

УДК 535.15

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ 3D-МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Федоров И.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Томск, Российская Федерация

Аннотация. Человек является источником теплового излучения. Предлагаемая в статье оптическая система, используя и анализируя инфракрасное излучение человеческого тела, пассивно управляет построением математической 3D-модели человека.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, приемное устройство, спектральная селекция, 3D-моделирование.

CREATING A MATHEMATICAL 3D HUMAN MODEL USING INFRARED RADIATION

Fedorov I.

National Research Tomsk Polytechnic University
Tomsk, Russia

Abstract. Human being is a source of thermal radiation. The optical system proposed in the article passively controls the construction of a mathematical 3D model of a person using and analyzing the infrared radiation of the human body.

Key words: infrared radiation, receiving device, spectral selection, 3D-modeling.

Адрес для переписки: Федоров И.В., ул. Усова, 15Б, г. Томск 634034, Российская Федерация
e-mail: ivf6@trn.ru

Целью работы является создание методов для разработки математической 3D-модели человека на компьютере, пригодной для дальнейшего использования, путем обработки инфракрасного излучения человеческого тела.

Человек как биологическое тело, имеющее температуру в интервале от 31 до 42 °С, является источником преимущественно инфракрасного (теплового) излучения. Основная часть собственного теплового излучения кожи человека приходится на диапазон волн с длиной от 4 до 50 мкм [1].

Было принято решение по созданию оптической системы, работающей в инфракрасном (тепловом) диапазоне волн. Такая оптическая система может формировать мнимый сигнал управления, обеспечивающий пассивное построение 3D-модели.

Оптическая система представляет собой оптическое приемное устройство, которое решает такие задачи, как:

– пространственная селекция человеческого тела;

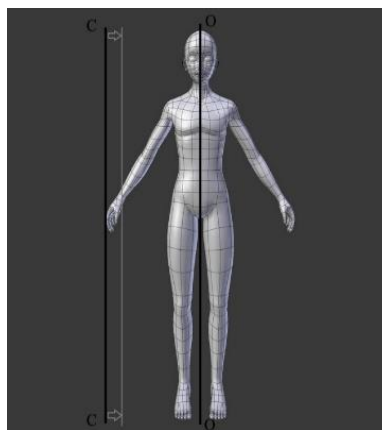
– спектральная селекция инфракрасного излучения человеческого тела и фоновых помех, а также защита от них;

– преобразование инфракрасного излучения тела человека в математический сигнал Δ_{axis} , пропорциональный рассогласованию в пространстве главной вертикальной оси человека и вертикальной боковой (боковой) оси (рис. 1), которая в дальнейшем будет постепенно совмещаться с главной осью (1).

$$\Delta_{axis} \rightarrow 0 \quad (1)$$

Задача спектральной селекции инфракрасного излучения человеческого тела, фоновых помех и

защита от них решается путем двухканального приема инфракрасного излучения тела и помех.



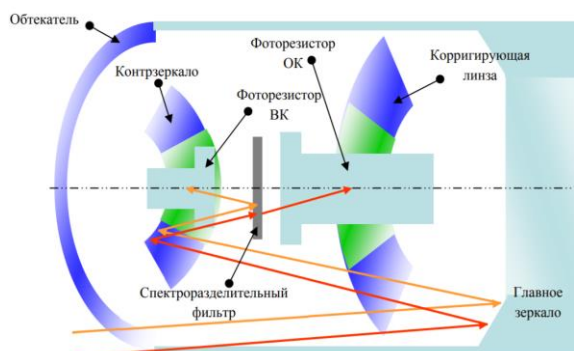
ОО – главная вертикальная ось;
СС – боковая вертикальная ось

Рисунок 1 – Создание осей в соответствии с видимой плоскостью человеческого тела

Приемное устройство при этом обязано содержать в объективе оптические полосовые фильтры, позволяющие выделить из основного потока энергии инфракрасное излучение человеческого тела и фоновых помех, а также образовать в оптической системе основной (для излучения тела) и второстепенный (для помех) спектральный канал. Уровни сигналов в этих каналах сравниваются, и на этом строится логика защиты от помех.

Задача преобразования инфракрасного излучения тела человека в математический сигнал решается фокусировкой теплового излучения в фокальных плоскостях двух спектральных каналов.

В предложенном оптическом устройстве реализована **зеркально-линзовая система**, созданная по принципу, схожему с принципом системы Шмидта-Кассегрена [2, 3]. Она состоит из обтекателя (слабая отрицательная рассеивающая линза), главного зеркала, корректирующей линзы (афокальная линза), контрзеркала (фокусирующий элемент) и **спектроразделительного фильтра**, отражающего сигналы с длиной волны, не входящей в диапазон собственного теплового излучения кожи человека (рис. 2).



ОК – основной канал;
ВК – второстепенный канал

Рисунок 2 – Прохождение оптических сигналов

Сперва оптический поток отражается от главного зеркала. Затем через корректирующую линзу он проходит на контрзеркало, где устраняются aberrации. Отразившись же от контрзеркала, оптический поток проходит на спектроразделительный фильтр. Благодаря ему инфракрасное излучение фоновых помех, от которых устройство должно защитить, не фокусируется в фокальной плоскости основного спектрального канала, потому что отразится от фильтра. Фокусироваться на ней будут все точки, лежащие на вертикальной боковой оси. Происходить это будет непрерывно, как и плавное приближение боковой оси к главной (рис. 1).

Важное условие установки фоторезистора основного канала состоит в том, что он должен сохранять свою спектральную чувствительность на фоне тепловых помех (с минимумом 4–5 мкм). Фоторезистор вспомогательного канала, напро-

тив, чувствителен к излучению помех (с максимумом 2–3 мкм).

Для этого фоторезистор основного спектрального канала **охлаждается** до температуры, зависящей от принципа работы системы охлаждения. Было принято решение об установке азотной системы охлаждения с понижением температуры до $t_{кип} = 77 \text{ K} = -196 \text{ }^\circ\text{C}$. Таким образом, азот переходит из газообразного в жидкое состояние и охлаждает фоторезистор за считанные секунды для достижения необходимой спектральной чувствительности на фоне помех [4]. Сигнал же с фоторезистора второстепенного спектрального канала не передается в системы дальше.

Были подробно описаны действия, связанные с приемом инфракрасного излучения одного объектива. Для правильного функционирования системы, вокруг человека, 3D-модель которого предлагается создать, устанавливается 4 объектива. Дополнительные объективы могут располагаться сверху и внизу главной оси тела человека.

На выходе работы оптического устройства получается комбинация контуров человеческого тела с минимум четырех 2D-плоскостей, чего достаточно для отрисовки 3D-модели.

Полученная модель, например, может сразу же конвертироваться в формат STL-файла, загружаться в слайсер 3D-принтера и быть воспроизведена «вживую».

Литература

1. Излучение тела человека. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/3168161_izluchenie-tela-cheloveka.html. – Дата доступа: 01.10.2021.
2. Зеркально-линзовые телескопы // IPML Оптические системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ipml.ru/teleskopy>. – Дата доступа: 02.10.2021.
3. Телескоп Шмидта – Кассегрена - Schmidt-Cassegrain telescope [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wikichi.ru/wiki/Schmidt-Cassegrain_telescope. – Дата доступа: 02.10.2021.
4. Системы охлаждения — от радиатора до жидкого азота! Часть 2 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/64166/>. – Дата доступа: 04.10.2021).