

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФАСЕТОЧНОГО ЗРЕНИЯ РОБОТА

Красюкова Ю. И, магистрант

Южный Университет ИУБиП, гр. ИМ-101

e-mail:krasukova84@mail.ru

**Аннотация:** В данной статье рассматривается важность, актуальность и практическая востребованность изобретений, основанных на принципах сложного зрения насекомых. В статье проведен сравнительный анализ бинокулярного и фасеточного зрения, и выделены основные признаки сложного глаза насекомого, представляющие интерес для изучения и применения в оптико-электронных системах. Во второй части статьи приведены практические примеры применения изобретений, в основе которых лежит принцип фасеточного устройства глаза для робота.

**Ключевые слова:** фасеточное зрение, панорамная камера, фасетный глаз насекомого, панорамное зрение робота, панорамная камера

## DEVELOPMENT OF A DECISION MAKING MODEL BASED ON ROBOT FACET VISION

Krasyukova Yu. I

**Abstract:** This article examines the importance, relevance and practical relevance of inventions based on the principles of complex insect vision. The article provides a comparative analysis of binocular and facet vision, and highlights the main features of the complex eye of an insect that are of interest for study and application in optoelectronic systems. In the second part of the article, practical examples of the application of inventions, which are based on the principle of a faceted eye device for a robot, are given.

**Keywords:** Faceted vision, panoramic camera, insect faceted eye, panoramic robot vision, panoramic camera

### Введение

Большинство современных оптических приборов, таких, как фотоаппараты и «видеокамеры, сделаны по подобию бинокулярного (человеческого) глаза. Свет, попадающий на линзу, фокусируется на поверхности светочувствительной матрицы, которая состоит из миллиона рецепторов. Чем больше фоторецепторов, тем большим расширением обладает оптическая система

Интересная особенность таких аппаратов состоит в том, что изображение первоначально перевернуто (как и в человеческом глазу) и только потом, в процессе обработки воспроизводится таким, как должно быть» [1]. Бинокулярное зрение позволяет воспринимать объем предметов, их мелкие детали, оценивать расстояние до объекта и их расположение относительно друг друга. Однако, угол обзора человеческого глаза ограничивается 45 градусами.

Но в природе существует и другой тип зрения – фасеточный. «Фасеточные глаза – основной парный орган зрения насекомых имеющий сложное строение. По виду фасеточный глаз напоминает корзинку спелого подсолнуха: он состоит из набора мелких структурных единиц (омматидиев) – автономных приемников светового излучения, имеющих все необходимое для формирования изображения»[1], а форма роговичной линзы похожа на выпуклый шестигранник (фасетку). Размеры фасетки обычно лежат в пределах от 5 до 50 мкм.

Фасеточное зрение «характеризуется плохим различением мелких деталей, но хорошей способностью различать частое мигание света – до 250-300 Гц, в то время как зрение человека различает всего 50 Гц. Количество омматидиев варьируется от 100 до 30 тысяч. Например, у рабочего муравья - около 100, у комнатной мухи - около 4000, у рабочей пчелы - 5000, у бабочек - до 17000, у стрекоз - до 30000»[2].

Основная и самая главная особенность фасеточных глаз – это большое угловое поле (угол обзора может достигать до 360 градусов). «Благодаря устройству глаз в виде двух полусфер с большим количеством омматидиев позволяет насекомым видеть предметы и окружающее пространство со всех сторон, не поворачивая головы. Фасеточный глаз способен быстро обнаруживать движение, так как его временная инерционность в 15 раз меньше, чем у глаза человека.

Из достоинств, следует отметить однородность чувствительности, большую глубину изображаемого пространства, чувствительность к поляризации и поразительную миниатюрность фасеточных глаз.

Изображение, воспринимаемое фасеточным глазом похоже на мозаику, где каждый элемент воспринимается одной структурной единицей глаза, а вместе они воссоздают общую картинку»[3].

### **Фасеточное зрение – перспективное направление в научных разработках**

«При решении ряда научных и практических задач возникает необходимость обзора пространства в широкой кольцевой зоне. В основу [4] научных изобретений и легли исследования в области фасеточного зрения насекомых.

Составные глаза насекомых обладают локальными сенсорными адаптационными механизмами, способными компенсировать большие изменения интенсивности света прямо на уровне фоторецепторов, и они обволакивают высоко распределенные нейронные схемы, обеспечивая быструю и маломощную интегрированную обработку сигналов, минимизируя при этом общий размер головы насекомого. Искусственный составной глаз, обладающий всеми этими свойствами, представлял бы собой идеальный миниатюрный датчик для многих ситуаций, в которых требуется быстрое обнаружение движения.

С точки зрения технической реализации наиболее проста аппозиционная модель (рис.1а). Ее можно представить как сопряженные матрицы микролинз и фоторецепторов, воспринимающих поток излучения данного направления (рис.1б).

Гексагональный растр, в отличие от привычного нам квадратного, позволит получить ряд преимуществ:

Рассмотрим способы построения линий в прямоугольном и гексагональном растре.

Построение диагональной линии в квадратном растре осуществляется двумя способами:

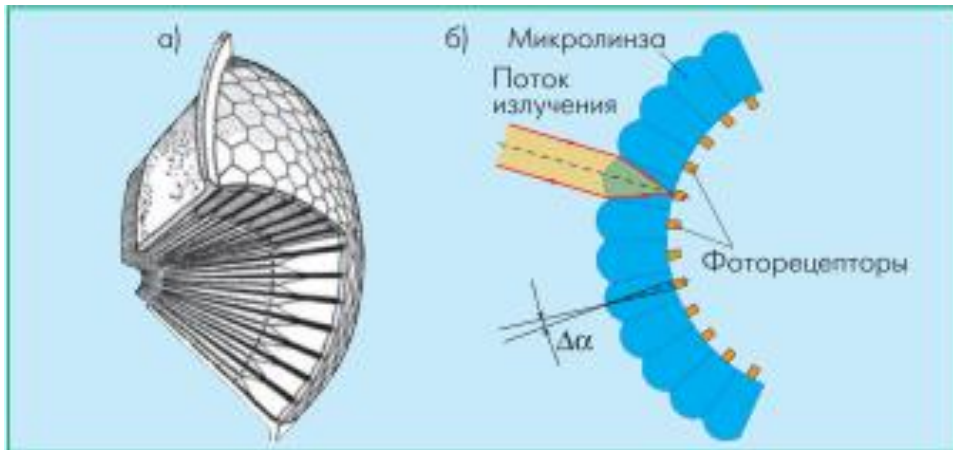


Рисунок 1 – Структура фасеточного глаза

- Восьмисвязная линия (рис.2а). Недостаток – диагональ получается слишком тонкая.

Четырехсвязная линия (рис.2б). Недостаток – диагональ получается слишком толстая.

В гексагональном растре – шестисвязные линии. Дисперсия ширины линии значительно меньше, чем в растре с квадратными пикселями, а значит, они более стабильны по ширине

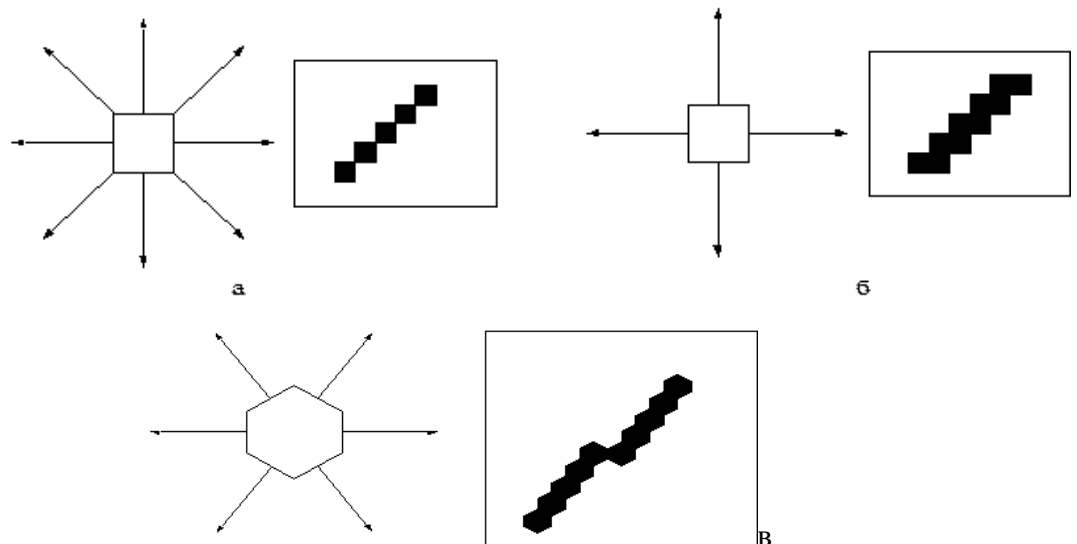


Рисунок 2. Связности линий

Математически и экспериментально доказано[6-9], что гексагональный растр лучше и качество изображения будет более приближено к оригиналу в сравнении с классическим (квадратным) растром.

Таким образом, гексагональное заполнение пространства (например, при прорисовке карты местности), также будет иметь ряд преимуществ по сравнению с прямоугольным – шестиугольниками можно заполнить плоскость и расстояния между соседними гексагонами будут равны между собой. При использовании квадратных растров движение по диагонали не будет равно движению в стороны, поэтому часто движение ограничивается только четырьмя направлениями.

### Список использованной литературы

1. Сергеев А.В., Благодарский А.С. Насекомые и бионика: загадки зрительного аппарата. «Природа» №1, С.22-27. – URL: <http://integral-russia.ru/2016/05/29/nasekomye-i-bionika-zagadki-zritel'nogo-apparata> (Дата обращения 09.04.2021)
2. Белов М., Золотов О., Малыкина Л. Управление инфокоммуникационной системой передачи данных на базе нейронных сетей // Компоненты и технологии. – 2013. – № 11. – С.166-168.
3. Franceschini N, Ruffier F, Serres J (2007) A bio-inspired flying robot sheds light on insect piloting abilities. *Curr Biol* 17(4):329–335.
4. Duparré J, Dannberg P, Schreiber P, Bräuer A, Tünnermann A (2005) Thin compoundeye camera. *Appl Opt* 44(15):2949–2956.
5. Соломатин В.А. Устройство для определения азимута светоизлучающих объектов. Авт.св. СССР № 4689468/22 от 05.05.89.
6. Гвоздев Д.С., Храмов В.В., Ковалев С.М., Голубенко Е.В. Прикладные методы идентификации в автоматизированных системах на транспорте. – Ростов-на-Дону, 2015. – 186 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27492569> (Дата обращения 09.04.2021).
7. Майоров В.Д., Храмов В.В. Эвристические способы контурного кодирования моделей информационных объектов в системе технического зрения робота // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2014. – № 1 (53). – С. 62-69. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21391925> (Дата обращения 09.04.2021).
8. Храмов В.В. Генерация моделей объектов интеллектуального пространства. теория и использование для управления сложными системами // Управление в социальных, экономических и технических системах Труды межреспубликанской научной конференции. – 2000. – С. 67-68. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32737843> (Дата обращения 09.04.2021).
9. Храмов В.В., Гвоздев Д.С. Интеллектуальные информационные системы: интеллектуальный анализ данных: учебное пособие. – Ростов-на-Дону, 2012. – 98 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32762296> (Дата обращения 09.04.2021).
10. Храмов В.В. Моделирование на ЭВМ. – М.: МО РФ, 1992. – 98 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34870614> (Дата обращения 09.04.2021).
11. Гвоздев Д.С., Линденбаум М.Д., Храмов В.В., Ковалев С.М. Гибридная модель идентификации подвижных единиц железнодорожного транспорта // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2013. – № 2(50). – С. 92-98. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19020846> (Дата обращения 09.04.2021).