

Émergence de circuits neuromimétiques orientés sous l'effet de l'épissage associé à la plasticité synaptique à modulation temporelle relative (STDP)

Javier Iglesias

INFORGE – Institut d'Informatique et Organisation, Université de Lausanne
Laboratoire de Neurosciences Précliniques – INSERM U318, Université Grenoble 1

L'élagage massif des synapses après une croissance excessive est une phase normale de la maturation du cerveau des mammifères. L'élagage commence peu avant la naissance et est complété avant l'âge de la maturité sexuelle. Les facteurs déclenchants capables d'induire l'élagage des synapses pourraient être liés à des processus dynamiques qui dépendent de la temporalité relative des potentiels d'actions. La plasticité synaptique à modulation temporelle relative (STDP) correspond à un changement de la force synaptique basé sur l'ordre des décharges pré- et post-synaptiques. La relation entre l'efficacité synaptique et l'élagage des synapses suggère que les synapses les plus faibles pourraient être modifiées et retirées au moyen d'une règle "d'apprentissage" faisant intervenir une compétition. Cette règle de plasticité pourrait produire le renforcement des connections parmi les neurones qui appartiennent à une assemblée de cellules caractérisée par des motifs de décharge récurrents. A l'inverse, les connections qui ne sont pas activées de façon récurrente pourraient voir leur efficacité diminuée et être finalement éliminées.

Le but principal de notre travail est de déterminer s'il serait possible, et dans quelles conditions, que de telles assemblées de cellules émergent d'un réseau d'unités *integrate-and-fire* connectées aléatoirement et distribuées à la surface d'une grille bidimensionnelle recevant à la fois du bruit et des entrées organisées dans les dimensions temporelle et spatiale. L'originalité de notre étude tient dans la taille relativement grande du réseau, 10'000 unités, dans la durée des simulations, 1 million d'unités de temps (une unité de temps correspondant à une milliseconde), et dans l'utilisation d'une règle STDP originale compatible avec une implémentation matérielle.

Une première série d'expériences a été effectuée pour tester que la connectivité produite aléatoirement et que l'élagage dirigé par STDP ne produisaient pas de biais en absence de stimulation extérieure. Entre autres choses, un facteur d'échelle a pu être approximé pour compenser l'effet de la variation de la taille du réseau sur son activité. Les réseaux ont ensuite été stimulés avec des motifs spatiotemporels. L'analyse des connections se maintenant à la fin des simulations, ainsi que l'analyse des séries temporelles résultantes de l'activité des neurones, suggèrent que des circuits *feed-forward* émergent par l'élagage des réseaux initialement connectés au hasard.