



DRG

D'UNE FRONTIÈRE À L'AUTRE

L'on aimerait obtenir des futurs ordinateurs. Exemple: nos capacités visuelles, qui nous permettent, entre autres, de reconnaître sans effort les objets complexes d'une image. Dans le cerveau, le nombre de cellules (neurones) pour effectuer une telle

tâche est énorme. Chacune est relativement lente et loin d'être infaillible (risque d'erreur ou de panne). Enfin, le cerveau ne s'appuie sur aucune centralisation des opérations.

O. T.: On commence en outre à comprendre en détail comment sont atteintes de telles performances, notamment grâce aux travaux de l'Américain Tomaso Poggio (MIT). Celui-ci a construit des fonctions visuelles à partir du neurone, un peu à la manière dont on construit un processeur à partir du transistor. On imagine donc des systèmes composés d'un nombre énorme de composants très petits (des nanotubes par exemple), éventuellement très lents et susceptibles de défauts ou d'erreurs. Pour l'instant, Poggio assemble, «à la main» en quelque sorte,

Hugues Berry (à droite) est chercheur à l'Inria-Saclay-Ile-de-France (équipe Alchemy).

Biochimiste, il travaille sur la modélisation des cellules et son application à l'architecture des ordinateurs.

Olivier Temam (à gauche) est chercheur à l'Inria-Saclay-Ile-de-France (responsable de l'équipe Alchemy). **Informaticien, il est spécialiste de l'architecture des ordinateurs.**

Du réel à l'artificiel, et réciproquement: l'ordinateur du futur sera-t-il le fruit d'un astucieux mélange de l'un et de l'autre?

Pourquoi imaginer de nouvelles architectures d'ordinateurs?

Olivier Temam: L'une des questions, pour le futur, est celle de savoir comment augmenter la puissance des machines. La loi de Moore* n'a pas été démentie à ce jour. Une puce de taille inférieure au cm² contient actuellement plus d'un milliard de transistors et la densité des transistors devrait continuer à augmenter. Mais

Entretien avec Hugues Berry et Olivier Temam Alchimistes de l'informatique

il devient difficile d'exploiter cette miniaturisation, autrement dit d'augmenter la vitesse de fonctionnement des processeurs conventionnels (à un seul nœud de calcul), du fait des effets thermiques: plus la dimension des transistors diminue, plus leur vitesse de commutation peut être élevée et plus il y a dissipation d'énergie par unité de surface. C'est pourquoi des firmes comme Intel conçoivent désormais des processeurs multi-cœurs, c'est-à-dire équipés de plusieurs nœuds (unités de calcul) calculant en parallèle. Reste qu'à multiplier le nombre d'unités de calcul par processeur, nous risquons de rencontrer un nouvel obstacle, lié cette fois aux difficultés de programmation: il serait souvent difficile d'extraire un grand nombre de tâches qui puissent s'exécuter en parallèle. D'où notre volonté d'explorer d'autres paradigmes.

Vous cherchez donc des sources d'inspiration dans le vivant...

Hugues Berry: L'observation du monde vivant au niveau cellulaire révèle en effet l'existence de modes d'organisation très similaires à ce que

des modèles de neurones. Pour notre part, nous travaillons sur l'émergence de telles fonctions en partant d'un grand nombre de neurones, non structurés et obéissant seulement à quelques règles élémentaires et locales.

Un raisonnement similaire vaut-il pour d'autres systèmes cellulaires?

H. B.: Absolument. D'une part on peut s'inspirer des communications chimiques entre cellules. D'autre part, à l'intérieur même d'une cellule, donc à plus petite échelle, il existe des réseaux de régulation moléculaires aux propriétés intéressantes également (voir «De la cellule à la puce» p. 1).

O. T.: Nous menons en fait deux approches en parallèle. Nous travaillons sur de nouvelles architectures en nous inspirant des réseaux de cellules neuronales. Hugues, pour sa part, s'intéresse également à la possibilité d'utiliser les cellules comme hardware, en «programmant» les réseaux métaboliques et génétiques au sein même de ces cellules pour faire des calculs.

Propos recueillis par Dominique Chouchan

*La loi de Moore doit son nom à l'Américain Gordon Moore (cofondateur d'Intel) qui énonça que tous les 18 à 24 mois, la dimension des transistors serait divisée par deux, donc que leurs densité et vitesse de commutation doubleraient.