La lumière joue au cerveau

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique**

Band (Jahr): **- (1991)**

Heft 11

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-970766

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

La lumière joue au cerveau

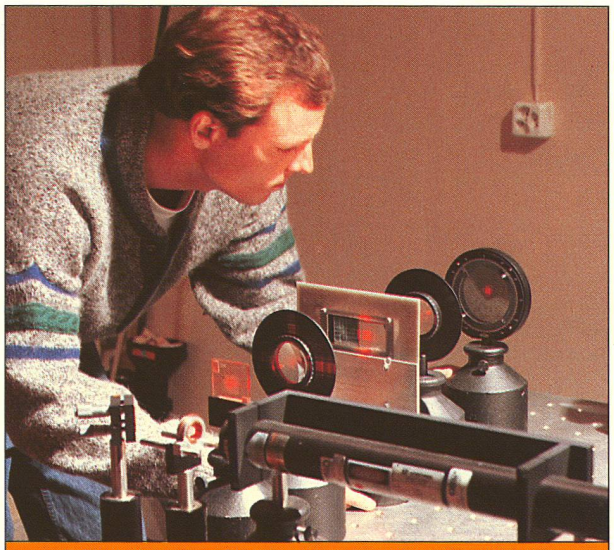
Les «réseaux de neurones» promettent de changer la face de l'informatique des années 2000. Mais, pour l'instant, ces machines qui imitent l'activité des cellules nerveuses existent surtout sur le papier, parce qu'elles nécessitent pour fonctionner d'inextricables écheveaux de connexions. Afin de surmonter cette difficulté, les chercheurs essaient d'utiliser la lumière...

Nous sommes déjà habitués à entendre parler de «microprocesseurs» – pièces centrales des ordinateurs et de bon nombre d'appareils ménagers. Pour le prochain millénaire, il faudra encore se faire l'oreille à l'expression «réseau neuronal», décrivant une nouvelle génération de machines à traiter l'information, dont le fonctionnement est calqué sur celui des cellules du cerveau.

Un réseau neuronal est un ensemble de petites unités logiques fortement reliées entre elles, à l'instar des neurones du cerveau dont les liaisons nerveuses forment de véritables écheveaux. Le principe est radicalement différent de celui des ordinateurs actuels: pas de programme, pas de mémoire centralisée et peu de sensibilité à la destruction d'une partie du système.

En fait, le savoir et les possibilités de raisonnement de ces nouvelles machines tiennent dans l'architecture du réseau et dans la manière dont ses «cellules» s'influencent mutuellement. Le concept n'est pas facile à saisir, surtout quand on a pris l'habitude, avec l'informatique traditionnelle, de découper les problèmes complexes en petites tranches, pour les résoudre simplement, étape par étape. Dans le cas d'un réseau, au contraire, tous les neurones travaillent en même temps pour converger rapidement vers la solution.

Uni. Neuchâtel



Réseau neuronal: ce montage optique fonctionne comme un cerveau élémentaire.

Il faut dire que les chercheurs eux-mêmes ne savent pas toujours ce qui se passe au moment de l'*apprentissage*, la phase essentielle durant laquelle le réseau est réglé pour résoudre une tâche. Ce qui n'a pas empêché des systèmes neuronaux encore très simples de prouver leur potentiel. Le plus connu – *Net talk* – développé en 1985 aux USA, a appris à lire à haute voix une page dactylographiée, sans qu'on ne lui inculque de règles strictes de prononciation!

Personne ne prétend aujourd'hui que les réseaux de neurones remplaceront les ordinateurs. Mais il ne fait aucun doute que les deux systèmes collaboreront. En témoigne le regain d'activité qui règne dans les laboratoires depuis dix ans. Surtout aux USA et au Japon, où les grandes sociétés de télécommunications poussent la recherche à coup de millions, car elles entrevoient la possibilité d'utiliser les réseaux neuronaux pour venir à bout de problèmes sur lesquels bute l'informatique classique: déchiffrage de l'écriture manuscrite pour le tri automatique du courrier, reconnaissance d'objets pour la robotique industrielle, compréhension de la parole... Des tâches à la portée d'un enfant, mais pratiquement impossibles à résoudre avec le plus fort des supercalculateurs...

Cependant, il faut préciser que la plupart des réseaux de neurones créés à ce jour existent uniquement de façon virtuelle: les chercheurs les simulent sur des ordinateurs classiques. Le handicap qui entrave la réalisation de réseaux réels, c'est justement le très grand nombre de connexions nécessaires entre les neurones. Mille neurones artificiels (soit dix fois moins que le nombre de transistors d'un microprocesseur), tous reliés les uns avec les autres, représentent déjà un million de fils qu'il faut entrecroiser! La réalisation d'un tel circuit en microélectronique est un véritable casse-tête, car, en se chevauchant, les liaisons électriques interfèrent les unes avec les autres, nuisant aux performances de l'ensemble. D'où l'idée de recourir à la lumière pour jouer le rôle de messagers entre les neurones, puisque les rayons lumineux peuvent se côtoyer sans interférences.

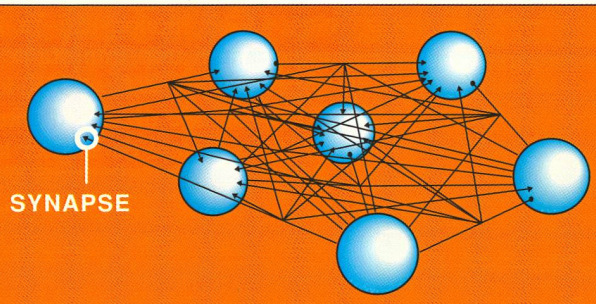
Si les scientifiques déploient en ce moment une grande activité pour l'*Optical Computing* (les ordinateurs optiques), rares sont encore les laboratoires qui ont essayé de fabriquer des réseaux neuronaux lumineux. Le groupe du Prof. René Dändliker, de l'Institut de microtechnique de l'Université de Neuchâtel, en fait partie.

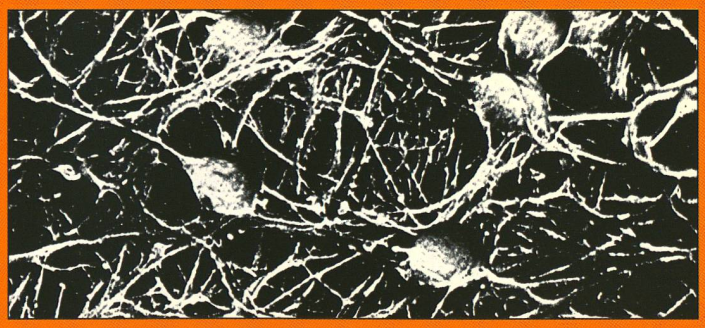
En observant le banc optique que ces ingénieurs ont réalisé, on a l'impression d'assister à une expérience classique de diffraction de la lumière. On y voit un alignement de laser, de lentilles et de photodétecteurs. Mais cet ensemble original est capable de travailler tout seul pour reconnaître, après quelques scintillements ultra-rapides, un caractère alphabétique (voir ci-dessous), même si le dessin de la lettre est un peu déformé. Un exercice classique qui permet d'évaluer les performances d'un réseau. Certes, ces 121 neurones optiques ne lisent pas encore Marcel Proust dans le texte! Mais l'ingénieur Ken Weible y songe, et développe actuellement son système pour qu'il puisse s'adonner à la lecture.

Pour réussir ce balbutiement technique, il a déjà fallu beaucoup d'imagination et de savoir-faire technologique. Les chercheurs ont notamment utilisé d'excellentes *valves optiques* – des portes constituées de cristaux liquides qui laissent passer ou non la lumière, développées en collaboration avec l'entreprise helvétique Asulab.

Dépasser le stade fondamental

Le réseau de neurones optiques réalisé à Neuchâtel reste au stade de la recherche fondamentale: il s'agit d'un ingénieux – mais volumineux – montage de laboratoire qui prouve que les Américains et les Japonais ne sont pas seuls à innover. Les chercheurs européens sont d'ailleurs toujours plus nombreux à fréquenter les congrès dédiés au sujet. Par contre, pour amener ce genre de dispositif à un stade de développement, il faudrait des équipements techniques et du personnel qualifié que notre pays ne possède pas. C'est d'ailleurs la frustration d'une grande partie de la recherche helvétique. Mais cela viendra peut-être: les Chambres fédérales doivent se prononcer sur un crédit de 192 millions de francs, pour financer des *programmes prioritaires* en optique, en microélectronique et en informatique. Restera alors à trouver de l'ambition industrielle qui, elle, ne s'achète pas.



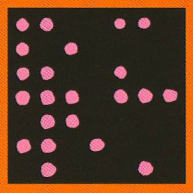


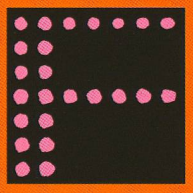
Tous liés, mais pas tous égaux

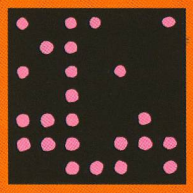
Un réseau de neurones est un ensemble de petites unités logiques fortement reliées les unes avec les autres. Tous les neurones reçoivent des messages de leurs voisins et en envoient. Chacun influence ainsi chacun, mais pas de la même façon. Apprendre à un réseau à accomplir une tâche consiste justement à régler l'importance de ces messages, autrement dit à donner plus ou moins de «poids» à la connexion (appelée *synapse*) qui relie deux neurones.
Cet exemple schématique, représente un tout petit réseau composé de seulement sept neurones. Il est comparé à de véritables neurones, comme on en trouve dans le cerveau.

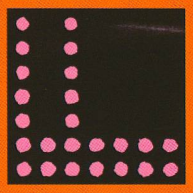
«L» comme Lumière

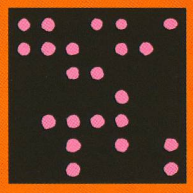
Un réseau de 49 neurones optiques (7x7), tous interconnectés, a été réglé pour reconnaître des caractères alphabétiques. Il est capable de converger vers la bonne solution, même lorsque les lettres qui lui sont présentées ne sont pas tout à fait exactes.

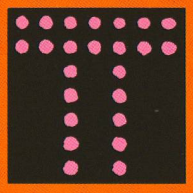

Lettre F déformée


Lettre F identifiée


Lettre L déformée


Lettre L identifiée


Lettre T déformée


Lettre T identifiée