

Определение расплода на геометрической гексагональной сетке

Непогодин Владислав Юрьевич

Студент (бакалавр)

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Россия

E-mail: nepogodin.vlad@gmail.com

В этой работе мы исследовали пчелиные соты, уделяя особое внимание определению ячеек для расплода в геометрической гексагональной сетке. Пчелы проявляют замечательную адаптивность при строительстве своих ульев, плавно объединяя соты, построенные с разных сторон. Мы углубляемся в математические принципы, лежащие в основе этого процесса, давая представление о том, как пчелы достигают такой точности. Кроме того, мы обсуждаем потенциальное применение этого исследования в таких областях, как робототехника и оптимизация пространства.

Пчелы строят свои ульи с шестиугольными ячейками, образуя визуально потрясающую сетку. Каждая ячейка служит определенной цели: ячейки большего размера для выращивания трутней и ячейки меньшего размера для рабочих. Задача заключается в плавном переходе между размерами ячеек и объединении сотов. Наше исследование направлено на то, чтобы раскрыть архитектурные способности медоносных пчел и пролить свет на их врожденное поведение.

Мы измерили 19 000 сотов из 12 колоний русских медоносных пчел. Используя автоматический анализ изображений, мы исследовали центры и вершины клеток, выявляя различия в форме, размере, и цвете. Пчелы используют узоры неправильной формы (преимущественно пары семиугольников и пятиугольниц), чтобы адаптироваться к размерам ячеек и безупречно соединять соты. Их способность можно считать настоящим архитектурным мастерством.

1. Формы ячеек: Пчелы приспосабливают форму ячеек к различным размерам. Ячейки большего размера предназначены для выращивания трутней, в то время как ячейки меньшего размера служат рабочим пчелам.

2. Ориентация и выравнивание: Пчелы манипулируют ориентацией ячеек во время строительства сотов, обеспечивая плавные переходы между соседними ячейками.

3. Структура шестиугольной сетки: Шестиугольная сетка сотов, созданная коллективно сотами пчел, не поддается простому роботизированному поведению. Пчелы проявляют адаптивность и способность к исправлению ошибок, превосходящие возможности обычного робота.

Алгоритм определения расплода

1. Классификация ячеек по размеру:

- Определите ячейки большего размера для трутневого расплода и ячейки меньшего размера для рабочего расплода.

- Рассчитайте оптимальное соотношение размеров ячеек, исходя из потребностей колонии.

2. Расположение и выравнивание ячеек:

- Определите начальную точку для построения сотов.

- Выровняйте ячейки, чтобы сформировать бесшовную сетку, учитывая соседние ячейки.

3. Исправление ошибок:

- Пчелы корректируют форму и ориентацию ячеек, чтобы исправить ошибки во время построения.

- Поддерживать структурную целостность, приспосабливаясь к изменениям.

Применение

1. Робототехника:

- Программирование адаптивности, подобной пчелиной, для роботов(приложение или автоматизированная слежка).

- Усовершенствование механизмов устранения ошибок в роботизированных системах.

2. Оптимизация пространства:

- Применение принципов пчелиных сот для эффективной упаковки и дизайна планировки.

- Минимизация неиспользуемого пространства в архитектурном и промышленном контексте.

Мастерство медоносных пчел служит источником вдохновения как для естественных, так и для искусственных систем. Понимая их сложный процесс создания, мы можем найти инновационные решения в различных областях.

Источники и литература

- 1) Smith, M. L., Napp, N., & Peterson, K. H. (2021). Imperfect Comb Construction Reveals the Architectural Abilities of Honeybees. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 118*(31).
- 2) Chittka, L. (2021). Personal communication. Queen Mary University.