

Declaración de propósitos

Luis Nicolás Luarte Rodríguez

1 Motivación I

El cómo buscamos objetos, información, recompensas, alimentos, etc. Ha sido lo que ha inspirado en mayor medida mi interés en la neurociencia. A lo largo de mi vida he sentido profunda intriga en cómo los humanos buscan en el espacio de posibilidades, para tomar una decisión, para evocar una memoria en particular o bien simplemente para organizar cualquier comportamiento relativamente complejo, esto es, sin tener de antemano consideradas todas las posibilidades y aún pese a eso tener un buen desempeño en múltiples tareas. Investigar sobre los mecanismos subyacentes a ese fenómeno ha sido increíblemente enriquecedor debido al fuerte componente interdisciplinar que subyace al campo. Esto me ha llevado a generar un profundo interés en seguir desarrollando carrera en neurociencia, ya que, creo, el lograr entender ese aparentemente simple mecanismo de decisión en condiciones de información incompleta, puede eventualmente, ser de gran utilidad para la comprensión tanto de procesos de memoria y aprendizaje como de ciertas patologías. Con la oportunidad del programa de Doctorado espero contribuir a la investigación del aprendizaje y memoria.

2 Background

Cómo parte de mi formación en el programa de Magíster en Neurociencias Social de la Universidad Diego Portales, investigue, cómo parte de un artículo de revisión, las raíces evolutivas de la búsqueda semántica (recuperación de memorias en tareas de evocación). Una de las principales conclusiones fue

que, aunque solo en grado tentativo, parece existir un mecanismo compartido entre la búsqueda semántica y el forrajeo ('foraging', el comportamiento de búsqueda de alimento), teniendo este último patrones relativamente marcados que se extienden a lo largo de miles de años, así cómo a través de múltiples especies. La posibilidad de que un mecanismo tan ubicuo, responsable del comportamiento motil en la búsqueda de alimentos, pueda estar relacionado por exaptación a un proceso fundamental de la memoria. Lo que abre una posibilidad de establecer un mapeo evolutivo al menos a este proceso de memoria.

3 Motivación II

Deseoso de aprender más sobre este posible vínculo entre forrajeo y memoria, me adentre en las principales áreas aledañas de conocimiento, tales como ecología, aprendizaje por reforzamiento ('reinforcement learning') y modelos computacionales. Por la alta carga de modelos estadísticos de las áreas mencionadas, me apunté para un programa de diplomado en ciencia de datos de la Universidad Católica de Chile. Además de este programa he realizado aprendizaje autónomo en cursos en línea, con el fin de contar con todas las herramientas técnicas que son demandadas para el área.

4 Motivación III (investigación)

Adicional los programas mencionados anteriormente, desde julio del año 2018, me encuentro participando como investigador en un proyecto FONDECYT conjunto entre la escuela de Arquitectura y Psicología de la Universidad Diego Portales. El tema central de esta investigación es el estudio de la percepción de peatones en diferentes ambientes urbanos. Si bien, el tema no está relacionado directamente con el área de interés, mi rol ha consistido en utilización de técnicas de visión de máquina ('machine vision') y procesamiento de datos tanto para 'Eye-tracker' cómo para análisis de frecuencia de objetos. Lo anterior, adicionado, a el aprendizaje de diversos lenguajes de programación (MATLAB, Python, R, Bash) me ha permitido desarrollar

herramientas que son útiles en la investigación en general cómo específicamente para el área de mi interés.

5 Formulación tópico de interés

5.1 Introducción

Mi tópico de interés reside en el estudio de la memoria, específicamente la búsqueda semántica. Las memorias semánticas han sido pensadas, teóricamente, cómo elementos pertenecientes a cierto 'espacio' que correlaciona con la similitud en significado (Lund 1996). Así se ha propuesto una 'distancia' entre los distintos contenidos semánticos (Montez 2015), considerando aquello es esperable que a lo largo de la evolución se hayan generado estrategias para acceder, de manera útil e eficiente, a dichos contenidos. Las estrategias de búsqueda para acceder a los contenidos semánticos han sido relacionadas a aquellas del forrajeo (Hills 2015, 2008, 2006, 2009, Abbott 2015). Más aún, se ha propuesto que dichos contenidos se agrupan en 'parches' (Abbot 2015), y que la búsqueda a través de ellos puede ser descrita por caminatas aleatorias (Hills 2015), a la vez que siguen comportamiento basados en reglas similares a los del forrajeo (Davelaar 2015)

Dado que la búsqueda semántica es un comportamiento orientado a objetivos, se puede conceptualizar cómo un comportamiento orientado a la obtención de recompensas en un espacio de múltiples posibilidades. Por lo anterior, puede ser estudiado desde el dilema de exploración-explotación, dilema extensamente estudiado en la tarea 'n-armed bandit' (Macready 1998, Vermorel 2005). Ha sido propuesto que los 'algoritmos' utilizados en el forrajeo, pueden proveer de soluciones óptimas para dicho dilema (Viswanathan, Bartumeus 2005), lo cuál aplicaria, igualmente, para estrategias en espacios semánticos (Abbot 2015, Montez 2015). De esta manera se puede observar una conexión entre un mecanismo evolutivamente antiguo (forrajeo) y el proceso de acceso en la memoria. Lo cuál permitiría un enfoque evolutivo comprensivo al estudio de la memoria.

5.2 Relevancia

El cómo se realiza la búsqueda en espacios semánticos es de fundamental importancia, ya que es un espacio que está en activa búsqueda durante la comprensión y producción de lenguaje, entre otras (<https://doi.org/10.1111/cogs.12249>), por lo mismo el alcance de su importancia para casi cualquier actividad cognitiva es de gran tamaño, pudiendo afectar de manera importante el comportamiento ante múltiples y diferentes tareas.

6 Objetivos a corto plazo

Uno de los principales tópicos de discusión en el área de búsqueda semántica es la organización y el tipo de las relaciones que conforman el espacio semántico (Lund & Burgess 1996). Uno de los primeros objetivos de investigación sería poder generar configuraciones experimentales que permitiesen determinar, principalmente, (a) efecto del contexto en las relaciones entre contenidos semánticos (Schiller et al., 2015) y (b) si el tipo de búsqueda es más verosímil para contenidos encadenados de manera asociativa o categórica (Hills et al., 2012).

Cómo segundo objetivo a corto plazo, de manera experimental, ajustar modelos en tareas de evocación de memoria, a modo de sugerir posibles mecanismos generadores del comportamiento de búsqueda semántica. Los modelos más relevantes son (a) aquellos basados en reglas (Charnov, 1976), (b) modelos aleatorios simples (Thompson and Kello, 2014) y (c) modelos aleatorios complejos como discutido en (Benhamou, 2007)

7 Objetivos a largo plazo

7.1 Hipótesis sobre mecanismos subyacentes

Los objetivos a corto plazo están relacionados, principalmente, con estudio de comportamiento e inferencia de posibles mecanismos generadores. Por otra parte, los objetivos a largo plazo buscarían conectar dichos modelos a sus estructuras cerebrales (u otras) subyacentes. Uno de los candidatos parece

ser el 'Locus coeruleus' (Kane et al., 2017), corteza medial pre-frontal ventromedial (Kolling et al., 2012), corteza cingulada anterior (Shenhav et al., 2014), entre otras. Si bien la función del 'Locus coeruleus' es extendida en el sistema de arousal, se observa evidencia de participación significativa en comportamiento de exploración-explotación relacionados al forrajeo (Aston-Jones and Cohen, 2005), además la relativa facilidad en medición, en conjunto con otras técnicas como electro-encefalograma, ha permitido encontrar relación entre este y el forrajeo en situaciones experimentales (Slanzi et al., 2017).

7.2 Vinculación con mecanismos de búsqueda en espacios naturales

Finalmente, cómo objetivo a mayor largo plazo, y sólo a nivel exploratorio, vincular las estructuras subyacentes a búsqueda semántica y forrajeo con sus raíces evolutivas. De esta manera generalizando la función de dichas estructuras al comportamiento orientado a objetivos (Hills, 2006)

8 Compromiso

8.1 Disposición de investigación, demostrar comportamiento pasado

8.2 Disposición a aprendizaje autonomo detallando técnicas a aprender

References

- Aston-Jones, G. and Cohen, J. D. (2005). Adaptive gain and the role of the locus coeruleus–norepinephrine system in optimal performance. *Journal of Comparative Neurology*, 493(1):99–110.
- Benhamou, S. (2007). How Many Animals Really Do the Lévy Walk? *Ecology*, 88(8):1962–1969.

- Charnov, E. L. (1976). Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology*, 9(2):129–136.
- Hills, T. T. (2006). Animal Foraging and the Evolution of Goal-Directed Cognition. *Cognitive Science*, 30(1):3–41.
- Hills, T. T., Jones, M. N., and Todd, P. M. (2012). Optimal foraging in semantic memory. *Psychological Review*, 119(2):431–440.
- Kane, G. A., Vazey, E. M., Wilson, R. C., Shenhav, A., Daw, N. D., Aston-Jones, G., and Cohen, J. D. (2017). Increased locus coeruleus tonic activity causes disengagement from a patch-foraging task. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 17(6):1073–1083.
- Kolling, N., Behrens, T. E. J., Mars, R. B., and Rushworth, M. F. S. (2012). Neural Mechanisms of Foraging. *Science*, 336(6077):95–98.
- Schiller, D., Eichenbaum, H., Buffalo, E. A., Davachi, L., Foster, D. J., Leutgeb, S., and Ranganath, C. (2015). Memory and Space: Towards an Understanding of the Cognitive Map. *Journal of Neuroscience*, 35(41):13904–13911.
- Shenhav, A., Straccia, M. A., Cohen, J. D., and Botvinick, M. M. (2014). Anterior cingulate engagement in a foraging context reflects choice difficulty, not foraging value. *Nature Neuroscience*, 17(9):1249–1254.
- Slanzi, G., Balazs, J. A., and Velásquez, J. D. (2017). Combining eye tracking, pupil dilation and EEG analysis for predicting web users click intention. *Information Fusion*, 35:51–57.
- Thompson, G. W. and Kello, C. T. (2014). Walking across Wikipedia: A scale-free network model of semantic memory retrieval. *Frontiers in Psychology*, 5.