

INTELIGENTNE SYSTEMY UWIERZYTELNIANIA

dr hab. inż. Mariusz Kubanek, prof. PCz

mariusz.kubanek@icis.pcz.pl

Katedra INFORMATYKI

Wykład 11

Uwierzytelnianie na podstawie rozkładu naczyń krwionośnych

WRAŻLIWOŚĆ CECH

- Systemy uwierzytelniania oparte na cechach szczegółowych takich jak linie papilarne palca, dłoni, czy też rozkład geometryczny dłoni od zawsze narażone są na uszkodzenia, czego skutkiem jest błędna weryfikacja użytkownika.
- Nikt jak do tej pory nie wymyślił sposobu, aby poradzić sobie z tym problemem.



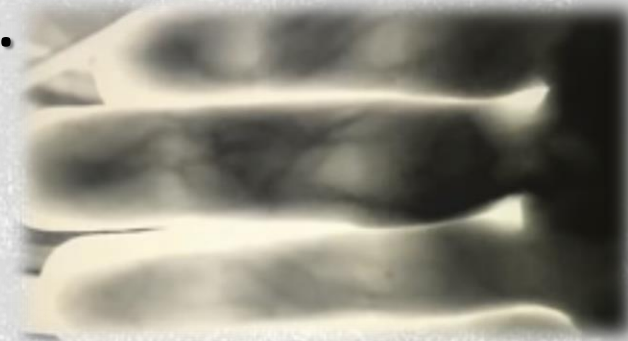
WRAŻLIWOŚĆ CECH

- Systemy bazujące na cechach zewnętrznych dłoni mogą być stosowane wyłącznie w aplikacjach o niskim, bądź średnim poziomie bezpieczeństwa, np. mogą posłużyć jako karta na pływalnię.
- Nie dostarczają one niestety wysokiej pewności uwierzytelniania, stąd mało jest prac rozwojowych tego typu systemów.



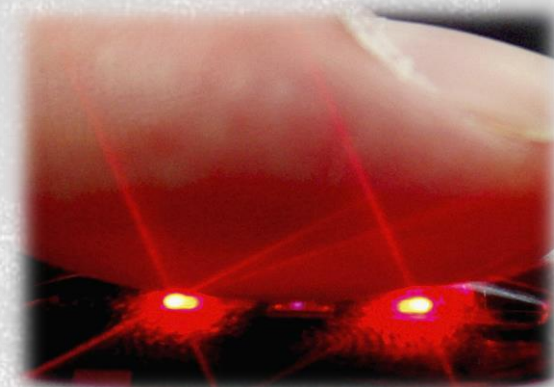
STABILNIEJSZE CECHY

- Systemy obarczone wysokim poziomem bezpieczeństwa wykorzystujące cechy zewnętrzne dłoni dla potencjalnego włamywacza byłyby jak otwarty system, nieposiadający żadnego zabezpieczenia.
- Do tego typu rodzaju systemów należałoby zajrzeć pod ludzką skórę i wykorzystać np. wzór rozkładu naczyń krwionośnych palca, który charakteryzuje się tymi samymi cechami co odciski, z tym że nie da się go ani podrobić, ani zadrapać, czy skaleczyć.



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE

- **Systemy uwierzytelniania bazujące na naczyniach krwionośnych palca są bardzo popularne w obecnych czasach i często wykorzystywane w aplikacjach weryfikujących użytkownika.**
- **Zaprojektowanie urządzenia pobierającego obraz naczyń krwionośnych palca jest dość prosty, wystarczy źródło światła bliskiej podczerwieni i aparat z aktywną matrycą na podczerwień.**



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE

- **Wzór naczyń krwionośnych znajduje się pod powierzchnią skóry i jest unikatowy dla każdego człowieka.**
- **Tak jak w przypadku linii papilarnych palca, czy dłoni nie jest pozostawiany na przedmiotach.**
- **Ogromną zaletą jest to, że na jego wygląd nie mają wpływu skaleczenia, zadrapania powierzchniowe skóry.**



NACZYŃIA KRWIONOŚNE

- Cecha biometryczna akceptowalna jest przez wszystkie kultury, bo tak naprawdę nikt nie przywiązuje większej uwagi do wyglądu rozkładu naczyń krwionośnych palca pod skórą.
- Akwizycja obrazu wygląda niemalże identycznie jak przy pobieraniu obrazu linii papilarnych palca.



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE DŁONI

- Inną odmianą systemów wykorzystujących wzór naczyń krwionośnych są systemy uwierzytelniania na podstawie rozkładu naczyń krwionośnych wewnętrznej strony dłoni.
- Użycie wzoru naczyń krwionośnych dłoni podczas budowy systemu uwierzytelniania niewątpliwie jest idealną receptą na wyeliminowanie wątpliwości co do autentyczności identyfikowanej osoby.



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE DŁONI

- **Znajdujący się pod skórą rozkład żył nie da się w żaden sposób podrobić, jak również nie da się oszukać systemu podczas akwizycji danej próbki z dwóch istotnych względów.**
- **Po pierwsze, wszelkie defekty skórne, przy tym identyfikatorze, nie mają znaczenia, gdyż nie są widoczne w trakcie akwizycji rozkładu żył.**



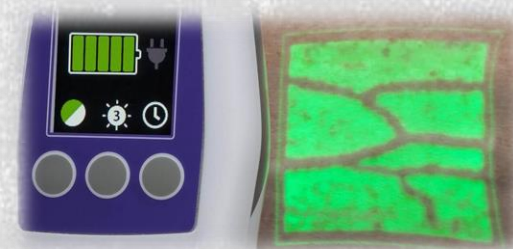
NACZYNIĄ KRWIONOŚNE DŁONI

- Po drugie, obraz naczyń krwionośnych dłoni nie jest widoczny gołym okiem dla innych osób.
- Jego odcisk nie jest pozostawiany na przedmiotach, aby go zaobserwować należy użyć specjalistycznego sprzętu.



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE DŁONI

- Myślą przewodnią w zastosowaniu naczyń krwionośnych dłoni lub palca do budowy systemu uwierzytelniania jest rozwiązanie problemu z weryfikacją osób w społeczeństwie.
- Stosowane do tej pory metody uwierzytelniania w obecnych czasach nie gwarantują naszego bezpieczeństwa.
- Naturalną rzeczą w społeczeństwie stała się informacja, że „komuś” skradziona została tożsamość, lub że użyto jego karty bankomatowej.



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE DŁONI

- Docierające sygnały zmuszają, aby poważnie zastanowić się nad kwestią, jaką niewątpliwie jest ochrona nas i naszego mienia.
- Posługiwanie się cudzym dowodem, na chwile obecną jest bardzo proste i w dodatku nie sprawdzane przez nikogo.



- Decydent obsługujący np. w banku lub na lotnisku w wielu przypadkach nie jest w stanie na podstawie zdjęcia w dokumencie stwierdzić, że faktycznie przed nim znajduje się jego właściciel.
- Zarządzenia wydawane dla jakości zdjęć umieszczanych w dokumentach, nie upraszczają sprawy, w ręcz odwrotnie, bardziej ją komplikują.



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE DŁONI

- Rozwiązanie tych problemów jest bardzo proste, wystarczy dodatkowo obok zdjęcia umieścić również zakodowany wzór biometryczny naczyń krwionośnych dłoni lub palca.
- Osoba, bądź system autoryzujący nie będzie mieć wątpliwości co do weryfikowanej jednostki, wystarczy pobrać próbkę od użytkownika i sprawdzić, kto jest do niej przypisany.



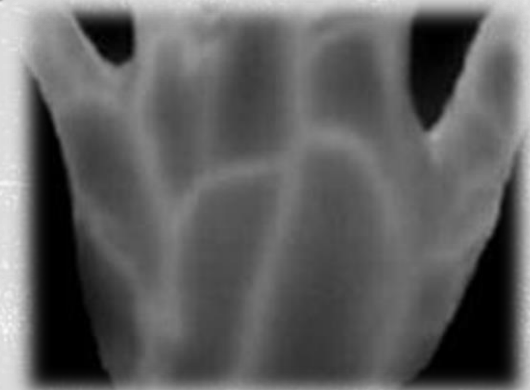
NACZYNIA KRWIONOŚNE DŁONI

- **W trakcie wypłat, czy w banku, czy w bankomacie jako PIN do karty, można użyć wzoru żył, który jak wiadomo jest bezkonkurencyjny w starciu z powszechnie stosowanymi metodami.**
- **Wykorzystanie wzoru naczyń krwionośnych dłoni lub palca bez wątplenia jest w stanie zadbać o nasze bezpieczeństwo i naszego mienia.**



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE DŁONI

- Geometria żył opiera się na fakcie, że układ żył jest charakterystyczny i bardzo indywidualny dla każdej osoby.
- Pomiar układu skupia się na naczyniach krwionośnych znajdujących się w obrębie dłoni.
- Żyły znajdujące się pod skórą absorbują światło podczerwone i dlatego też na obrazie dłoni pojawia się ciemniejszy układ.



NACZYNIĄ KRWIONOŚNE DŁONI

- Światło podczerwone połączone ze specjalnym aparatem wyłapuje obraz naczyń krwionośnych w formie trzech układów.
- Stosowanie tej technologii ma kilka zalet:
- Po pierwsze, są to duże, solidne układy wewnętrzne.
- Po drugie, procedura nie przywodzi na myśl kryminalnych konotacji powiązanych z pobieraniem odcisków palców.



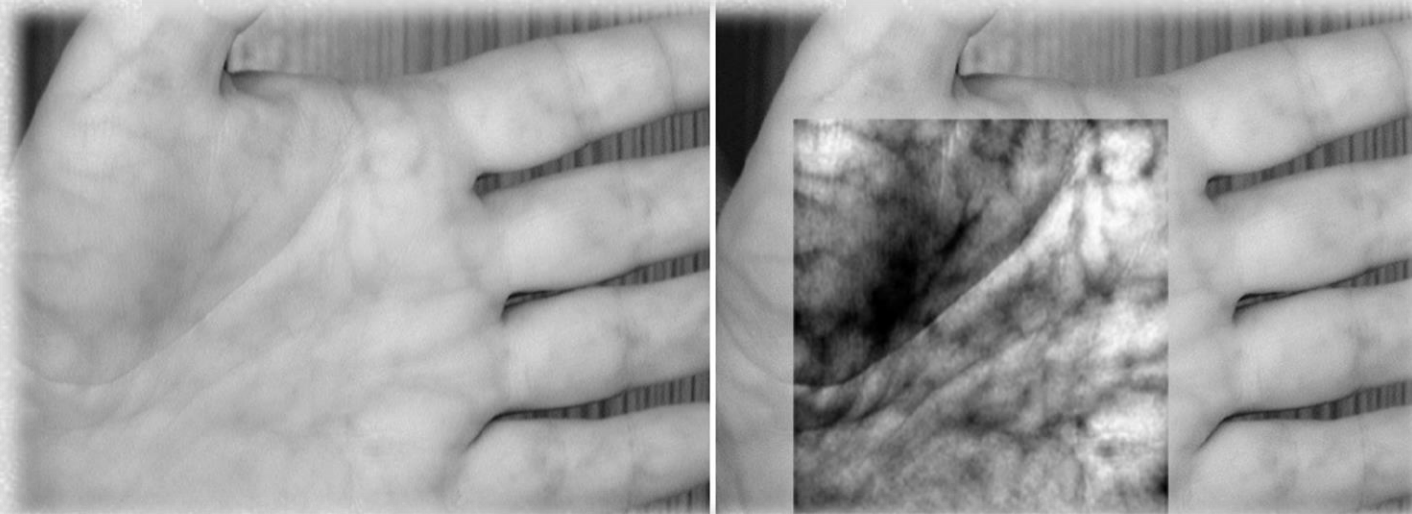
NACZYNIA KRWIONOŚNE DŁONI

- Po trzeciej, układy żył nie ulegają zniszczeniu na skutek codziennych prac.
- Główną wadą pomiaru układu żył jest brak udowodnionej wiarygodności tego systemu.



AKWIZYCJA DANYCH

- W procesie pobierania naczyń krwionośnych w dłoni brany jest pod uwagę i pobierany tylko fragment dłoni, na przykład o wymiarach 380 x 380 pikseli.



POPRAWA KONTRASTU

- W celu wyeksponowania widoczności naczyń krwionośnych, można zastosować globalne transformacje obrazu w celu poprawy jego kontrastu.
- Przykładowo można zrobić to za pomocą następującego równania:

$$L^*(i, j) = (L(i, j) - L_{\min}) \cdot \left(\frac{b - a}{L_{\max} - L_{\min}} \right) + a$$

POPRAWA KONTRASTU

- gdzie $L^*(i, j)$ oznacza nową obliczoną wartość piksela
- $L(i, j)$ jest wartością piksela wejściowego.
- Zmienna a to najniższa wartość, a b to najwyższa wartość, jaką może przyjąć piksel.
- L_{\min} i L_{\max} oznaczają odpowiednio najniższą i najwyższą wartość piksela na obrazie wejściowym.

EKSTRAKCYJA CECH

- **Wzór naczyń krwionośnych dłoni na obrazie wygląda jak wgniecenie, ponieważ żyły są ciemniejsze niż otaczający obszar.**
- **W celu wychwycenia tych wyróżnionych obszarów stosuje się dwuwymiarową funkcję gęstości:**

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\delta^2} \exp\left(-\frac{(x^2 + y^2)}{2\delta^2}\right)$$

EKSTRAKCYJA CECH

- Jednym z pierwszych kroków jest detekcja początkowego położenie krzywizny w kierunku poziomym, pionowym i obu przekątnych.
- Do modelowania wykorzystuje się pochodne dwuwymiarowej funkcji gęstości:

$$f_x(x) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \left(\frac{-x}{\delta^2} \right) f(x, y)$$

$$f_{xx} = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} = \frac{x^2 - \delta^2}{\delta^4} f(x, y)$$

EKSTRAKCYJA CECH

$$f_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = \left(\frac{-y}{\delta^2} \right) f(x, y)$$

$$f_{yy} = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2} = \frac{y^2 - \delta^2}{\delta^4} f(x, y)$$

$$f_{xy} = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y} = \frac{xy}{\delta^4} f(x, y)$$

EKSTRAKCYJA CECH

- Filtry są przeznaczone do lokalizacji wszystkich istniejących krzywizn profilu w czterech kierunkach.
- Filtry dla kierunku poziomego, pionowego i dwóch ukośnych opisujemy wzorami:

$$C_{d1}(z) = \frac{f_{xx} \cdot L}{\left(1 + (f_x \cdot L)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$C_{d2}(z) = \frac{f_{yy} \cdot L}{\left(1 + (f_y \cdot L)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

EKSTRAKCYJA CECH

$$C_{d3}(z) = \frac{0.5f_{xx} \cdot L + f_{xy} \cdot L + 0.5f_{yy} \cdot L}{\left(1 + \left(0.5 \cdot \sqrt{2}(f_x \cdot L + f_y \cdot L)\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$C_{d4}(z) = \frac{0.5f_{xx} \cdot L - f_{xy} \cdot L + 0.5f_{yy} \cdot L}{\left(1 + \left(0.5 \cdot \sqrt{2}(f_x \cdot L - f_y \cdot L)\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

- **gdzie L oznacza obraz wejściowy**

EKSTRAKCYJA CECH

- Kolejnym krokiem jest wyznaczenie lokalnych punktów maksymalnych $Cd(z)$ wzdłuż profilu przekroju obrazu wejściowego dla wszystkich 4 kierunków d , gdzie z jest pozycją w profilu przekroju
- Punkty te wskazują centralne położenie żył.
- Operację tę można zdefiniować jako z_i , gdzie $i = 0, 1, \dots, N-1$, a N to liczba lokalnych punktów maksymalnych w profilu przekroju.

EKSTRAKCYJA CECH

- Następnie jako główne cechy przypisuje się oszacowania, wskazujące na prawdopodobieństwo znalezienia się w środkowych pozycjach żył.
- Cechy $P_d(z_i)$ definiuje się następująco:

$$P_d(z_i) = C_d(z_i)N(i)$$

EKSTRAKCYJA CECH

- Następnym krokiem jest połączenie wyznaczonych ośrodków (cech) żył.
- To działanie można przedstawić za pomocą następujących formuł:

$$S_{d1} = \min\{\max(V(x + (m - 1), y), V(x + m, y)) \\ + \max(V(x - (m - 1), y), V(x - m, y))\}$$

$$S_{d2} = \min\{\max(V(y + (m - 1), x), V(y + m, x)) \\ + \max(V(y - (m - 1), x), V(y - m, x))\}$$

EKSTRAKCYJA CECH

$$S_{d3} = \min\{\max(V(y - (m - 1), x - (m - 1)), V(y - m, x - m)) \\ + \max(V(y + (m - 1), x + (m - 1)), V(y + m, x + m))\}$$

$$S_{d4} = \min\{\max(V(y + (m - 1), x - (m - 1)), V(y + m, x - m)) \\ + \max(V(y - (m - 1), x + (m - 1)), V(y - m, x + m))\}$$

- **gdzie m oznacza zakres (wielkość) filtru**

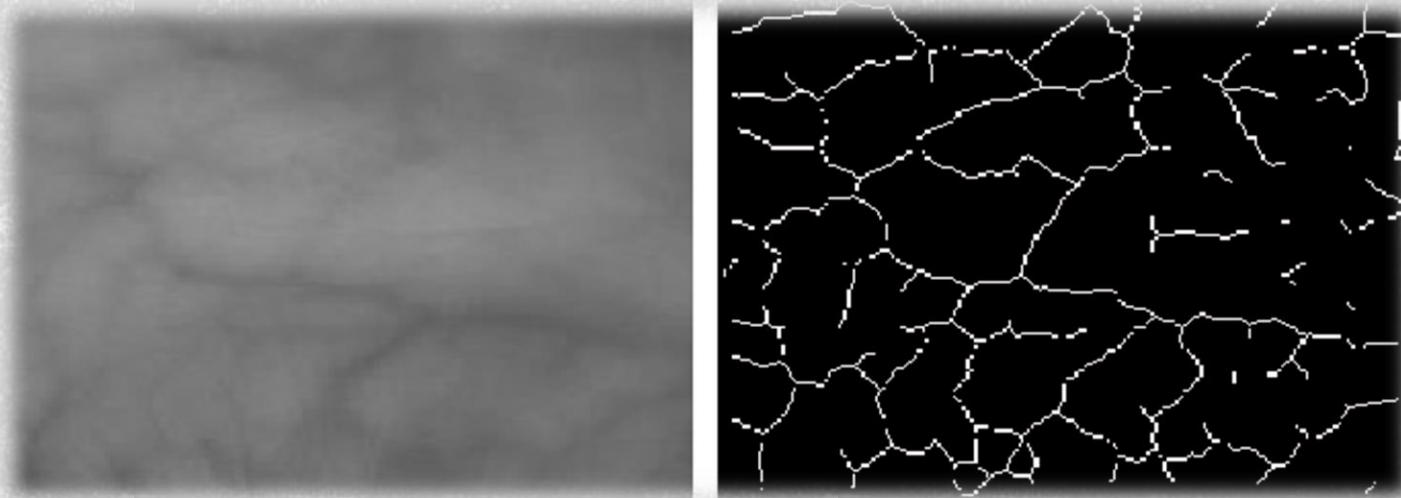
EKSTRAKCYJA CECH

- Dla wyznaczonej wzorcowej linii żył we wszystkich czterech rozważanych kierunkach, ostateczny szkielet naczyń krwionośnych tworzony jest za pomocą funkcji:

$$F = \max(S_{d1}, S_{d2}, S_{d3}, S_{d4})$$

EKSTRAKCYJA CECH

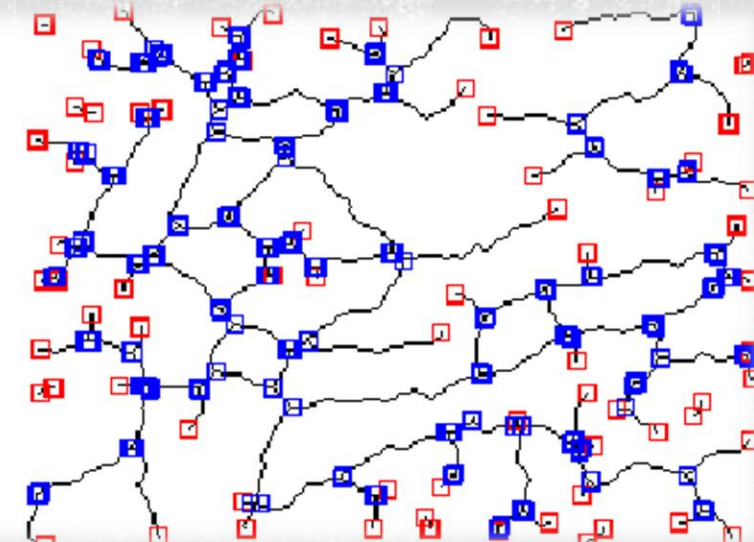
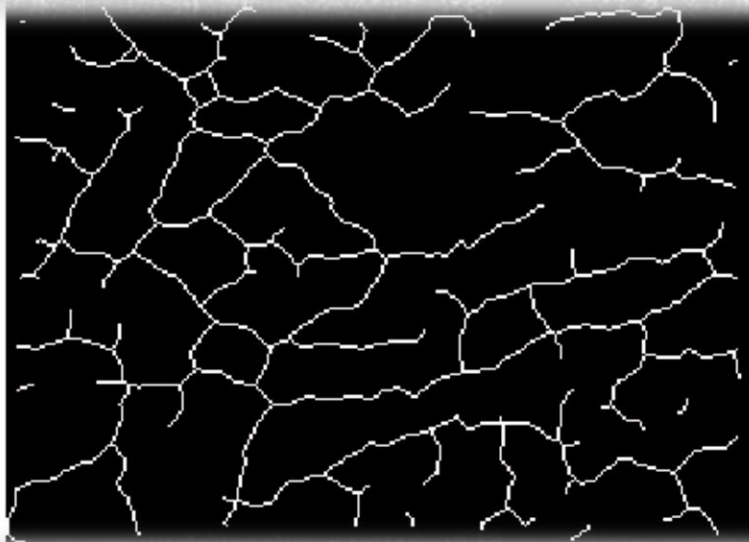
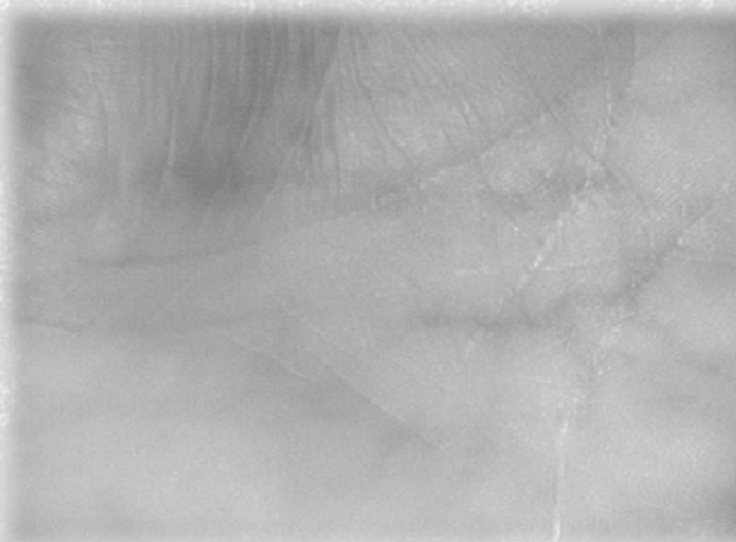
- Ostatnim krokiem jest przywrócenie wcześniej ustalonego wzoru naczyń krwionośnych do funkcji binarnej w celu zmniejszenia ilości zawartych w nich informacji.



KODOWANIE CECH

- **Przy tworzeniu wektora cech można wykorzystać rozwidlenia i zakończenia żył, podobnie jak w przypadku analizy odcisków palców.**
- **Procedura ekstrakcji minucji jest podzielona na cztery etapy:**
 - **Wyznaczenie podobrazu o rozmiarze 3 x 3 piksele**
 - **Analiza sąsiedztwa danego piksela**
 - **Obliczanie liczby pikseli białych**
 - **Suma równa 2 oznacza początek lub koniec widoczności żyły**
 - **Suma równa 4 i 5 oznacza rozwidlenie widoczności żyły**
 - **Oznaczenie cech na obrazie**

KODOWANIE CECH



Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019 - 2023 nr projektu 020/RID/2018/19 kwota finansowania 12 000 000 PLN

Dziękuję za uwagę

dr hab. inż. Mariusz Kubanek, prof. PCz

mariusz.kubanek@icis.pcz.pl

Katedra INFORMATYKI