أنماط هندسة المعلومات

بقلم / بيتر ويجنر•

ترجمة : محمد أمين مرغلاني *

في عام ١٩٨٢م عندما كنت طالبًا أثناء مرحلة الدكتوراه في جامعة بتسبرج بالولايات المتحدة الأمريكية حظيت بدراسة مادة المعلوماتية Informatology مع الدكتور / أنتوني دوبنز الذي يعدّ أحد العلماء البارزين في مجال علم المعلومات على النطاق الدولي. وكان أحد الموضوعات المطروحة للنقاش مجال "هندسة المعلومات"، حيث حاول أنتوني دوبنز إبراز أهمية هذا المجال في العقود القادمة، كأحد المجالات المهمة لعلم المعلومات. وقدمت بحثًا في هذا المجال، وتوصلت إلى أن مصطلح هندسة المعلومات حديث النشأة، حيث بدأ مع السبعينات الميلادية، وهو يعتمد أساسًا على تمثيل المعلومات عن طريق الهياكل المعلوماتية مستخدمًا في ذلك تقنية الحواسيب والاتصالات.

ويناقش البحث الذي كتبه بيتر ويجنر مكونات هندسة المعلومات من خلال توضيح دور ثورة المعلومات في إدارة المعرفة واستخدامها عن طريق الحاسوب مبينًا أهمية هندسة المعرفة بوصفها فرعًا من هندسة المعلومات. وفي نهاية البحث تناول الباحث دور التعليم المبني على الحاسوب خلال العقد الحالي من أجل التحكم في المعرفة.

• Peter wegner, Paradigms of information Engineering In The study of Information: Inter-disciplinary Messages. New york. John wiley & Sons, 1983,pp 163-175

* حصل على بكالوريوس من جامعة الملك عبدالعزيز في علم المكتبات والمعلومات، ١٩٧٨م.
- حصل على ماجستير من جامعة كلاريون في علم المكتبات، أمريكا، ١٩٨١م.
- حصل على دكتوراه الفلسفة من جامعة بتسبرج في علم المكتبات والمعلومات، أمريكا، ١٩٨٦م.
- أستاذ مشارك بقسم المكتبات والمعلومات - كلية الآداب والعلوم الإنسانية بجامعة الملك عبدالعزيز.
- مستشار وزير الصحة.

علم المعلومات (علم الحاسوب) علم ناشئ يجاهد ليفوز بذلك النوع من الاحترام الذي تتمتع به علوم الفيزياء، والرياضيات والهندسة. ولهذا فليس من المستغرب أن علماء الحاسوب قد صاغوا بحوثهم في أنماط وفق التقاليد المتبعة في العلوم العملية والهندسية والرياضيات. وسوف نراجع هنا تعريفات علم الحاسوب التي تضم كل الأنماط التقليدية، ثم نركز الاهتمام على الأنماط الهندسية، وبوجه خاص على أنماط هندسة البرامج وعلى المجال الفرعي الناشئ "هندسة المعرفة". ومن المتنبأ به أن هندسة المعرفة سوف تنشأ كفرع رئيس في التسعينات بأنماط مثل نمط المعرفة (الشكل البياني) الذي سوف يبرز التعاون المتبادل بين الإنسان والآلة في إدارة المعرفة، وتعلمها، واستخدامها.

ويصف توماس كوهن الأنماط بأنها "مكاسب بارزة تخدم كنموذج في البحث لمجتمع من الباحثين" (كوهن ١٩٦٢، ١٩٧٠م) ويؤكد أن العلم العادي في فرع مجال ناضج يعتمد بوجه عام على نمط يصف بحثًا مقبولاً ويؤثر على تفسيرنا للظواهر، والثورات العلمية مثل الانتقال من فلك بطليموسي إلى كوبرنيكاني، أو من فيزياء نيوتونية إلى فيزياء نسبية يترتب عليها تغيير في النمط. وسوف يستخدم المصطلح نمط هنا ليدل على نموذج لإجراء البحث وتقييمه حتى وإن لم تكن هنالك مكاسب بارزة مرتبطة به.

ولعلم المعلومات حاليًا أنماط متعددة توجد مع بعضها ويكمل بعضها بعضًا، ومن وجهة نظر كوهن؛ فإن وجود أنماط متعددة سويًا يميز ما قبل العلم، وليس العلم العادي. وهذه النظرة توحي بأن علم الحاسوب لم يصل بعد إلى درجة النضج التي تساند نمطًا واحدًا، ومع ذلك، فالتفسير البديل هو أن علم المعلومات ليس علمًا منفردًا مثل الفيزياء، ولكنه مجموعة من العلوم مثل العلوم الطبيعية، وإن ازدهار العديد من الأنماط إنما يمثل علاقة صحية وحيوية وليس عدم نضج.

ويختبر جورن في ورقة البحث هذه دور الأيديولوجيا، وطريقة العمل، والبيئة الاجتماعية في تطوير المجالات. ويشير إلى العلاقة الوطيدة بين الأيديولوجيا (تجمعات منظمة للمفاهيم) والأنماط، ويفرق بين نشاطات المعرفة الموجهة مثل الرياضيات، ونشاطات الفعل - الموجه مثل الفلاحة، وبين النشاطات التي تحول المعرفة إلى فعل، مثل التعليم والهندسة. ويوحي بأن العلوم لاتزدهر مستقلة عن التقنية، وبوجه خاص فإن

المعلوماتية (علم الحاسوب - والمعلومات) لم يكن لها أن تبدأ في الازدهار قبل أن تتطور تقنية الحاسوب. ولقد كانت المعلوماتية في البداية فعل موجه (عملي) وقد اكتسبت اندماجًا من فعل موجه ومعرفة موجهة عندما نضجت. وهذا التوازن واحد من أسباب قوة علم الحاسوب حيث إن النتائج العملية تشير إلى نظرية مناسبة، وأن النتائج النظرية تزيد من فاعلية الفعل. ويحذر جورن من أن الفصل بين نشاطات المعرفة الموجهة والفعل الموجه قد يؤدي إلى كارثة.

واختيار جون للأيديولوجيا، وطريقة العمل، والبيئة الاجتماعية كعوامل مميزة للعلوم اختيار غير عادي، وإن كان موجهًا؛ وهذه العوامل مستقلة عن مجال معين، وقابلة للتطبيق في تمييز أي مجال أو نشاط إنساني، وتحدد أيديولوجيا أي مجال وأنماطه ومؤشراته لتقييم نوعية وأهمية الإسهامات في هذا المجال. وتعدّ طريقة عمله بأنها هي الأسس التي تنبني عليها الأدوات والتقنيات المتبعة لتحقيق الأهداف المحددة بالأيديولوجيا، وتتضمن النظرة والتفاعلات الاجتماعية بين الممارسين للمجال والآثار الاجتماعية المترتبة على مفاهيمه، ونتائجه على المجتمع، وهكذا؛ فإن الأيديولوجيا وطريقة العمل والنظرة الاجتماعية المرتبطة بمجال يمكن أن ينظر إليها كأنماط، وأسس يبنى عليها، ويؤثر بها على الناس.

كما أن الأيديولوجيا ترتبط بشباب الناس وفروع المعرفة الناشئة. وقد أصبح علم الحاسوب علمًا أكاديميًّا في منتصف الستينات مع نشأة أول قسم لعلوم الحاسوب، ونشر أول برنامج جامعي شامل (ACM Curriculum Committe ١٩٦٨م) وقد أدى البحث عن الهوية إلى عدد من التعريفات البديلة لعمل الحاسوب، ارتبطت مع أنماط مختلفة للحكم على قيمة البحث وفي اصطلاحات جورن، تمثل هذه التعريفات أيديولوجيات بديلة هي كالآتي :

١- **علم الحاسوب** : هو دراسة الظواهر المتعلقة بالحاسبات [نوويل، وبيرليس، وسيمون، ١٩٦٧م] .

٢- **علم الحاسوب** : هو دراسة الألجوريثمات (الترتيب المنطقي لحل المشكلات) [كنوث ١٩٦٨م].

٣- **علم الحاسوب** : هو دراسة تركيبات وبناء لمعلومات (ACM Curriculum Committe ١٩٦٨م ، ويجنر ١٩٧٠م.

٤- **علم الحاسوب** : هو دراسة وإدارة المشكلات المعقدة [ديجكسترا ١٩٧٢م] .

ويعكس التعريف الأول وجهة نظرية، حيث يؤكد أن علم الحاسوب يهتم بدراسة تقسيمات ظواهر من فعل الإنسان مثل الحاسبات، ولغات البرمجة، والألجوريثمات، وتركيبات البيانات. ويعكس التعريفان الثاني والثالث تقليداً رياضياً، حيث إن الألجوريثمات وتركيبات المعلومات أشياء بحتة تحدد أنماطاً مختلفة النماذج من ظواهر لعلم المعلومات. ويأخذ التعريف الرابع بوجهة النظر الهندسية، ويعكس التعقيد الكبير لمشكلات هندسة المعلومات التي تواجه تطوير نظم البرامج والأجهزة.

ومن استعراض هذه التعريفات تبين أن كل واحد منها قد دفع بإسهامات قيمة هادفة يجب أن ينظر إليها على أنها مكملة وليست متبادلة الخصوصية، وفي الخمسينات كان التعريف الأول هو الغالب ويعاود الظهور مع تزايد ابتكار نماذج جديدة لعلم الحاسوب النظري [فلدمان وسندرلاند، ١٩٧٩م]، وأدى التعريف الثاني إلى ازدهار البحث في مجالات تحليل الألجوريثمات وتعقيدات الحاسوب في أواخر الستينات وأوائل السبعينات [أردن. ١٩٨٠ ا]

وقد دفع التعريف الثالث إلى دراسة نماذج دلالات الألفاظ للغات البرمجة، وكان ذلك أيضاً في أواخر الستينات وأوائل السبعينات . بينما أدى التعريف الرابع إلى هندسة البرامج الذي ظهر كفرع بذاته في أواخر الستينات، وأصبحت أغلب مجالات البحث تتركز حوله في منتصف السبعينات.

وتعبر وجهة النظر الأولى لعلم الحاسوب عن فعل موجه، والثانية والثالثة عن معرفة موجهة، والرابعة (هندسة البرامج) تمثل تركيباً لوجهتيْ النظر. وهكذا أصبح النمط الغالب في الخمسينات فعل موجه، ومعرفة موجهة في الستينات وأوائل السبعينات، وتطور كدمج للاثنين في أواخر السبعينات والثمانينات، كان علم الحاسوب فعل موجه في الفترة التي تلت مباشرة مولد تقنية الحاسوب حيث لم تكن هنالك نظريات لتساند التقنية الجديدة وأدى تطوير أساس نظري إلى سيطرة التوجهات النظرية لمدة قصيرة تلتها الفترة الحالية التي أصبح فيها الوضع المثالي، الذي لا يتحقق دائماً، هو البحث الذي يجمع بين النظرية والتجريب.

لقد أدت التعريفات الأربعة إلى وجهات نظر متباينة لعلم الحاسوب. ولا بد أن نتساءل إذا

ما كان هذا التباين دليلاً على تشويش في علم ناشئ أو أن تعدد الأنماط ظاهرة داخلية دائمة في علم الحاسوب، ووجهة نظري أن التباين واقعي وصحي ذاتيًا (وعلى الكثير من الأزهار أن تستمر في التفتح).

وسوف يزهر علم المعلومات في طيف عريض من فروع مجالات الرياضيات، التجربة، وفروع الهندسة. ويحلول عام ٢٠٠٠م، سيكون هنالك الكثير من الجامعات لديها مدارس لعلوم المعلومات تشارك مع العديد من الأقسام في مجموعة من المتطلبات الأساسية، مثلما تضم حاليًا مدارس الهندسة أقسام هندسة كهربية، وميكانيكية، ومدنية.

وستحتوي مدارس علوم المعلومات على هندسة المعلومات كعنصر رئيس، وستحتوي هندسة المعلومات، بالتالي على هندسة البرامج وهندسة المعرفة كفروع متخصصة وتهتم هندسة البرامج بإدارة مشكلات البرامج، بينما تهتم هندسة المعرفة بإدارة المعرفة المعتمدة على الحاسوب. وجاء مولد هندسة البرامج في أواخر الستينات. وأوجد خلال مدة قصيرة تبلغ (خمسة عشر عامًا) قوامًا متماسكًا من المعرفة يجمع بين النظرية والتجريب، وحاليًا ما زالت هندسة المعرفة - كما نستخدمها هنا في دور النمو، وسوف يرتبط نموها بتقنية الحواسيب الشخصية القوية التي تعتمد على الشكل البياني، وهي التي سوف تقوم - بزيادة سعة الموجة في اتصالات الإنسان - الآلية بمقادير كبيرة وتوفر قاعدة تقنية ترتفع وتمد في قدرة الإنسان العقلية بالطريقة نفسها التي زادت الآلة فيه قدرة الإنسان العضلية.

وبقية ورقة البحث تناقش أنماط أيديولوجيا هذين الفرعين من هندسة المعلومات.

نشأة هندسة البرامج

كان هناك تغيير جذري، خلال الفترة ١٩٥٠ - ١٩٨٠م، في اقتصاديات معالجة المعلومات. حيث كانت تكلفة تنفيذ كل أمر لأجهزة الحاسب تتناقص بعد كل سنتين أو ثلاث سنوات، بينما زادت التعقيدات والتكلفة الإجمالية لتطبيقات الحاسب بمعدلات كبيرة، وزادت تكلفة البرامج منسوبة إلى التكلفة الإجمالية إلى أقل من ٢٠٪ عام ١٩٦٠م وإلى أكثر من ٨٠٪ عام ١٩٨٠م.

ولقد أثبتت لغات البرمجة مثل فورتران، التي طورت أساسًا للمشكلات العددية بالآلاف من أسطر الشفرات، أثبتت أنها غير صالحة للتطبيقات الكبيرة، حيث تتطلب وقتًا

ومئات الآلاف من أسطر الشفرات، لكونها تتعلق بالتحكم في عمل السفن، والطائرات، والبنوك، والمصانع الكيميائية. وخلال الستينات والسبعينات لم تنجح مشروعات البرامج الكبيرة وفقًا للتوقيتات المحددة لها، كما كانت موضع تكلفة عالية، وكان من الضروري أحيانًا التخلي عنها لأن تعقيداتها بلغت درجة لم يكن من الممكن السيطرة عليها.

بدا واضحًا في أواخر الستينات، أن هنالك كارثة تواجه البرامج وأن التقدم في تقنية البرامج يتطلب تقدمًا منظمًا في التقنيات لإدارة تعقيدات نظم البرامج الكبيرة [نوور، راندیل ویکستون ١٩٧٦م] وجاء مولد علم هندسة البرامج بهدف تقديم أساس تقني لتطوير منتجات برامج تشابه تلك التي تقدمها الهندسة العادية لإنتاج منتجات طبيعية.

تمثل هندسة البرامج الدمج بين نشاطات قوة موجه مع معرفة موجهة. يدفعها لذلك الأوضاع الاقتصادية من أجل عمل برامج أقل تكلفة وأكثر ضمانًا. ويختلف هذا مع الأهداف الأكاديمية التي ترتبط تقليديًا مع أنماط نظرية ورياضية. ومع ذلك؛ فإن الأهداف أو الدوافع الاقتصادية ليست بدرجة أقل أهمية من الدوافع الأكاديمية كقاعدة للبحث. وعلى العكس من ذلك؛ فإن دوافع الأنماط الاقتصادية تعطي دفعة أقوى لدمج نشاطات فعل موجه ومعرفة موجهة من أجل الدوافع الأكاديمية البحتة، كما وأنه يتحتم أن ينظر إليها كمصدر قوة. ولقد دفعت هندسة البرامج إلى بحوث في مواصفات البرامج وتحقيقها وفي النمذجة والتجريد. إذ تعطي مجالاً للتطبيقات العملية الخلاقة للأفكار النظرية وهي مثل أولي في العمل المشترك الذي يمكن إنتاجه بدمج النظرية والتجريب.

تهتم هندسة البرامج كغيرها من الفروع المشابهة في الهندسة، بتطوير تقنية للإنتاج الاقتصادي لنوع معين من منتج له قيمة اقتصادية، وتختلف عن غيرها من فروع الهندسة نظرًا للطبيعة الفردية لمنتجات البرامج والمنتجات الطبيعية مثل السيارات أو التلفزيون لها وحدة تكلفة اقتصادية لا يمكن تجاهلها، يتطلب كل منها يدًا عاملة ومواد أولية. وعلى العكس من ذلك؛ فإن تكلفة البرامج تتركز في إنتاج النموذج الأول، في حين أن التكلفة البسيطة تكون لإنتاج نسخ إضافية كما أن البرامج لا تبلى، لكنها قد تصبح عديمة

الفائدة. ويتحدد متى الاعتماد عليها بظواهر منطقية مثل كونها صحيحة وتتحمل الاستخدام، وليس بقدرة التحمل الطبيعية للمواد الخام.

وتعد البرامج منتجًا فكريًا وليس منتجًا طبيعيًا، وبناء برنامج يشبه إلى حد كبير إنشاء عملية رياضية وليس كبناء منزل أو تلفزيون، حيث إن اهتمامنا ينصب على الصفات المنطقية للبرنامج وليس على المحددات الطبيعية للمواد. ومع ذلك، فالبرامج يحكم عليها بفائدتها في حل المشكلات وليس كدليل مجرد للمصداقية يحتاج لمقاييس هندسية ورياضية تستخدم في إنشائها، ويمكن متابعة مناقشة مشكلة البرامج واتجاهات البحوث في هندسة المعلومات في مجلد حديث عن تقنية البرامج [**ويجنر، إلخ، ١٩٧٩م**].

وأنماط هندسة البرامج هي تلك الأنماط الهندسية العادية والمعدلة التي تأخذ في حسبانها حقيقة أن البرنامج منتج فكري وليس منتجًا طبيعيًا، والكثير من المصطلحات المستخدمة في هندسة البرامج تدور نماذجها حول تلك الأنماط الهندسية؛ فالمصطلح برنامج يستخدم كنموذج حول المصطلح أجهزة، ويعكس النظرة المتعمقة الأساسية بأن أي إجراء يتحقق عن طريق البرامج يمكن من ناحية المبدأ تحقيقه عن طريق الأجهزة الصلبة. كما أن التوجه الأساس لدورة حياة البرنامج، وهو الذي يعطي الأساس لإعداد نمذجة نظم البرامج، وهو مستعار من الوجه الهندسي لدورة حياة نظام. ويستخدم مصطلح تصنيع البرامج ليصف تقنيات منظمة لإنتاج مكونات البرامج ومنتجات التطبيقات.

والدافع وراء أيديولوجية هندسة البرامج اقتصادي، وجذوره ممتدة في الإطار الهندسي. كما أن طريقة عمل هندسة البرامج لإدارة تعقيدات نظم الحاسب ما هي إلا نابعة من هذه الأيديولوجية، وتهتم بمبادئ منظمة لتركيب، وصيانة، وزيادة قيمة نظم البرامج من مكونات برامج عديدة، بحيث تكون التكلفة دالة خطية وليست دالة أسية لحجم البرنامج، وتمثل مشكلات الإدارة ونقل التقنية في مجال سريع التغير تحديات ضخمة في النظرة الاجتماعية. ولابد من تجريب طرق للإدخال المنظم للتقنيات الحديثة للحد من مشكلات التقادم وعدم الصلاحية وتشجيع التعاون في مواجهة الابتكارات التقنية.

دراسة حالة في الابتكار التقني : ADA *

يمكن شرح التأثير المتبادل لكل من الأيديولوجيا وطرق العمل والنظرة الاجتماعية في هندسة البرامج من خلال تطوير واستغلال لغة البرمجة ADA، وقد تم تطوير هذه اللغة في أواخر السبعينات وذلك استجابة للكارثة التي حلت بالبرامج من أجل خفض التكلفة وتحسين الاعتماد على البرامج، وكان الدافع وراء تطوير ADA اقتصادي، (أيديولوجي) ولكنه كان حافزاً لبحوث لها قيمتها في تقنية البرامج، وتصميم اللغات، وتطبيقات النظم بحثاً عن أهداف عملية. وصمم ADA ليساند طريقة العمل لإنشاء برامج كبيرة من وحدات. ويتطلب استخدامه مدخلاً جديداً في البرمجة يختلف كثيراً عنه في لغة فورتران ومشكلات إعادة التدريب ونقل التقنية للعدد الكبير والمتزايد من المبرمجين المتوقعين لـ ADA ليست فقط مشكلات تقنية ولكنها أيضاً سياسية واجتماعية.

يعدّ تطوير ADA حالة حساسة بذاتها، جيدة التوثيق لمشروع كبير يتضمن التكوين، والبث، والاستخدام المؤثر لكم جديد من المعرفة. وأحيطت كل مرحلة من تطويره بحوار عام في المجتمع بين قيادات المتخصصين في لغات البرامج وممثلي جمهور المستفيدين. ونشأة متطلبات اللغة خلال ١٩٧٥ - ١٩٧٨م وتصميم اللغة في الفترة ١٩٧٧ - ١٩٨٠م كانت موثقه جيداً. وهنالك حالياً، حوار عام حول كيفية تدريس مفاهيم ADA الجديدة بحيث يمكن للمبرمجين الممارسين الاستيعاب الداخلي لطرق جديدة لتصميم برنامج وحل المشكلات . ويمثل ADA كلا من تحويل أيديولوجية إلى كم من المعرفة يعتمد على طريقة عمل جديدة والاهتمامات الاجتماعية التي يتحتم مواجهتها في عملية نقل المعرفة. لقد أدى تاريخ لغات البرمجة إلى قيام عدد فريد من الأيديولوجيات وطرق العمل، ترتبط كل منها بأنماط مختلفة لحل المشكلات وطرق البرمجة. ولكل من فورتران، كوبول، باسكال، APL أيديولوجية برمجية مميزة يساندها حماس مجتمع المستفيدين لكل منها، وتخلق كل لغة برنامج ناجح جمهوراً مؤيداً له يفضل أن

* هي لغة برمجة عالية المستوى، أخذت هذه اللغة اسمها عن الامرأه أوغستا ادا بايرن، حيث طُورت من قبل وزارة الدفاع الأمريكية، واستخدمت في جميع تطبيقات البرمجة العسكرية.

يحارب من أجله ولا يتحول إلى غيره، مما يوضح أن تأييد أي نمط قائم قد يخلق معارضة لنمط جديد.

والمكتب المشترك لبرنامج ADA الذي يقوم بتنسيق وتطوير وتقديم ADA، يعلم كل العلم أن قبول ADA والاستخدام الاقتصادي له يتطلب تقنية وطرق عمل ووجهة اجتماعية حديثة، من جانب المستفيدين منه ويتولى مسئولية ذلك ليس فقط تصميم اللغة وتطبيقها ولكن مسئولية دراسة طرق العمل، والتعليم، ونقل المعرفة. مثلاً. عندما أقوم حاليًا بإعداد دليل للتعليم ونقل التقنية سوف يتضمن توصيات في كيفية تدريس ظواهر لغة جديدة . إن تقديم مناهج ADA للمديرين، والمبرمجين، وغيرهم من الفئات وتقديم ADA في بيئة البرمجة في الصناعة والجامعة، والقطاع العسكري [ويجنر ١٩٨٢]. هذه المهمة صعبة؛ لأنه لا يوجد أدلة لتطوير مثل هذه الأدلة [من سيقود الجواد ؟]. ومنهجي هو أن أعطى معلومات عن الجهود الحالية في التعليم ونقل التقنية وأوجِّه النظر إلى مواضيع دون ضرورة حلها.

لقد أوجد ADA، خلال مدة قصيرة لاتتعدى سنوات خمس، ثقافة فرعية من آلاف المنتسبين المحبين في العالم. وهناك المئات من الشركات مشغولة بأنواع مختلفة من النشاطات المرتبطة باللغة ADA تتأرجح بين التطبيق والتعليم، ويوضح الانتشار السريع لـ ADA في الوقت الذي لم يطبق بعد، ولم تختبر بعد طرق عمله ويؤكد توماس كوهن بأن عدم قدرة النمط الحالي في تقديم أرض خصبة لأنماط جديدة.

ثورة المعلومات

إن التوازي القائم بين هندسة البرامج والهندسة التقليدية ليس إلا جزءًا من توازٍ أوسع بين ثورة المعلومات والثورة الصناعية فالثورة الصناعية التي قامت بين ١٧٥٠-١٩٥٠م، كان اهتمامها تطويع الطاقة لخدمة الإنسان. وثورة المعلومات، التي بدأت حوالي ١٩٥٠ والتي تقدمت كثيرًا، تهتم بتطويع المعلومات لخدمة الإنسان وكان اهتمام الثورة الصناعية بإنتاج الأجهزة لتحل محل العمل اليدوي، بينما اهتمت ثورة المعلومات بإنتاج أجهزة لتحل محل العمل الذهني [ماشلوب ١٩٦٢م]. وهناك تشابه كبير بين التقنيات الصناعية وتقنيات البرامج، ينبع من حقيقة أن كلا منهما يهتم بتحسين وتكبير قدرة الإنسان على التحكم في البيئة. وهنالك أيضًا اختلافات

أساسية تنبع من الاختلاف بين الطاقة والمعلومات وخلافات في طبيعة المنتجات التي تنتج عن العمل اليدوي والعمل الذهني.

وقد أدت الثورة الصناعية إلى تغييرات جذرية في التقنية وفي اقتصاديات الإنتاج. كما أحدثت تغييراً في نوعية الحياة من حياة أغلبها ريفية إلى حياة اجتماعية في المدينة، وانتقال في السلطة السياسية من الأستقراطية مالكة الأرض التي تستمد قوتها من ملكيتها للأرض إلى مؤسسة صناعية (رأس مالية أو اشتراكية) تعتمد في قوتها على التحكم في آلية الإنتاج الصناعي.

إن ثورة المعلومات أسهمت في إيجاد تغييرات جذرية في التقنية ونوعية الحياة كتلك التي أحدثتها الثورة الصناعية. ولقد نمت صناعة الحاسوب، خلال الأعوام العشرين الماضية، من بدايات لا قيمة لها إلى أن أصبحت صناعة تضم أكبر عدد من العاملين ورأس المال، وأخذت طبيعة الحاسوب تتغير من تطبيقات عددية تحسب نتيجة عددية إلى إدارة البيانات وتطبيقات في عمق الحواسيب تهدف إلى التحكم في نظام كبير ليس غرضه في البداية حسابيًا. ونلاحظ إن تحكم الحاسوب بدأ يؤدي دوراً كبيراً تزداد أهميته في إدارة المجتمع، وأخذت القوة تتحول من المؤسسة الصناعية إلى هؤلاء الذين يتحكمون في بث المعلومات ونشرها.

تؤدي الحواسيب دوراً متزايداً ليس فقط في إدارة المجتمع ولكن أيضاً في إدارة المعرفة، وبعد العديد من البدايات غير السليمة بلغ الذكاء الاصطناعي مستوىً يسمح ببناء نظم خبيرة ينافس أداؤها الخبراء من بني الإنسان، ولقد أصبحت الحاسبات الشخصية أقل سعراً وأكثر قوة، إلى الدرجة التي سيصبح كل فرد في القريب العاجل قادراً على اقتناء حاسب جيب ينفذ الملايين من الأوامر في الثانية، وله ذاكرة بنك ممتدة بها أشرطة، وذات أشكال، وتساند نظم الاتصال الصوتية. هذا الجمع بين قوة أكبر وإتاحة أكبر سوف يغير بالكامل العلاقة بين الإنسان والحاسبات، بحيث لن تظل الحواسيب فقط أدوات لحل المشكلات؛ بل سوف تصبح امتداداً لذكاء الفرد وتخدم في تكبير وتعظيم إمكانات ذكائه بالمفهوم نفسه الذي تعاظم الأجهزة العادية قدرة الفرد الطبيعية، وسيؤدي الدور الجديد للحاسوب إلى أنماط جديدة لإدارة واستخدام المعرفة وإلى علوم جديدة من علوم الحواسيب التي سوف أعبر عنها بهندسة المعرفة.

هندسة المعرفة

يمكن تعريف هندسة المعرفة بأنها تطبيق لتقنيات منظمة في إدارة واستخدام المعرفة، وهي بهذا المفهوم قديمة قدم المعرفة وعناصر (إقليدس) مثال لجزء هائل من هندسة المعرفة التي شكلت أساسًا لإدارة المعرفة الهندسية بينما تقنيات التصنيف (للينيس) مثال مهم لهندسة المعرفة في علم النبات وعلم الأحياء. وكثيرًا ما يطلق عليه حجر الزاوية في تطوير العلم بحيث له الأهمية نفسها بالنسبة لإسهاماته في إدارة المعرفة كإسهاماته في المعرفة ذاتها.

والوجود الكبير للحاسبات الشخصية التي قاعدتها - الأشكال البيانية سوف يتسبب في تغييرات جوهرية في طرق إدارتنا، وتعلمنا، واستخدامنا للمعرفة. وسوف ينتج عنه طرقًا جديدة في تمثيل وتنظيم المعرفة والتطوير السليم للأنماط وطرق العمل في منطقة كانت تعدّ تقليديًا فنًا وليست علمًا. ومن المتنبأ به أنه بحلول عام ١٩٩٠م سوف تصبح هندسة المعرفة مهمة كمجال شرعي من علم الحاسوب كما هو الحال بالنسبة لهندسة البرامج اليوم. ونورد فيما يلي بعض الخصائص لهذا المجال الناشئ (المبني على الحاسب) هندسة المعرفة.

تعتمد هندسة المعرفة التي يمثل الحاسوب قاعدتها - على تمثيل المعرفة بإنشاءات للمعلومات داخل الحاسوب، ومبدأ أن المعرفة مثلها مثل الأعداد يمكن تمثيلها في الحاسوب قد اعترف به منذ البداية، وأدى إلى بذل عمل في الذكاء الاصطناعي، وترجمة اللغة الطبيعية، واسترجاع المعلومات في الخمسينات. ومع ذلك؛ فإن قدوم حاسوب شخصي قوي يمثل الشكل البياني - قاعدته يمكن حملها في محفظة صغيرة أو كتاب جيب واستعمالها يومًا بيوم كامتداد لذاكرة الإنسان، سوف يغير تغييرًا شاملاً العلاقة بين الناس والحواسيب. فهندسة المعرفة الذي يمثل الحاسوب قاعدتها لم تتمكن من الوصول إلى الكتلة الحرجة قبل الثمانينات، وذلك بسبب عدم ملاءمة التقنية.

وتحمل هندسة المعرفة العلاقة نفسها لإدارة المعرفة كتلك التي تحملها هندسة البرامج لإدارة البرامج. إن جزءًا من المعرفة، مثل الألجوريثم هو شيء مفهوم داخليًا يمكن أن يعطى له تمثيل راسخ بتركيب معلومات، ويعالج ويستخدم أو يعرض عن طريق حاسوب، وإن تكوين تركيبات معرفة حاسوبية تمثل كميات كبيرة تتطلب تقنيات لإدارة المعلومات المعقدة تشبه لتلك الوسائل المطلوبة لبرنامج كبير

يعكس النسب العادي لهندسة البرامج وهندسة المعرفة كفروع من هندسة المعلومات في مشاركتهما مبادئ طرق عمل محددة. ومن المتوقع أن تطلق ثورة المعلومات، أنواعًا عديدة ومختلفة من هندسة المعلومات، تمامًا مثلما أطلقت الثورة الصناعية أنواعًا متعددة ومختلفة من العلوم الهندسية الطبيعية. وسوف تكون الأنواع المختلفة من هندسة المعلومات مع هندسة البرامج وهندسة المعرفة نكرة تمثيل فئة من المفاهيم الفكرية عن طريق هياكل معلوماتية راسخة والحاجة لإدارة التعقيدات حينما تصبح الهياكل كبيرة تنشأ مع مرور الوقت.

وقد أدخل فيجينبوم مصطلح هندسة المعرفة في مضمون الذكاء الاصطناعي، وعرفه بأنه "فن جعل أدوات ومبادئ الذكاء الاصطناعي تؤثر في مشكلات التطبيقات التي تتطلب معرفة خبراء لحلها" [فيجينبوم ١٩٧٧]. وبنظر هذا التعريف إلى هندسة المعرفة كفن تمثيل المعرفة حتى يمكن استخدامها بالحاسوبات الآلية لأداء مهام ذكية.

والنظرة الحالية لهندسة المعلومات أكثر اتساعًا، حيث تشمل بناء تركيبات المعرفة من أجل مساعدة فهم الإنسان. وهندسة المعرفة من أجل مساعدة فهم الإنسان. تدفعها أيديولوجية (نمط) تختلف عن تلك التي تدفع تطوير النظم الخبيرة. وهدفها تعظيم ذكاء الإنسان وليس إحلال ذكاء الحاسوب بدلاً من ذكاء الإنسان. وتتضمن طريقة عملها تقنية تعليمية، وعلم من أصل واحد وبحوث العوامل الإنسانية. وتتسم تقنية إدارة التمثيل النموذجي لتركيبات المعرفة المعقدة ببعض مميزات هندسة البرامج ، ولكن تتطلب الأخذ في الحسبان العوامل الإنسانية التي ترتبط بالتمثيل الحي، وتفاعل المستفيد أو المستخدم ونوافذ متعددة وغيرها من التقنيات لزيادة كفاءة اتصال الإنسان – عن طريق الجهاز.

ومن المحتم أن تمثيل المعرفة يسهل العرض من أجل فائدة المستفيدين بما في ذلك وجهات نظر متعددة وغيرها من أشكال لا لزوم لها، وليس الكفاءة والدقة من أجل مصلحة الحاسوب. وبينما نجد أن تركيبات المعرفة لفهم الحاسوب لابد وأن تكون مفصلة للغاية ودقيقة؛ فإن تركيبات المعرفة للفهم الإنساني تهتم ليس بالمواصفات الدقيقة لمهمة حاسوبية ولكن بتنظيم المعرفة من أجل القارئ الإنسان الذي يملك فهمًا كبيرًا للمحتوى، والقادر على تفهم الحقائق العامة عند مستوى أعلى بكثير من الحاسوب.

إن إعادة تركيب المعرفة الحالية لكي تكون متاحة أكثر للناس يتضمن أكثر من وضع محتويات خزائن المعرفة الحالية مثل مكتبة الكونجرس وتخزينها في الحواسيب وإتاحتها عن طريق نظم استرجاع المعلومات؛ بل تتضمن إعادة تركيب المعرفة الحالية لكي يكون تقديمها مرنًا في أشكال مختلفة لمواقف مختلفة في الاستخدام والتقنية اللازمة، وإعادة التركيب هذه ليست واضحة جيداً ولكن يمكن تمثيل طبيعتها بأن نأخذ في الحسبان التطورات الحديثة في تقنية الطباعة المحسبة والتعليم المبني على الحاسوب.

ولقد تسببت الحواسيب في ثورة تقنية الطباعة بحيث تتيح إنتاج متن بنوعية فائقة الجودة وبسرعة وبتكلفة منخفضة، وتعطي نظم معالجة الكلمات للمؤلف مع تحكم أكبر في الإنتاج توضيبًا وتعديلاً في المتن. وفي القريب العاجل سوف تستخدم الحواسيب ليس فقط في كتابة وطباعة الكتب ولكن في قراءتها، ووجود حاسوبات في حجم الكتاب بعارضات مسطحة تجعل الكتب الإلكترونية حقيقة والزيادة في سعة الموجة للسطح البيني سوف يغير في نوعية الاتصال الإنساني الآلي، ويجعل اتصال المعرفة يتم عن طريق قراءة كتب في مجال الحواسيب أكثر كفاءة من الاتصال التقليدي بقراءة الكتب المطبوعة.

بينما تتكون نسخ الكتب المطبوعة من تتابع خطي للصفحات؛ فإن المواد التي يمكن قراءتها من الحاسوب يمكن أن يكون لها تركيب شكل بياني مع نقاط مداخل مختلفة لقراء مختلفي الخلفية، ويسمح تعدد النوافذ أو الشاشات للقراء بمتابعة عدد من الاتجاهات الفكرية في الوقت نفسه أو مشاهدة شيء ما على مستويات مختلفة من التفصيل، وتفاعلات ردود فعل المستفيد يمكن استخدام الحاسوب لها لتفصيل طبيعة ومواد الشكل البياني الذي يقطع اهتمامات وقدرات الطالب. وكل مادة من تركيب الشكل البياني يمكن أن تتضمن صورة حية ديناميكية، ومتنًا، وبرامج. فمثلاً قد يرغب عالم الرياضيات في جعل عملية تطوير الأثبات عملية حية بينما عالم الحواسيب قد يرغب في جعل عملية تطوير وتنفيذ البرنامج عملية حية.

يمثل الكتاب الإلكتروني عائلة من كتب مطبوعة يمكن الحصول عليها بطباعة نقاط بينية لتركيب الشكل البياني في ترتيب خطي محدد لأنواع محددة من الطلبة. ومن المتوقع أن تؤدي مرونة تطويع وترتيب تقديم المعلومات للطالب، مجتمعة مع قوة الحيوية (في الإمكان

تعظيمه بمدخل الصوت ومخرجه)، وإذا أحسن استعمالها إلى زيادة قدرة الطالب بشكل كبير على استيعاب وفهم كلا من المعرفة الأولية والمتقدمة.

الأشكال البيانية للمعرفة التي يمكن إدخالها عند نقط مختلفة وجعلها تقطع بطرق مختلفة تمثل نمطًا لهندسة المعرفة يفرض علمًا نموذجيًا ومتفاعلاً على كل من أنشأها (المؤلف) والمستفيد منها (الطالب). والأشكال البيانية للمعرفة أساس التمثيل ليس فقط للكتب الإلكترونية، ولكن أيضًا لألعاب الحاسوب مثل ادفنشر، التي تأخذ إثارتها من حقيقة أنها تتابع المستخدمين لاكتشاف عالم جديد من الأشكال البيانية المركبة وليست لدينا حتى الآن خبرة كافية في بناء أشكال بيانية كبيرة للمعرفة، حيث إن تقنيات الأجهزة المساندة للاستخدام الكفء لمثل هذه الأشكال البيانية ما زالت الآن في دور التطوير فقط. وسوف نقدم وصفًا مختصرًا لبعض مظاهر مثل هذه الأشكال البيانية.

يجب أن يكون للأشكال البيانية للمعرفة مجالاً مستقلاً لبناء رابط يسهل العديد من صيغ أشكال بيانية مستعرضة مثل التصفح، والاسترجاع، والتعلم والمراجعة والتأليف وغير ذلك، وسيكون لكل نقطة تلاقٍ مجالاً مستقلاً لبناء داخلي يضم أشياء مثل البرامج، عند تمثيل المعرفة للبرمجة والبروفات عند تمثيل المعرفة للرياضيات، وسوف يتاح لكل من منشئ الشكل البياني ومستخدمه مجالاً معتمداً من العمليات لمعالجة الأشياء في كل مجال، ويعدّ نظام ZOG أكثر الأمثلة المعروفة جودة لنظام عام الأغراض من هذا النوع [روبرتسون، ماك كراكن ونيويل، ١٩٨١م].

تناقش هذه الدراسة، مناقشة سطحية، التطورات المتوقعة في هندسة المعرفة، ويتحتم أن ننتظر على الأقل عقداً من الزمان لنعلم إذا ما كان هذا التوقع سوف يتحقق ولنكتسب تفهمًا أفضل لأنماطه، ومع ذلك فإني أعتقد أنه خلال العقد القادم سوف تحقق هندسة المعرفة توقعاتها لتكبير تطلعات الإنسان للوصول وأنه خلال عشرين عامًا؛ فإن الحواسيب الشخصية سوف يصبح لا غنى عنها للبحث كما هو الحال بالنسبة للمكتبات حاليًا.

فالتعليم الذي قاعدته - الحاسوب سوف يصبح مجالاً فرعيًا مهمًا لهندسة المعرفة وسنناقش باختصار أنماطه وطرق عمله وظروفه الاجتماعية.

التعليم المبني على الحاسوب

ستظهر خلال العقد القادم تقنية تعليم جديدة قاعدتها - الحاسوب تعتمد على نمط المعرفة - الشكل البياني - وستعمل الاتصالات الإنسانية - الآلية على زيادة تأثر تقنية التعليم بمعاونة - الحاسوب إلى النقطة التي تسيطر فيها على تقنيات تعتمد تقليديًا على الكتاب. وقد يجد المدرسون أن الملاحق المبنية بمعاونة - الحاسوب التي تستخدم في التدريس داخل الفصل خلال العقد القادم، تصبح أكثر فاعلية وأكثر إتاحة من الكتب التقليدية.

سوف يكون لتقنية التعليم الجديدة آثار تقنية واجتماعية على عملية كتابة الكتب التعليمية، ومن المتوقع أن يختلف أسلوب الكتابة بتقنية الحاسوب عنه في الكتب الدراسية التقليدية بحيث تكون أكثر نمذجة وأكثر تفاعلية، ويعد تنظيم مجالات كبيرة من المعرفة كتركيب شكل بياني من متن نموذجي تحديًا يقارن بذلك المتبع في كتابة متن في الموضوع نفسه، ولكن سوف يتطلب من المؤلفين تنظيم المادة بطرق جديدة .

وللتوجه النموذجي عيوب إذ قد يخل بالامتداد الطبيعي للمادة ولكن من حسناته أن يطالب المؤلفين بنظام تقسيم المعرفة إلى وحدات نموذجية يمكن التعامل معها.

يشكل المؤلفون والقراء للكتاب المدرسي المعد بالحاسوب بيئة اجتماعية يمكن للأفراد فيها أن يتصلوا ببعضهم عن طريق نظام رسائل حاسوبية، فيمكن للمؤلفين الإتاحة الجزئية للمتن والحصول على ردود الفعل في الحال من القراء وبسرعة يتجاوبون مع هذا الرد ويمكن الاتصال الإنساني - الآلي ليس فقط في عرض المعرفة، ولكن كذلك في الاتصال بين مجتمع أو بيئة المؤلفين والقراء . ومثل هذه التفاعلات الاجتماعية سوف يكون لها تأثير لكل العلوم بتقديم طريقة جديدة للاتصال بين العلماء.

وستعاون الحواسيب الطلبة ليس فقط في التعليم بكفاءة أكثر ولكن أيضًا تعاون المؤلفين في الكتابة بكفاءة أكبر وتسمح تقنية الطباعة التقليدية فقط بالزيادة المكلفة لإجراء تعديل أو تحسين في الكتاب عن طريق طبعة جديدة بينما تسمح تقنية الحواسيب باستمرارية إجراء تحسين الكتاب وتعديله جزئيًا بعد الانتهاء من إعداده، وهكذا تتيح تحسين نوعيته وتطويعه بكل مرونة للمتطلبات المختلفة وهي الحالة التي كانت فيما سبق مستحيلة.

يمكن توضيح الفوائد التي تعود من تحسين النوعية جزئيًا، وذلك بعمل مقارنة بين دورة الحياة لبرنامج وكتاب. تبين الدراسات أن ٨٠٪ من الجهد الذي يبذل لمساندة برنامج من خلال دورة حياة النظام يبذل في الصيانة. وإجراء التعديل هو النوع الوحيد من الصيانة والتحسين في حالة الطباعة التقليدية لإصدار طبعة جديدة من الكتاب، وهي عملية تستغرق وقتًا بالإضافة إلى أنها مكلفة. وبالسماح بصيانة وإجراء تعديل جزئي غير مكلف، فإن تقنية الطباعة بالحاسوب يمكن أن تغير كلية دور المؤلفين خلال دورة الحياة، إذ تتيح لهم القيام بدور أكثر نشاطًا في كل من عملية الإنتاج وإجراء التعديلات.

والنظام المساند للحاسوب لمجتمع من المؤلفين والطلبة الذي يدخل في عملية إنشاء وبث وتعليم حجم من المعرفة سوف نطلق عليه "بيئة تعليمية" وتعمل هذه ليس فقط على مساندة أفراد من الطلبة، بل أيضًا تقيم اتصالاً بين مجتمع الطلبة والمؤلفين. وتعطي البيئة التعليمية ردود فعل تفاعلية النظام. ويجب أن تهتم ليس فقط بتمثيل الموضوعات التقنية للمعرفة ولكن أيضًا بالموضوعات الاجتماعية للاتصال بين مجتمع المستفيدين ذي الأهداف المختلفة الأخرى. وإذا أصبح التقاء الإنسان - الحاسوب أكثر قوة وزاد استخدام الحواسيب للاتصال بين الأفراد؛ فإن الموضوعات الاجتماعية والعوامل الإنسانية من أجل أتصال أكفأ سوف تزداد أهميتها.

وعلى البيئة التعليمية أن تقدم بيئة مؤلف تساعد المؤلفين على إنشاء وتحسين نماذج من المتن وبيئة طالب تتيح للطلبة التعليم بكفاءة وتستقبل رد فعل تفاعلي، وبيئة اختبار تعطي إحصاءات عن كفاءة التعليم وتسمح بوضع فروض يمكن اختبارها، ويمكن أن نفكر في البيئة كأنها تتكون من قاعدة بيانات لأمثلة من متن ذات وجهات نظر مختلفة وإن كانت متداخلة تقدم للمؤلفين والطلبة، وللاختبار.

والخبرة بمثل نظم تعلم الحاسوب - المساعدة مثل بلاتو [بيتزر، ١٩٧٦م] مناسبة لتطوير بيئة تعليمية مبنية على الحاسوب ولكن التقدم في تقنيات الحاسب الشخصي وتطوير بيئات مثل مجموعات أدوات برامج محمولة (مثل يونكس [معامل بيل ١٩٧٨م]) تمكن من إنشاء بيئات تعليمية لها قوة أكبر بكثير من بلاتو.

يعد التعليم المبني على الحاسوب فرعًا من هندسة المعرفة الذي يقدم توضيحات راسخة لأنماطه وطرق عمله والآثار الاجتماعية المتوقعة له، وتهتم أنماطه بزيادة أساسية في قدرة الإنسان على التحكم في المعرفة من حيث الكم والكيف وتضم طريقة عمله تقنيات تعليمية وطرق إعداد البرامج وعلم من أصل واحد والذاكرة الاصطناعية وتضم بيئته الاجتماعية الفعل المزدوج بين مجتمع المؤلفين والمدرسين والطلبة في تطوير واستخدام نظام مفتوح النهاية لنظام تعليمي مبني على الحاسوب.

الخاتمة

إن اهتمام جورن بأيديولوجيا وطرق عمل البيئة الاجتماعية لعلم المعلومات يعكس منظوراً غير عادي، وإن كانت له قيمته في تكوين وانتشار واستخدام المعرفة في مجال الحاسوب، ومعاونة هذا المنظور يمكن توضيحها بتطبيقها على فروع العلم مثل هندسة البرامج وحالات دراسة كبيرة مثل ADA ومع ذلك؛ فإن تأثير علم المعلومات على طرق تعلمنا، وعملنا، وتفكيرنا التي وضحتها هنا عن طريق مناقشتنا لهندسة المعرفة هي في الواقع أكبر من ذلك، فهي موضوع في غاية الأهمية وهو ما لم يتناوله جورن. وعلم المعلومات له علاقة خاصة ذاتية بالمعرفة، وذلك لأن فروع المجالات مثل الذاكرة الاصطناعية تهتم بالتمثيل الآلي للمعرفة؛ ولأن هندسة المعرفة وهي تقدم أداة لإدارة المعرفة تعطينا الأمل الوحيد للتحكم في تفجر المعرفة أضف إلى ذلك أن الحواسيب تعطي بعداً جديداً للاتصال بين مجتمع من العلماء يمكن أن يغير أساساً الظروف الاجتماعية لتكوين واستخدام المعرفة في كل المجالات الأكاديمية.