

Principes de Transformations Sensorimotrices à l'aide de Neurones Sigma-Pi

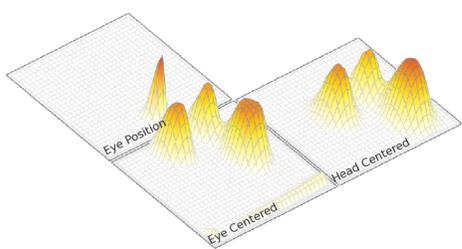
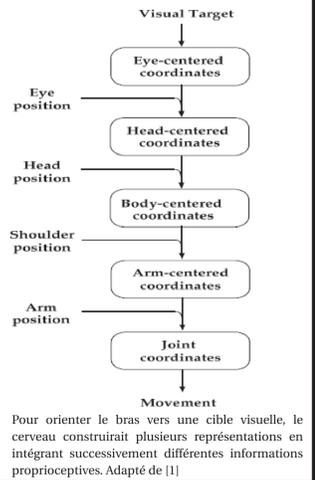
Jeremy Fix, LORIA, Vandoeuvre-lés-Nancy
Jeremy.Fix@Loria.fr

Position du problème :

Les modèles "classiques" de réseau de neurones visant à construire une représentation centrée sur la tête, à partir d'une représentation centrée sur l'oeil et de l'information de la position de l'oeil dans le globe oculaire passent en général par la construction d'une représentation intermédiaire dont les dimensions grandissent avec le carré des dimensions des cartes d'entrée ([1]).

Nous proposons d'utiliser des neurones sigma-pi ([2]) pour se passer d'une telle représentation, la transformation étant calculée directement grâce à la topologie des connexions.

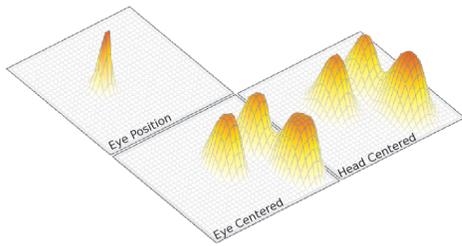
$$\tau \cdot \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = -u(x,t) + \sum_M w_M(x-x')u(x',t) + \sum_{i \in I} w_i \cdot \prod_{y \in M_i} u(y,t)$$



Mécanisme de base :

En représentant :

- l'entrée par un ensemble de bulles d'activités de profil gaussien centrées sur chaque stimulus visuel (Eye centered)
- la position de l'oeil par une bulle d'activité de profil gaussien centrée sur cette position (Eye Position)



Le mécanisme Sigma-Pi permettant de calculer la représentation centrée sur la tête se résume à un produit de convolution distribué. Chaque neurone de la carte Head centered met à jour son activité selon l'équation :

$$\tau \cdot \frac{\partial hc(x,t)}{\partial t} = -hc(x,t) + \sum_{y \in \mathbb{R}^2} ep(y,t) \cdot ec(x-y,t)$$

Extension : Domaine représenté et dimension des réseaux

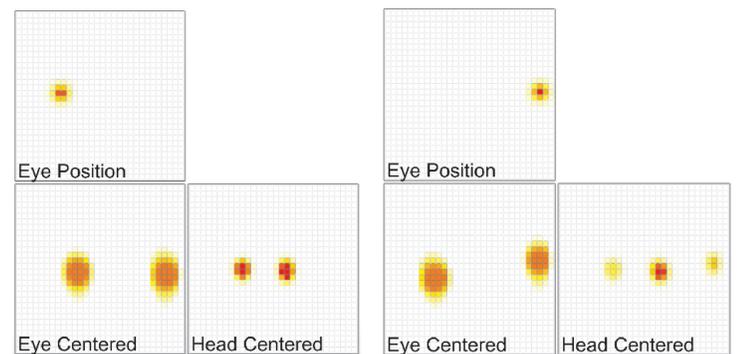
En modifiant légèrement l'équation précédente, il est possible de conserver les dimensions du support neuronal constant tout en augmentant l'espace représenté.

Soit EF le rapport entre le nombre de neurones alloués à la représentation et l'espace couvert (en degré) par un mouvement de l'oeil.

Soit HF le rapport entre le nombre de neurones alloués à la représentation et l'espace couvert (en degré) par un mouvement de la tête.

L'équation d'évolution des neurones de la représentation centrée sur la tête est alors :

$$\tau \cdot \frac{\partial hc(x,t)}{\partial t} = -hc(x,t) + \sum_{y \in \mathbb{R}^2} ep(y,t) \cdot ec\left(\frac{EF}{HF} \cdot x - y, t\right)$$



Conclusion

Nous avons proposé un mécanisme qui permet de construire une représentation centrée sur la tête en intégrant une représentation centrée sur l'oeil et la position de l'oeil.

Il serait intéressant d'étendre ce cas particulier de transformation sensorimotrice en le formalisant mathématiquement pour déterminer sous quelles hypothèses une transformation sensorimotrice peut être calculée à l'aide de neurones sigma-pi. Une application des neurones à la prédiction des conséquences sensorielles d'une saccade oculaire est proposé dans [3].

Références :

- [1] A. Pouget and T.J. Sejnowski. *Spatial transformations in the parietal cortex using basis functions*. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(2):222-237, 1997
- [2] D.E. Rumelhart, G.E. Hinton and J.L. McClelland. *A general framework for parallel distributed processing*. *Parallel Distributed Processing, Vol 1*, 45-76, 1986
- [3] J. Fix, J. Vitay, N.P. Rougier. *A Computational Model of Spatial Memory Anticipation during Visual Search*. *Third Workshop on Anticipatory Behavior in Adaptive Learning Systems, ABIALS (2006)*