غير المترابطة منطقياً او الأخطاء الغيبية (ما يطلق عليها بأخطاء المغفلين 'dumb').

ان هذا الاسلوب فعال جداً بالحصول على حل للسؤال من المحاولة الاولى ، الا انه يقلص الى حد كبير الفوائد المتأتمية من التعلم من الأخطاء . اضافة الى ذلك هناك احتمال ان يميل الطالب الى عدم التركيز بشكل كاف على كامل خطة الحل بسبب مقاطعته عند حصول اي خطأ.

٢-٢-٢-٢ المبوب غير الفعال Passive grader

وهذه الاستراتيجية تسمح للأخطاء بالحصول وتجمعها وتبويبها وتقدم التصحيحات في نهاية التعرير ، وهي لا تزود الطالب بنية تغذية راجعة وفعاليتها تكمن في تجميعها للمعلومات حول اجراءات او عمليات حل المشكلة.

٢-٢-٢-٣ المدرس الذكي Intelligent Tutor

بين الاسلوبين الصارمين او المتطرفين اعلاه المدرب الفعال والمبوب غير الفعال يقع المدرس الذكي. ان هذا الاسلوب يعمل بشكل مثالي من خلال اعطاء الطالب الكمية الصحيحة واللازمة من المساعدة في الوقت المناسب ليكون التعلم اعظم ما يمكن . وهذا يجب تحديده متى يجب

التدخل واعطاء المساعدة (تشخيص ومعالجة الخطأ) فوراً ومتى يترك الموضوع لرحلة لاحقة.

تستند هذه الاستراتيجية على تقديم العون بشكل ملاحظات صغيرة (بسيطة) او بشكل تدريجي حيث تكون الزيادة صغيرة بحيث تكون كل زيادة او ملاحظة اكثر تخصصاً مع مرور الوقت . ان الطالب الذي يعطي الملاحظة اللازمة من اجل وضعه بالمسار الصحيح للحل ، يحاول ان يحدد اخطائه ويصححها.

ان هذه الاستراتيجيات التي اشرنا اليها اعلاه يمكن اضافتها الى البرنامج الذكي بشكل وحدة ذكية او منظومة خبيرة تعتمد على قاعدة معرفة تشمل حقائق وقواعد التشخيص والمعالجة التي يعتمدها المدرس . فمثلاً يمكن ان تكون احدى القواعد في برنامج تطعيم التفاضل ما يلي : فإذا كان السؤال ما هو تفاضل المعادلة التالية $Y=X^3$ وكان جواب

الطالب $3X^3$ فإن الطالب قد نسي طرح ١ من الأس ٣.

وهذا أيضاً يمكن برمجتها وتفضل لغات الذكاء الاصطناعي او مولدات الأنظمة الخبيرة في بناء مثل هذا البرنامج.

٣-٢ التعلم الإفرادي Individualized Instruction

ان هذه الوحدة صعبة التحقيق ومعظم أنظمة التعلم الذكي بمساعدة الحاسوب لا تعتمد عليها . ان الهدف منها هو تعليم الطالب وفق مستواه بعد تحديد هذا المستوى من قبل الحاسبة. وغرض تكيف التعليم لشخص معين وجب معرفة بعض الشيء عن ذلك الشخص وبشكل واضح فإنه مطلوب معرفة ما هي الصعوبات التي يعاني منها ذلك الشخص من خلال الملاحظة ويجب على المدرس ان يستنبط ما يلي :

أ- ما هي الاشياء (المعلومات والمفاهيم) التي يعرف الطالب فعلياً.

ب- ما هي الاشياء التي لا يعرفها.

ج- ما هي الاشياء التي تعلمها وفهمها بشكل خاطئ.

ان المدرس يقضي ساعات طويلة في تحليل ودراسة الاخفاقات والاختفاء التي يقع بها الطالب اضافة الى البدايات الخاطئة والاجوية المخطوة قبل ان يتوصل المدرس الى ما يعرفه الطالب وكيف يفكر . ان المدرس يقوم بتكرار ما ذكر اعلاه مع كل الطلبة مستخدماً خبرته وحده وفطرته وكل فصل او موضوع من مواضيع الكتاب او المنهاج المقرر . وفي البند التالي سنوضح بعض التقنيات المستخدمة لهذا الغرض.

٣- تقنيات التشخيص المعرفي Techniques for Cognitive

Diagnosis

ان دراسة التشخيص تعني البحث عن بعض الطرق او التقنيات لكيفية الانتقال من اداء المتعلم (اجوية المشاكل) الى الفرضية او الحدس بخصوص معرفته او سوء معرفته .
ولهذا الغرض نستعرض الطرق المقترحة للتشخيص المعرفي والتي طبقت بكثرة في مجال تعليم الرياضيات ولكن يمكن تعميمها لتغطي مواضيع اخرى .

٣-١ تقنية تحليل المهارة The Skill Analysis Technique

تتمثل هذه التقنية بالخطوات الآتية :

- ١- جزء المهارة المراد تعلمها الى سلسلة حرفية من المكونات (أي مهارات فرعية ، مهارات فرعية فرعية ...) .
- ٢- قرر لكل مسألة مستخدمة بالتشخيص أي المكونات (Components) ضرورية لحل السؤال بشكل صحيح .
- ٣- لكل سؤال تشخيص ، حله المتعلم بشكل خاطيء ، أشر المكونات الضرورية التي حددتها في النقطة (٢) بأنها " مشكوك بها " ولكل سؤال تشخيص حل بشكل صحيح ، أشر هذه المكونات بأنها " متعلمة " .
- ٤- إستمر بتقييم الأسئلة التشخيصية حتى تصل الى قناعة بأن المكونات الضرورية التي ما زالت مؤشرة بكلمة " مشكوك بها " تمثل المهارات الفرعية التي لم يسيطر عليها المتعلم بعد .
فمثلاً يمكن تقسيم مهارة تكامل النوال المثلثية الى المهارات الفرعية التالية : مهارة الأسس ، مهارة المطابقات المثلثية (تبسيط التعابير المثلثية) ، مهارة تكامل النوال الجبرية ... الخ .

* ٣-٢ تقنية مكتبة الأخطاء The Error Library Technique

- ١- كون قائمة بكل المفاهيم الخاطئة ذات العلاقة بالموضوع ، أي النسخ غير الكاملة او غير الصحيحة للمهارة التي حصل عليها المتعلم بشكل خاطيء .
- ٢- طبق (الحاسوب) مفهوم خاطيء (misconception) على نفس التمارين (او المشاكل) التي طبق عليها المتعلم ، واستنتج أي الاجوية كان يمكن ان يحصل عليها المتعلم .
- ٣- قارن الاجوية المستحصلة من قبل الحاسوب مع الاجوية المعطاة من قبل المتعلم واختر المفاهيم الخاطئة التي تشابه بشكل كبير المفاهيم الخاطئة للمتعلم كمؤشر لضعف المتعلم في

هذا المجال.

٣-٢ تقنية سلسلة العمليات The Operation Sequence Technique

- ١- كون قائمة بكل العمليات التمهنية التي يعتقد ان المتعلم القدرة عليها.
 - ٢- لكل جواب للمتعلم ليبحث خلال سلاسل العمليات الممكنة حتى تحصل على سلسلة عمليات توضح كيفية انطلاق المتعلم من السؤال الى حله.
 - ٣- لخص التتاسق او الانتظام خلال عدة سلاسل عمليات بصيغة قواعد تصف كيف قرر المتعلم أي العمليات وجب تطبيقها لحل السؤال.
 - ٤- قارن هذه القواعد الخاصة بالتعلم مع القواعد الخاصة بالحل الصحيح فإن أي اختلاف بينها يعني ان هنالك ضعف او سوء فهم في ذلك الجانب.
- ولغرض ان تقترب باتجاه تقنية تعليمية مفيدة وجب اجراء الدراسات ومنها ما يلي:
- ١- جمع أمثلة من انواع الأخطاء التي يقع بها المتعلمين في مجالات كثيرة من المادة التعليمية.
 - ٢- دراسة افكار وتقنيات التشخيص للمدرسين الذي اصبحت لديهم خبرة تدريسية.
 - ٣- العمل على ايجاد تقنية تشخيص عديدة ومختلفة.
 - ٤- تطوير الخبرة في مجال احتواء تقنيات التشخيص في برامج الحاسوب وتطبيقها على مجالات تعليمية مختلفة (اي في تدريس كافة المواد وليس الرياضيات فقط).

٤- مشكلة التمثيل The Representation Problem

- ان المشكلة المركزية لكافة تصاميم التعلم التكاملي بمساعدة الحاسوب هي هيكلية المعرفة . ان اختيار منظومة التمثيل الشكلي للمهام التي يعالجها التعليم لكي يتواجه مع شكل سلس مع هياكل المعرفة الحالية للمتعلم او المتعلم هو مفتاح اساسي للتعلم السريع والكفوء والفعال . ان تمثيل المعرفة يجب ان لا يشتمل فقط على الاوساط التعليمية المختلفة ومجالات التحسس (اللمس ، السمع ، الرؤيا) بل يجب ان تكون هياكل المعرفة ممثلة بشكل يتيح سهولة التعامل معها ويجب ان تتمذج بأشكال متوافقة مع المفاهيم الخاطئة الحالية ونظريات الخلل (الأخطاء) التي قد يقع بها المتعلم .
- ان تصميم أنظمة ICAL عبارة عن عملية خلاقة مثل تأليف كتاب ، اذ لا تتوفر ادوات وافكار فعالة للمساعدة في هذا الجانب . ان أنظمة ICAL وتصاميمها لا تسلم نفسها بشكل جاهر لأساليب هيكلية المعرفة وطرق البرمجة التقليدية [٨] . ونظراً للطبيعة غير المحددة او المعرفة بشكل جيد لمشكلة ما فإن محاولة تحديد مسبق للمتطلبات اللازمة لنقل المعرفة الى

المتعلم في مجال معين يكون ملوئاً بالمشاكل والصعوبات.
أدريما كان المصمم نظام ICAL أهداف مميزة في ذهنة ولكن المسار في التصميم الى تنفيذ هذه الأهداف غير واضح تماماً.
ويشكل عام فإن الأمثلة الوحيدة بخصوص الاستمرار في هذا الجانب تأتي من الكتب المنهجية وبعض الحدس حول المشكلة ولكن الكتب تمدنا بترتيب خطي واحد فقط للأفكار المفتاحية ولا تتعامل مع المفاهيم الخاطئة الواسعة التي قد تكبر وترسخ وتتراكم بسبب هذا النوع من تقديم المعلومات. أن ما يحتاجه المصمم هي أدوات تدعم التجريب مع الأساليب المعقولة لمعالجة المشكلة واستناز إلى هذه التجارب سيتم استخراج الأفكار بخصوص ما هو مؤثر فعلاً وما هو غير مؤثر.

٥- متطلبات النظم التعليمية الذكية

- تتطلب الانظمة التعليمية الذكية ما يلي :
- ١- هيكل المعرفة بشكل وحدات متسلسلة.
 - ٢- الاستحواذ على تمثيل جيد للمعرفة لتشكيل الاساس لنموذج الطالب (Student Model)
 - ٣- اكتشاف كل المفاهيم الخاطئة التي يمكن أن يولدها التعليم في مجال معين.
 - ٤- تزويد المتعلم بمواجهة بيئية مرنة ويمكن أن تتكيف مع كل متعلم.
 - ٥- خلق مدرس أو مدرب التي يتصرف بشكل شمولي واساسي وعام مع المتعلم بدلاً من استخدام نصائح جاهزة قد تؤثر سلبياً على التعليم.

٦- دور الانظمة الخبيرة

هناك نوعين اساسيين من المعرفة تتطلبها انظمة ICAL. الاول يشمل المعرفة التي يجب ان يحصل عليها المتعلم ، وهذا ما يشار اليه بالمعرفة بالمجال (Domain Knowledge) والاضري تشمل المعرفة الخاصة بإجراءات (او عملية) التدريس . وهذه لها علاقة بالمعلومات الخاصة بكل متعلم ومستوى مهارته وكذلك المعلومات الخاصة بتقنيات التمارين والمسائل ويشار اليها بالمعرفة الإرشادية (Tutoring Knowledge) . اي ان نظام ICAL يمكن تقسيمه طبيعياً الى جزئين رئيسيين : الخبير في المجال (Domain Expert) والخبير في التعليم (أو الإرشاد) (Tutoring Expert) . وكلاهما مهمان ويشكل متسوي لنجاح اي نظام تعليمي ذكي.

- * النظام الخبير القابلية على انجاز مهام تخصصية تنفذ من قبل خبراء بشريين في مجال محدد . والمقصود بالنظام الخبير برنامج حاسوبي يحاكي خبرة الانسان في مجال معين . اي يجهزنا بالقرارات المهمة والصعبة الحاسمة في مجال معين كما يعطها الانسان الخبير [٩] .
- ان المشكلة الرئيسية في استخدام النظم الخبيرة في التعليم هي نقص او قصور معرفتها حول كيفية استخدام قاعدة المعرفة لإرشاد المبتدئين [١٠] ويمكن استخدام الانظمة الخبيرة للأغراض التعليمية بصيغتين . كما يلي :
- ١- صيغة حل المشكلة : حيث تحل المسألة او المشكلة مع اعطاء التوضيحات والتفسيرات عند الضرورة.
 - ٢- الصيغة الارشادية : حيث يزود المتعلم بسؤال (مشكلة) ويتم متابعة مسار حله للمشكلة مع توجيهه عند الضرورة.
- ان الصيغة الاولى اعلاه متوفرة بشكل جازم غالباً في الانظمة الخبيرة (لان الانظمة الخبيرة تختص بحل المشاكل) ويستمرار الاستخدام واستمرار الطلب للتوضيحات والتفسيرات يتمكن المتعلم من ان يتعلم كيف يحل المشاكل في مجال معين .
- اما الصيغة الارشادية فتتطلب القابلية على تقييم المشاكل المتعلمين وتحليل حلولهم (اجوبتهم) . ان الصيغة الارشادية (الخبير الارشادي) تتطلب وجود صيغة اخرى (وحدة خبيرة) تسمى نموذج الطالب (Student Model) تساعد على تحديد المشاكل او الاسئلة الملائمة لعرض عرضها على المتعلم اي ان الصيغة الارشادية تحتاج الى وحدة خاصة للسيطرة على ما سوف يعلم وكيف الوصول الى قاعدة المعرفة .

٧- اهمية اللغة الطبيعية في انظمة ICAL

- من المعروف ان التعليم يتطلب مواجهة بين المتعلم والمعلم (او المدرب) وفي حياتنا اليومية يتم التعليم باستخدام اللغة الطبيعية (Natural Language) لذلك البلد . ولما كنا نفكر ببناء انظمة تعليمية ذكية ، انظمة تحاكي المدرس (الانسان) وجب استخدام اللغة الطبيعية في انظمة ICAL
- في معظم الانظمة التعليمية يكون التعامل مع البرنامج الحاسوبي التعليمي من خلال تقنيات عديدة دون استخدام اللغة الطبيعية ومن هذه التقنيات ما يلي :
- ١- التعامل مع صيغ جاهزة معرفة سلفاً مثل ادخال كلمة نعم او كلا أو ادخال عبارات محددة وكذلك الحاسوب يعرض صيغ لغوية وتعابير جاهزة.
 - ٢- التعامل من خلال قوائم حيث تحتوي القائمة على مجموعة فقرات والمطلوب من المتعلم

الحاسبات الالكترونية

ادخال رقم الفقرة.

٢- التعامل من خلال الرسوم والمخططات.

ولكي يكون التعلم فعال فعلاً يجب استخدام الاسلوب الطبيعي المعتمد أثناء التعليم اليومي. وهذا الاسلوب هو اعتماد اللغة الطبيعية. ولكن موضوع اعتماد اللغة الطبيعية ضمن البرامج الطبيعية معقد جداً ويستغرق وقتاً طويلاً اي يؤخر انتاج البرنامج التعليمي الذكي لفترة قد تمتد طويلاً الى سنة او سنوات وحسب التطبيق المراد تعليمه ، ابتعد معظم العاملون في مجال ICAL عن اعتماد اللغة الطبيعية.

ان ابسط تقنية مستخدمة في الانظمة التعليمية الذكية لإعتماد اللغة الطبيعية هي المطابقة المفتاحية Keyword Matching [١١] حيث يبرمج الحاسوب لمعرفة الكلمات الاساسية او المفتاحية (اي الكلمات المفتاحية ويهمل الكلمات الاخرى حيث يعبرها ضوضاء Noise words . فمثلاً لو كنا في مجال تعليم الدوائر الكهربائية واسأل المتعلم الجملة الآتية :
"يرجى تزويدي بأمثلة توضح كيفية ايجاد المقاومة في دائرة كهربائية مع الشكر"
فإن الحاسوب سيأخذ الكلمات (امثلة ، المقاومة) ككلمات مفتاحية ويهمل بقية الكلمات في الجملة اذ تكفيه الكلمتين " امثلة " و " مقاوم " لمعرفة ما هو مطلوب.

اما اذا اردنا نظام تعليمي ذكي يعتمد فعلاً اللغة الطبيعية يجب اللجوء الى اساليب فهم اللغات الطبيعية (Natural Language Understanding) كفرع من فروع الذكاء الاصطناعي حيث يمكن ان تمر الجملة بثلاث مراحل من التحليل [١٢]:

أ- التحليل الصرفي (Morphological Analysis)

وفيه تتم تحليل الكلمات صرفياً اي استخراج جنود او جنود الكلمات والتفرع الواضح والسوابق لغرض استعمال الجذر (او الجذع) المستخرج للوصول الى الناموس.

ب- التحليل النحوي (Syntactical Analysis)

وفيه تتم تحليل الجملة المدخلة لمعرفة ان الكلمات المعطاة ككل ، ورفق تسلسلها المعطى مقبولة قواعدياً في اللغة المعنية ام لا.

ج- التحليل الدلالي (Semantical Analysis)

وفيه تحلل معاني الكلمات بشكل انفرادي ومن ثم تدمج هذه الكلمات لمعرفة معنى او دلالة الجملة ككل.

الخلاصة

لقد استخدمت مفاهيم الذكاء الاصطناعي في بناء أنظمة تعلم ذكية في مجالات تدريس المعرفة الاجرائية لأجل الوصول الى حل المشاكل . ان الهدف الاساسي من استخدام مثل هذه المفاهيم هي لأجل جعل أنظمة التعلم الذكية تتصرف مثل الانسان (المدرّب).

الحاسبات الإلكترونية

ان المكونات الأساسية لمثل هذه الانظمة هي استخدام ثلاثة انواع من الخبرة (في مجال
الدرس . فهم الاخطاء . تفريد التعلم) .

ان المشكلة الاساسية في بناء هذه انظمة التعلم الذكية هي اسلوب تمثيل المعرفة حيث ان
ايجاد الاسلوب الصحيح يؤدي الى بناء انظمة كفومة وفعالة وتكون مفتاح اساسي التعلم
السريع . ان انظمة التعلم الذكية لا تعلم نفسها بشكل جاهز لأسباب هيكلية المعرفة وطرق
برمجتها التقليدية .

ان الاسلوب الفعال لبنائى مثل هذه الانظمة تتطلب استخدام وحدات خبيرة تستحوذ على
اسلوب تمثيل جيد للمعرفة ، اكتشاف المفاهيم الخاطئة التي يولدها التعليم في مجال معين ،
بناء واجهة مرنة مع المتعلم .

هناك نوعين من المعرفة يجب استخدامها مع انظمة التعلم الذكية هي معرفة بالمجال
ومعرفة بإجراءات التدريس . كذلك فإن هناك حاجة ماسة الى استخدام اللغات الطبيعية في
بناء واجهة استخدام مع المتعلم تكون تلك تقنية المطابقة المفتاحية .

المصادر

1. Tennyson, R.D. and Ferrara, J. " Introduction to Special Issue :
Artificial Intelligence in Education " , Educational Technology, May 27
(5), 7-8, 1987.
2. Alty, J. and Coombs, M.J., " Expert System , Concepts and
Examples " The National Computing Center Limited, Manchester,
1984.
3. Barr, A. and Feignbaum, E.A., " The Handbook of Artificial In-
telligence " Vol. 1, William Kaufmann, Galif, 1981.
4. Nilsson, N.J. " Principles of Artificial Intelligence " Springer,
Berlin, 1982.
5. Knezek, G.A., " Intelligent Tutoring Systems and ICAL, The
Computing Teacher , March, Pp. 11-13, 1988.
6. Tennyson, R.D., " MAIS : An Educational Alternative of ICAL " ,
Educational Technology, May, 22-28, 1987.
7. Bonar, J., " Panel : Intelligent Computer Assisted Instruction " ,
IEEE, 220-222, 1985.
8. Roberts, F.C. and Park, O. , " Intelligent Computer Assisted In-
struction : An Explanation and Overview " , Educational Technolo-
gy, 23 (12), 7-12, 1983.
9. Waterman, D.A. , " A Guide to Expert Systems " , Addison-
Wesley, 1986.
10. Barker, P. and Yeates, H. " Introducing Computer Assisted
Learning " , Prentice-Hall International , 1985.
11. Rauch-Hindin, W.B. " A Guide to Commerical Artificial Intel-
ligence " , Prentice -Hall, 1988.

١٢- البياتي ، عليا آدم ، " تصميم وتنفيذ معرب محوسب لجعل اللغة العربية الاسمية والفعلية
إطروحة ماجستير مقدمة الجامعة التكنولوجية ، بغداد ، ١٩٩١ .