

**ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОЛЬОРОВИХ
ТРИВИМІРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ**

В роботі запропоновано структуру та принцип роботи пристрою для сканування поверхні об'єктів та алгоритм обробки отриманих зображень, що дозволяє створити кольорову тривимірну модель об'єкта. Особливістю пристрою є можливість отримати саме кольорове зображення за рахунок знімання камерою пари зображень для кожного кута повороту – зображення об'єкта, освітленого лазерною лінією і зображення об'єкта освітленого білим світлом.

Ключові слова: сканер, колір, тривимірний, лазер, зображення, мікроконтролер, обробка, піксел, координата, алгоритм.

P.M. RATUSHNY, K.V. OGORODNYK, V.V. MARTYNYUK
Vinnytsa National Technical University

DEVICE TO OBTAIN OBJECT'S COLOR THREE-DIMENSIONAL IMAGES

Abstract – There is a structure and working rules of device for scanning objects' surfaces and an algorithm for processing of obtained images, that allows to build object's color three-dimensional model. A feature of that device is possibility to obtain properly color image due to making two camera shots for each angle – image of object, lightened by laser and image of object lightened by white light.

Keywords: scanner, color, three-dimensional, laser, image, microcontroller, processing, pixel, coordinate, algorithm.

Вступ

На сучасному етапі розвитку електронної техніки інтенсивно впроваджується напрямок тривимірного сканування та відтворення об'єктів. Більшість тривимірних сканерів використовують метод триангуляції при освітленні об'єктів лазерним променем. В такому випадку при відповідних розрахунках отримуємо координати поверхні об'єкта в тривимірному просторі. Проте недоліком такого способу є те, що зображення являється монотонним.

Було поставлено задачу отримання кольорового тривимірного зображення наступним способом.

Опис пристрою отримання кольорових тривимірних зображень об'єктів

На наступному рисунку наведено структуру пристрою. Він складається з фотоматриці, мікроконтролера, крокового двигуна, світлодіода, лазера, блока живлення та ПК

Функціями фотоматриці є фіксація оптичного зображення (структурного і кольорового) обраного об'єкта сканування, та передача цих зображень на ПК, для подальшої їх обробки. Світлодіод призначений для освітлення об'єкта що сканується для отримання значень кольору для відповідних точок поверхні об'єкта. Функціями лазерного модуля з променем у вигляді лінії є освітлення об'єкта сканування по лінії, для визначення структури об'єкта та подальшого його фіксування фотоматрицею. Кроковий двигун призначений для послідовного обертання об'єкта що сканується на певний кут. Мікроконтролер використовується для керування послідовністю імпульсів які подаються на фотоматрицю, кроковий двигун, світлодіод та лазер. Функціями ПК є обробка отриманих зображень, які фіксуються фотоматрицею за допомогою створеного алгоритму.

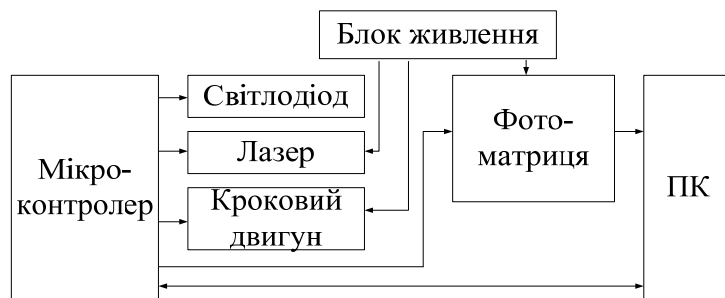


Рис. 1. Структурна блок-схема пристрою для отримання кольорових тривимірних зображень об'єктів

Мікроконтролер з'єднується з ПК та живиться за допомогою універсальної послідовної шини USB 2.0, призначеної для з'єднання периферійних пристроїв. Шина USB представляє собою послідовний інтерфейс передавання даних для середньо швидкісних та низько швидкісних периферійних пристроїв. USB-кабель представляє собою дві звиті пари: по одній парі відбувається передавання даних в кожному напрямку (диференціальне включення), а інша пара використовується для живлення периферійного пристрою (+5 В).

Загальне установа пристрою сканування зображено на рис. 2.

Камера та лазерний модуль розміщуються так, щоб кут між площиною освітлення лазера та оптичною віссю камери становив 35° , це дає змогу зробити знімок структури освітленої лазером частини об'єкта сканування.

Кут вибраний з урахуванням того, що при досить малому куті буде зростати похибка визначення просторової координати, а при досить великому – можуть з'являтися розриви на зображенні лазерної лінії за рахунок затемнення її випуклими та увігнутими частинами сканованого об'єкта. Проте значення цього кута може бути й іншим. Освітлення об'єкта лазером повинно відбуватися в темряві, для того щоб камера фіксувала тільки освітлену лазером лінію.

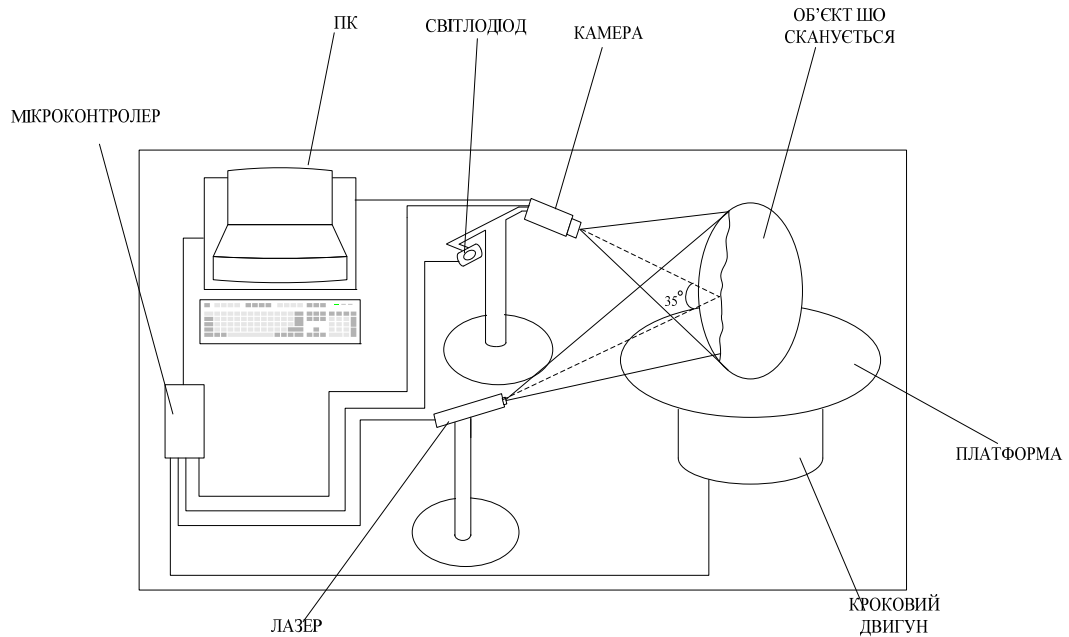


Рис. 2. Загальний вигляд установки пристрою сканування

Оскільки процес сканування проходить в темряві, то для отримання кольорового зображення предмета потрібно щоб в установці було присутнє джерело світла. В якості джерела світла було обрано світлодіод. Він розміщується поруч з камерою, для того щоб освітити ту частину об'єкта, яку фотографує камера.

Часова діаграма роботи пристрою

Розрахунок часової діаграми (рис. 3) для мікроконтролера проводиться згідно з часовими даними елементів сканера та з послідовністю подання імпульсів мікроконтролером

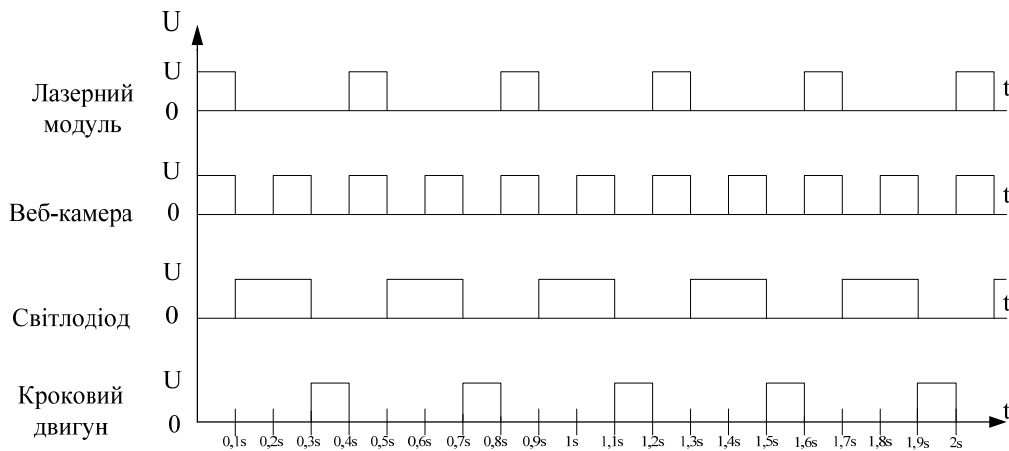


Рис. 3. Часова діаграма роботи контролера елементів пристрою

Для побудови часової діаграми спочатку розглянемо суть роботи такого сканера: спочатку імпульс з мікроконтролера подається на лазер, який освітлює обраний для сканування об'єкт. Одночасно з цим імпульс подається і на камеру яка знімає ту частину об'єкта, яка освітлена лазером. Отримуємо часткове зображення структури об'єкта. Далі лазер вимикається, засвітлюється світлодіод, який освітлює об'єкт і робиться його фото. Після цього світлодіод вимикається і імпульс подається на кроковий двигун, який повертає об'єкт під певним кутом, і цикл повторюється знову. В результаті маємо два знімки однієї частини об'єкта: кольоровий і структурний. За допомогою комп'ютерної програми відбувається присвоєння відповідного кольору кожній точці координати поверхні, таким чином отримуємо кольорове тривимірне зображення об'єкта на екрані комп'ютера.

Алгоритм обробки зображень

Для того, щоб отримати кольорову модель обраного об'єкта спочатку визначаються координати точок поверхні об'єкта в циліндричній системі координат шляхом обробки структурного фотознімка, а з кольорового фотознімка визначається колір відповідних точок. Для цього було розроблено алгоритм (рис. 4). Розглянемо його поетапно.

На першому етапі відбувається введення початкових даних, де:

N – кількість пар вхідних зображень, яка відповідає кількості кроків необхідних для повного оберту об'єкта що сканується;

α – кут між оптичною віссю фотоматриці та площиною освітлення лазера;

O – номер стовпця вхідних зображень, з лазерною лінією що відповідає осі обертання об'єкта;

P – поріг яскравості зображення лазерної лінії, тобто мінімальне значення яскравості пікселів для визначення положення лазерної лінії на зображенні;

H – висота вхідних зображень в пікселях;

W – ширина вхідних зображень в пікселях.

На другому етапі зображено цикл перебору пар вхідних зображень.

Третій етап – відкриття відповідної пари зображень з лазерною лінією і кольорового зображення.

Четвертий – перебір стрічок зображення.

П'ятий – перебір стовпців зображення з лазерною лінією до тих пір поки не натрапить на лазерну лінію, тобто поки інтенсивність відповідного пікселя не буде рівною чи більшою порогового значення.

Шостий – запис координати відповідної точки поверхні об'єкта в циліндричній системі координат, яка вираховується виходячи з порядкового номеру пари зображень та номерів пікселів які були детектовані як лазерна лінія.

Сьомий – запис кольору точки в форматі RGB, який визначається із кольорового зображення та відповідних координат точок лазерної лінії.

Восьмий – завершення циклу обробки однієї пари зображень і їх закриття. Далі відбувається повторення всього алгоритму з новою парою зображень.

Таким чином в результаті обробки отримуємо матрицю координат точок поверхні об'єкта в циліндричній системі із зазначенням їх кольору.

Висновки

Отже запропонована структура пристрою та алгоритм обробки даних зображень дозволяють отримати кольорове тривимірне зображення об'єктів. Перевагами такого пристрою є можливість отримання власне кольорового зображення та простота реалізації пристрою. Час сканування визначається власними параметрами роботи компонентів пристрою, тож мікроконтролер програмується з урахуванням цих параметрів.

Література

1. Вермель В.Д., Николаев П.М. Геометрические аспекты обработки измерений поверхности сложной формы.— Автоматизация проектирования: М., 1997 — №5. С.7–13.

2. Губанов А.В. Объемное лазерное сканирование в системе реверсивного проектирования //Перспективные наукоёмкие технологии в машиностроении: Сб. докладов.— Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1999.— С.169–172.

3. Тишкин В.О., Черепанова О.В. Объемное сканирование и моделирование. // Научно-технический вестник «Современная физика. Труды молодых ученых». Вып. 37. — СПб: СПбГУИТМО, 2007 г., С. 45–47.

4. Тишкин В.О. Методика сборки и обработки данных, полученных в процессе 3D-сканирования. // Научно-технический вестник СПбГУИТМО, № 1(71)/2011. — СПб: СПбГУИТМО, 2011г., С. 87–93.

References

1. Vermel V.D., Nikolaev P.M., Geometricheskije aspekty obrabotki izmereniy poverkhnosti slozhnoj formy. – Avtomatizatsija proektirovanija: M., 1997 – №5. С.7–13. [in Russian]

2. Gubanov A.V. Obyemnoje lazernoje skanirivanie v sisteme reversivnogo proektirovanija // Perspektivnyje naukoemkije tehnologii v mashinostroenii: Sb.dokladov. – Yekaterinburg: Izd-vo UrO RAN, 1999.— С.169–172. [in Russian]

3. Tishkin V.O., Cherepanova O.V., Obyemnoje skanirivanie i modelirovanije. // Nauchno-tekhnicheskij vestnik «Sovremennaja fizika. Trudy molodykh uchenykh». Vyp. 37. – SPb: SPbGUITMO, 2007 g., С. 45–47. [in Russian]

4. Tishkin V.O. Metodika sborki i obrabotki dannykh, poluchenykh v protsesse 3D-skanirivaniya. // Nauchno-tekhnicheskij vestnik SPbGUITMO, № 1(71)/2011. – SPb: SPbGUITMO, 2011 g., С. 87–93. [in Russian]

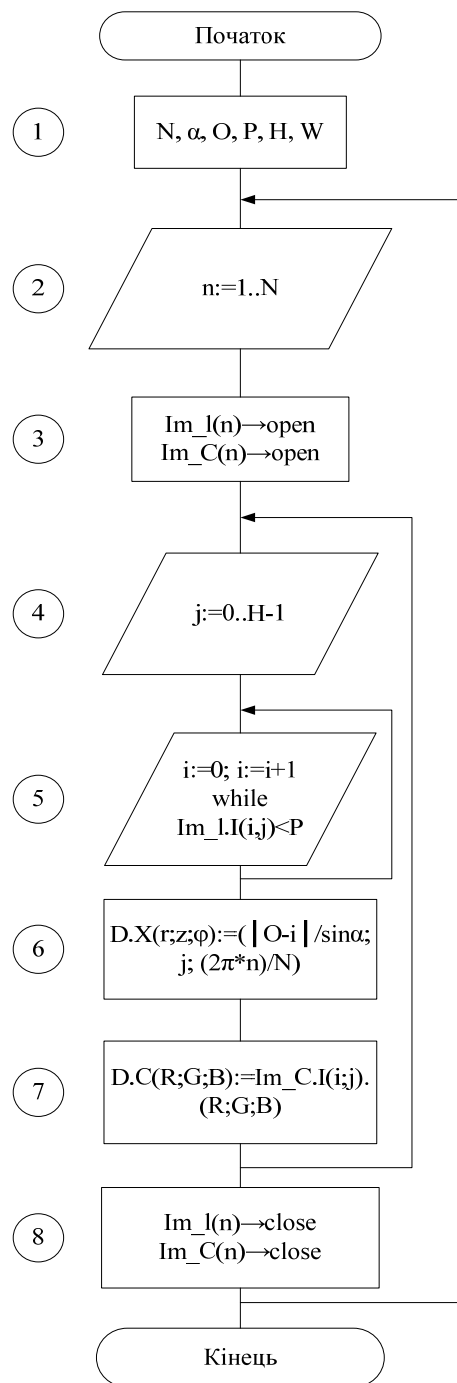


Рис. 4. Алгоритм обробки отриманих зображень