



Cerveau artificiel : l'informatique au service de la science

18 Aug 2014

cerveau artificiel, High Performance Computing

by Aurelie Magniez

0

Appréhender et comprendre le cerveau humain est l'un des grands défis scientifiques du 21^{ème} siècle. Dans cette conquête, les compétences scientifiques et techniques s'allient aux fins de développer, modéliser et simuler le fonctionnement du cerveau humain pour en comprendre son fonctionnement et ses secrets. Pour ce faire, l'informatique, les mathématiques, les nanotechnologies, la robotique, l'imagerie se mettent aux services de la biologie et de la neurologie dans la construction d'un cerveau artificiel.

Les enjeux scientifiques, humains, techniques et économiques du développement d'un cerveau artificiel sont cruciaux :

- les travaux sur le cerveau artificiel permettront de réaliser des avancées sur le terrain des maladies neuronales, des maladies d'Alzheimer, de Parkinson, ou encore des accidents vasculaires cérébraux ;
- le cerveau artificiel pourrait équiper des robots : des travaux ont déjà permis de doter le robot iCub (1) d'un cerveau artificiel simplifié qui reproduit certains types de connexions (les connexions dites « récurrentes ») observées dans le cerveau humain ;
- les technologies de l'information et de la communication, la neuro-informatique, les simulations numériques, le High Performance Computing (HPC), l'informatique médicale, la neuro-morphique informatique, l'intelligence artificielle, les nanotechnologies ou encore la neuro-robotique sont autant de domaines technologiques qui sont sollicités et dont les avancées profiteront à d'autres secteurs économiques ;
- les projets de recherche financés par les pouvoirs publics vont permettre le développement d'innovations, d'inventions et de coopérations entre les secteurs privé et public.

Le présent article propose une vue d'ensemble des projets de transcription du cerveau biologique en cerveau artificiel au regard :

- des grands projets existants ;
- de la complexité du cerveau biologique ;
- des problématiques liées à la modélisation ;
- des questions d'ordre éthique et juridique dont il convient d'anticiper la résolution.

Les grands projets existants

Plusieurs projets ont vu le jour ces dernières années.

Blue Brain : Le premier grand projet, le Blue Brain ou Human Brain Simulation Project (HBSP), initié en 2007 par le neurobiologiste Henri Markram (fondateur du Brain and Mind Institute), a pour but de mieux comprendre les fonctions du cerveau sain ou malade. Le projet vise à créer un cerveau artificiel en modélisant informatiquement une mini-colonne de cortex d'un rat.

Ce projet est le fruit d'une collaboration étroite entre l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) et IBM qui a notamment abouti au développement du supercalculateur de dernière génération [Blue Gene/Q](#).

Recherche sur le site

Publicité



Les plus commentés



Approche agile : bilan et perspectives

11 Comments



Le Disaster Recovery as a Service (DRaaS) révolutionne-t-il le plan de reprise IT ?

6 Comments



Quelle place pour les DSI dans la transformation numérique ?

5 Comments



Les 5 stratégies de transformation vers l'Agile pour les DSI

4 Comments



Maitre Bensoussan - Le règlement Européen sur la protection des données personnelles (1/4)

4 Comments



Les réductions de coûts IT en tête des préoccupations des entreprises

4 Comments



Etude PAC sur les Taux Journaliers Moyens

3 Comments

Humain Brain Project : le Human Brain Project est la continuité du projet Blue Brain et fédère d'autres partenaires soit plus de 130 institutions de recherche dans le monde. Il est également coordonné par l'EPFL en Suisse et par Henry Markram. La France assure trois des axes importants du projet : la théorie des réseaux neuronaux, les neurosciences cognitives, et les aspects éthiques.

En janvier 2013, la Commission européenne a apporté son soutien à ce projet en le sélectionnant pour être l'un des deux projets financés par son nouveau programme FET Flagship (« projets phares »). Le projet est soutenu financièrement à hauteur d'un milliard d'euros sur dix ans, son coût total étant estimé à 1,19 milliard d'euros.

Le Human Brain Project est un projet de recherche multi et transdisciplinaires qui vise notamment à développer une plateforme ICT (Information and Communication Technologies) comme outil de recherche collaboratif ouvert à l'ensemble de la communauté scientifique internationale aux fins de modéliser et simuler numériquement le fonctionnement du cerveau humain.

La première phase du projet a été lancée en octobre 2013 pour une durée de trente mois. Au cours de cette phase seront créées et testées six plateformes de recherche ICT, dédiées respectivement à la neuro-informatique, la simulation du cerveau, au High Performance Computing (HPC), à l'informatique médicale, la neuro-morphique informatique et la neuro-robotique.

BRAIN : De l'autre côté de l'Atlantique, le BRAIN pour Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies vise à comprendre le cerveau dans son ensemble, et notamment le fonctionnement de tous ses neurones. L'initiative BRAIN reçoit de la part de l'Etat américain une somme de 300 millions de dollars par an sur dix ans (soit 3 milliards de dollars au total). Le lancement du projet a été annoncé par le Président Barack Obama en personne.

Comme le décrit le rapport d'étape du projet BRAIN paru en septembre 2013 : « Le défi consiste à cartographier les circuits du cerveau, mesurer les fluctuations d'activité chimique et électronique se produisant dans ces circuits ; et à comprendre comment leur interaction donne naissance à nos capacités uniques tant dans les domaines cognitifs que comportementaux »(2).

D'autres projets sont également développés en Allemagne ou au Japon.

Si ces projets font aujourd'hui l'objet de tant d'intérêt des gouvernements ou instances supranationales, de convoitise et de passion chez les chercheurs, et de financement si importants, c'est que la compréhension du cerveau apparaît comme le Saint Graal de la recherche.

Le cerveau : le plus mystérieux des organes

L'enjeu commun à tous ces projets de recherche est la modélisation numérique du cerveau, c'est-à-dire la transcription du cerveau biologique en langage informatique.

Or, la structure du cerveau est extrêmement complexe ; les éléments ci-après n'en sont qu'un aperçu :

- le cerveau peut renfermer jusqu'à 100 milliards de neurones, cellule fondamentale du système nerveux central ;
- les neurones sont connectés les uns aux autres par plus de 1000 billions de synapses ;
- les neurones communiquent entre eux par le biais des axones, fibre nerveuse qui transmet les potentiels d'action (influx nerveux) vers d'autres neurones ou vers des fibres musculaires.

Par ailleurs, malgré des avancées importantes dans le domaine des neurosciences, le fonctionnement du cerveau demeure encore mal connu :

- certaines questions restent en suspens comme les relations du cerveau avec l'esprit ou encore avec la conscience ou la mémoire. Ces sujets font l'objet de discussions scientifiques mais également philosophiques ;
- une importante découverte scientifique récente a permis de démontrer que chaque neurone est unique ;
- le rôle de l'environnement de chacun sur l'évolution neuronale est également un facteur complexe à apprécier ; une partie des neurones se modifiant génétiquement au cours du développement de l'individu.

De manière générale, la recherche n'a pas épuisé tous les secrets du cerveau et la modélisation du cerveau en sera d'autant plus compliquée.

Quels sont les obstacles liés à la modélisation du cerveau ?

De manière schématique, la modélisation numérique du cerveau biologique pourrait être la suivante :

- le neurone serait un microprocesseur ;
- la synapse, un disque dur ;
- l'axone, le flux de données ;



L'impression 3D et la propriété intellectuelle

3 Comments



Open data : opportunités et limites d'un patrimoine gratuit

3 Comments



Intégrer l'open source à la gouvernance informatique

3 Comments

Archives

Select Month ▼

- le tout serait orchestré par des supercalculateurs de type « High Performance Computing ».

Deux obstacles techniques majeurs peuvent notamment être identifiés à la création d'un cerveau artificiel.

Le premier problème est d'ordre technique : il réside dans la puissance de calcul des supercalculateurs aujourd'hui disponibles.

Ces derniers ne sont aujourd'hui pas assez puissants pour permettre de reproduire l'activité cérébrale humaine ; les premières études réalisées dans le cadre du Blue Brain ont permis de traduire sous forme de données mathématiques l'activité neuronale d'un fragment de cerveau de rat : 10 000 neurones virtuels ont été connectés entre eux par 30 millions de synapses et quelques kilomètres de fibres ; nous sommes encore loin des 100 milliards de neurones humains.

Les calculateurs super puissants couplés aux logiciels d'acquisition, de modélisation ou d'analyse, capables d'exécuter plusieurs milliards d'opérations à la seconde pour modéliser des phénomènes complexes utilisés à ce jour, ont une puissance de calcul qui se mesure en PétaFLOPS (10 puissance 15 Floating point Operations Per Second). La barre de l'ExaFLOPS (10 puissance 18 FLOPS) est prévue pour être franchie en 2020.

Un supercalculateur ne suffira donc pas à la modélisation du cerveau biologique. Le projet prévoit d'unir la puissance de plusieurs calculateurs dans l'attente de disposer d'un supercalculateur de puissance colossale.

Le deuxième problème réside dans les limites de la modélisation informatique. On ne peut en effet modéliser que ce que l'on connaît et la donnée une fois modélisée est figée. Or, comme nous l'avons signalé, certaines zones d'ombre demeurent dans la connaissance du cerveau et ne pourront donc pas être modélisées ou seulement sous la forme d'hypothèses.

Ces obstacles ainsi qu'une certaine opacité dans l'organisation du projet Human Brain ont levé un vent de contestation. Des centaines de chercheurs ont publié sur le site <http://www.neurofuture.eu/> une pétition demandant non seulement un audit contradictoire du projet, mais également sa réorientation en profondeur en direction de la compréhension du cerveau et moins de la mise en place des instruments informatiques.

La tendance internationale est au développement du cerveau artificiel et, dans l'attente de la résolution de ces obstacles d'ordre technique et organisationnel, les juristes sont invités à s'intéresser aux problématiques éthiques et juridiques soulevées par le développement du cerveau artificiel.

Définir des règles éthiques et juridiques

Le développement du cerveau artificiel fait notamment apparaître les questions et craintes suivantes :

- qui sera propriétaire des données produites par un cerveau artificiel ?
- dans quel cadre les données scientifiques seront-elles échangées, exploitées ?
- les supercalculateurs permettront-ils un jour de créer une forme d'intelligence comparable à celle de l'être humain, avec une conscience propre ?
- le cerveau artificiel permettra-t-il de lire dans les pensées des hommes ?
- quelle serait la responsabilité juridique d'un robot doté d'un cerveau artificiel et d'une intelligence artificielle ?

Il convient en effet d'envisager les dérives possibles du cerveau artificiel comme outil permettant de lire dans les pensées des personnes voire d'en contrôler la conduite. Cette intrusion pourrait actuellement être sanctionnée sur le terrain du non-respect de la vie privée, mais les textes devront certainement être adaptés aux cadres particuliers des humanoïdes et des robots. Des réflexions sur la définition d'une véritable personnalité juridique propre aux robots sont développées notamment par Me Alain Bensoussan pour qui : « l'introduction d'une intelligence artificielle implique la création de nouveaux droits « tangentiels » à l'instar de l'approche qui a consacré les droits de la personnalité dans le monde numérique. »(3)

Par ailleurs, la création de plateforme d'échange mondial de données scientifiques nécessite que l'on s'attarde sur les conditions de cet échange. En effet, aucun texte ne régleme précisément la nature de la donnée scientifique : est-ce une donnée publique ? Une donnée protégée par un droit privé ? Est-elle la propriété du chercheur, de l'organisme qui l'emploie ou du financeur de la recherche ?

La notion de « plateforme » n'est également encadrée par aucun texte alors même que leur nombre est exponentiel. Les conditions d'utilisation, de modification, d'exploitation des données échangées sur ces plateformes ne sont encadrées par aucun texte légal, faisant peser une grande insécurité juridique sur les droits des chercheurs à utiliser librement les données mises à disposition par leurs pairs.

Seule la solution contractuelle permet de compenser l'absence de cadre légal et de régir les relations au sein de la plateforme ainsi que les conditions de collaboration notamment les questions de partage

des informations, propriété des travaux, sécurité, responsabilité, concurrence ou encore d'éthique.

Ces éléments doivent encourager à la définition de règles éthiques traduisant les valeurs universelles de la communauté scientifique et à l'émergence d'un droit de la science.

Références :

(1) : Robot Icube constitué d'un réseau neuronal artificiel avec la capacité d'apprendre une nouvelle langue. Issu des travaux de l'équipe dirigée par Peter Ford Dominey, directeur de recherche CNRS dans l'unité Inserm 846 « Institut pour les cellules souches et cerveau de Lyon » (Inserm, CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1)

(2) : National Institutes of Health, Advisory Committee to the NIH Director, INTERIM REPORT Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN) Working Group, 16-9-2013

(3) : Planète Robot n°19



Sarah Lenoir

Avocat

Responsable d'activité Propriété intellectuelle conseil

Avocat à la Cour d'appel de Paris et titulaire d'un Master 2 de Propriété littéraire, artistique et industrielle (Paris II Panthéon-Assas), elle a rejoint le cabinet Alain Bensoussan en janvier 2011. Sarah Lenoir est Responsable d'activité au sein du département Propriété intellectuelle.



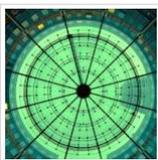
Alain Bensoussan-Avocats est un cabinet d'avocat entièrement dédié au droit des technologies avancées depuis 1978. Pour la 3e année consécutive depuis 2010, il a été distingué par ses pairs, « Best Lawyer » de l'année dans le domaine du Droit des nouvelles technologies.

Site : <http://www.alain-bensoussan.com/>

Sur le même thème



Etude PAC sur les Taux Journaliers Moyens



La gestion des identités : état des lieux et perspectives



Quelles sont les pratiques en matière de test logiciel ?



La technologie, l'homme et l'entreprise : nouveau système de valeur, nouvelle condition de ...



Les caractéristiques d'un projet Big Data

Social Share



Leave a Reply

Name *

Email *

Website