الفصل الخامس
الآلات المفكـــــرة

إن المعرفة تنمو بصورة أسية . فقد تعلمنا نصف ما نعرفه عن المخ خلال عقد التسعينيات (والذى سمى « عقد المخ » Decade of the brain) حيث إن قدرتنا على تصوير المخ فى الزمن الحقيقى قد تحسنت بشكل كبير ، متواكبة مع التطور الكبير فى الحاسبات التى تقوم بمسح المخ (Brain scanning) . ولو افترضنا أننا لم نعرف حتى الآن أكثر من ٢ ٪ مما يجب معرفته عن المخ ، ولو افترضنا أن قاعدة المعرفة تتضاعف كل عشر سنوات .. فمعنى ذلك أننا سنعرف معظم المطلوب معرفته فى خلال نصف قرن فقط . وكلما عرفنا أكثر عن المخ البشرى ، فسيسهل علينا تركيب وظائفه المختلفة ، وذلك على الرغم من أنه ليس من الضرورى أن نفهم كل شىء قبل أن نحصل على نسخة مطابقة من العقل .

كيف يمكن مضاهاة المخ بالنسبة للسرعة والذاكرة :

سنفترض فى المناقشات التالية أن العقول التى تتمتع بالشعور يمكن الوصول إليها عن طريق آلات تستطيع معالجة المعلومات من خلال الخوارزمات . معنى ذلك أننا سنستثنى التأثيرات الكَمِّية التى اقترحها (بنروز) ، ولكن من الممكن وجود بدائل أخرى .

إن قدرة الحاسبات تنمو بصورة أسية ، وسنفترض أنه لكى نصل إلى حاسبات تضاهى المخ فيجب أن نصل إلى سرعة بين ١٠ و ١٠٠٠ (تيرا) عملية حسابية فى الثانية الواحدة (١ تيرا = ١٠٠٠ بليون) . ويوجد فى الوقت الحالى (عام ١٩٩٩) حاسبات تصل سرعتها إلى أكثر قليلا من ١ (تيرا) عملية حسابية فى الثانية . ويحتمل أن يتم فى خلال ٢٠ سنة على الأكثر تصميم وبناء حاسبات ، تصل سرعتها إلى أكثر من ذلك ألف مرة ، أى ستصل سرعتها إلى ١٠٠٠ (تيرا) أو ١ (بيتا Peta) عملية حسابية فى الثانية الواحدة .

ولكى يمكن الوصول إلى ذاكرة تضاهى ذاكرة المخ ، يجب أن يكون فى الإمكان تخزين المعلومات فى أبعاد ثلاثة فيما يسمى الذاكرة الهولوجرافية(*) .

(*) الهولوجرام هو شكل لتداخل الموجات الضوئية يتم تخزينه على وسيط فوتوغرافى باستخدام شعاع ليزر حيث يمكن مشاهدة هذا الشكل مرة أخرى باستخدام شعاع ليزر ذى قوة أقل . وباستخدام أشكال التداخل هذه يمكن تكوين صور ثلاثية الأبعاد (مجسمة) . وإحدى الخصائص المهمة للهولوجرام هو توزيع المعلومات فيه ؛ ولذلك فإن تدمير جزء من الهولوجرام لن يؤثر كثيراً على الصورة الأصلية إلا فى أنها ستكون ذات قدرة تمييز أقل . والذاكرة البشرية تعتبر أيضاً ذاكرة موزعة بالطريقة نفسها . وتجرى أبحاث فى الوقت الحالى لتخزين هذه الصورة ثلاثية الأبعاد فى بللورات معينة بحيث يمكن تخزين ما يعادل ترليون «بت» فى كل سنتيمتر مكعب .

وبوجه عام فإن الأمر يتطلب ذاكرات تصل فى استيعابها إلى ١٠٠٠ ترليون «بت» (bit) . ويجب ملاحظة أن زيادة سرعة الحاسبات وزيادة حجم الذاكرة يتبعها أيضاً إنخفاض كبير فى الأسعار . هذا بالإضافة إلى أن الأحجام تصغر وتصغر باستمرار ، ولكن تكنولوجيا السليكون المستخدمة حالياً يمكن أن تستمر فقط حتى حوالى عام ٢٠١٠ ، أو بعد ذلك بقليل نظراً لأن تكلفة زيادة سعة الدوائر المتكاملة ستكون كبيرة جداً .

لذلك يتم حالياً دراسة البدائل الأخرى ، وأحد هذه البدائل هو استخدام التكنولوجيا النانومترية (Nanotechnology) والتى تستخدم منهجية مختلفة عن تكنولوجيا السليكون الحالية ، التى تستخدم طريقة « من أعلى إلى أسفل » أى تصميم الأنظمة الكاملة لتؤدى مهمة معينة ، ويحتوى التصميم على التفاصيل الكاملة حتى الدوائر الصغيرة . ولكن التكنولوجيا النانومترية تستخدم بعض المواد (مثل الماس أو غيرها من المواد الجديدة ، التى يتم تصميمها خصيصاً لذلك) لنمو الدوائر الكبيرة من دوائر صغيرة ، ولذلك تسمى طريقة « من أسفل إلى أعلى » .

كذلك هناك احتمال آخر ، وهو تصميم وبناء الحاسبات الكَمِّية والتى يمكن أن تستخدم ما يسمى « ترانزستورات الإلكترونيات اللولبية السريعة » (Electron Spin Transistors) والتى تعمل بشكل أفضل كلما صغر حجمها . كما يمكن إنتاجها من مواد موصلة للكهرباء بدلاً من أشباه الموصلات فى حالة السليكون، ولذلك يمكن أن تحتوى « الشذرة » (Chip) الواحدة على ترليون ترانزستور . وعلى هذا الأساس فإن كثافة المعلومات فى هذه النوعية من الحاسبات ، يمكن أن تتفوق على مثيلتها فى المخ البشرى .

التكافل (Symbiosis) بين بحوث المخ والحاسبات :

لكى نحصل على معرفة أفضل عن كيفية عمل المخ .. فإن ذلك يتطلب وجود حاسبات أفضل تقترب من عمل المخ . ولذلك فإن ذكاء الحاسبات ومعرفتنا بوظائف المخ تنمو بشكل أسى فى الوقت نفسه . فمنظومات المسح عن بعد التى تستخدم لفحص وظائف المخ فى الزمن الحقيقى قد أصبحت ممكنة بفضل الحاسبات ذات القدرة العالية . وقد ابتدأت الحاسبات فى الاقتراب من قدرات المخ البشرى ، وفى هذه الحالة فهى تتيح فهماً أكبر للمخ ، وذلك بدوره يتيح تطويراً أكبر للحاسبات وهكذا . إن التقارب التطورى بين الحاسبات والمخ قد أصبح أمراً لا مفر منه ، ويسير بسرعة كبيرة .

المعالجة المتوازية :

لكى تصل الحاسبات إلى مستوى المخ ، يجب أن تشتمل على أنظمة المعالجة المتوازية بحيث تعمل أعداد كبيرة من المعالجات على التوازى لتنفيذ الخوارزمات المختلفة . فمثلا إذا اشتمل الحاسب على ١٠٠٠٠ معالج ، لكل منها سرعة ٢٠٠

مليون عملية حسابية فى الثانية الواحدة ، فيمكن لهذا الحاسب الوصول من حيث المبدأ إلى سرعة شاملة تصل إلى ٢ (تيرا) عملية حسابية فى الثانية الواحدة (١ تيرا = ١٠٠٠ بليون) . وهناك بعض المراكز البحثية فى اليابان مثل « مجموعة بناء المخ » (Brain Build Group) ، والتى تعتزم بناء شبكة عصبونية يسمونها « المخ الاصطناعى » تشتمل على بليون دائرة إلكترونية تحتوى كل منها على « عصبون » اصطناعى واحد ، وذلك فى عام ٢٠٠١ .

وبالإضافة إلى المعالجة المتوازية .. فهناك اتفاق على أن « حاسب الشعور الاصطناعى » (Artificial Consciousness "AC" Computer) سيكون فى شكل شبكة عصبونية ذاتية التعلم ، تقوم بعملية التخزين الهولوجرافى عن طريق تقوية أو إضعاف الوصلات بين العصبونات . وذلك يعنى أن المعالج وجزءاً كبيراً من الذاكرة سيشكلون وحدة متكاملة . وسينشأ عن ذلك منظومة لها القدرة على تعرف الأشكال بشكل يضاهى الطريقة البشرية ، بالإضافة إلى توفر الدوائر البديلة ، التى تعمل بدلاً من تلك التى تصاب بأى أعطاب .

التعقيد (Complexity) :

إن الحاسبات عالية الأداء والتى تستخدم المعالجة المتوازية والشبكات العصبونية معقدة بطبيعتها عن الحاسبات التقليدية . والسؤال المطروح الآن هو عن مدى التعقيد المطلوب حتى تصل هذه المنظومات الاصطناعية إلى مستوى المخ البشرى ؟

من المعروف أن المخ يحتوى على أكثر من ١٠ بلايين خلية عصبونية وتريليونات التوصيلات بينها ، ولكن سرعة استجابة هذه العصبونات محدودة ، وتكون فى حدود نصف مللى ثانية فى المتوسط . ولكننا إذا استخدمنا دوائر سرعتها أكبر من ذلك مليون مرة .. فإننا سنحتاج إلى عدد من العصبونات الاصطناعية أقل بكثير من تلك الموجودة فى المخ ؛ حتى نصل إلى سرعات تضاهى سرعته . ولكن هل يعتبر النظام الأقل تعقيداً من المخ ؛ ولكنه يحتوى على عصبونات اصطناعية أسرع مضاهياً له ؟ ماذا لو كان الشعور عالى المستوى يمكن الوصول إليه فقط عن طريق تريليونات الوحدات الثنائية من المعلومات ، التى تسرى على التوازى بين الدوائر المختلفة ، والتى تولد « موجات واقفة » بسرعة مئات الذبذبات فى الثانية . إن ذلك يعتبر فى الوقت الحالى أحد الأسئلة المهمة ، التى تواجه الباحثين فى الشعور الإصطناعى . هناك سؤال آخر حول طبيعة آلات الشعور ، وهى ستكون مكونة من مجموعة نبائط ، لكل منها غرض خاص مثل المخ ، أو أن الآلات العامة ستفى بالغرض . كذلك هناك سؤال عما إذا كانت آلات الشعور الاصطناعى ستستخدم المنطق الغائم (Fuzzy Logic) أو إذاكانت ستستخدم « الحسابات الكَمّية » (Quantum Computing)

كذلك ما هو مدى إمكانية أن تحتوى الحاسبات على الأحاسيس (Feelings) ، سواء الخاصة بالإدراك الحسى المباشر أو العواطف (Emotions) .

الحياة الإصطناعية وكيفية نمو الحاسبات النانومترية :

إن الذكاء الإدراكى ذا المستوى العالى يتطلب قاعدة معرفية كبيرة . وأحد الإتجاهات الحالية لنمو الأنظمة السيبرية يتجه نحو طريقة « من أسفل إلى أعلى » . هذا الاتجاه يسمى « الحياة الاصطناعية » (Artificial Life (Alife)) حيث يبدأ من الخوارزمات الوراثية التى تقوم بتصميم البرامج التى ينشأ عنها نُموُّ الحاسبات الذكية. والتكنولوجيا النانومترية تتيح إمكانية تنفيذ هذه البرامج ، عن طريق المكونات الجامدة (Hardware) ، والتى يستخدم فى بنائها تكنولوجيا الإلكترونيات الجزيئية (Molecular Electronics) .

ويمكننا أن نتصور حاسبات ذاتية التعلم تطور دوائرها على التوازى مع زيادة ذكائها . ويمكن وضع هذه الحاسبات فى روبوتات متحركة ؛ بحيث يمكن أن تتعلم عن العالم الحقيقى . وهذه الروبوتات التى تطور نفسها ستبنى بالتدريج قاعدة معرفية عريضة عن طريق التجارب التى تتعرض لها . وعلى ذلك .. فإن هذه المنظومات ستبنى بسرعة المعرفة العميقة ، من خلال نقل الخبرات والمعارف من الأنظمة الأخرى واستيعابها .

إنه من الممكن فى القرن الحادى والعشرين بناء حاسبات ، تحتوى على بليون إلى ١٠ بلايين دائرة معالجة ، تعمل على التوازى ، وتوجد بينها تريليونات الروابط ولا يزيد وزنها عن نصف كيلو جرام . وستحاكى هذه الدوائر عمل العصبونات وستكون ذات طبيعة رقمية – تناظرية . وسيكوّن ذلك كله شبكة عصبونية ذاتية التعلم ، تقوم بتخزين المعلومات والمعارف بشكل هولوجرافى ، وذلك أثناء معالجة المعلومات على مستويات الشعور المختلفة . كذلك هناك بعض المشروعات لبناء روبوتات تتمتع بالذكاء والشعور فى الولايات المتحدة الأمريكية واليابان .

خلاصة القول أن الوصول إلى المستوى البشرى للإدراك بشكل اصطناعى يتطلب تكاتف التكنولوجيا النانومترية والحياة الاصطناعية .

ويمكن أن يحدث التطور بشكل متسارع بحيث يبدو لنا أن هذه الآلات المفكرة والتى تتمتع بالشعور قد أصبحت بيننا بشكل مفاجئ .

وهناك بديل آخر وهو ألا يتم الوصول إلى الشعور الاصطناعى عن طريق آلات جديدة ، ولكن عن طريق دعم المخ البشرى بالتكنولوجيا السيبرية فى البداية ؛ حتى نصل فى النهاية إلى الآلات المفكرة .