

УДК 004.9

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФАСЕТОЧНОГО ЗРЕНИЯ РОБОТА

Красюкова Ю.И.

Студентка 1 курса магистратуры ЧОУ ВО ЮУ (ИУБиП)

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, сферическое зрение

RESEARCH OF A DECISION-MAKING MODEL BASED ON FACED VISION OF A ROBOT

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 use 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, spherical vision.

Введение

Уже более ста лет ученые бьются над тем, чтобы изучить, понять, «победить и приручить» природу. Сейчас большинство роботов в качестве источника зрения используют камеры, созданные по аналогии с человеческим глазом. Но расширение углового поля – задача, находящаяся постоянно в центре внимания. Интерес к панорамному обзору сподвиг ученых на создание высококачественных широкоугольных и сверхширокоугольных объективов, с угловым полем, достигающим 180 градусов. Однако задача обзора пространства на 360 градусов остается актуальной и на сегодняшний день.

Фасеточное зрение: определение и отличительные признаки, представляющие интерес для научных разработок в сфере оптико-электронных систем.

Человеческий глаз – одно из самых удивительных и сложных систем. Открытия, сделанные на основе исследований бинокулярного зрения, совершили переворот во многих отраслях науки, экономики, образовании. Фото и видеокамера, микроскоп, телескоп – все это прототипы человеческого глаза, адаптированные под конкретные нужды и задачи. Несомненным достоинством бинокулярного зрения является возможность воспринимать объем предметов, различать мелкие детали, оценивать расстояние до объекта и расположение объектов относительно друг друга. Однако угол обзора человеческого глаза ограничивается 45 градусами.

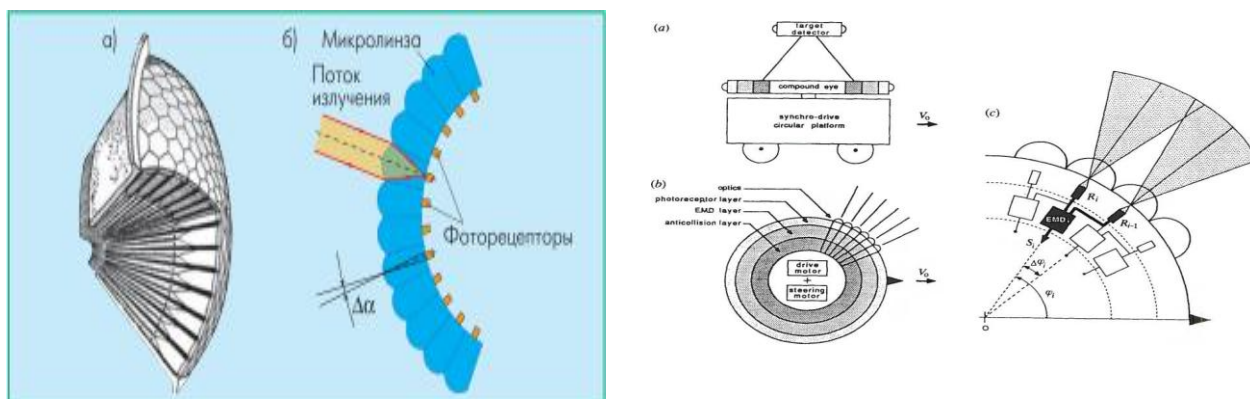
Но в природе существует и другой тип зрения – фасеточный. Такой тип глаз развит у некоторых видов насекомых (стрекоза, муха, муравей). Фасеточное зрение обладает плохим различением мелких деталей, малой остротой зрения и слабой способностью различать формы предмета, но способно при этом быстро обнаруживать движение и хорошо улавливать мигания света (до 250 Гц, в сравнении с человеческим глазом, который различает всего 50 Гц). Из достоинств также следует отметить однородность чувствительности, большую глубину изображаемого пространства, чувствительность к поляризации и поразительную миниатюрность фасеточных глаз.



Рис.1 – Зрение насекомых

Но, основная и главная особенность – это большое угловое поле (угол обзора может достигать до 360 градусов). Достигается это за счет своеобразного строения глаза. Фасеточный глаз выглядит как набор ячеек шестиугольной формы (фасеток). Каждая такая ячейка имеет свою функциональную единицу (омматидий), способную изолированно воспроизводить попавшее в поле зрения изображение. Таким образом, изображение, получаемое фасеточным глазом похоже на мозаику, где каждый элемент воспринимается одной структурной единицей глаза, а вместе они воссоздают общую картинку (рис.1). Количество омматидиев в одном глазу может варьироваться от 100 до 30 тысяч.

Все эти особенности фасеточного зрения и привлекли внимание ученых. Впервые люди смогли посмотреть на мир глазами насекомого еще в 1918 году. Австрийский физиолог Зигмунд Экснер доказал наличие необычного мозаичного зрения у насекомых. Так появилась классическая теория о том, что сложный глаз способен различить два источника света только если идущие от них лучи попадают на два соседних омматидия и только при условии, что свет распространяется практически параллельно оси омматидия. Позднее были проведены эксперименты, которые доказали, что сектор обзора каждого омматидия составляет около 20-30 градусов, а угол идущих двух лучей, которые омматидий способен различить составляет $1/3$ градуса относительно друг друга. Это означает, что каждый омматидий «видит» какое-то изображение, а не просто отличает свет от темноты. Искусственный составной глаз, обладающий всеми этими свойствами, представлял бы собой идеальный миниатюрный датчик для многих ситуаций, в которых требуется быстрое обнаружение движения, а также возможность наблюдения пространства в широкой кольцевой зоне. В основу научных изобретений и легли исследования в области фасеточного зрения насекомых.



а б

Рис.2 – Особенности реализации фасеточного зрения

С точки зрения технической реализации аппозиционная модель глаза наиболее проста (рис.2а). Ее можно представить как сопряженные матрицы микролинз и фоторецепторов [1-3], воспринимающих поток излучения данного направления (рис.2б).

Одними из первых в этой области были американские ученые, которые в 1989 году создали мобильный робот, оснащенный панорамным составным глазом, отвечающим за предотвращение столкновений. Составной глаз основан на параллельных и аналоговых схемах обработки и напоминает ганглии насекомых (рис 3).

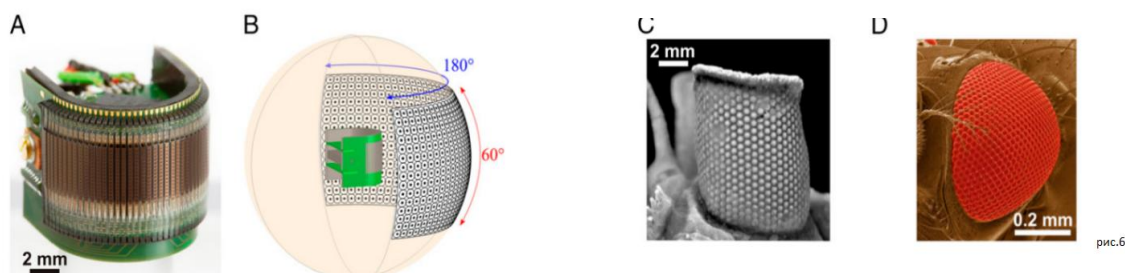


рис.б

Рис.3 – Схема глаза насекомых

Но настоящий прорыв совершила команда швейцарских ученых из Федеральной политехнической школы Лозанны (EPFL) в 2009 году. Искусственный глаз, который ученые назвали [CurvACE](#) (CURVed Artificial Compound Eyes), состоит из 630 «омматидиев», каждый из которых представляет собой светочувствительный элемент и микролинзу, фокусирующую на него узкий пучок света. Такая форма продиктована

технологией изготовления — светочувствительные элементы формируются на твердом кристалле, который затем разрезается на узкие полоски [4]. Глаз имеет объем всего 2,2 кубических сантиметра и весит 1,75 грамма. При промышленном производстве современный уровень техники позволит уменьшить его размеры как минимум вдвое. Основное назначение глаза — системы визуальной навигации для роботов. Глаз обладает высокой чувствительностью и динамическим диапазоном — каждый омматидий может индивидуально приспособливаться к уровню освещенности. Следующим шагом стала [5] панорамная камера с обзором 360 градусов, позволяющая трансформировать изображение в формат 3D, не искажая его.

Стремительное развитие технологий позволило ученым из университета Иллинойса [6] создать «гибкую» камеру на 180 градусов. Камера состоит из 180 крошечных линз, у каждой из которых есть свой собственный датчик. Это позволяет каждой микрокамере действовать автономно.

В Японии разработаны миниатюрные фасеточные линзы, позволяющие создать фотокамеры размером и толщиной не более 2 мм [7,8]. Оснащение мобильных телефонов, такими камерами выводит их на новый технологический уровень.

Фасеточная линза может использоваться не только в сфере видео наблюдения, но и в медицине. В 2008 году российский ученый Ермошин А.Ф. разработал фасеточную линзу с направленным призматическим действием. Технический результат — уменьшение толщины и веса очковых линз, оптимизация работы зрительного аппарата за счет однонаправленного призматического эффекта. Технически фасеточные линзы с ячейками, несущими в себе характеристики одинаковых участков четвертой сферической линзы, могут изготавливаться наборным способом, что представляется более перспективным с точки зрения технологии. Данное изобретение может быть использовано в офтальмологии и решать проблемы центрирования оптических центров линз в диоптрийных очках

относительно осей зрения человека или решать проблемы толщины и веса линз диоптрийных очков.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что изучение фасеточного зрения насекомых является перспективным направлением для развития научных технологий в сфере оптико-электронных систем.

Если рассмотреть пользователя сферической камеры (это может быть человек или робот) в качестве «проводника» между прошлым событием (то, что находится за спиной) и будущим событием (то, что он видит впереди себя), то применение таких устройств может выйти далеко за пределы обычного видеонаблюдения.

Сфера применения такого комплексного подхода обработки получаемых изображений может оказаться полезной при тушении лесных пожаров, устранении экологических катастроф, в морской и воздушной навигации, а также в медицине, для проведения сложных операций.

Как показывает практика, за последние 10 лет ученые сделали большой прорыв, но исследования продолжаются и возможно очень скоро человечество сможет разгадать очередную загадку природы и сделать ее частью роботизированных систем, так плотно и необратимо вошедших в жизнь современного человека.

Список использованных источников

1. Land MF, Nilsson D-E (2002) Animal Eyes (Oxford Univ Press, Oxford).
2. Kirschfeld K (1976) The resolution of lens and compound eyes. Neural Principles in Vision, eds Zettler F, Weiler R (Springer, Berlin), pp 354–370.
3. Laughlin SB (1989) The role of sensory adaptation in the retina. J Exp Biol 146(1): 39–62.
4. Gu Y, Oberwinkler J, Postma M, Hardie RC (2005) Mechanisms of light adaptation in Drosophila photoreceptors. Curr Biol 15(13):1228–1234.
5. Акперов Г.И., Алекперов И.Д., Храмов В.В. Интеллектуальные информационные системы в эпоху цифровой экономики: учебное пособие. – Ростов-на-Дону, 2020.
6. 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://elibrary.ru/item.asp?id=21391925](https://elibrary.ru/item.asp?id=21391925).
7. Храмов В.В. Интеллектуальные информационные системы: Тестовые задания по дисциплине – Ростов-на-Дону, 2016. – 108 с. – [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32726872](https://elibrary.ru/item.asp?id=32726872)

8. Ермошин А.Ф. Способ первичной профилактики расстройств зрения: Патент на изобретение № 2177282, приоритет от 17.11.2000.