

Zadanie:

Laserowy skaner 3D

Prowadzący:

dr Piotr Fita
tel. (22) 5532243, e-mail Piotr.Fita@fuw.edu.pl

prof. Czesław Radzewicz
tel. (22) 5532243, fax (22) 6256406, e-mail radzewic@fuw.edu.pl

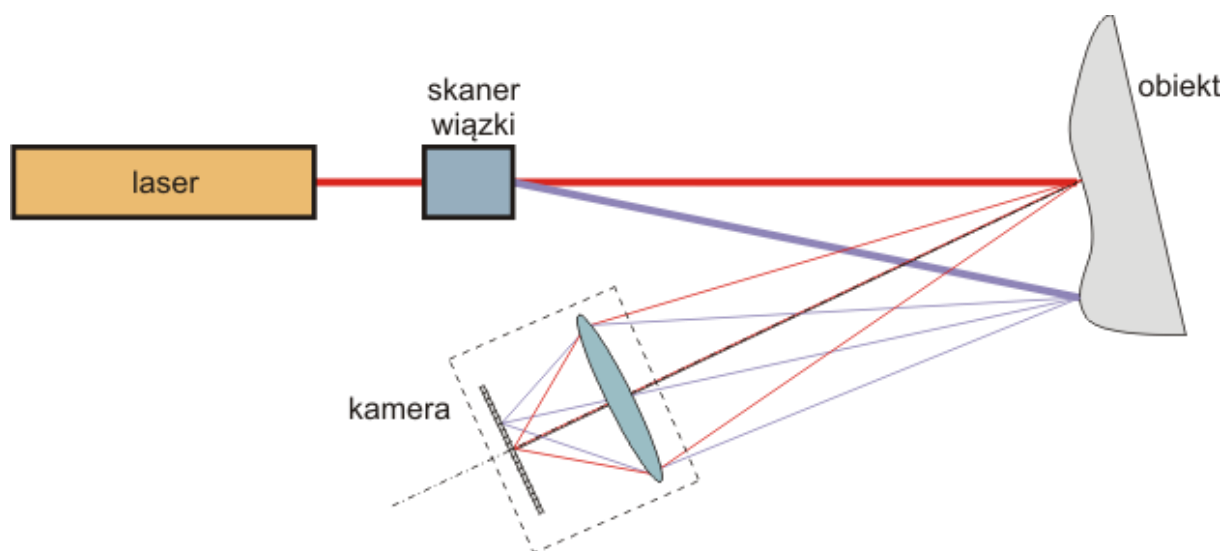
Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego
ul. Hoża 69, 00-681 Warszawa

Zadanie polega na:

- budowie, testach i kalibracji układu do bezkontaktowego pomiaru kształtu makroskopowych obiektów przy pomocy wiązki laserowej i kamery CCD.
- pomiarze kształtów pewnych obiektów i porównaniu wyników z innymi pomiarami.

Laserowy skaner 3D to urządzenie, które wykonuje pomiary na różnych obiektach i, na podstawie uzyskanych danych, odtwarza kształt a czasami także wygląd (kolor, fakturę, etc.) tych obiektów. Najlepsze wyniki w odtwarzaniu kształtu uzyskuje się z obiektami dobrze i jednorodnie rozpraszającymi światło laserowe. Wyniki uzyskane przy pomocy takiego urządzenia są przydatne w wielu dziedzinach życia poczynając od przemysłu rozrywkowego (produkcja filmów oraz gier komputerowych), przez wzornictwo przemysłowe, projektowanie protez, „odwrotną inżynierię”, kontrolę jakości produkcji w przemyśle a kończąc na tworzeniu cyfrowej dokumentacji dzieł sztuki i obiektów architektonicznych.

Zasadę działania laserowego skanera 3D ilustruje Rysunek 1. Instresujący nas obiekt oświetlamy wiązką laserową i przy pomocy kamery rejestrujemy położenie świecącej plamki czyli rozproszenia wiązki laserowej na obiekcie. Jeśli tylko znamy tor wiązki laserowej oraz położenie i własności kamery to, na podstawie zarejestrowanego obrazu, z dość prostych rozważań geometrycznych możemy wyliczyć współrzędne przestrzenne punktu, w którym wiązka laserowa pada na obiekt. Aby zebrać informację o kształcie obiektu musimy próbować różne punkty na jego powierzchni. Można to osiągnąć na kilka sposobów: (1) przesuwając równolegle wiązkę laserową, (2) przesuwając obiekt w płaszczyźnie prostopadłej do osi wiązki czy wreszcie (3) jak ilustruje to Rys.1 zmieniając kierunek wiązki laserowej. Ten ostatni sposób jest preferowany ze



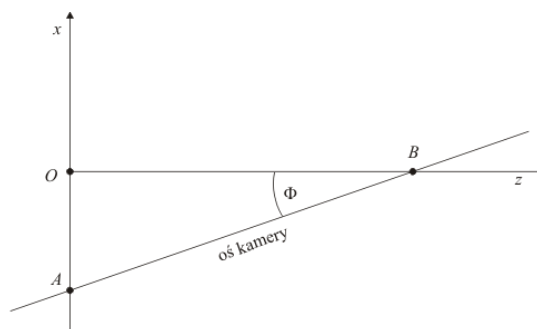
Rysunek 1. Idea laserowego skanera 3D

względów technicznych bo można kupić dość tanie urządzenia nazywane galvo-skanerami umożliwiające kontrolowaną zmianę kierunku wiązki laserowej w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach.

Warsztaty odbędą się w Pracowni Procesów Ultraszybkich, która jest częścią Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego. Pracownia jest wyposażona w nowoczesne źródła światła laserowego oraz sprzęt elektroniczny i komputerowy do sterowania eksperymentem i akwizycji danych.

Zadania kwalifikacyjne

We wszystkich zadaniach będziemy mieli sporo identycznych danych. Przede wszystkim wspólny jest układ odniesienia zdefiniowany na Rysunku 2. W kartezjańskim układzie współrzędnych pokazano tam, oprócz punktu O - przecięcia osi x i z (oś y jest skierowana prostopadle do ekranu w kierunku czytelnika), także punkty A i B . Łącząca je prosta to oś obiektywu kamery zaś punkt A to miejsce, w którym przednia płaszczyzna główna obiektywu przecina tę oś. Jeśli obiektyw można przybliżyć cienką soczewką to jest ona położona właśnie w punkcie A . Ogniskowa obiektywu to f a odległość AB jest dużo większa niż f . Dodatkowo, zdefiniujemy pomocniczy układ odniesienia $x'-y'-z'$ związany z matrycą światłoczułą w kamerze. Oś z' tego układu jest równoległa do prostej AB , oś y' jest równoległa do osi y zaś płaszczyzna $x'-y'$ pokrywa się z powierzchnią matrycy.



Rys.2. Geometria układu

Zadanie 1. Obiektem jest płaszczyzna zawierająca punkt B , równoległa do osi y i tworząca kąt φ z osią z . Kierunek wiązki laserowej jest zawsze równoległy do osi z . W którym miejscu matrycy światłoczułej powstanie obraz wiązki rozproszonej jeśli wiązka laserowa przechodzi przez punkt $(x,y,0)$? Przyjmij, że $x, y \ll AB$.

Zadanie 2. Identycznie jak w zadaniu 1 tylko tym razem płaszczyzna rozpraszająca światło jest równoległa do osi x i tworzy kąt φ z osią z .

Zadanie 3. To samo co w zadaniu 1 ale obiektem jest walec o osi równoległej do osi y i przechodzącej przez punkt B . Promień walca R to $R=|AB|/10$.

Zadanie 4. Tym razem zastosowano galwo-skaner; wiązka lasera wychodzi zawsze z punktu O ale pod różnymi kątami. Oznaczmy przez α kąt jaki promień laserowy tworzy z płaszczyzną $y-z$ a przez β kąt z płaszczyzną $x-z$. Podaj współrzędne obrazu tworzonego na matrycy dla danych wartości α i β jeśli

obiektem jest sfera o środku w punkcie B i promieniu $R=AB/10$. Zastosuj przybliżenie małych kątów $\alpha, \beta \ll 1$.

Zadanie 5. Czy potrafisz rozwiązać Zadanie 4 bez założenia o małych kątach?