

УДК 535.8

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСЧЕТА СЛОЖНОГО ПАНОРАМНОГО ОБЪЕКТИВА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Тришина Д.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, Цыганок Е.А.
(Университет ИТМО)

Введение. Стремительное развитие сфер искусственного интеллекта, автономных комплексов и систем оказывает значительное влияние на критерии, устанавливаемые при разработке технического задания для оптико-электронное устройство. В частности, применение широкоугольных систем в области машинного зрения приводит к возникновению более высоких требований к массе объектива, пространственному разрешению, светосиле и другим ключевым параметрам.

Основная часть. Зачастую в прикладных задачах используются объективы Fish-Eye, катадиоптрические системы, классические объективы «Руссар» [1]. Перспективной оптической схемой объектива, который отвечает требованиям сверхширокого поля зрения, компактности, высокого разрешения, облегченных массо-габаритных характеристик, является двухканальный панорамный объектив. Конструкция состоит из четырех блоков: переднего блока, основного преломляющего зеркально-линзового компонента, компенсирующей группы линз и общей для двух каналов приемной части – CMOS матрицы [2]. Следует отметить, что светопропускание объектива низкое по причине использования светоделительных покрытий на зеркально-линзовом компоненте, разделяющего угловое поле зрения системы на два канала. Покрытие нанесено сегментарно на обе поверхности панорамной линзы, которая в совокупности своих форм напоминает систему Максудова. Первая по ходу луча панорамного канала поверхность является геометрически сложной: центральная зона является плоской, далее – имеет некоторый радиус кривизны. Идея увеличения светопропускания объектива состоит в геометрическом разделении пучков разных каналов объектива: высота падения светового луча фронтального канала на плоскую поверхность зеркального-линзового компонента должен быть меньше, чем высота падения луча, претерпевающего повторное отражение на данной поверхности фронтального канала. В таком случае, достаточно нанесения зеркального сегментированного покрытия на первую поверхность панорамной линзы для увеличения пройденного потока: потери на покрытиях сведены к минимуму. Светоделительное покрытие заменится на зеркальное, что увеличит светопропускание целостной системы. Аналогичное решение необходимо применить и ко второй поверхности панорамной линзы: метод также заключается в разделении геометрических путей прохождения лучей разных каналов.

Выводы. В работе детально изучены возможные конфигурации трассировки лучей через объектив. Было проведено исследование, что оптическая схема является оптимальной: деление углового поля зрения объектива на два канала – фронтальный блок и канал панорамной линзы – позволяет на порядок уменьшить влияние аберраций на качество итогового изображения. Также следует отметить, что дисторсия аналогичных по параметрам систем превышает величину 25%, в то время как коррекция искажения в 20% уже является сложно достижимой задачей и время- и трудозатратна. Дисторсия исследуемой системы составляет менее 10%, что говорит о возможности использования стандартных алгоритмов обработки изображения и скорости получения панорамного изображения высокого разрешения.

Список использованных источников:

1. Русинов, М.М. Оптика аэрофотосъемочных приборов/ Русинов М.М. - ОНТИ НКТП СССР. Главная редакция геолого-разведочной и геодезической литературы, 1936. – 191 с.
2. K. Zhang, X. Zhong, L. Zhang, and T. Zhang, “Design of a panoramic annular lens with ultrawide angle and small blind area,” *Appl. Opt.* 59(19), 5737–5744 (2020).
3. X. Wang, X. Zhong, R. Zhu, F. Gao, and Z. Li, “Extremely wide-angle lens with transmissive and catadioptric integration,” *Appl. Opt.* 58(16), 4381–4389 (2019).
4. Cheng, C. Gong, C. Xu, and Y. Wang, “Design of an ultrawide angle catadioptric lens with an annularly stitched aspherical surface,” *Opt. Express* 24(3), 2664–2677 (2016).