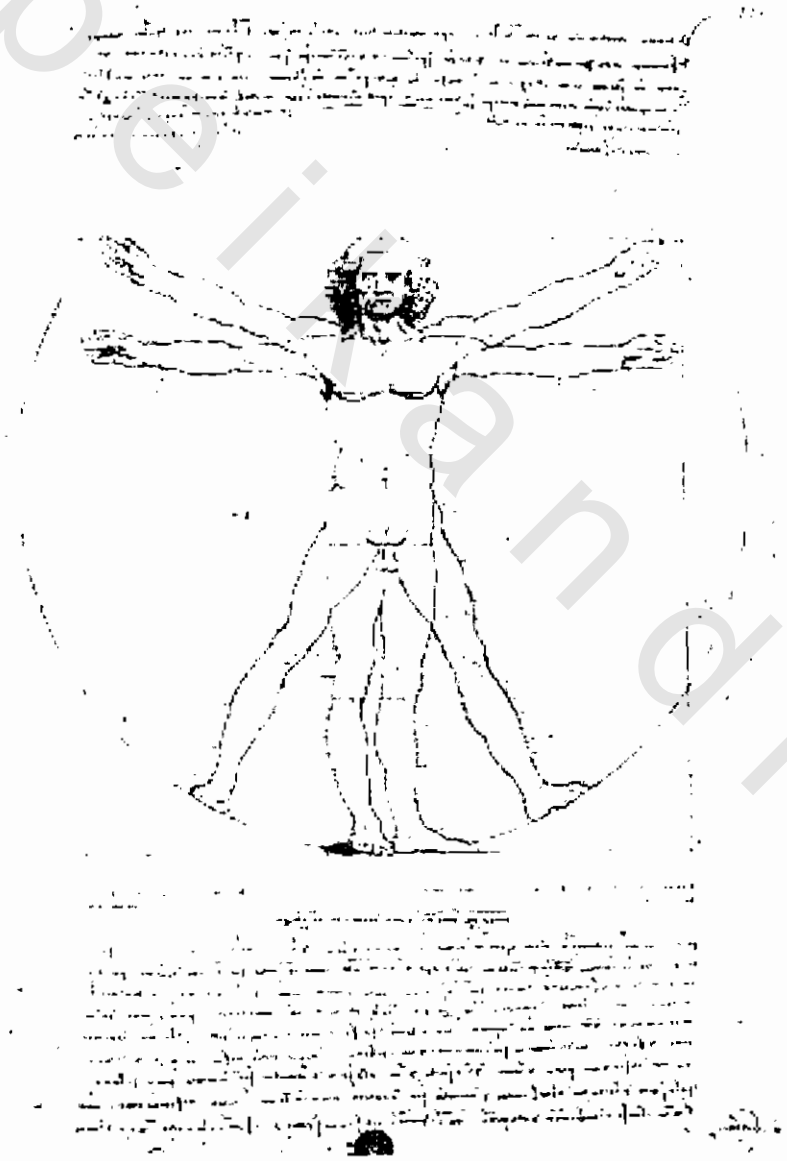
الفصل الأول

تجدد الحلم القديم

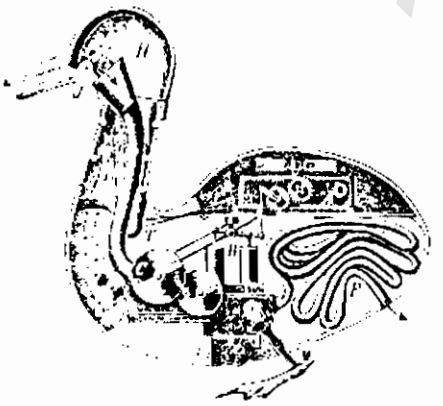


obeikandl.com

الحياة الاصطناعية: ماقبل التاريخ

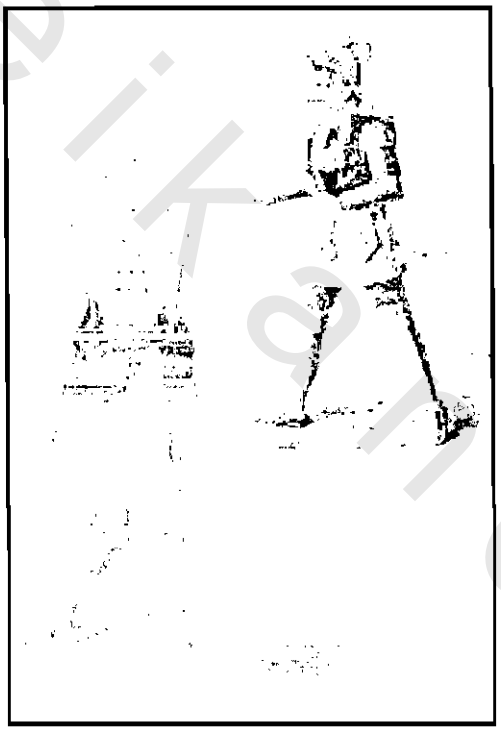
لم يكف الإنسان، منذ وعى ذاته ففصل بينها وبين الطبيعة، وتأمل موجوداتها فميز بين كياناتها الجامدة وكائناتها الحية، وتأمل الأخيرة فخلبت لبه بخصائصها الفريدة وسلوكياتها المتميزة، لم يكف هذا الإنسان عن الحلم بامتلاك القدرة على "**صنع الحياة**" وعلى "**نفخ الروح**" فى جوامد الموجودات. وهكذا رأيناه منذ مطلع الحضارات وهو يسعى لإضفاء بعض من ملامح الحى من الكائنات على مصنوعاته، ويحاول جعلها قادرة على "**محاكاة**" بعض من أفعالها.

وبالطبع ارتبطت درجة نجاح مسعاه هذا بدرجة تطور حضارته وبمستوى تقدم تكنولوجيتها السائدة. ففى البداية كانت تلك الدمى التى تحرك أطرافها الخيوط، كلعب الأطفال التى نرى نماذج منها فى قاعات المتحف المصرى بالقاهرة. وترتقى الحضارة ومعها تكنولوجياتها، فما أن يهل القرن الثالث عشر حتى نرى "**تكنولوجيا آلية الساعة**" Clockwork Technology حيث تمكن الإنسان من بناء كيانات ميكانيكية عمادها التروس والروافع والزمبركات. وتراكمت الخبرات وتنوعت المصنوعات التى تحاكى بعضا من الأفعال الفيزيائية للكائنات الحية. ففى عام ١٧٤٠، على سبيل المثال، احتشد الباريسيون ليتفرجوا على "**بطة ميكانيكية**"، ترفرف بأجنحتها، وتهز ذيلها للتعبير عن فرحتها بالطعام، وتزدرده بشراهة وهى ترفع رأسها من آن لآخر باحثة عن المزيد..! [١].



ثم ظهرت "**تكنولوجيا الآلة المسيرة بالطاقة المولدة**" وأمكن بواسطتها تحويل "**الحرارة**" الناشئة من احتراق المحروقات إلى "**شغل**"، أو بعبارة أخرى "**لملمة**" الطاقة المبعثرة وتنظيمها وتوجيهها على هيئة "**فعل**" مادى يمكن استخدامه فى إنجاز الأعمال. وهكذا شهدنا فى سنة ١٨٩٣، وبعد مرور أكثر من مائة وخمسين عاما من ظهور "البطة الميكانيكية"؛ ظهور "**الرجل البخارى**" فى

نيويورك (الشكل ١-١). وهو الآلة البخارية التى صنعها البروفسور الكندى جورج مور G. Moore على هيئة رجل طوله ستة أقدام بمقدوره المشى ومحاكاة التنفس. ولقد زودته الآلة الموجودة بداخله بقدرتها البالغة نصف حصان ميكانيكى بالقوة الكافية للتغلب على رجلين يحاولان جذبه إلى الخلف ومنعه من الحركة إلى الأمام. وظهرت فى معاجم اللغات كلمة جديدة هى كلمة "**الأتوماتون**" Automaton لتعنى (طبقا لـ Oxford English Dictionary): ***شىء قادر على الحركة الذاتية (أو التلقائية)***" أو "***هيئة يمكنها محاكاة أفعال الكائنات الحية***".



الشكل (١-١): الرجل البخارى

وأخيرا يظهر الكمبيوتر (الحاسوب) وما ارتبط به من تقنيات وتكنولوجيات، لتدخل الإنسانية عصر حضارة جديدة تتمحور حول "**مجاز الكمبيوتر**" الذى حل محل "**مجاز الآلة**"، مجاز عصر حضارة الصناعة. وإذا كان عمل "**الآلة المسيرة بالطاقة المولدة**" يقوم على استخدام "**الطاقة الفيزيائية**" بعد تنظيمها فى إنجاز "**أفعال مادية**" ملموسة ومحسوسة، فإن عمل "**الكمبيوتر**"، الآلة

الجديدة، يقوم على استخدام "**الطاقة الذهنية**"، متمثلة فى المعلومات، بعد معالجتها فى إنجاز "**أفعال ذهنية**" شبيهة بتلك التى يقوم بها عقل الإنسان. وهكذا أصبح الكمبيوتر هو "**البنية المعمارية**" Arch type الجديدة لـ "الأتوماتون" وحلت محاكاة "**معالجة المعلومات**" محل محاكاة "**أفعال الحركة**" التى كان يقوم بها الأتوماتون القديم. لذا رأينا صفة "**الاصطناعى**" أو "**المصطنع**" وهى تلتصق بالعديد من تلك الأفعال. ففى البداية التصقت صفة "**الاصطناعى**" بكلمة "**الذكاء**" لتشكلا سويا عبارة "**الذكاء الاصطناعى**" التى كانت عنوانا لواحد من أكثر فروع علوم الحاسب إثارة بموضوعاتها التى تهتم بإكساب الآلة بعضا من قدرات الإنسان الذهنية والإدراكية وبما قدمته من تطبيقات عملية فى كافة المجالات. وقد كان ميلاد هذا الفرع ثمرة لتلاقى علماء الحاسب وعلماء الرياضيات وعلماء النفس وتعاونهم سويا على بناء "**منظومات حسابة**" Computing Systems قادرة على محاكاة بعض من قدرات الإنسان الحسية والعقلية. وهكذا اتسعت أبحاثهم النظرية والتطبيقية لتشمل موضوعات من قبيل فهم الكلام المكتوب والمنطوق "معالجة اللغات الطبيعية"Natural Language Processing، ومعالجة وخزن واستخدام الخبرة البشرية Expert Systems، والرؤية الاصطناعية Artificial Vision. وتزواج "الذكاء الاصطناعى" مع "الهندسة الميكانيكية" لينشئا علم "**الربوتيات**" Robotics. وهى الكلمة التى صكها إسحق أزيموف I. Asimov سنة ١٩٤٢ لتعنى "**العلم، أو الفن، الذى يضم سويا كلا من "الذكاء الاصطناعى" *(فن التعقل)* و"الهندسة الميكانيكية" *(فن إنجاز الأفعال الفيزيائية طبقا لنواتج التعقل)***". وهو العلم المعنى بكيفية بناء الـ "**روبوت**" Robot أو "**الإنسان الآلى**" الذى يمكن تعريفه بأنه "*معدة، أو آلة، متعددة الأغراض يمكن برمجتها وإعادة برمجتها لتؤدى مهام متنوعة*". ثم رأينا صفة "**الاصطناعى**" تقترن بعبارة "**الشبكات العصبية**" لتشكلا سويا عنوانا لمجال جديد من مجالات علوم الحاسب هو "**الشبكات العصبية الاصطناعية**" Artificial Neural Network الذى لايكتفى بمحاولة محاكاة الملكات الحسية والعقلية للإنسان، كما هو الحال بالنسبة للذكاء الاصطناعى، بل يتعدى هذا إلى محاولة تنفيذها بأساليب وتقنيات شبيهة بتلك التى يستخدمها ويتبعها مخ الإنسان والتى تختلف جوهريا عن تلك المتبعة فى منظومات الحواسب الحالية.

الحياة الاصطناعية: لحظة الميلاد

لانجتون

وأخيرا رأينا صفة "**الاصطناعى**" تلتصق بكلمة "**الحياة**" لتكونا سويا عنوان أحدث فروع علوم الحاسب وأكثرها سخونة وجدلا هذه الأيام وهو "**الحياة الاصطناعية**" Artificial Life الذى يعنى بـ "**كيفية بناء منظومات حسابة تحاكى بِنْية ووظائف وسلوك الكائنات الحية**". وعلى الرغم من اهتمام العديد من العلماء بالجوانب المختلفة لهذا الموضوع، إلا أن جهودهم ظلت متفرقة إلى أن عقد أول مؤتمر حول هذا الموضوع فى سبتمبر ١٩٨٧ فى معمل لوس ألاموس القومى فى الولايات المتحدة. وقد عبر كريستوفر لانجتون Christopher Langton، منظم المؤتمر ومحرر كتاب وقائعه، عن الدافع من وراء عقده بقوله: ***إنه الإحباط الذى ولدته الجهود المبعثرة فى مجال النمذجة والمحاكاة البيولوجيتين***". وقد حضر هذا المؤتمر أكثر من ١٦٠ عالم من تخصصات متعددة ومتباعدة مثل الأنثروبولوجيا (علم الإنسان) والبيولوجيا والفيزياء والرياضة وعلوم االكمبيوتر. وكما تنوعت تخصصات المشاركين تنوعت أيضا موضوعات البحوث التى أُلقيت ونوقشت فيه فاشتملت على موضوعات مثل: النماذج الرياضية لأصل الحياة ولتطورها، الأتوماتونات المتوالدة Self-Producing Automata، محاكاة أسراب الطيور المهاجرة، التطور الداروينى Darwinian Evolution للكائنات الحية فى بيئات صناعية. وهكذا كانت بداية تبلور موضوع "الحياة الاصطناعية" كفرع مستقل من فروع علوم الحاسب.

تصنيع الحياة

لايمكن الحديث عن تصنيع الحياة بدون النظر إلى ماقاله عنها كريستوفر لانجتون الأب المؤسس لعلم "الحياة الاصطناعية". فعن موضوعها نراه يقول:

"هو دراسة المنظومات المصنوعة التى تبدى سلوكا مشابها لسلوك المنظومات الحية الطبيعية. وهو بذلك يتكامل مع العلوم البيولوجية التقليدية، التى تعنى بـ 'تحليل' الكائنات الحية، بمحاولة '**تخليق**' سلوكيات مشابهة للحياة بداخل الكمبيوتر أو فى أى وسط صناعى. إن

الحياة الاصطناعية، بتوسيعها للأساس الإمبريقى الذى تتأسس عليه البيولوجيا إلى ماوراء الحياة المرتكزة على الكربون التى نشأت على كوكب الأرض، تهيئ لنا الفرصة للنظر إلى '**الحياة كما نعرفها**' Life-As-We-Know-It فى إطار أوسع هو '**الحياة كما يمكن أن تكون**' Life-As-It-Could-Be" [٢] ص ١.

ويستطرد قائلا:

"إن الحياة الاصطناعية تنظر للحياة بوصفها خاصية لـ '**تنظيم**' المادة لابوصفها خاصية للمادة التى تتبدى فيها. وإذا كانت البيولوجيا التقليدية تعنى فى المقام الأول بالأسس المادية للحياة، فإن الحياة الاصطناعية تعنى بالأسس '**الصورية (المنطقية)**' Formal لها. وهى تبدأ انطلاقا من 'القاعدة' Bottom فتنظر للكائن الحى بوصفه مكونا من عدد كبير من الآليات البسيطة لتعمل بعد ذلك على إنشاء كيانات مؤلفة من مكونات بسيطة تحكم سلوكها قواعد مقررة سلفا وينشأ عن تفاعلاتها اللاخطية Nonlinear بين بعضها البعض ديناميكيات شبيهة بديناميكيات الكائنات الحية. إن الفكرة 'المفتاح' Key للحياة الاصطناعية هى '**السلوك المستجد**' "Emergent Behavior [٢] ص ٢.

أى أن الفرض الذى تقوم عليه "الحياة الاصطناعية" كنظام علمى جديد هو أن الأسس الجوهرية لظاهرة الحياة يمكن معرفتها وصياغتها على هيئة نماذج بسيطة نسبيا [3].

وينقسم الباحثون فى مجال الحياة الاصطناعية إلى فريقين يتبنى الفريق الأول مايعرف بالـ "المقاربة القوية للحياة الاصطناعية" Strong A-Life بينما يتبنى الفريق الآخر مايعرف بالـ "المقاربة الضعيفة للحياة الاصطناعية" Weak A-Life. وتقوم "**المقاربة القوية للحياة الاصطناعية**" على "**النظرة العملياتية**" للحياة التى صاغها فون نيومان فى إيجاز شديد على الصورة التالية "الحياة هى عملية يمكن وصفها بغض النظر عن الوسط الذى تتجسد فيه". والحياة

obeikandl.com

كـ "عملية" تعنى أنه يمكن وصف الكائن الحى عبر توصيف العمليات التى يمكنه القيام بها مثل قدرته على التنظيم الذاتى لمكوناته بدون تدخل خارجى، التوالد والتكاثر، التمثيل الغذائى، التكيف مع أحوال بيئته المتغيرة، وأخيرا وليس آخرا قابليته للتطور. وبالنسبة للكائنات الحية الطبيعية تأخذ هذه العمليات شكل التفاعلات الكيميائية بين العناصر المتوفرة فى الوسط المادى الذى تعيش فيه هذه الكائنات. إلا أن الدراسة المتأنية لهذه العمليات تمكنا من بناء نماذج تصف بدقة تتابع خطواتها والتحولات التى تحدث أثناءها وذلك بغض النظر عن الوسط الذى تحدث فيه. وتعرف هذه النماذج بالـ "النماذج المجردة" Abstract Models. هذا ويمكن إيجاز "المقاربة القوية للحياة الاصطناعية" فى المبادئ التالية:

١. **ليست "الحياة" إلا عملية عامة لاتعتمد على الوسط الذى تتجسد فيه.**

٢. **الكمبيوتر (أو آلة تيورنج) هو "آلة عامة" Universal Machine يمكنها محاكاة أى عملية.**

٣. **هناك معايير يمكن استخدامها فى التمييز بين الكائنات الحية والكائنات غير الحية.**

ويؤدى قبول هذه المبادئ إلى قبول الفرض الذى تقوم عليه المقاربة القوية والقاضى بامكانية صناعة الحياة بداخل الكمبيوتر. بعبارة أخرى يؤمن متبعو المقاربة القوية بأن منظومات الحياة الاصطناعية، أو الكائنات الحية المصطنعة، التى يصنعها الإنسان هى كائنات حية مثلها فى ذلك مثل الكائنات الحية الطبيعية نباتات كانت أو حيوانات.

وعلى العكس من ذلك يرفض من يتبنى "**المقاربة الضعيفة للحياة الاصطناعية**" إمكان تصنيع الحياة خارج الوسط المادى الذى تتبدى فيه الكائنات الحية الطبيعية. لذا يسعى من يتبنى هذا الموقف إلى بناء نماذج محاكاة للعمليات التى يقوم بها الكائن الحى بهدف فهمها واستخدامها فى تطبيقات هندسية.

هذا ويمكن تصنيف بحوث الحياة الاصطناعية إلى ثلاثة أقسام رئيسية وذلك طبقا للمقاربة المتبعة. القسم الأول القائم على "**المقاربة العضوية**" Wetware يعنى بكيفية تخليق الحياة فى المعمل باستخدام مواد عضوية كتلك التى تدخل فى تكوين الكائنات الحية الطبيعية. أما القسم الثانى القائم على "**المقاربة المعداتية**" Hardware فيعنى ببناء الروبوتات وبكيفية تضمين سلوك الكائنات الحية فى كائنات آلية. وأخيرا "**المقاربة البرمجياتية**" Software للحياة الاصطناعية التى تعنى بتطوير برامج للكمبيوتر يتماثل سلوكها مع سلوك الكائنات الحية الطبيعية. وهذه المقاربة هى موضع اهتمام هذه الكراسة. وعلى الرغم من اختلاف هذه المقاربات إلا أنها تتبنى فى بحوثها لتحليق الحياة مبدءا واحدا هو مبدأ "**من تحت لفوق**" Bottom Up [٤]. وهو المبدأ القاضى بأن الحياة، كظاهرة بالغة التعقيد، يمكن تخليقها بدءا مجموعة من القواعد البسيطة التى تحكم تفاعلات مكونات الكائن الحى مع بعضها البعض. وتؤدى هذا التفاعلات مجتمعة إلى ظهور "**خاصية مستجدة**" Emergent Property يتمتع بها الكائن ككل واحد ولاتتمتع بها مكوناته المنفردة وهى خاصية الحياة.

وعلى وجه العموم يمكن اعتبار المشروعات البحثية فى مجال "الحياة الاصطناعية" كمحاولات للرد على أسئلة من قبيل:

- **ماهو الشكل الذى يمكن تأخذه ظاهرة الحياة تحت ظروف مادية مختلفة تماما عن تلك السائدة فى كوكب الأرض؟**
- **ماهو "النموذج التصورى أو المنطقى" الذى يصف كافة المنظومات الحية؟** أو بعبارة أخرى **ماهو أبسط شكل ممكن للمنظومة (أو الكائن) الحية؟**
- **ماهى أنواع الموجودات الأخرى التى تمتلك تلك الخصائص ؟...وماهى حالات المادة والطاقة التى تبدى سلوكا مشابها لسلوك الكائنات الحية ؟**
- **كيف يمكن "تمذجة" ظاهرة الحياة بما هو متاح لدينا من أساليب رياضية وتكنولوجيات مادية؟**

- **هل يعتبر كافيا أن نشكل "منظومة" ما على هيئة كائن حى لكى تنبعث فيها الحياة فتسلك سلوكا مشابها لسلوكه ؟**

وتشكل الإجابة على هذه الأسئلة وغيرها رؤوسا لبعض موضوعات بحوث "**الحياة الاصطناعية**" بكافة مقارباتها. ولعلنا فى هذه الكراسة ننجح فى تقديم بعض الإجابات.

obeikandl.com