

METODA JEDNOCZESNEGO FILMOWANIA LUB FOTOGRAFOWANIA
OBIEKTU Z DWÓCH JEGO STRON

Jerzy Gowin, Roman Koper

Akademia Rolnicza w Lublinie

Z. Zarębski

Uniwersytet im. Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Ważną rolę w zastosowaniu filmu badawczego ma wykorzystanie specjalnych technik filmowych. Stosowanie ich pozwala na szczegółowe odtworzenie przebiegających procesów, których obserwacja przy użyciu standardowej aparatury nie byłaby możliwa. Najbardziej popularną techniką filmową są zdjęcia szybkie i zwolnione. Odmianą tych metod jest technika wielopłaszczyznowego odtwarzania rzeczywistości poprzez filmowanie lub fotografowanie obiektu, procesu czy zjawiska z dwóch względnie kilku stron. Założeniem tej techniki jest uzyskanie na jednej klatce filmowej - względnie fotograficznej - dwóch lub więcej obrazów jednocześnie zarejestrowanych, co pozwoli na uzyskanie większej ilości informacji, o charakterze wzajemnie sprzężonym. Procesy, zjawiska widoczne z czołowej strony obiektu, mają własne uwarunkowania z drugiej jego strony względnie stron bocznych.

Realizację tych założeń można uzyskać przez odpowiednie wprowadzenie do zestawu aparatury filmowej zwierciadła. Wykorzystanie tej metody miało już miejsce w niektórych badaniach. Jako przykład można wymienić stanowisko do badania formowania się strugi nasion w kołeczkowym mechanizmie wysiewającym [2]. Obraz z niewielkiego zwierciadła, umieszczonego pod przezroczystym denkiem mechanizmu, wykorzystany był jako źródło dodatkowej informacji o przebiegu procesu. Podobną rolę spełniało zwierciadło w badaniach pneumatyczno-mechanicznego zespołu wysiewającego typu Socam [4].

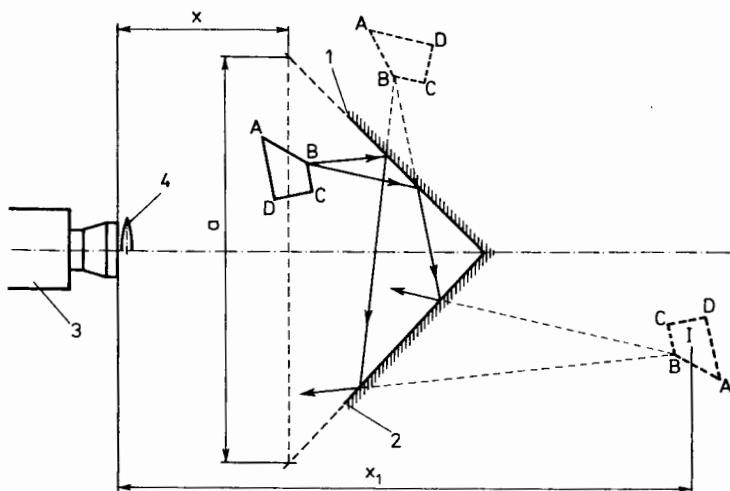
Drugim sposobem mającym na celu rozszerzenie obserwacji zachodzących procesów jest zastosowanie kilku dokładnie zsynchronizowanych kamer [3]. Przedstawione wy-

zej dwie metody mają duże niedogodności w ich stosowaniu, np. obrazy otrzymane w lustrze dają tzw. lewy obraz obiektu, co utrudnia odczyt informacji; użycie zaś kilku kamer zwiększa znacznie zużycie taśmy filmowej.

W pracy niniejszej zaproponowano metodę jednoczesnego filmowania lub fotografowania obiektu z kilku jego stron z zastosowaniem dwóch zwierciadeł ustawionych względem siebie pod kątem prostym. Użycie tej metody pozwala na uzyskanie „prawego” obrazu obserwowanego obiektu, co znacznie ułatwia interpretację wszystkich szczegółów badanego procesu.

Opis metody i urządzenia

Metoda dwóch zwierciadeł [1], jak wynika z badań literaturowych, nie była stosowana w filmie badawczym. Stanowisko do fotografowania lub filmowania poniżej



Rys. 1. Schemat urządzenia: 1, 2, - zwierciadła, 3 - kamera, 4 - soczewka dodatkowa, 0 - obiekt, L - obraz lewy, P - obraz prawy

opisywaną metodą składa się z dwóch zwierciadeł płaskich stykających się krawędziami i ustawionych pod kątem prostym. Schemat tego stanowiska przedstawiono na rys. 1. Przedmiot filmowany lub fotografowany umieszcza się w pobliżu jednego ze zwierciadeł, tak aby nie przesłaniał sobą powierzchni drugiego zwierciadła. Kamerę lub aparat fotograficzny 3 umieszcza się tak, aby oś optyczna obiektywu była dwusieczną kąta między zwierciadłami.

Na rysunku 1 przedmiot 0 przedstawiony jest jako czworobok ABCD. W zwierciadle 1 powstaje lewy obraz A'B'C'D' tego przedmiotu L. Obraz ten jest przedmiotem

dla zwierciadła 2, w którym zostaje ponownie odwrócony, czyli w zwierciadle 2 powstaje prawy P, nie odwrócony obraz A'B'C'D' przedmiotu ABCD.

Kamera ustawiona w sposób opisany powyżej zarejestruje na tej samej klatce materiału filmowego lub fotograficznego równocześnie obraz przedmiotu oraz odbicie jego drugiej strony uzyskane w zwierciadle 2. Z rysunku wynika, że obraz w tym zwierciadle powstaje w pewnej odległości za przedmiotem. Jeśli oświetlenie przy wykonywaniu zdjęć jest zbyt słabe i nie możemy nastawić wystarczająco dużej wartości przysłony, może się okazać, że głębia ostrości jest za mała. Nie uzyskamy wówczas równocześnie ostrego obrazu przedmiotu i jego odbicia. W takim przypadku należy zastosować dodatkową soczewkę skupiającą 4, umieszczoną przed obiektywem kamery. Soczewka musi mieć kształt półkola, może to być np. szkło okularowe przecięte wzdłuż średnicy. Soczewkę ustawiamy tak, aby krawędź przecięcia była równoległa do stykających się krawędzi zwierciadeł i przechodziła przez oś optyczną obiektywu kamery.

Zdolność zbierającą $D_{\text{dod.}}$ soczewki dodatkowej obliczamy ze wzoru (1):

$$D_{\text{dod.}} = \frac{x_1 - x}{x_1 \cdot x}, \quad (1)$$

w którym: x - odległość przedmiotu od obiektywu kamery, x_1 - odległość obrazu przedmiotu od obiektywu kamery.

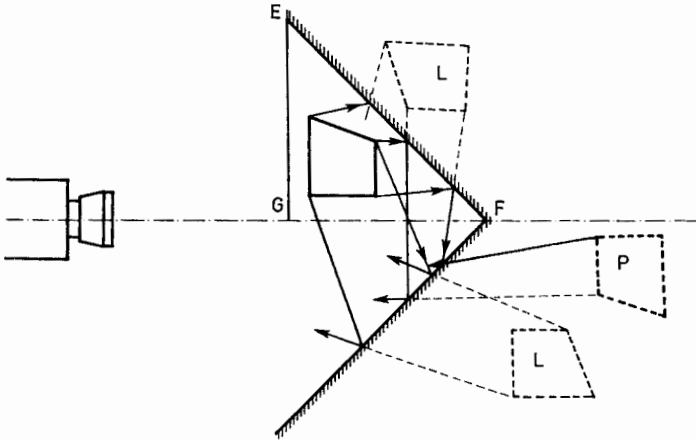
Odległość x_1 obliczamy, dodając do wielkości x wymiar a , przedstawiony na rys. 1. Jest to odległość między powierzchniami zwierciadeł mierzona w płaszczyźnie przechodzącej przez przedmiot. Wówczas wzór (1) przybierze postać:

$$D_{\text{dod.}} = \frac{a}{x(x + a)}. \quad (2)$$

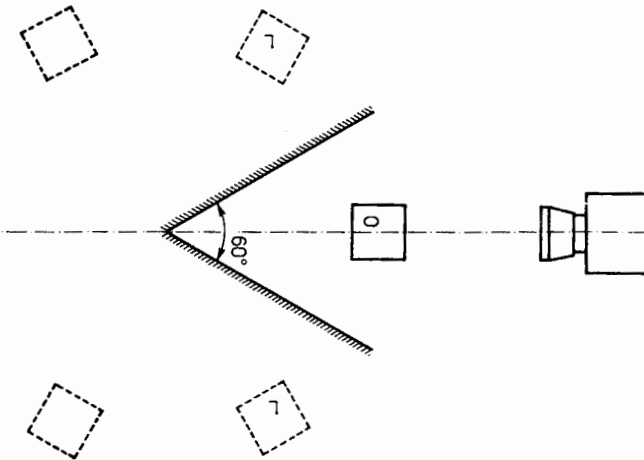
Jeśli wymiary x i a wstawimy w metrach, to otrzymamy zdolność zbierającą wyrażoną w dioptriach. Odwrotność wzoru (2) daje wielkość ogniskowej dodatkowej soczewki. Na przykład jeśli odległość przedmiotu od kamery wynosi 0,8 m, a wymiar $a = 0,3$ m, to potrzebna jest soczewka dodatkowa o zdolności zbierającej 0,34 D, czyli ogniskowej 2,95 m.

Ponieważ w praktyce trudno jest zmierzyć dokładnie wielkości x i a oraz trudno byłoby dobrać soczewkę o dokładnie takiej zdolności zbierającej, jaka wynika z obliczeń, może zaistnieć potrzeba korekcji ostrości. Można tego dokonać, zmieniając odległość soczewki dodatkowej od obiektywu. Wzór (2) jest słuszny dla soczewki umieszczonej bezpośrednio przed obiektywem.

Jeśli badany obiekt ma niewielkie rozmiary i jest możliwe ustawienie zwierciadeł bardzo blisko obiektu, tak aby znajdował się on w obrębie trójkąta EFG (rys.2), to oprócz prawego obrazu P powstaną jeszcze dwa lewe obrazy L dwóch stron obiektu,



Rys. 2. Powstawanie dodatkowych, lewych obrazów: O - obiekt, L - obrazy lewe, P - obraz prawy



Rys. 3. Układ z dwoma prawymi obrazami: O - obiekt, L - obrazy lewe, - P - obrazy prawe

widzianych z kierunku prostopadłego do osi optycznej kamery. Mogą one stanowić dodatkowe źródło informacji.

Inna możliwość to ustawienie zwierciadeł pod kątem mniejszym niż 90° . Powstaną wtedy dwa prawe obrazy tylnej strony obiektu, widzianej z dwóch różnych kierunków (rys. 3). Kąt między kierunkami obserwacji zależy od kąta między zwierciadłami. Przykładowo, przy kącie między zwierciadłami równym 60° kąt między kierunkami obserwacji wynosi 120° , czyli układ taki zastępuje trzy zsynchronizowane ka-

metry ustawione dookoła obiektu co 120° . Jednak i w tym przypadku istnieje poważne ograniczenie co do wielkości obserwowanego obiektu. Nie może on przesłaniać sobą więcej niż około 30% powierzchni czynnej zwierciadeł. Ponadto i w tym, i w wyżej opisanym przypadku praktycznie nie ma możliwości zastosowania metody, gdy obiekt porusza się względem zwierciadeł.

Autorzy wykonali stanowisko do badań prezentowaną w pracy metodą i przeprowadzili pierwsze próby. Ich efektem jest film obrazujący pracę robota przemysłowego typu NM3.

Podsumowanie

W zaproponowanej w pracy metodzie obraz drugiej strony badanego obiektu powstaje na tej samej klatce materiału filmowego lub fotograficznego co obraz widziany bezpośrednio przez kamerę, a co najistotniejsze, nie jest to obraz odwrócony. Ułatwia to znacznie późniejszą analizę materiału zdjęciowego. Metoda może znaleźć zastosowanie w przypadkach, gdy konieczna jest równoczesna analiza pracy jakiegoś złożonego urządzenia czy przebiegu jakiegoś zjawiska widzianego z kilku stron. Przykładowo można wymienić badanie pracy aparatu wiążącego, proces cięcia materiałów łądogowych itp. Utrudnieniem w zastosowaniu opracowanej metody jest konieczność budowania układu zwierciadeł odpowiadających wymiarom obserwowanego obiektu, czyli praktycznie oddzielnie do każdego badania. Ponadto, jeżeli przestrzeń wokół obiektu jest zbyt mała i nie mieści się w niej układ zwierciadeł, metoda oczywiście nie może być zastosowana.

Literatura

1. Meyer-Arendt J. R.: Wstęp do optyki. PWN, Warszawa 1979.
2. Olkuśnik S.: Zastosowanie filmowych zdjęć szybkich w badaniach formowania się strugi nasion w kołeczkowym mechanizmie wysiewającym, Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 188, 1977.
3. Orzechowski J.: Kolejny etap rozwoju filmu badawczego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 237, 1981.
4. Welda K.: Zastosowanie techniki filmowej w pracach naukowobadawczych i dydaktycznych Katedry Maszyn Rolniczych WSR w Pradze. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 188, 1977.

Я. Говин, Р. Копер, З. Зарембски

МЕТОД ОДНОВРЕМЕННОЙ КИНО- ИЛИ ФОТОСЪЕМКИ ОБЪЕКТА
ОДНОВРЕМЕННО С ДВУХ СТОРОН

Резюме

Разработан метод позволяющий получить на одном кадре фотопленки изображение предмета видимое со стороны камеры и с недоступной для камеры стороны. Оба изображения не являются обратными.

J. Gowin, R. Koper, Z. Zarębski

THE METHOD OF SIMULTANEOUS FILMING OR PHOTOGRAPHING
THE GIVEN OBJECT FROM TWO DIRECTIONS

S u m m a r y

The method enabling to get in one frame the photographic material pictures from the side of the camera and from the side beyond the camera reach has been worked out. Both pictures are not reverse.