

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАЗЕРНОГО ТРИАНГУЛЯЦИОННОГО СКАНИРОВАНИЯ

Бунчук А.А

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шевяков А.В. – канд. техн. наук, доцент

Доклад посвящён исследованию возможности применения поляризации лазерного излучения для повышения достоверности результатов лазерного триангуляционного сканирования при сканировании объектов с высокой отражательной способностью, т.е. при наличии переотражений лазерного излучения от поверхностей объекта.

Лазерное триангуляционное сканирование является одним из самых распространённых способов бесконтактных оптических измерений. Данный способ основан на проецировании на объект лазерной линии. Форма проекции лазерной линии регистрируется при помощи CMOS-сенсора. Детектируя положение лазерной линии в каждом столбце полученного изображения рассчитывается положение точки в пространстве. Таким образом формируется профиль объекта в месте проецирования лазерной линии.

Вследствие множественных переотражений лазерного излучения от поверхностей объекта, формируется изображение, на котором присутствует как истинная отраженная линия лазера, так и множество переотраженных. Поэтому при сканировании объектов с высокой отражательной способностью или некоторыми особенностями геометрии (конические отверстия, внутренние углы и т.д.), возникает проблема определения действительного положения проецируемой лазерной линии на изображении светочувствительного сенсора сканера.

Традиционные методы выделения лазерной линии основаны на измерении интенсивности пикселей полученного изображения. Однако во многих случаях применение критерия детектирования, основанного на измерении только интенсивности, не позволяет надежно разделить истинную лазерную линию от переотраженных, что приводит к наличию ошибок и снижению достоверности в информации, получаемой от лазерных триангуляционных датчиков.

В работе [4] предлагается использовать вращающийся поляризационный фильтр для получения серии изображений из которых могут быть рассчитаны характеристики поляризации. Данный метод имеет вращающиеся элементы, что не гарантирует стабильность результатов во времени. В предлагаемом методе все компоненты фиксированы, механические перемещения отсутствуют.

В докладе приводятся причины появления ошибок при наличии переотражений. Анализируются изменения в поляризации излучения при отражении от металлических изделий. На основании анализа изменений в поляризации излучения была выдвинута гипотеза о том, что если проецировать на объект лазерную линию, поляризованную в различных направлениях, то на полученных изображениях, интенсивность отдельных участков, имеющих переотражения, будет отличаться.

Для проверки данного предположения разработана экспериментальная установка, схема и фото которой показаны на рисунке 1. На сканируемом объекте выделены области с переотражениями.

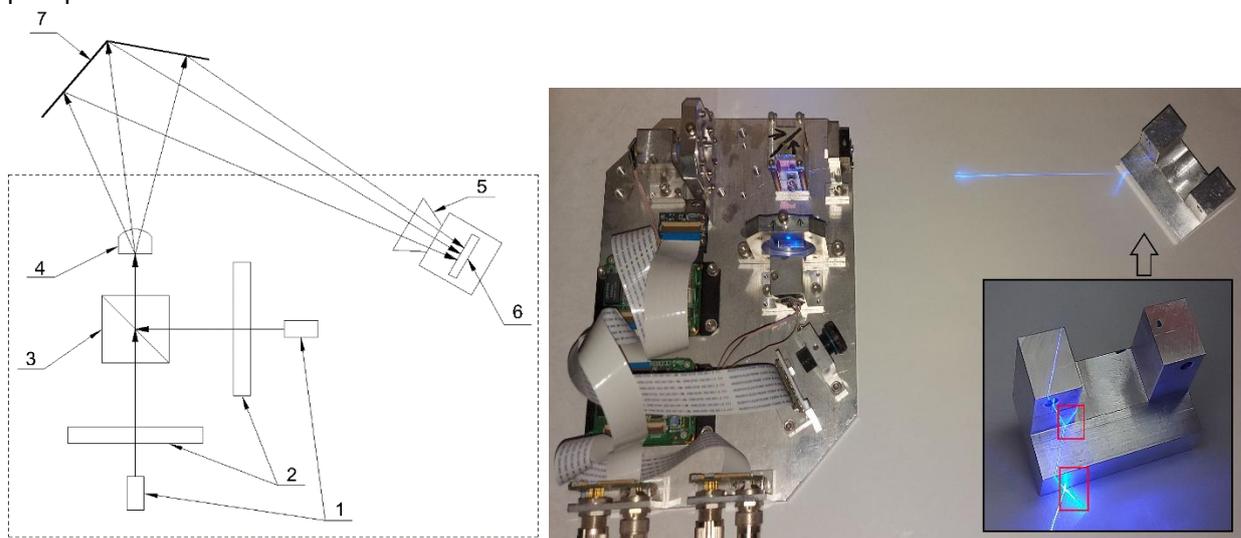


Рисунок 1 – Экспериментальная установка

Лазеры 1 излучают точечное излучение. Свет от лазеров проходит через поляризационные фильтры 2 с линейной поляризацией. Фильтры имеют возможность вращения вокруг собственной оси для ручной подстройки. Далее при помощи полупрозрачного зеркала 3 излучение лазеров совмещается, для проецирования на объект 7 в одинаковом положении. Точечное излучение разворачивается в линию при помощи линзы Пауэлла 4. Отражённый от объекта свет фокусируется при помощи объектива 5 на светочувствительный CMOS сенсор 6.

Путём поочерёдного включения двух лазеров, излучение которых принимает р и s линейную поляризацию, получены пары изображений. Для каждого изображения был построен график средней интенсивности в столбцах.

На рисунке 2 приведён пример полученных результатов. Показано изображение р поляризации, на котором разделены ключевые области (изображение s поляризации опущено). В области 1 лазерная линия отсутствует. В области 2 лазерная линия падает на объект без переотражений. В области 3 присутствует переотражение выше истинной линии. В области 4 переотражение имеет крайне низкую интенсивность и практически отсутствует. В области 5 присутствует переотражение выше и ниже лазерной линии. В области 6 присутствует переотражение выше лазерной линии.

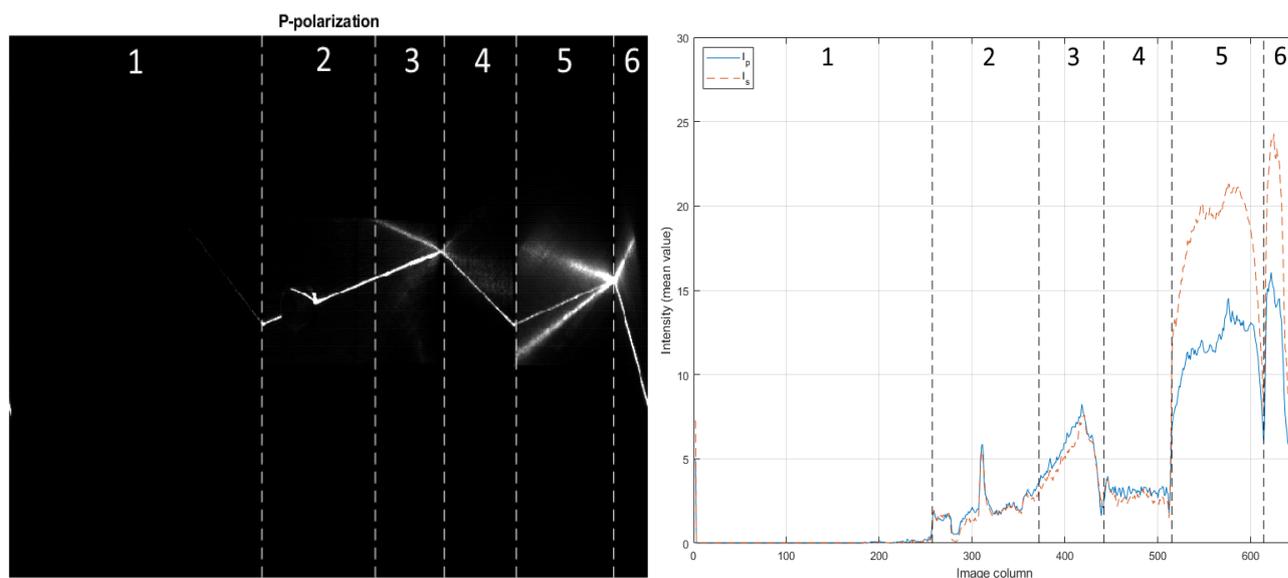


Рисунок 2 – Результаты эксперимента

Исходя из рисунка 2, на изображениях, полученных с разной поляризацией, в областях переотражений наблюдается отличие в интенсивности, что подтверждает выдвинутую гипотезу эксперимента.

Одним из примеров использования, может служить построение маски, на основании которой производится фильтрация изображения.

Маска может быть построена на основании разности интенсивности пикселей для изображения р и s поляризаций. Данный метод требует точного совмещения излучения двух лазеров. Однако сильно переэкспонированные области не могут быть отфильтрованы, так как в них значение полностью совпадает на обоих изображениях как в истинной лазерной линии, так и в переотражённой. Поэтому данный подход может быть улучшен анализом изменения интенсивности в каждом пике в столбце изображения по отдельности.

Таким образом, рассматриваемый подход является перспективным с точки зрения поиска дополнительных критериев для отделения истинной лазерной линии от переотражённых.

Результаты работы могут быть применены в лазерных триангуляционных сканерах. Однако необходимы дальнейшие экспериментальные исследования для получения количественных характеристик изменения излучения.

Список использованных источников:

1. *Principles of Optics. 60th Anniversary Edition* / Born Max, Wolf Emil. / Cambridge University Press, 2019.
2. *Refractive index database* [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://refractiveindex.info/> – Дата доступа: 23.03.2021.
3. *CMOSIS CMV300 CMOS sensor datasheet. database* [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://ams.com/documents/20143/36005/CMV300_DS000739_1-00.pdf – Дата доступа: 23.03.2021.
4. *Improving Depth Image Acquisition Using Polarized Light* / A.M. Wallace, B. Liang, E. Trucco, J. Clark. / *International Journal of Computer Vision* volume 32, 1999 — P. 87–109.