

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

AGH

Zastosowanie transformaty Fouriera-Mellina do dopasowywania wzorca na obrazach

Projekt dyplomowy inżynierski

*Autorka pracy: **Dorota Wejdman***

*Promotor: **dr inż. Piotr Pawlik***

Kraków, 2020

Plan prezentacji

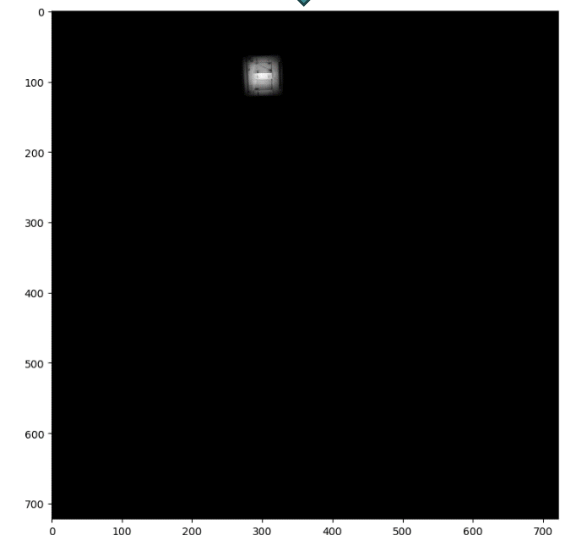
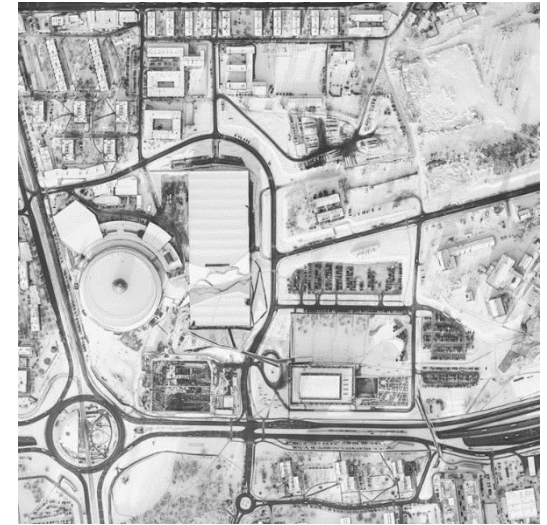
1. Cel i opis pracy
2. Opis algorytmu
3. Przeprowadzone eksperymenty
 - a) Maksima korelacji fazowej
 - b) Fragmentacja obrazu
 - c) Zmiana rozmiaru wzorca
 - d) Parametryzacja transformacji log-polar
4. Podsumowanie wyników
5. Wnioski i dalsze perspektywy

Cel i opis pracy

Celem obecnej pracy było zbadanie zastosowania transformaty Fouriera Mellina do poszukiwania wzorca na obrazie referencyjnym. Poszukiwanie wzorca jest techniką w dziedzinie przetwarzania obrazów, która polega na lokalizacji małych fragmentów obrazu odpowiadających obrazowi referencyjnemu. Rozważane zostały przypadki, w których wzorzec jest obrócony, przeskalowany oraz przesunięty.

Algorytm wyszukiwania wzorca

1. Transformacja Fouriera obrazu wzorca i referencyjnego oraz filtracja górnoprzepustowa.
2. Transformacja log polar.
3. Transformacja Fouriera.
4. Korelacja fazowa.
5. Wyznaczenie parametrów skali i obrotu na podstawie maksimum korelacji fazowej
6. Obrót i skalowanie wzorca zgodnie z wyznaczonymi parametrami.
7. Korelacja fazowa zmodyfikowanego wzorca i obrazu referencyjnego.
8. Przesunięcie wzorca zgodnie ze współrzędnymi maksimum korelacji.



Działanie programu bazowego

- małe obrazy wejściowe

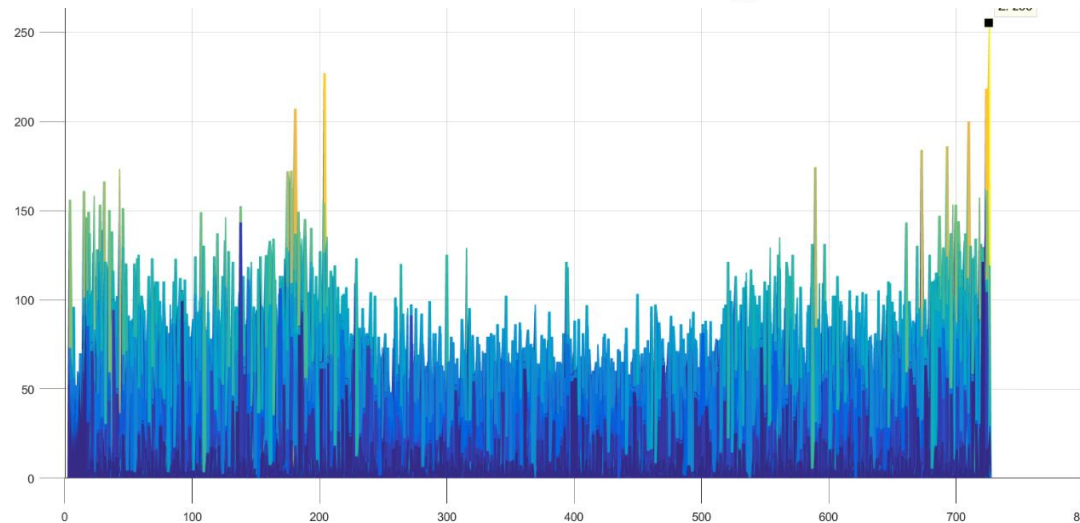
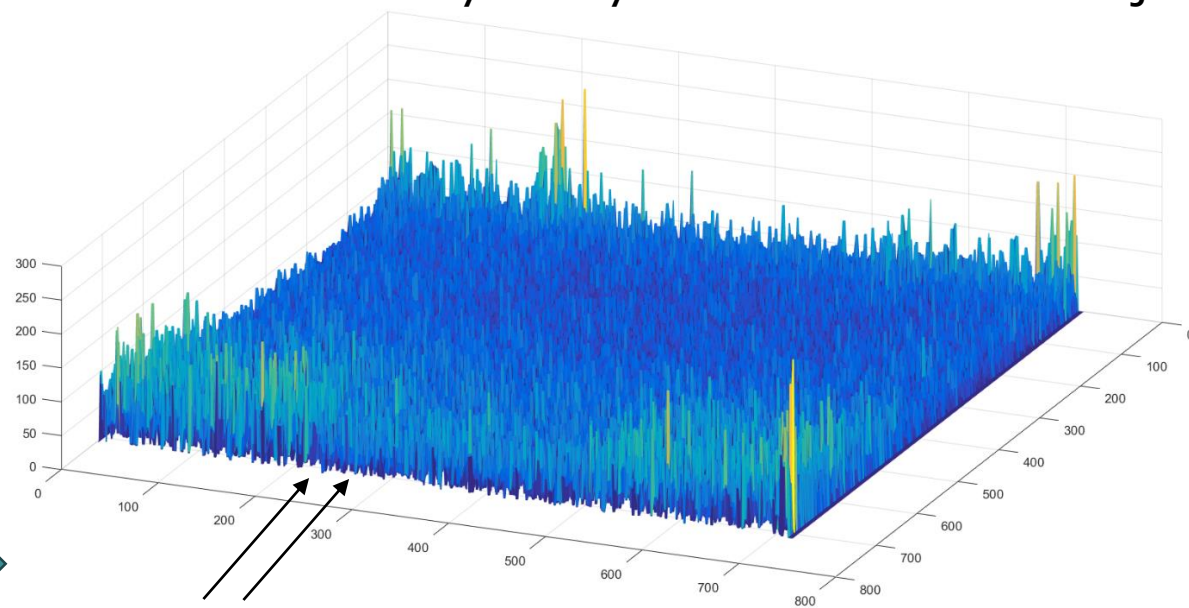
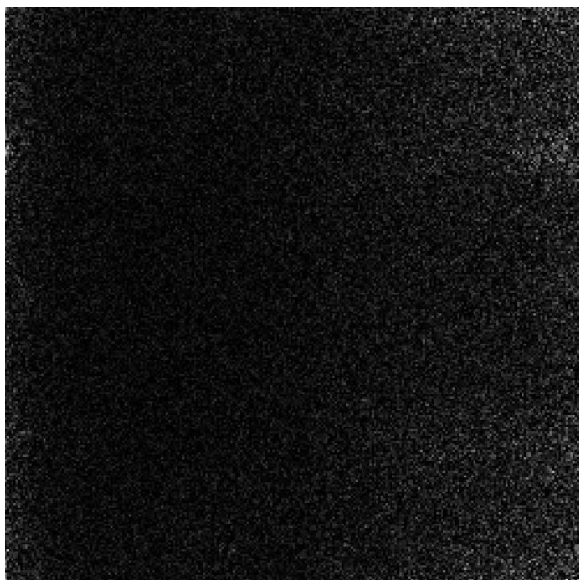
| Rozdzielczość [px] | Liczba dobrych wyników | Liczba testów | Wynik [%] |
|--------------------|------------------------|---------------|-----------|
| 722 | 6 | 12 | 50% |
| 500 | 8 | 15 | 53% |
| 400 | 5 | 6 | 83% |
| 200 | 2 | 2 | 100% |
| Suma/średnia | 21 | 35 | 60% |

- duże obrazy wejściowe

| Rozdzielczość | Skala | Kąt [°] | Liczba dobrych wyników | Liczba testów | Średni błąd skali | Błędne kąty | Wynik [%] |
|---------------|-------|---------|------------------------|---------------|-------------------|-------------|-----------|
| 4000 | - | - | 17 | 70 | 0,028 | 24% | 25% |
| 4000 | - | -90 | 3 | 70 | 0,026 | 85% | 0% |
| 4000 | - | -30 | 0 | 49 | 0,075 | 98% | 0% |
| 4000 | - | -135 | 0 | 43 | 0,010 | 94% | 0% |
| 4000 | 0,75 | - | 0 | 40 | 0,261 | 85% | 0% |
| 4000 | 0,80 | - | 0 | 70 | 0,173 | 72% | 0% |
| 4000 | 0,90 | - | 5 | 70 | 0,105 | 63% | 7% |
| 4000 | 1,10 | - | 3 | 70 | 0,116 | 48% | 4% |
| 4000 | 1,20 | - | 2 | 29 | 0,193 | 18% | 7% |
| 4000 | 1,25 | - | 0 | 40 | 0,248 | 78% | 0% |
| Suma/średnia | | | 30 | 546 | 0,120 | 48% | 5% |

Maksima korelacji fazowej

1. Geneza problemu – błędne rozpoznanie kątów i skali w korelacji faz
2. Rozwiązanie – sprawdzenie kilku maksymalnych wartości korelacji



Maksima korelacji fazowej

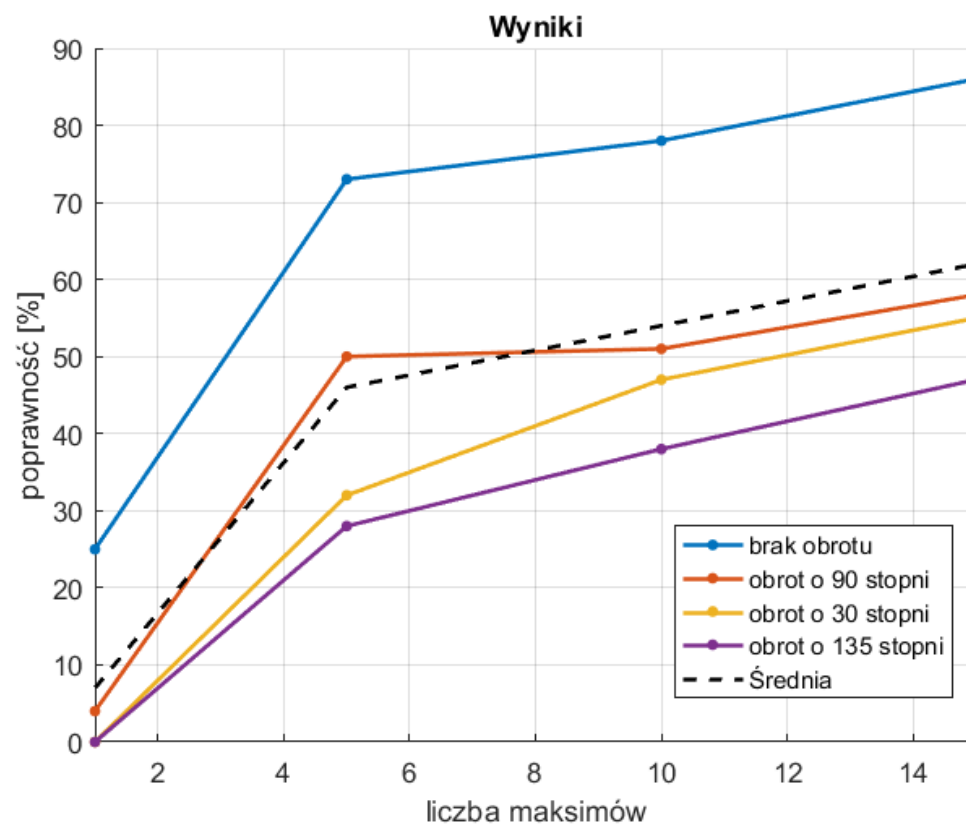
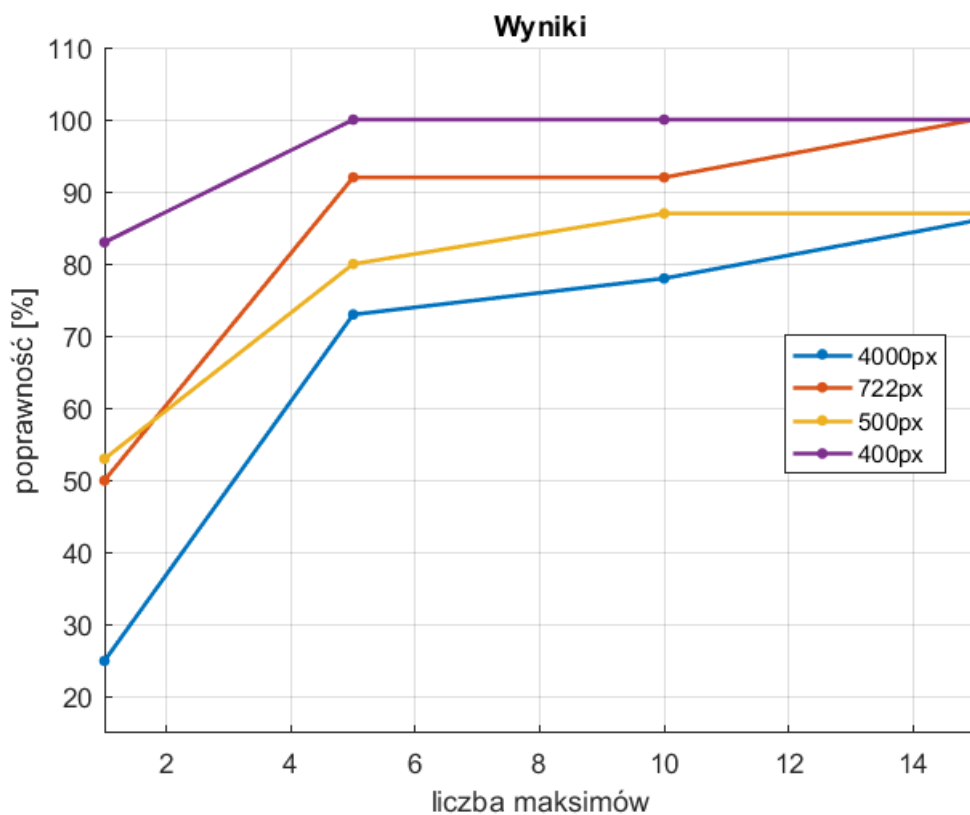
3. Wyniki

| Rozdzielczość [px] | 1 maksimum | 5 maksimów | 10 maksimów | 15 maksimów |
|--------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 722 | 50% | 92% | 92% | 100% |
| 500 | 53% | 80% | 87% | 87% |
| 400 | 83% | 100% | 100% | 100% |
| 4000 | 20% | 71% | 76% | 86% |
| Średnia | 52% | 86% | 89% | 93% |

| Rozdzielczość [px] | Skala | Kąt [°] | 1 maksimum | 5 maksimów | 10 maksimów | 15 maksimów |
|--------------------|-------|---------|------------|------------|-------------|-------------|
| 4000 | - | - | 25% | 73% | 78% | 86% |
| 4000 | - | -90 | 4% | 50% | 51% | 58% |
| 4000 | - | -30 | 0% | 32% | 47% | 55% |
| 4000 | - | -135 | 0% | 28% | 38% | 47% |
| Średnia | | | 7% | 46% | 54% | 62% |
| 4000 | 0,75 | - | 0% | 1% | 1% | 1% |
| 4000 | 0,80 | - | 0% | 3% | 4% | 4% |
| 4000 | 0,90 | - | 7% | 13% | 14% | 15% |
| 4000 | 1,10 | - | 4% | 15% | 25% | 23% |
| 4000 | 1,20 | - | 7% | 3% | 10% | 10% |
| 4000 | 1,25 | - | 0% | 4% | 6% | 8% |
| Średnia | | | 3% | 7% | 10% | 10% |

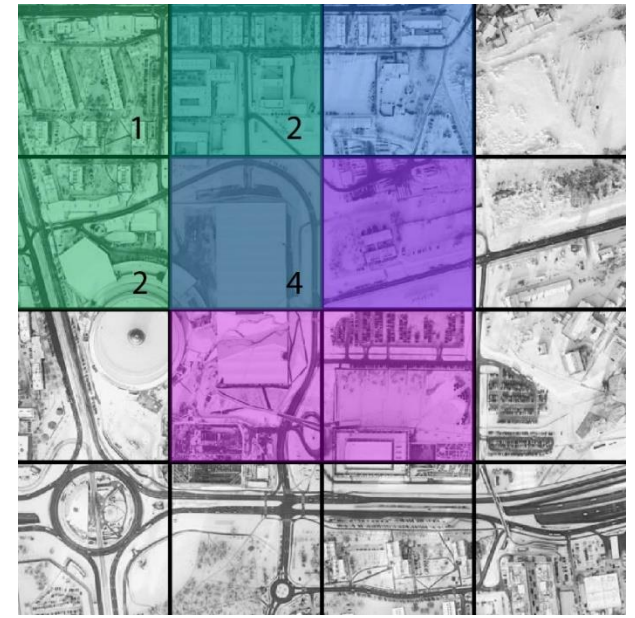
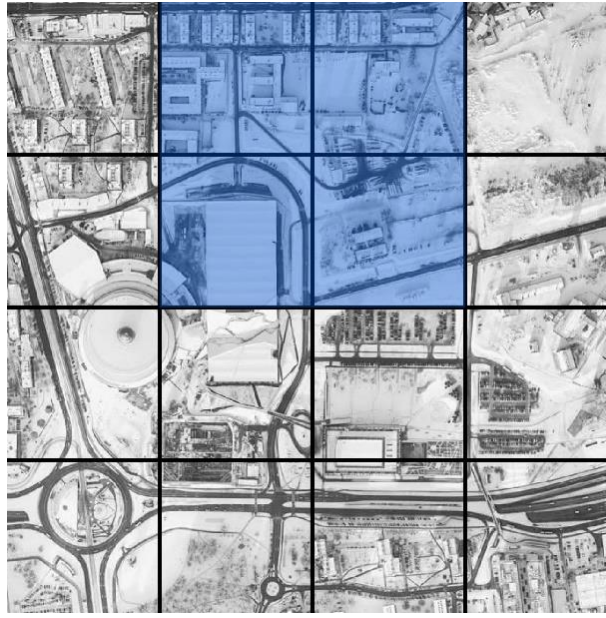
Maksima korelacji fazowej

4. Porównanie wyników



Fragmentacja obrazu referencyjnego

1. Problem – zbyt duża ilość danych do przetworzenia
2. Rozwiązanie – podzielenie obrazu referencyjnego na mniejsze części



Fragmentacja obrazu referencyjnego

3. Wyniki

| Rozdzielczość [px] | Skala | Kąt [°] | Liczba dobrych wyników | Liczba testów | 10 maksimów | Fragmentacja | Różnica [%] |
|--------------------|-------|---------|------------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| 4000 | - | - | 70 | 70 | 78% | 100% | 22% |
| 4000 | - | -90 | 56 | 70 | 51% | 80% | 29% |
| 4000 | - | -30 | 45,5 | 47 | 47% | 97% | 50% |
| 4000 | - | -135 | 41 | 45 | 38% | 91% | 53% |
| 4000 | 0,75 | - | 1,5 | 40 | 1% | 4% | 3% |
| 4000 | 0,80 | - | 6,5 | 70 | 4% | 9% | 5% |
| 4000 | 0,90 | - | 25,5 | 70 | 14% | 36% | 23% |
| 4000 | 1,10 | - | 49,5 | 70 | 25% | 71% | 46% |
| 4000 | 1,20 | - | 8 | 30 | 10% | 27% | 17% |
| 4000 | 1,25 | - | 5 | 40 | 6% | 13% | 6% |
| Suma/Średnia | | | 308,5 | 552 | 27% | 53% | 25% |

Zmiana rozmiaru wzorca

1. Problem – błędne rozpoznawanie skali.
2. Rozwiązanie – przekształcenie wzorca do rozmiarów obrazu referencyjnego, zamiast umieszczenia go na czarnym tle.
3. Zbadanie różnych metod interpolacji: dwukubicznej, dwulinearnej, algorytmem Lanczosa)
4. Wyniki

| Rozdzielczość [px] | Skala | Kąt [°] | Linear | Cubic | Lanczos | Fragmentacja | Różnica |
|--------------------|-------|---------|--------|-------|---------|--------------|---------|
| 4000 | - | - | 55,8% | 6,3% | 43,3% | 100,0% | -50,0% |
| 4000 | - | +90 | 50,2% | 2,9% | 43,3% | 80,0% | -36,6% |
| 4000 | - | +30 | 45,1% | 8,3% | 13,1% | 96,8% | -50,6% |
| 4000 | - | +135 | 46,6% | 8,9% | 1,3% | 91,1% | -44,1% |
| Średnia | | | 49,4% | 6,6% | 25,3% | 92,0% | -45,3% |
| 4000 | 0,75 | - | 33,5% | 17,1% | 10,0% | 3,8% | 34,7% |
| 4000 | 0,80 | - | 47,5% | 10,0% | 31,7% | 9,3% | 39,5% |
| 4000 | 0,90 | - | 33,8% | 14,0% | 7,9% | 36,4% | -9,6% |
| 4000 | 1,10 | - | 26,7% | 1,9% | 12,1% | 70,7% | -43,2% |
| 4000 | 1,25 | - | 16,7% | 4,2% | 37,9% | 12,5% | 4,2% |
| Średnia | | | 31,6% | 9,4% | 19,9% | 26,5% | 5,1% |

Parametryzacja transformacji log-polar

1. Badanie zależności działania algorytmu od wybranego parametru
 - użycie funkcji WarpPolar (OpenCv) z parametrem MaxRadius

2. Wyniki

- Poprawność wyszukiwania wzorca

| Skala | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
|--------|------|------|------|------|
| R | 100% | 100% | 85% | 0% |
| G | 15% | 85% | 100% | 23% |
| G na R | 85% | 15% | -15% | -23% |

- Błąd skali

| Skala | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| R | 0.843 | 0.085 | 0.047 | 0.162 |
| G | 1.008 | 0.737 | 0.159 | 0.111 |
| G na R | -0.165 | -0.652 | -0.112 | 0.051 |

Duże rozmiary

| Rozdzielczość [px] | Skala | Kąt | Średni błąd skali | Błędne kąty | MaxRadius=G | MaxRadius=R | Różnica [%] |
|--------------------|-------|------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 4000 | - | - | 0,000 | 0,0% | 100% | 50% | 50% |
| 4000 | - | +90 | 0,000 | 3,3% | 94% | 43% | 51% |
| 4000 | - | +30 | 0,035 | 85,5% | 16% | 46% | -30% |
| 4000 | - | +135 | 0,038 | 66,5% | 34% | 47% | -13% |
| 4000 | 0,75 | - | 0,050 | 66,5% | 6% | 38% | -32% |
| 4000 | 1,25 | - | 0,034 | 57,5% | 8% | 49% | -41% |
| 4000 | 0,80 | - | 0,037 | 59,8% | 10% | 27% | -17% |
| 4000 | 0,90 | - | 0,019 | 45,3% | 36% | 28% | 9% |
| 4000 | 1,10 | - | 0,013 | 49,0% | 31% | 17% | 15% |
| SUMA | | | 0,025 | 48,1% | 37,4% | 38,3% | -0,9% |

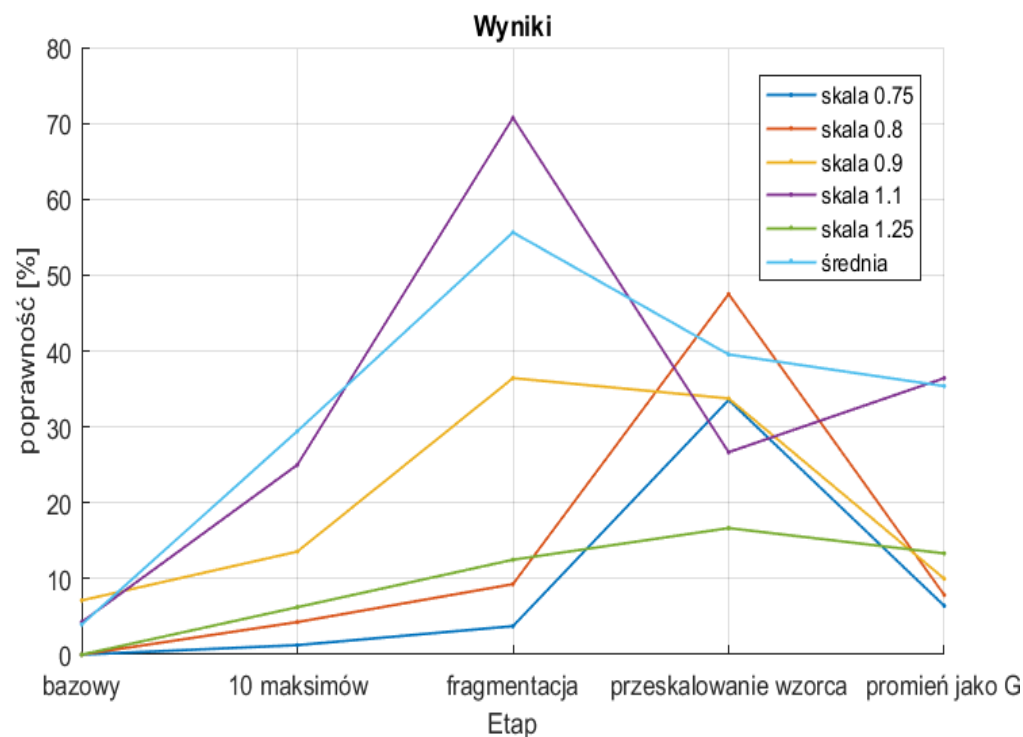
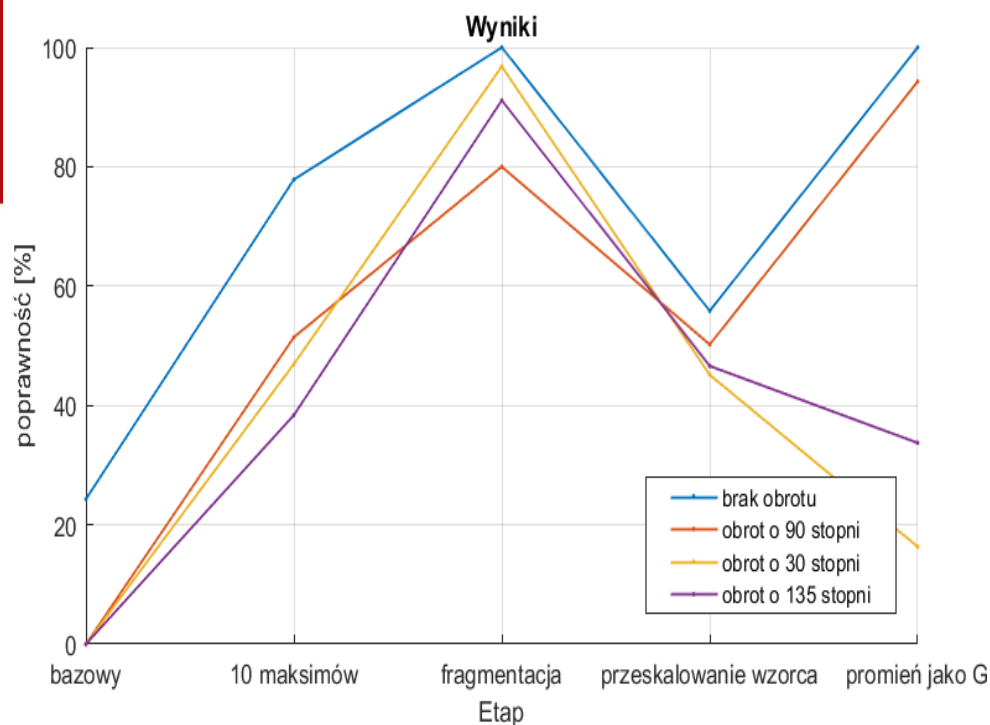
Podsumowanie wyników

Obrót

- Wzrost do prawie 100% do etapu 3
- Spadek dla przeskalowania wzorca
- Przy zmianie promienia połowa wyników się globalnie poprawia

Skala

- Niezadowalające efekty dla pierwszych etapach
- Znaczny wzrost przy fragmentacji oraz przeskalowaniu
- Dla dużych zmian skali najlepsze efekty na etapie przeskalowania, dla mniejszych - fragmentacji



Wnioski

- Transformata Fouriera Mellina jest użytecznym narzędziem w poszukiwaniu wzorca na obrazie.
- Wprowadzenie przedstawionych, dodatkowych operacji znacznie poprawia działania podstawowego algorytmu.
- Istnieje wiele możliwości dalszej pracy nad zastosowaniem transformaty Fouriera Mellina i wprowadzeniem modyfikacji do obecnego algorytmu.

Dalsze perspektywy

- Wykorzystanie transformaty w innych dziedzinach przetwarzania obrazu.
- Badanie działania algorytmu w innych zastosowaniach .
- Badanie wpływu filtracji obrazu na działanie algorytmu.
- Dalsze badanie dokładnej parametryzacji transformacji Log-polar.
- Zaproponowanie rozwiązania mającego pozytywny wpływ na wyznaczanie skali obrazu.

Dziękuję za uwagę