

Modelling the Collective Building of Complex Architectures in Social Insects with Lattice Swarms

David Gómez Ortiz

8 de diciembre de 2022

1. Resumen

Para el trabajo final de la asignatura de Multy-Agent Systems he decidido seguir la segunda propuesta de trabajo final, relacionada con la construcción autónoma de estructuras por sistemas multiagente. La base del trabajo consiste en implementar un sistema multiagente que cuente con las capacidades de construcción distribuida propuestas por Bonabeau y Theraulaz.

Una vez se ha obtenido un sistema que cumpla con estas capacidades, se propone implementar alguno de los análisis y comportamientos descritos en el artículo. Estos análisis o comportamientos son los siguientes:

- Aplicar las reglas de construcción de forma estocástica, de forma que con la configuración adecuada no siempre se coloque un bloque de construcción y posiblemente que se puedan colocar bloques de construcción sin contar con la configuración apropiada con una baja probabilidad.
- El uso de varios sets de reglas a utilizar en cada fase de construcción. Sería necesario entonces evitar la superposición de configuraciones.
- Los conjuntos de reglas están jerarquizados. Se pueden explorar otras organizaciones de los conjuntos, tal vez con bucles, que den lugar a otro tipo de arquitecturas.

2. Herramientas y recursos

2.1. Plataforma de desarrollo

Mis dos principales opciones para el desarrollo del proyecto son dos:

1. Python: El lenguaje de Python me permite definir las reglas y simular las producciones de estas mediante agentes que recorran

virtualmente un espacio 3D. Una vez finalizada la ejecución, con los datos del espacio 3D y las acciones realizadas por los agentes podría visualizar el resultado final mediante el uso de librerías como Matplotlib, numpy-stl, pymesh o SolidPython.

2. Unity3D: Unity es un motor gráfico en el que se pueden desarrollar animaciones, videojuegos e incluso simulaciones. Tiene implementados motores físicos y cuenta con una comunidad llena de proyectos. Para programar en Unity el lenguaje utilizado es C#, que es un lenguaje veloz aunque sintácticamente más complejo que Unity.

Para el desarrollo de este trabajo se pretende utilizar Unity ya que es más sencillo visualizar a tiempo real las modificaciones en el espacio 3D. Además, Unity cuenta con una Asset Store con materiales como modelos 3D e implementaciones de código que pueden facilitar la implementación y hacer el sistema más interactivo.

2.2. Referencias bibliográficas

La base del proyecto parte del artículo recomendado sobre el que se construye la propuesta (véase [1]). Otras referencias bibliográficas utilizadas ([2], [3]) son aquellas relacionadas con la construcción de sistemas multiagentes para la tarea de construcción mediante algoritmos estigméricos, en los cuales la comunicación entre agentes se realiza únicamente a través del entorno. En [4] se estudia la relación entre el conjunto de reglas y la formación de arquitecturas, de forma que ayude a entender la construcción de conjuntos de normas para la formación de arquitecturas coherentes. Otros trabajos [5] son de ayuda para la implementación del sistema.

3. Estructura del trabajo

Para la realización del trabajo primero se implementará en Unity un sistema multiagente para la tarea de la construcción mediante algoritmos estigéricos.

Una vez completada la implementación se buscará establecer reglas de construcción estocásticas y realizar una serie de experimentos para observar las arquitecturas emergentes.

Referencias

- [1] Guy Theraulaz and Eric Bonabeau. Modelling the collective building of complex architectures in social insects with lattice swarms. *Journal of Theoretical Biology*, 177(4):381–400, 1995.
- [2] Justin Werfel. *Collective Construction with Robot Swarms*, pages 115–140. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2012.
- [3] Henry Zapata, Niriaska Perozo, Wilfredo Angulo, and Joyne Contreras. A hybrid swarm algorithm for collective construction of 3d structures. *International Journal of Artificial Intelligence*, 18:1–18, 02 2020.
- [4] Justin Werfel, Kirstin Petersen, and Radhika Nagpal. Designing collective behavior in a termite-inspired robot construction team. *Science*, 343(6172):754–758, 2014.
- [5] Teshan Liyanage and Subha Fernando. Optimizing robotic swarm based construction tasks. In *2021 7th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)*, pages 89–92, 2021.