

***PORÓWNANIE ALGORYTMÓW ROZPOZNAWANIA ELEMENTÓW
KLUCZOWYCH FREAK I SURF DO ANALIZY OBRAZÓW
ZMIENNYCH W CZASIE***

Kulawik Joanna

**Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA**



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



CECHY CHARAKTERYSTYCZNE OBRAZÓW

Punkty kluczowe (*ang. key points*) rozumiane są jako specyficzne konfiguracje pikseli układające się w określone struktury: punkty, krawędzie, linie, narożniki, grzbiety, powierzchnie, regiony, inne.

Cechy charakterystyczne (*ang. features characteristics*) odnoszą się do wzorów lub odrębnej struktury, wykrytych w obrazie oraz ich deskryptorów. Przykładami cech charakterystycznych mogą być punkty kluczowe wraz z ich charakterystykami.

Wykorzystanie cech charakterystycznych do porównania obrazów pozwala na zaoszczędzeniu czasu i zasobów obliczeniowych. Algorytm dokonuje porównania tylko cech charakterystycznych zamiast całych obrazów piksel po pikselu.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



PIERWSZA METODA

- Detekcja narożników w oparciu o algorytm **Harris & Stephens**, który można opisać matematycznie za pomocą wzoru:

$$E(u, v) = \sum_{x, y} w(x, y) [I(x + u, y + v) - I(x, y)]^2$$

1

gdzie:

- $w(x, y)$ – maska (matryca) filtru,
- I – 2-wymiarowy obraz wejściowy w skali szarości.

- Budowa deskryptorów dla wykrytych wcześniej punktów kluczowych według algorytmu **Fast Retina Key point (FREAK)**



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



DRUGA METODA

Speeded Up Robust Features (SURF) jest algorytmem detekcji i opisu obrazu przez punkty charakterystyczne. Algorytm działa w dwóch fazach. W pierwszej wyznaczane są punkty charakterystyczne, a w drugiej dla każdego punktu obliczany jest wektor 64-elementowy będący jego deskryptorem. Jego działanie opisuje wzór w postaci macierzowej:

$$H(p, \sigma) = \begin{pmatrix} L_{xx}(p, \sigma) & L_{xy}(p, \sigma) \\ L_{xy}(p, \sigma) & L_{yy}(p, \sigma) \end{pmatrix} \quad \boxed{2}$$

gdzie:

- I – wejściowy obraz w skali szarości,
- $L_{xx}(p, \sigma)$, $L_{xy}(p, \sigma)$, $L_{yy}(p, \sigma)$ – drugie pochodne obrazu I ,
- $p=(x,y)$ – punkt w obrazie I ,
- $H(p, \sigma)$ – heska macierz w punkcie p i skali σ .



OBRAZY ZMIENNE W CZASIE I ICH ANALIZA

Detekcja w obrazach zmiennych w czasie – problemy:

- Zniekształcenia fotometryczne:
 - rozbieżności w luminancji,
 - rozbieżność w rozdzielczości.
- Zniekształcenia geometryczne:
 - rotacja,
 - skalowanie.
- Konieczność analizy obrazów w czasie rzeczywistym.
- Złożoność obliczeń numerycznych.
- Szybkość przetwarzania danych.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



METODOLOGIA BADAŃ

- Przygotowanie obrazu wzorcowego zawierającego element, który będzie poszukiwany.
- Przygotowanie zestaw zdjęć ekspozycji zawierającej szukany element.
- Przekształcenie obrazu wzorcowego oraz wszystkich zdjęć z przygotowanej bazy do postaci obrazów monochromatycznych.
- Detekcja punktów kluczowych z wykorzystaniem pierwszej metody oraz drugiej metody.
- Wydobycie cech charakterystycznych (budowa deskryptorów) według pierwszej i drugiej metody.
- Porównanie i ekstrakcja odpowiadających sobie cech charakterystycznych obrazu wzorcowego oraz obrazów przeszukiwanych.
- Opracowanie wyników z przeprowadzonych badań.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.

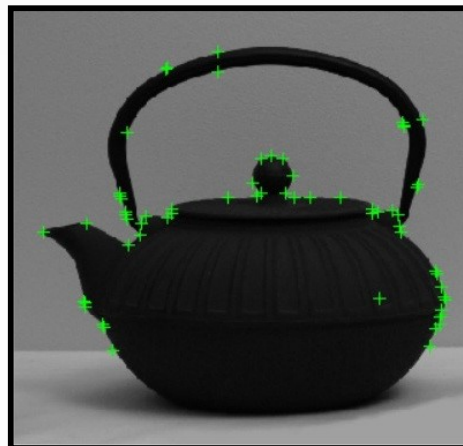


CYFROWY OBRAZ WZORCOWY

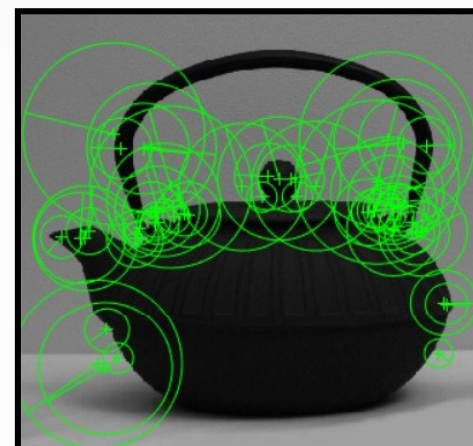
a)



b)



c)



Rys. 1. Cyfrowy obraz wzorcowy zawierający element zainteresowania: **a)** Obraz wejściowy w formacie RGB, **b)** wynik ekstrakcji narożników według algorytmu *Harris & Stephens*, **c)** wynik ekstrakcji punktów charakterystycznych według algorytmu *SURF*.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



ZESTAW OBRAZÓW CYFROWYCH - przykłady

Przygotowano zestaw 54 zdjęć cyfrowych ekspozycji zawierającej element zainteresowania. Bazę przygotowanych obrazów stanowiły:

- 4 zdjęcia o różnej luminancji,
- po 4 zdjęcia wykonane z średniej odległości i dużej odległości od ekspozycji o różnej luminancji,
- po 4 zdjęcia o zmniejszonej rozdzielczości z stosunku 1:0,75 oraz 1:0,50 o różnej luminancji,
- 8 zdjęć wykonanych z dwóch różnych perspektyw o czterech różnych stopniach luminancji,
- 8 zdjęć wykonanych z rotacją boczną o dwóch kątach nachylenia po cztery z różnym stopniem luminancji,
- 8 zdjęć wykonanych z rotacją w poziomie o dwóch kątach przesunięcia po cztery z różnym stopniem luminancji,
- 5 zdjęć z naniesioną strukturą w tle o pięciu różnych zniekształceniach,
- 5 zdjęć ekspozycji na tle struktury o pięciu różnych zniekształceniach.



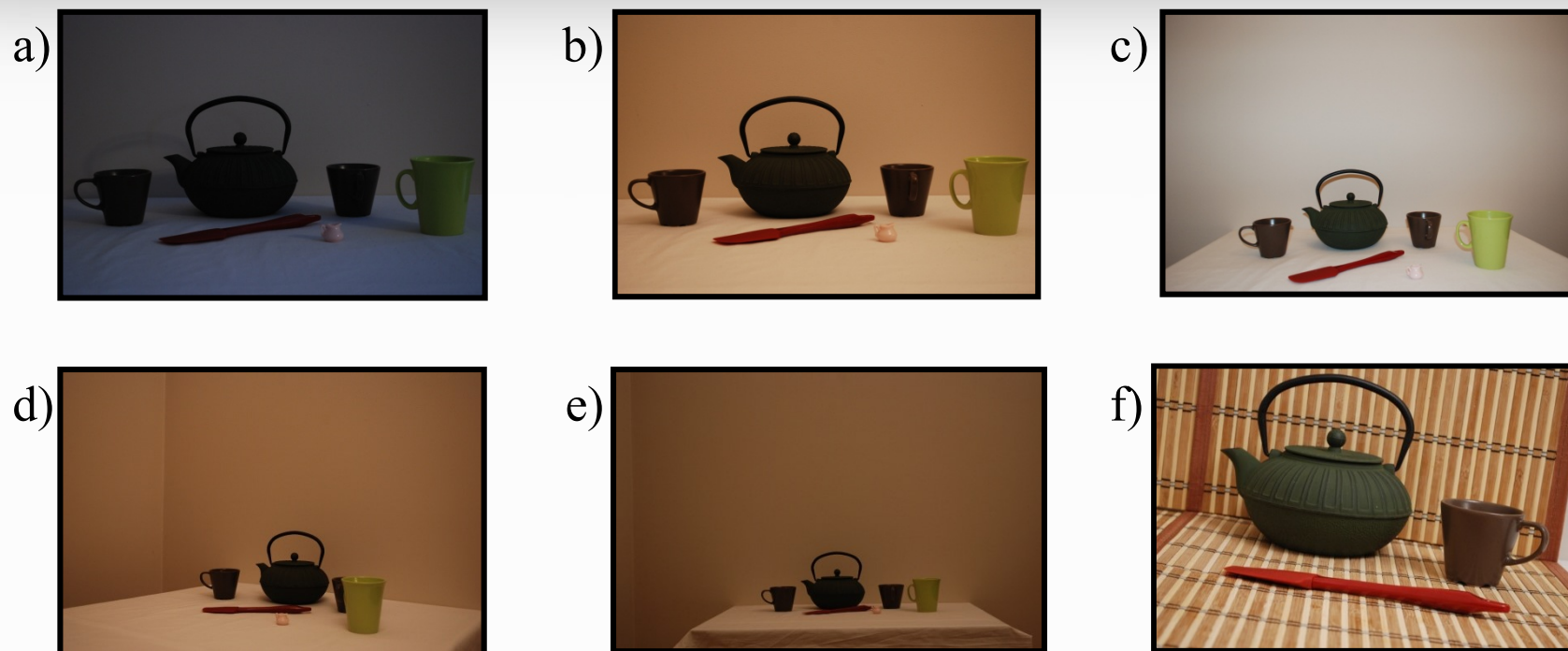
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



ZDJĘCIA EKSPOZYCJI – przykłady



Rys. 2. Cyfrowe obrazy ekspozycji zawierającej obiekt zainteresowania z przykładowymi zniekształceniami: **a)** i **b)** różna luminancja, **c)** zmiana perspektywy, **d)** przesunięcie w poziomie, **e)** większa odległość, **f)** z teksturą w tle.



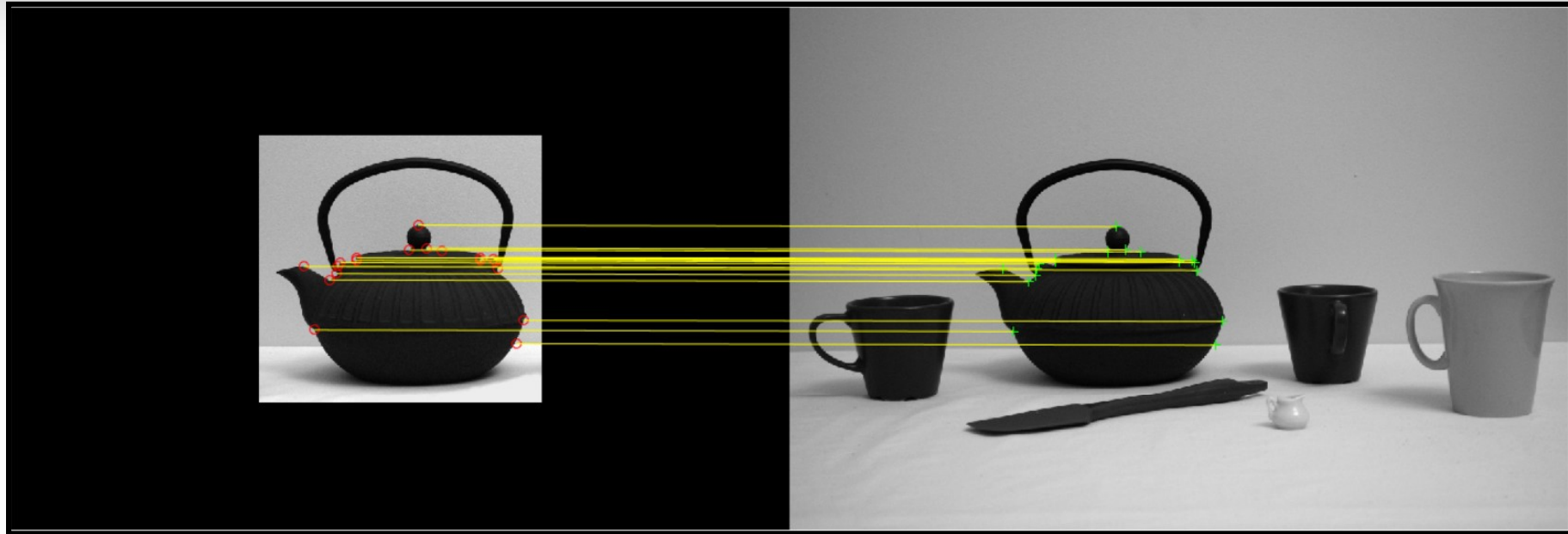
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 3. Przykład działania pierwszej metody dla obrazów o różnej luminancji - detekcja narożników metodą Harris & Stephens oraz porównanie otrzymanych metodą FREAK cech charakterystycznych.



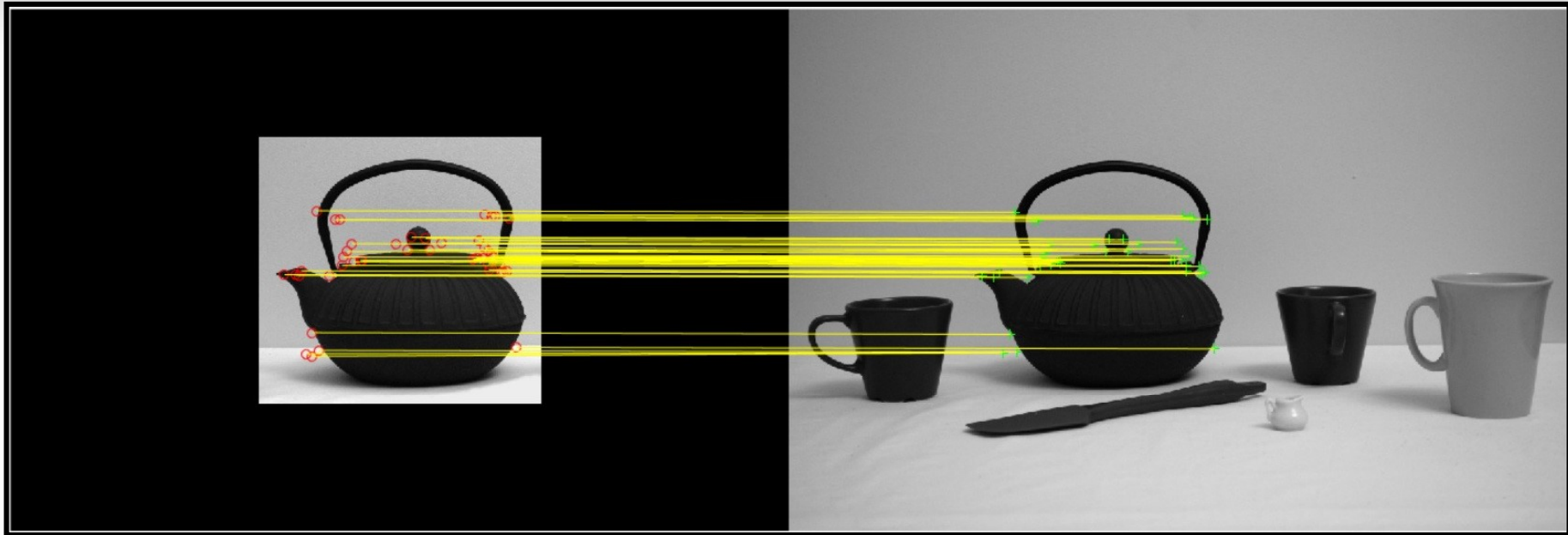
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 4. Przykład działania drugiej metody dla obrazów o różnej luminancji - detekcja punktów charakterystycznych metodą SURF oraz porównanie otrzymanych cech charakterystycznych.



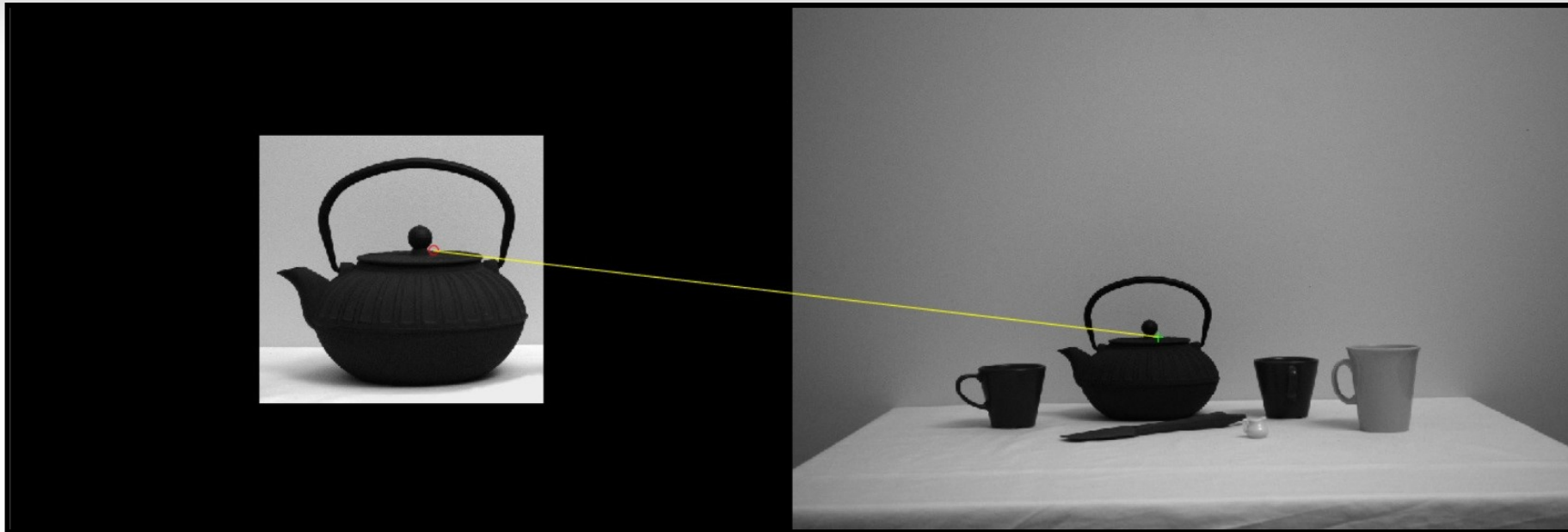
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 5. Przykład działania pierwszej metody dla obrazów o różnej odległości - detekcja narożników metodą Harris & Stephens oraz porównanie otrzymanych metodą FREAK cech charakterystycznych.



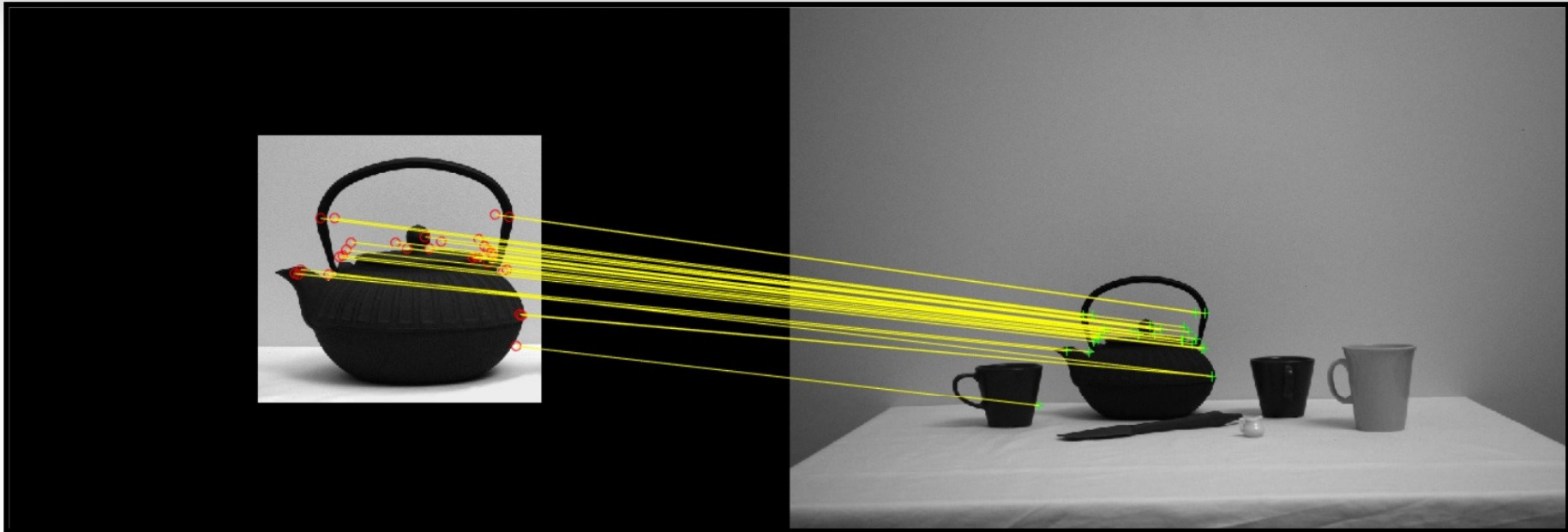
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 6. Przykład działania drugiej metody dla obrazów o różnej odległości - detekcja punktów charakterystycznych metodą SURF oraz porównanie otrzymanych cech charakterystycznych.



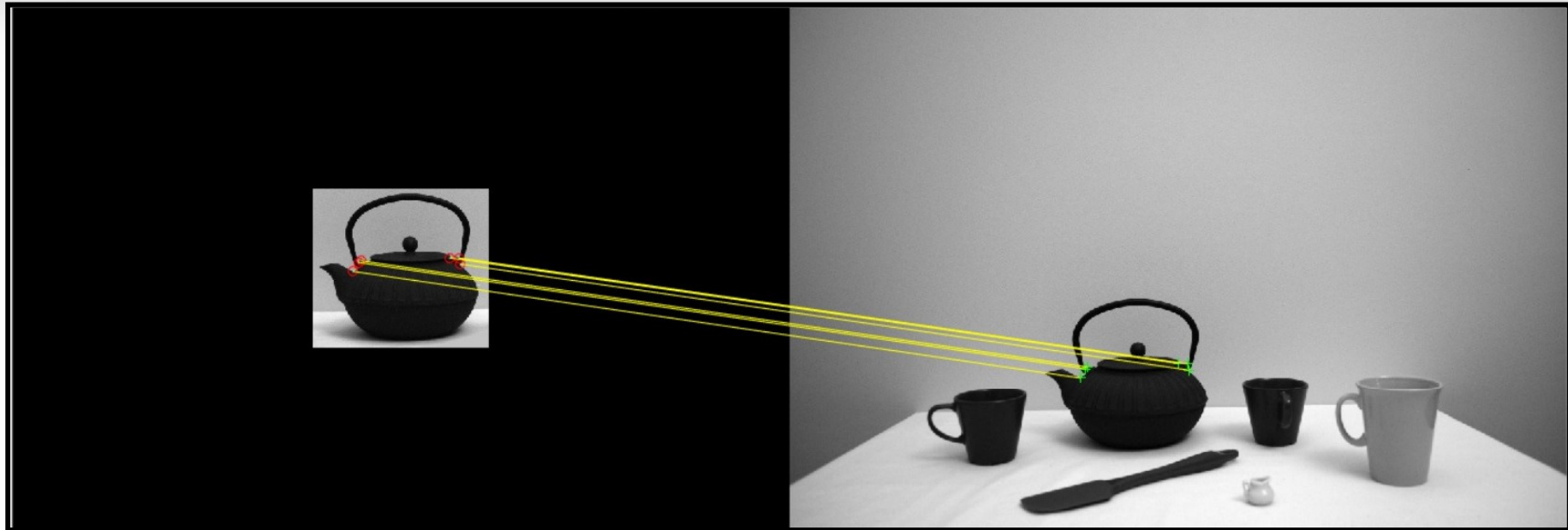
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 7. Przykład działania pierwszej metody dla obrazów o różnej perspektywie - detekcja narożników metodą Harris & Stephens oraz porównanie otrzymanych metodą FREAK cech charakterystycznych.



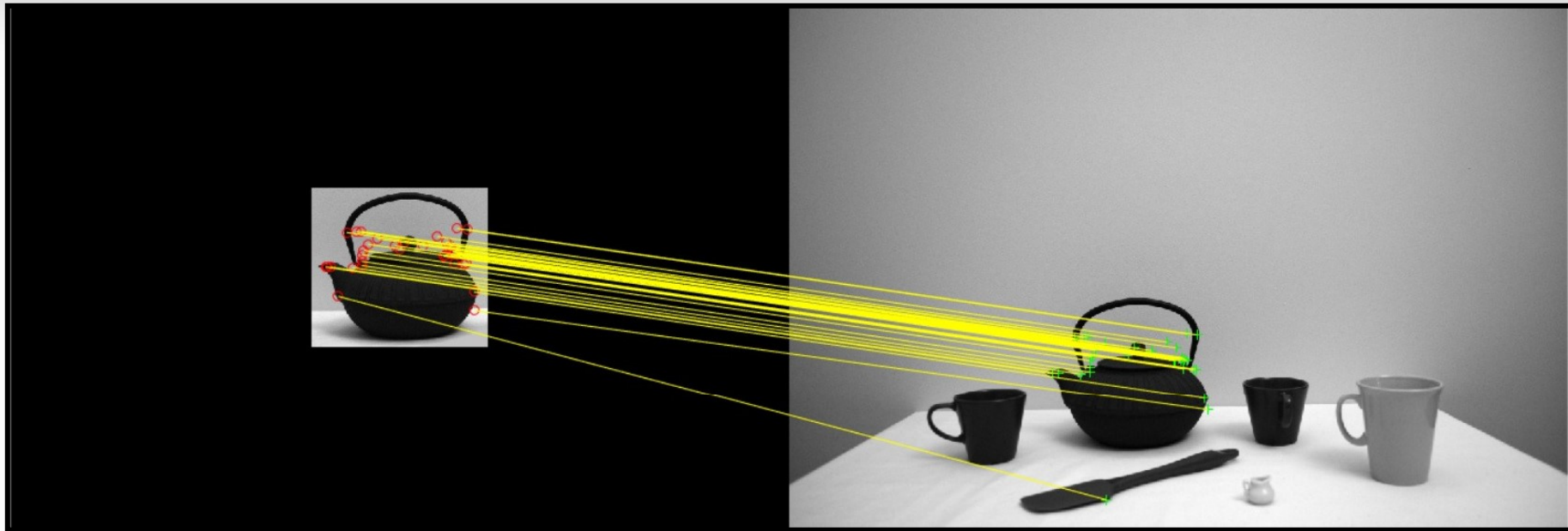
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 8. Przykład działania drugiej metody dla obrazów o różnej perspektywie - detekcja punktów charakterystycznych metodą SURF oraz porównanie otrzymanych cech charakterystycznych.



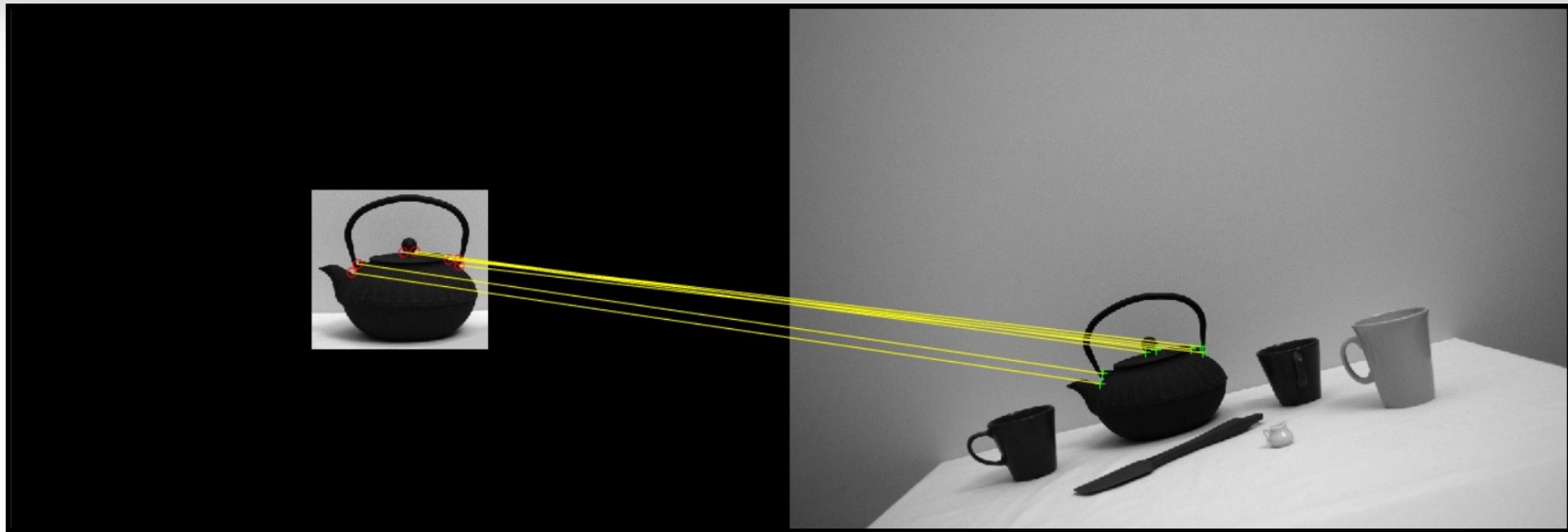
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 9. Przykład działania pierwszej metody dla obrazów z rotacją boczną - detekcja narożników metodą Harris & Stephens oraz porównanie otrzymanych metodą FREAK cech charakterystycznych.



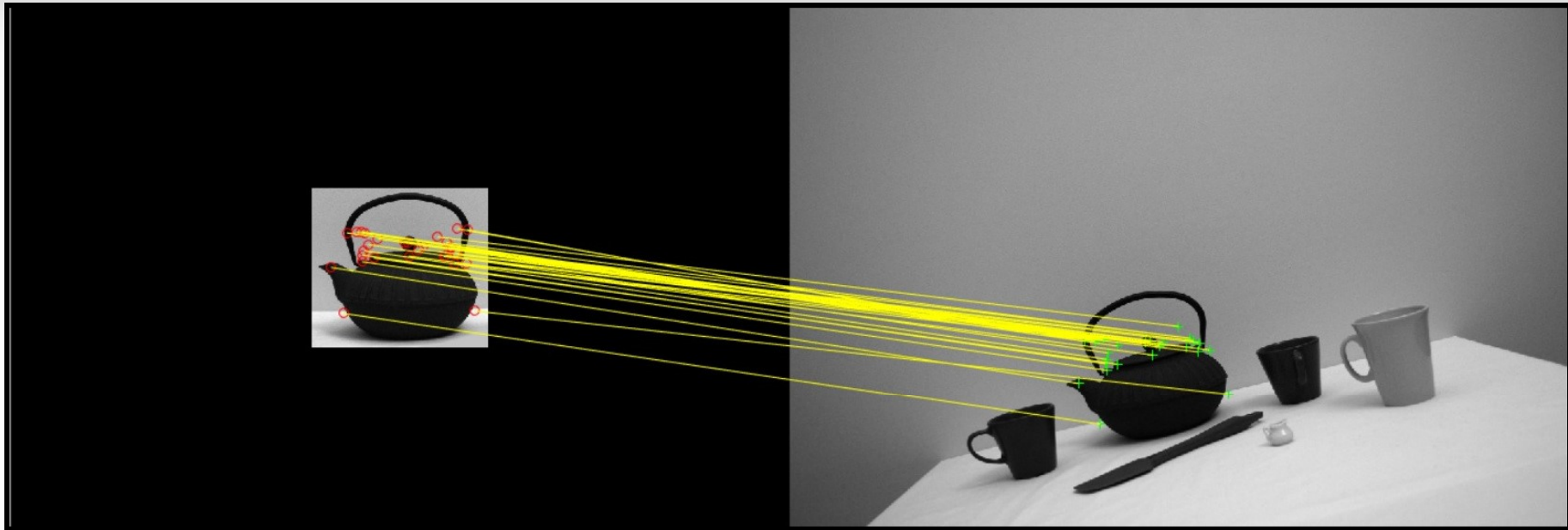
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 10. Przykład działania drugiej metody dla obrazów z rotacją boczną - detekcja punktów charakterystycznych metodą SURF oraz porównanie otrzymanych cech charakterystycznych.



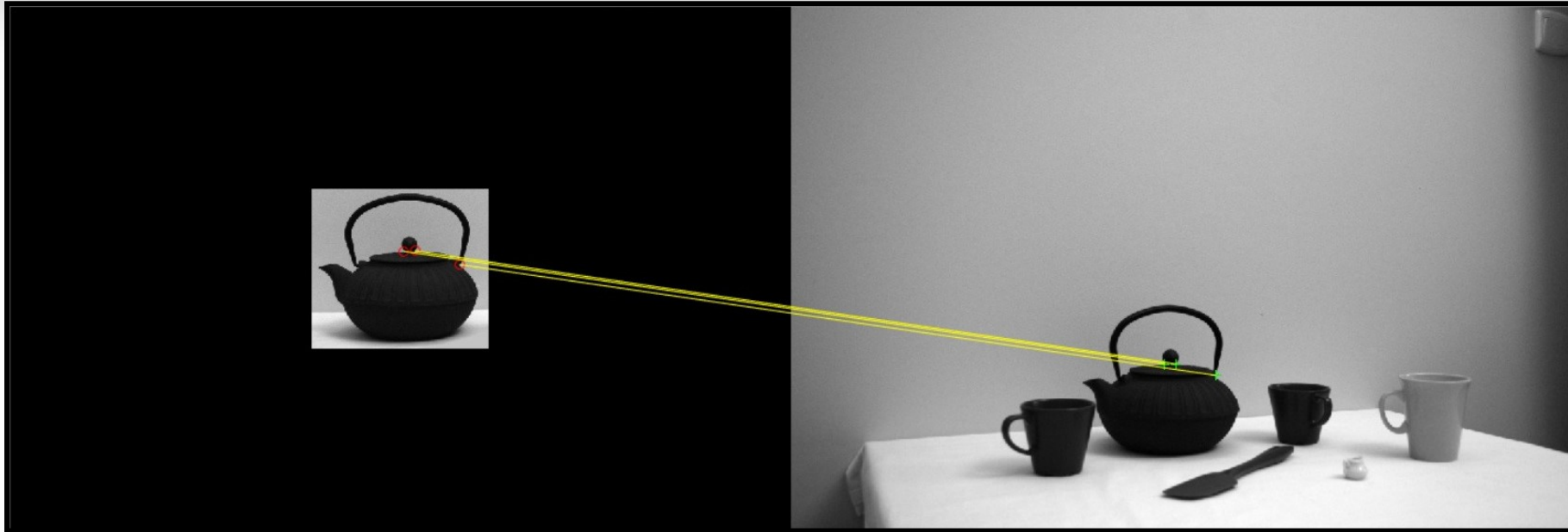
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 11. Przykład działania pierwszej metody dla obrazów z rotacją w poziomie - detekcja narożników metodą Harris & Stephens oraz porównanie otrzymanych metodą FREAK cech charakterystycznych.



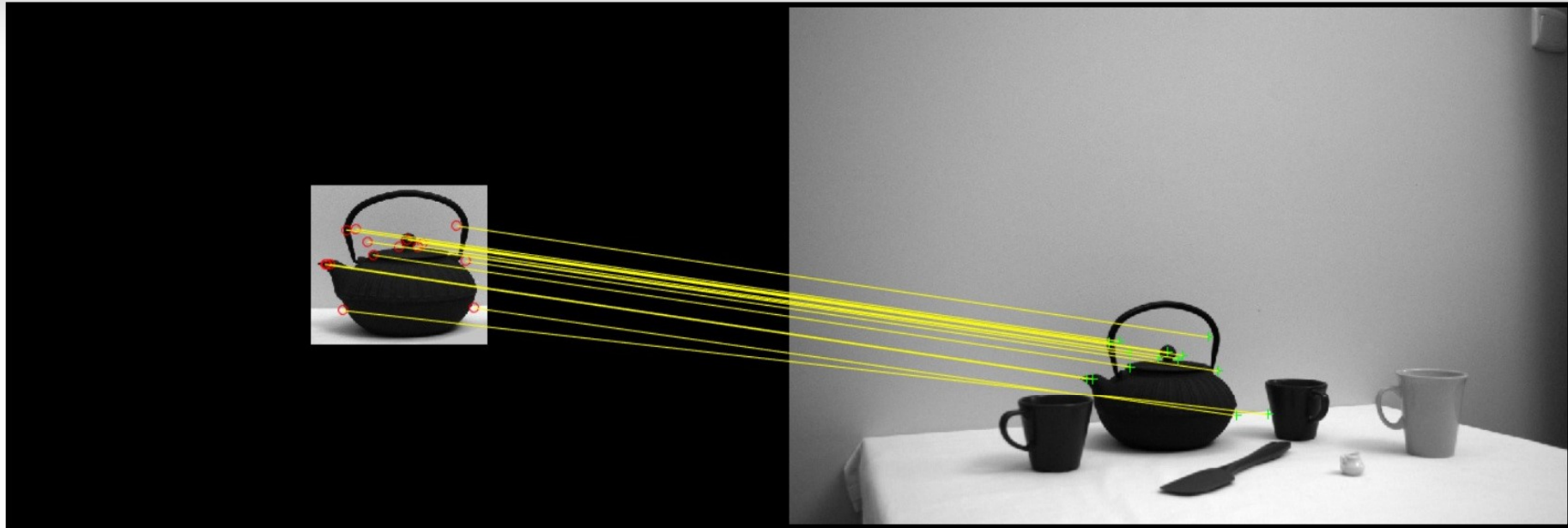
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 12. Przykład działania drugiej metody dla obrazów z rotacją w poziomie - detekcja punktów charakterystycznych metodą SURF oraz porównanie otrzymanych cech charakterystycznych.



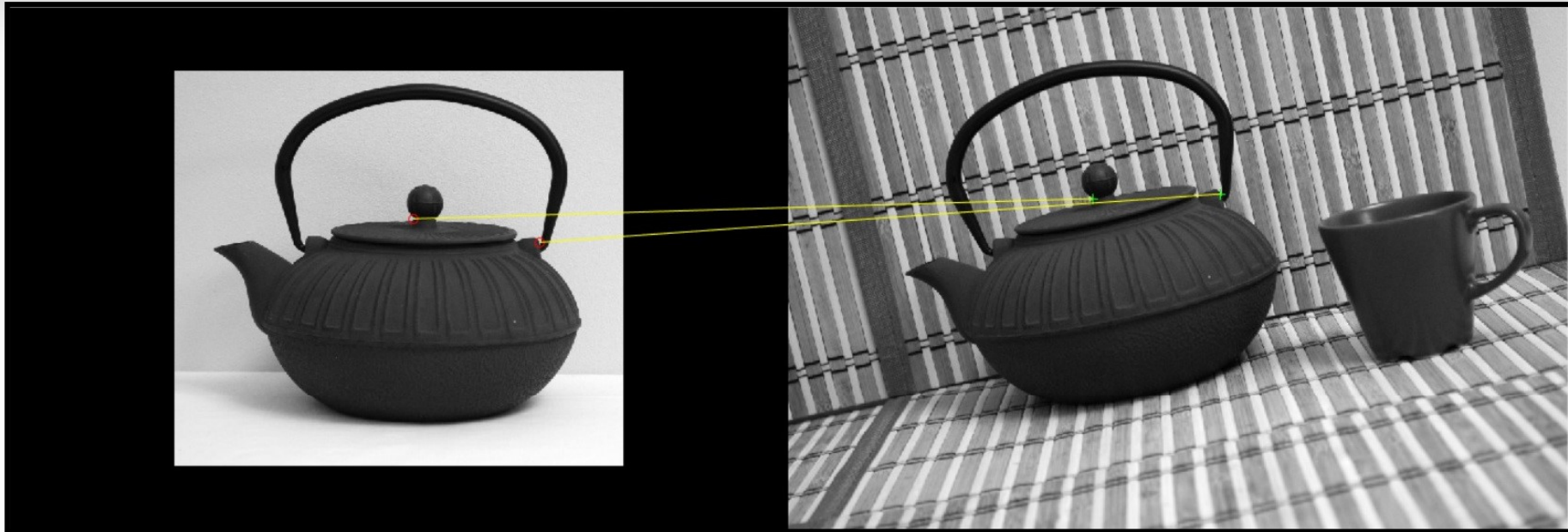
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 13. Przykład działania pierwszej metody dla obrazów z teksturą w tle - detekcja narożników metodą Harris & Stephens oraz porównanie otrzymanych metodą FREAK cech charakterystycznych.



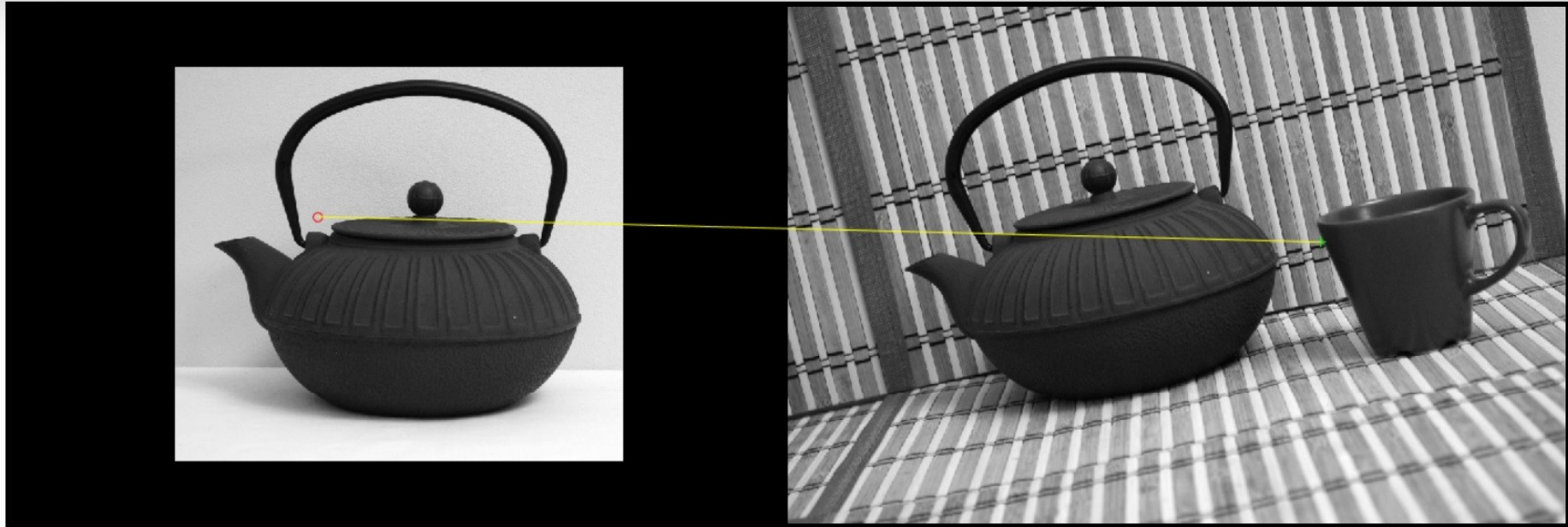
Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



UZYSKANE WYNIKI – przykłady



Rys. 14. Przykład działania drugiej metody dla obrazów z teksturą w tle - detekcja punktów charakterystycznych metodą SURF oraz porównanie otrzymanych cech charakterystycznych.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



WNIOSKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

**Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)**

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.



Dziękuję za uwagę



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Organizacja IX Konferencji Modelowanie Matematyczne
w Fizyce i Technice (MMFT 2017)

- zadanie finansowane w ramach umowy 829/P-DUN/2017
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę.

