

Destins d'objets scientifiques et techniques - la rencontre entre anatomie et informatique : le Mind 1024 (10/10 - année 2018)



Cyrielle Ruffo, chargée de mission valorisation du patrimoine, en collaboration avec Alain Guyot et Xavier Hiron, chargés de collections à l'ACONIT.

Photo d'en-tête : zoom sur un rack du Mind (incomplet) - photo ACONIT

1024 : voilà un nombre qui fait bien réfléchir. Très importante en matière d'informatique, cette valeur a servi de modèle dans l'architecture interne de nombreuses machines, pour des raisons de conformités et de performances. De nos jours, presque tous les ordinateurs que nous connaissons sont pensés sur une base 1024. Mais d'où provient cette grandeur et quelle est sa signification ?

Dès la décennie 1940, les chercheurs et informaticiens ont inventé les neuro-computers. Comme leur nom l'indique, ce sont des ordinateurs qui "copient" de manière informatique le processus de fonctionnement des neurones. Ces appareils étaient utilisés dans la recherche de pointe. 1024 fait donc référence au nombre de ces "neurones informatiques imités ».

Ce chiffre a été utilisé la toute première fois dans les années 1980 pour la conception de l'un de ces neuro-computers, appelé Mind 1024 (acronyme pour "Machine à Interaction

Neuronale Démodulée"), réalisation purement grenobloise qui vient clôturer notre saga d'articles pour l'année 2018.

La conservation d'une machine unique en son genre

A la fin de sa période de mise en service, la question de la sauvegarde du Mind 1024 s'est posée comme une évidence. L'appareil, toujours en état de marche, a été pris en charge par l'ACONIT il y a maintenant sept ans et est actuellement entreposé dans les réserves de l'association. Mais pourquoi avoir conservé cette machine, et quelles sont les raisons qui font que nous avons tout intérêt à perpétuer l'histoire du Mind 1024 ?

La dimension patrimoniale de cet objet s'intègre à la fois dans l'appareil même, ainsi que dans ce qu'il évoque. Tout d'abord, il est important de savoir que le Mind 1024 est plus qu'un prototype : c'est un appareil de recherche unique au monde qui n'a jamais été commercialisé. Même s'il existe d'autres machines ayant une configuration similaire, elles ne sont pas structurellement identiques. Cet ensemble est également important par ce qu'il représente : le Mind 1024 fait partie des fleurons de la recherche sur les processus d'apprentissage qui s'est développée à Grenoble. Il est donc intimement lié à son histoire, prise du point de vue des progrès technologiques non négligeables qu'il a contribué à faire émerger.

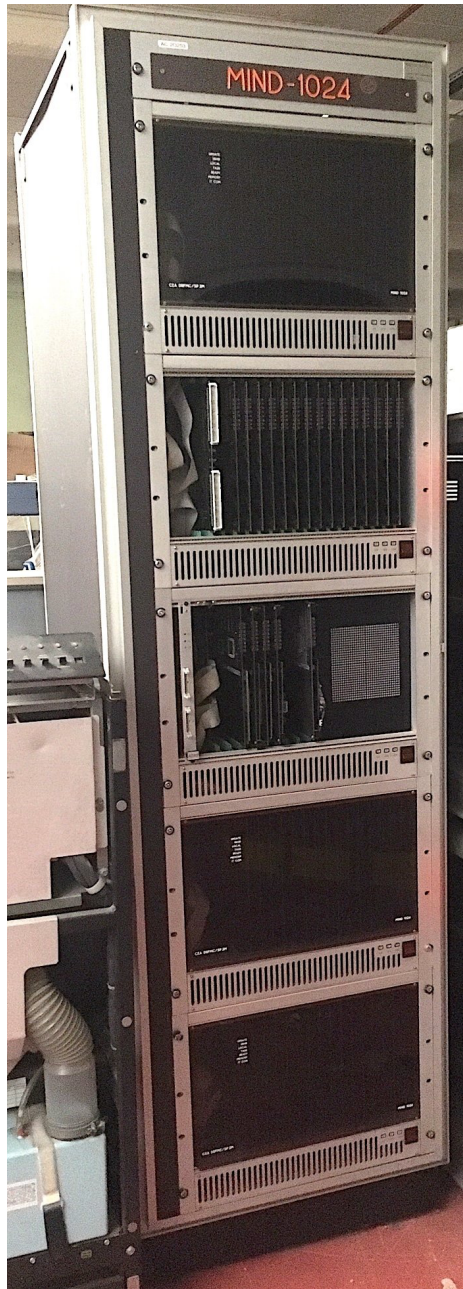
Le caractère exceptionnel et rare du Mind 1024 a été reconnu au niveau national puisque cet ensemble sera évoqué lors de la prochaine exposition réalisée par les acteurs de la mission PATSTEC (Patrimoine Scientifique et Technique Contemporain) intitulée « Prototypes », qui sera mise en place au Musée des Arts et Métiers en 2019 à Paris. Mais pour savoir avec précision ce qui fait de cet appareil un objet exceptionnel, il est bien évidemment nécessaire de se plonger dans ses entrailles.

La "matière grise informatique »

Parlons un peu de ce Mind 1024, une machine très simple en apparence : l'ensemble, de forme rectangulaire, pèse environ 80 kilogrammes pour 2 mètres de hauteur. Il se constitue d'un rack en acier (meuble de rangement permettant d'entreposer du matériel électronique) monté sur roulettes. A l'intérieur de chacun de ces espaces, au nombre de 5, une vingtaine de cartes mères sont intégrées dans des emplacements prévus à cet effet. Chaque caisson est pourvu de boutons permettant de mettre en marche la machine. Tout le système est branché et alimenté par des câbles qui se situent à l'arrière du Mind.

Cependant, malgré une simplicité physique extérieure presque banale, le but de cet ensemble était de réaliser un processus assez insolite : pas moins de 64 microprocesseurs composent la machine et imitent le travail de connexion de 1024 neurones très rapides (d'où le nom du Mind), eux-mêmes constitués de ce que l'on pourrait appeler 1 048 576 synapses (les synapses sont les zones où les neurones interagissent entre eux, qui permettent le passage d'une information). Pour faire simple et comme évoqué plus haut, l'objectif du Mind 1024 était de simuler à une échelle restreinte le mode opératoire du cerveau humain. Son but n'était pas de créer mais bien de reproduire des pratiques d'apprentissage en utilisant des algorithmes de nature différente. Cette aptitude étonnante et remarquable était destinée à solutionner des problèmes rencontrés en physique, réseautique, mais aussi en simulation de processus décisionnels. Cette machine a été construite dans le but de tester diverses stratégies

d'apprentissage, car les tester sur ordinateur classique était bien trop coûteux et complexe dans les années 1990.



Vue d'ensemble du Mind 1024 - photo ACONIT

Un moustique possède environ 100 000 neurones biologiques, un humain environ un million de fois plus. Le MIND 1024, lui, comporte seulement 1024 neurones de Hopfield (voir plus bas) ; mais ceux-ci sont de mille à dix mille fois plus rapides que les neurones biologiques. Un neurone de Hopfield a seulement deux états : il peut être excité ou inactif. Les états binaires de certains neurones sont imposés par l'extérieur (ce sont les entrées) et les états de certains autres sont observables de l'extérieur (ce sont les sorties). Ces entrées et sorties sont des nombres binaires qui peuvent représenter des images, des mots, des sons, soit toute information dite "numérisable". Un neurone excité cherche à en influencer d'autres au travers de connexions appelées synapses. Chaque synapse est affectée d'un nombre entier appelé le "poids synaptique". Le MIND 1024 mémorise

1 048 576 poids synaptiques, connectant chacun de ses 1024 neurones à tous les autres (y compris lui-même). Un poids positif va tendre à exciter un autre neurone ; à l'inverse, un poids négatif à l'inhiber, et nul à ne pas l'affecter (pas de connexion). On observe ce comportement dans un cerveau biologique.

L'apprentissage du MIND consiste à fixer les valeurs du million de poids synaptiques, ce qui n'est pas une mince affaire. Schématiquement, si un neurone en sortie donne la bonne réponse, on va augmenter le poids synaptique de tous les neurones qui sont connectés (récompenser leur bonne influence) et faire l'inverse pour une mauvaise réponse (punir une mauvaise influence). Autrement dit, si deux neurones sont excités simultanément, le poids de leur connexion est augmenté. Mais cette stratégie est très loin d'être suffisante pour équivaloir à un processus d'apprentissage. Le MIND exécute plus d'un milliard d'additions par seconde, ce qui est grossièrement équivalent à un gigaflop ou un Cray 2 bi-processeur de l'époque.

Pour conclure sur ces explications, il faut tout de même souligner que le nombre de "neurones imités" dans l'appareil est dérisoire par rapport à celui rencontré dans un cerveau humain, qui en contient plusieurs milliards. Cependant, les informaticiens ont tout de même réussi à copier le processus de transmission de l'information et à l'adapter à cet ordinateur. Ce désir de mimer le fonctionnement de notre matière grise, voulu par les ingénieurs, avait pour objectif de mieux satisfaire les différentes nécessités en matière de recherche. La conception du Mind et des machines possédant un système lui ressemblant a démontré l'intérêt de transposer le processus anatomique naturel de notre encéphale et de l'adapter aux ordinateurs.

Les précurseurs, le Mind et Siri

Il est intéressant de se demander pourquoi les chercheurs ont décidé de concevoir une machine capable de reproduire le fonctionnement du cerveau humain. Pour y répondre, remontons au contexte de sa création.

L'idée de s'inspirer de nos méninges en informatique ne date pas d'hier. Tout commença en 1943 quand deux américains, Warren McCulloch et Walter Pitts, ont produit un modèle mathématique du processus neuronal, qui connut à l'époque un grand succès. Cette première ébauche permettait de prédire ou d'anticiper le fonctionnement du cerveau grâce aux ordinateurs. En 1958, un autre américain nommé Frank Rosenblatt créa une machine nommée Perceptron, composée de neurones, avec pour objectif de simuler le fonctionnement de notre cerveau. Ce n'est que bien plus tard, en 1982, que John Hopfield, physicien américain, conçut des réseaux de neurones imités dotés de facultés d'apprentissage. En 1985, après une version antérieure moins performante, baptisée Mind-128, le CEA (alors dénommé Commissariat à l'Energie Atomique), en collaboration avec l'INPG (Institut Polytechnique de Grenoble), s'inspire de l'invention de Hopfield pour la création du Mind 1024. Mis en service en 1991, il fonctionna deux ans à Grenoble, entre 1992 et 1994, avant de rejoindre Saclay, en région parisienne, un an plus tard.

L'invention du Mind 1024 ainsi que des machines ultérieures conçues sur une base similaire a apporté de nombreux progrès technologiques qui abondent notre société : reproduire le fonctionnement de notre cerveau à l'échelle d'un ordinateur a notamment engendré l'invention de la reconnaissance faciale, utilisée par les programmes des caméras de surveillance. Ce progrès joue également un rôle important, entre autres, dans

le développement des algorithmes de détection des images ou termes chocs circulant sur le web, car les logiciels sont désormais capables de reconnaître la violence, la nudité ou encore la pornographie. Pour prendre un autre exemple qui parlera aux adeptes des smartphones et des ordinateurs nouvelle génération, c'est aussi grâce aux progrès apportés par le Mind et par d'autres machines similaires que Siri (Apple) ou Cortana (Windows) sont capables de reconnaître votre voix, d'analyser les informations que vous leurs demandez et d'y répondre.

Dans notre quotidien, de plus en plus d'appareils et de machines sont dotées de telles facultés : voitures, électroménagers et autres objets connectés, tels que les assistants vocaux, sont en capacité d'assimiler nos voix ou nos traits physiques. Certaines configurations sont même en mesure d'apprendre seuls des stratégies de jeux complexes en seulement quelques heures (processus qui peut demander plusieurs mois ou années pour un être vivant) et de battre sans l'aide d'un programme pré-installé un être humain aux échecs.

Ces innovations technologiques apportées indirectement par le Mind 1024 ou d'autres machines semblables soulèvent certaines questions sur le plan social et sont loin de faire l'unanimité. Ingénieurs, informaticiens, industriels et scientifiques (par exemple Steve Wozniak, Bill Gates et Stephen Hawkins) ont émis des réserves sur cette forme d'« intelligence ». Ces critiques nous amènent alors à nous questionner sur les limites de l'héritage que laissent cet ordinateur et les appareils dits neuro-mimétiques dans la société d'aujourd'hui.

Pour aller plus loin:

> Fiche ACONIT du Mind 1024 : <http://db.aconit.org/dbaconit/...>