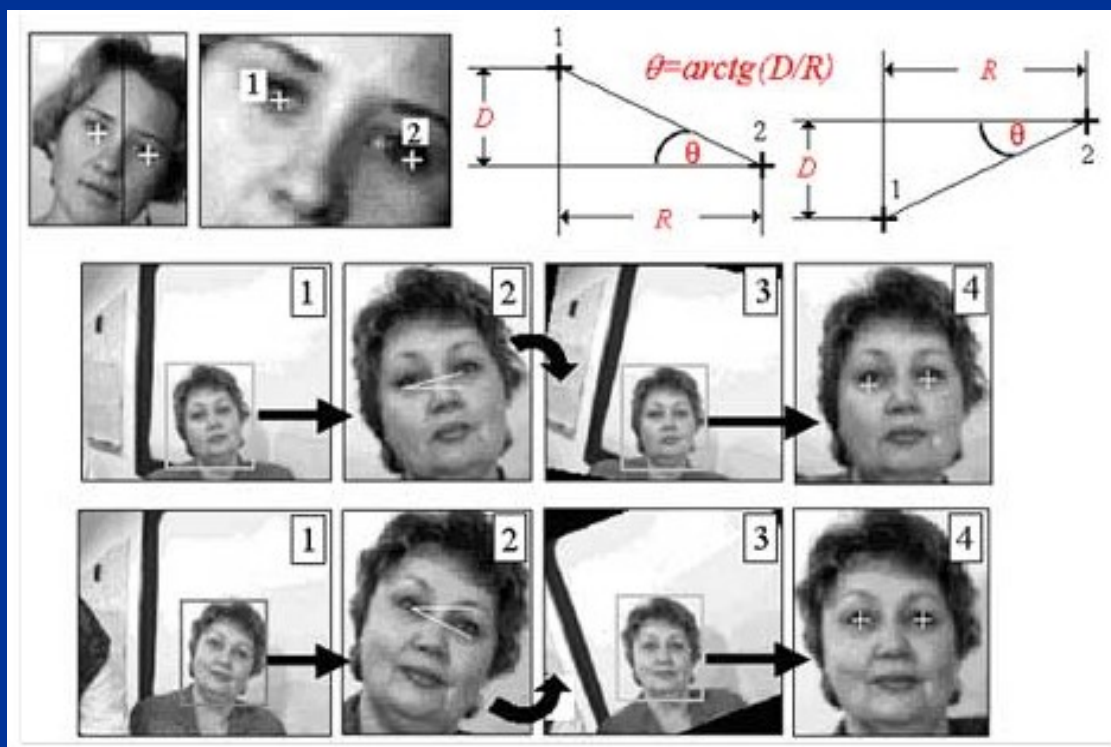


Rozpoznawanie obrazów na przykładzie rozpoznawania twarzy



Wykorzystane materiały:

Zadanie

- W dalszej części prezentacji będzie omawiane zagadnienie rozpoznawania twarzy
- Problem ten można jednak uogólnić na **rozpoznawanie obiektów znajdujących się na obrazach**, przez zastosowanie tych samych metod i technik w innych warunkach i przy innych kryteriach
- Przykładem może być wyszukiwanie twarzy **na podstawie poszukiwania obszarów obrazu w których występuje kolor ludzkiej skóry** (szczegóły dalej). Uogólnienie polegałoby na wyszukiwaniu obszarów zawierających kolor poszukiwanego obiektu. Wszystkie prezentowane dalej metody można w analogiczny sposób rozszerzyć

Motywacja

- aparaty fotograficzne – automatyczne ustawianie ostrości
- klasyfikacja i sortowanie zdjęć (portret / krajobraz)
- kamery przemysłowe i miejskie – monitoring
- systemy biometryczne (np. automatyczne logowanie do systemu)

Dwa zadania w jednym

- Tak naprawdę zadanie rozpoznania twarzy można podzielić na **dwa podzadania**:
 - **Wykrycie** twarzy na obrazie
 - **Przypisanie** danej twarzy do konkretnej osoby

Wyszukiwanie twarzy na obrazie

- Jednym ze sposobów poszukiwania twarzy na obrazie kolorowym jest metoda wykorzystująca poszukiwanie punktów o **kolorze skóry człowieka**



Wyszukiwanie twarzy na obrazie



Dla rezultatu A zostały wyodrębnione obszary obrazu mające **kolor podobny do koloru skóry człowieka**. Można zauważyć, że oprócz poszukiwanej twarzy prezydentki, wyznaczono również twarz i ręce żołnierza, jak również dach budynku w tle oraz część napisów.

Części 1 oraz 2 oraz pozostałe nie będące twarzą prezydentki są odrzucane ze względu na kształt oraz małe rozmiary. Sam obszar 3 jest dodatkowo modyfikowany w celu usunięcia szyi, która może przeszkodzić w procesie identyfikacji.

Wyszukiwanie twarzy na obrazie

Wyszukiwanie twarzy na obrazach kolorowych najczęściej wykorzystywane jest dla kadrów telewizyjnych (automatyczne podawanie imienia i nazwiska prezentera lub gościa). Systemy te pracują w oparciu o **bazę kolorów HSV**. W tabeli przedstawiono najczęściej używane wartości tych parametrów dla detekcji twarzy.

	Wartości składowych H, S i V	Obszar
1	$0^\circ < H < 50^\circ$ $0.23 \leq S \leq 0.68$	«odkrytej» skóry
2	2.1. $S \geq 10; V \geq 40;$ 2.2. $H \leq -0.4V + 75$ i $S \leq -H - 0.1V + 110$ 2.3. $\begin{cases} \text{if } H \geq 0, S \leq 0.08(100 - V)H + 0.5V \\ \text{else } S \leq 0.5H + 35 \end{cases}$	cała twarz
3	$0^\circ \leq H \leq 25^\circ$ lub $335^\circ \leq H \leq 360^\circ$ $0.2 \leq S \leq 0.6$ $0.4 \leq V$	cała twarz

Metoda oparta na porównywaniu szablonów

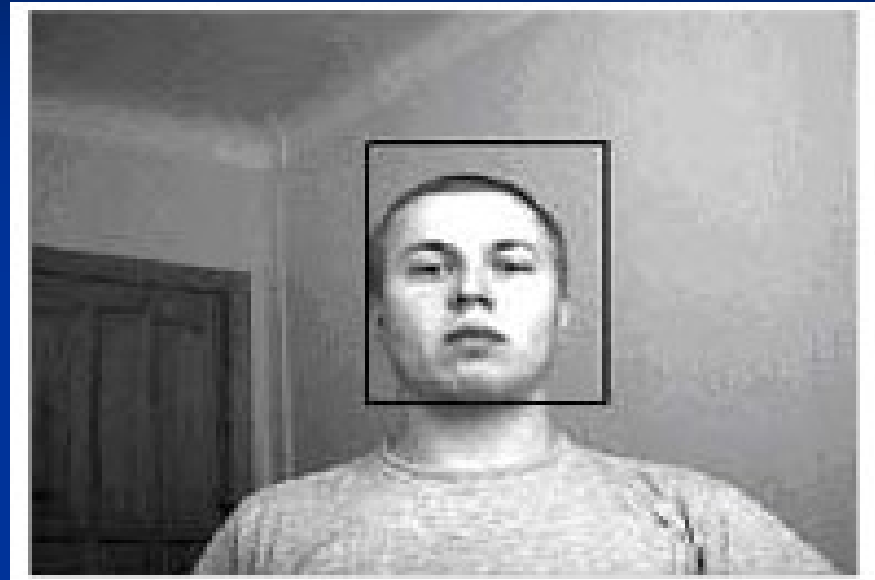
Polega ona na wygenerowaniu przy użyciu dużej liczby zgromadzonych twarzy szablonu "uśrednionej twarzy".

Badany obraz jest następnie przeszukiwany przy pomocy tego szablonu w poszukiwaniu miejsca, w którym pasuje on najlepiej (jego odległość od danego wycinka obrazu jest najmniejsza). Metoda jest również stosowana do wyszukiwania elementów twarzy, takich jak oczy, uszy, nos.





"Uśredniona" twarz



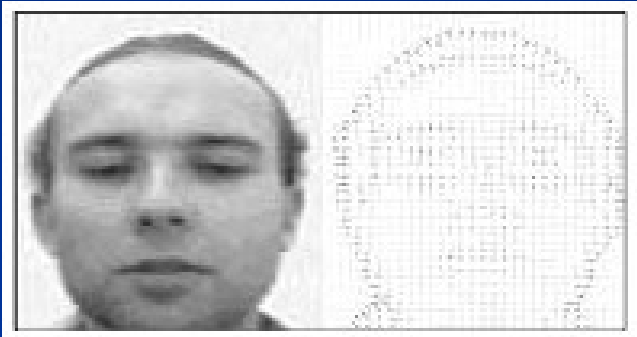
Wynik poszukiwania twarzy

Metoda oparta na gradiencie

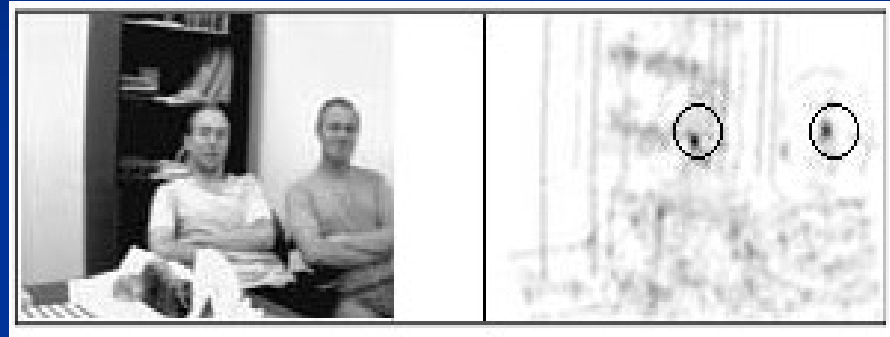
- Zauważono, że każda twarz ma **charakterystyczny układ gradientów**. W standardowym przypadku, układ ten jest wyraźnie widoczny na elipsie opisującej głowę. Dla uproszczenia zadania, każde zdjęcie jest tak **skalowane**, by głowy miały na nim kształt okręgu. Następnie **wyliczane są gradienty** zmian całego obrazu, a na mapie tych gradientów **wyszukiwane są charakterystyczne układy** odpowiadające głowom. Metoda pozwala na wykrywanie wielu twarzy na raz.



Metoda oparta na gradiencie



Obraz ze zmienionymi proporcjami oraz gradienty zmian na twarzy



Wyniki poszukiwania twarzy metodą gradientową

Przyspieszenie operacji wyszukiwania

- Wszystkie metody poszukiwania twarzy wymagają w pewnym momencie **dopasowywania jakiegoś szablonu do obrazu**
- Zazwyczaj obydwą się to **piksel po pikselu** zaczynając od lewego górnego rogu
- Istnieją jednak metody przyspieszenia tego procesu

Przyspieszenie operacji wyszukiwania

- **Metody przyspieszania wyszukiwania:**
 - **Zwiększenie kroku przeszukiwania** – np. co 2, 4 czy nawet 16 pikseli w kierunku x i y
 - **Rozpoczęcie przeszukiwania od środka obrazu** – zazwyczaj twarz znajduje się w punkcie centralnym zdjęcia
 - **Zmniejszenie rozdzielczości** celem szybkiej lokalizacji – po wykryciu obszaru można go na powrót przeskalować do pierwotnej wielkości

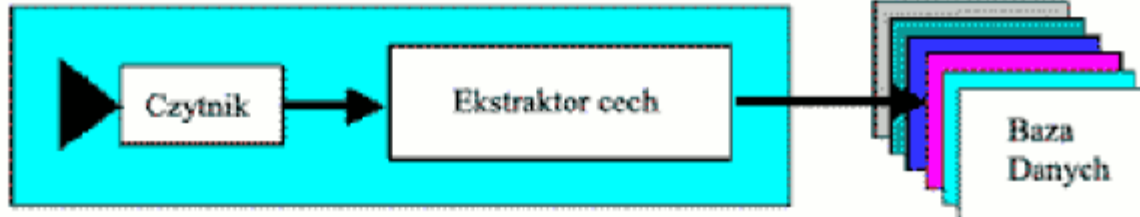
Rozpoznanie konkretnej twarzy

PLAN

Faza budowy
bazy danych



Moduł budowy bazy danych

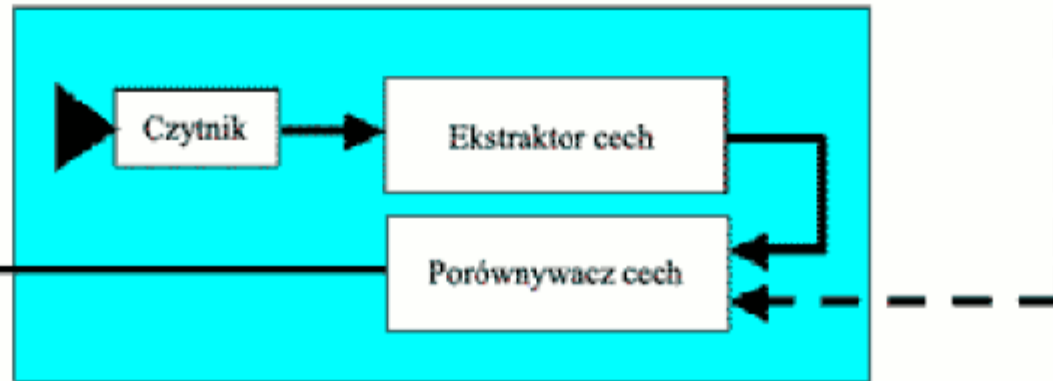


Faza identyfikacji



OK!

Moduł identyfikacji



1

Lokalizacja potencjalnych rejonów twarzy
 Deteckja twarzy
 Normalizacja obrazu twarzy

2

Wydobycie cech i porównanie

3

Wynik identyfikacji

Identyfikacja konkretnej twarzy

→ Moduł budowy bazy danych

Jego zadaniem jest wprowadzenie do systemu wzorcowych twarzy, które później będą wykorzystywane przy identyfikacji.

→ Baza danych

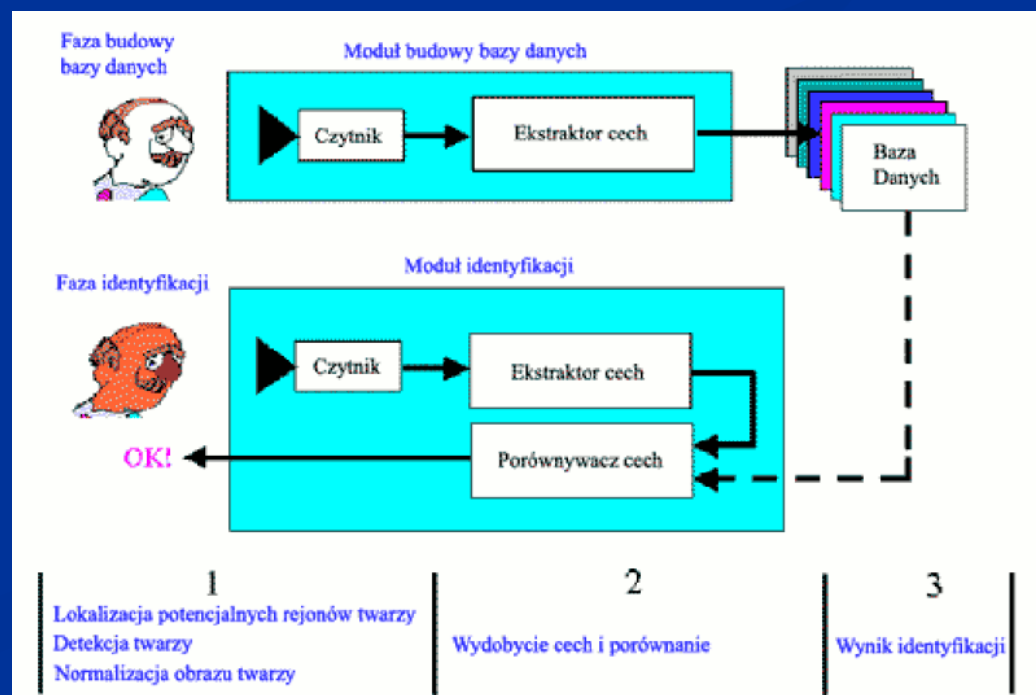
Magazynuje informacje.

→ Moduł identyfikacji

Weryfikuje nowe twarze.

Identyfikacja konkretnej twarzy

- Trzy charakterystyczne miejsca w systemie:
 - **Miejsce interakcji z użytkownikiem (1)** – przygotowanie obrazu samej twarzy do analizy
 - **Wnętrze systemu (2)** – wydobywanie cech i weryfikacja
 - **Magazyn danych (3)** – przechowywanie informacji



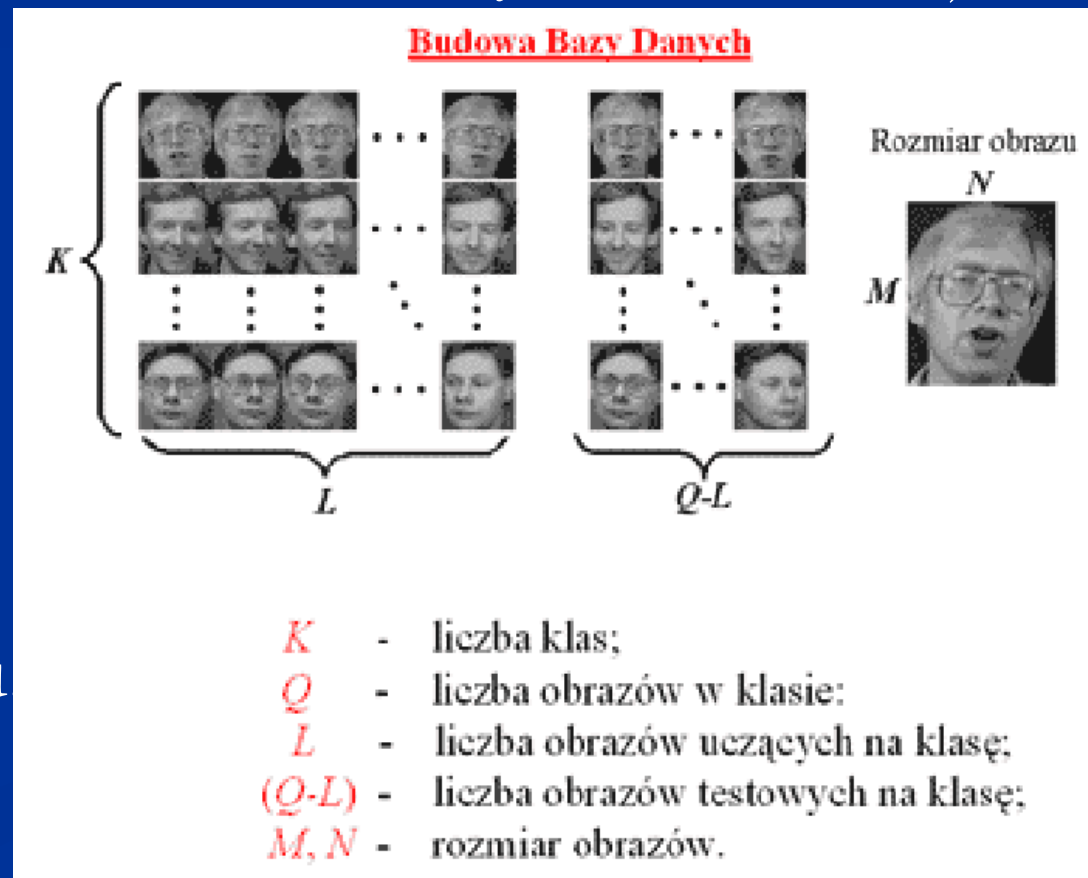
Tworzenie bazy danych

- Najważniejszym elementem przechowywanym w bazie danych jest **obraz**, który ma wymiary $M \times N$
- Obrazy pogrupowane są w **klasy**, z czego każda klasa jest przyporządkowana jednej osobie
- Obrazy znajdujące się w klasie można podzielić na dwa podzbiory: obrazy **uczące** oraz obrazy **testowe**.

Tworzenie bazy danych

Ważne jest, by obrazy wchodzące w skład różnych klas były pobierane w **podobnych warunkach** (oświetlenie, kąt itp.) natomiast obrazy wewnątrz tej samej klasy powinny wykazywać się **różnorodnością**.

Dzięki temu można zmaksymalizować skuteczność programu

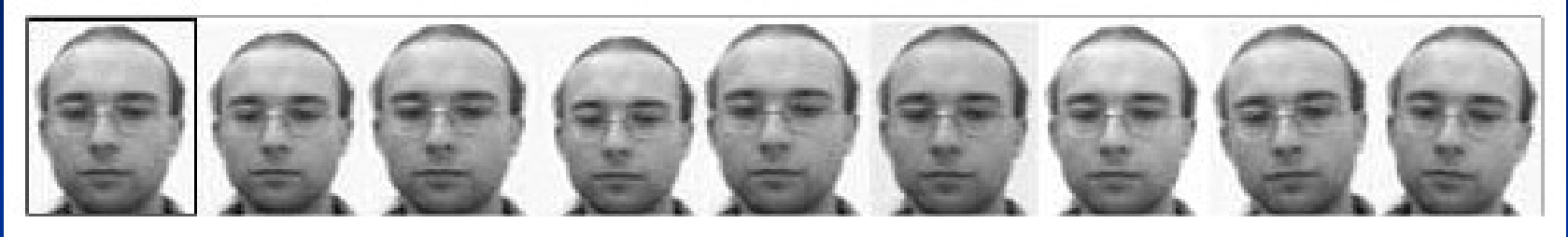


Tworzenie bazy danych

- W celu zminimalizowania konieczności pobierania olbrzymiej ilości zdjęć próbnych (**uczenie bazy danych**) można wykorzystać proste **metody dywersyfikacji obrazów** w klasie.
- Jedną z typowych metod przewiduje wykorzystanie jednego zdjęcia do wygenerowania 9 obrazów używanych później jako elementy bazowe.



Tworzenie bazy danych



Na przedstawionym przykładzie dokonano następujących operacji na pierwotnym obrazie (w ramce):

- Pomniejszenie o 5% i o 10%
- Powiększenie o 5% i o 10%
- Zmiana oświetlenia o -5% i o +5%
- Obrót o 5 stopni w lewo i prawo

Przekształcenia obrazu (w skrócie)

- Normalizacja obrazu
 - operacje na histogramie
 - filtry (uśredniające, maksymalne, maskowe)
 - przekształcenia geometryczne (przesunięcie, obrót, skalowanie)
 - przekształcenie na skalę szarości
- Centrowanie widma (metodą DFT)
- Obcinanie widma
- Transformacja Karhunenena-Loeve`a
- Liniowa Analiza Dyskryminacyjna (LDA)

Rozpoznanie

- **Proces identyfikacji** przebiega na początku tak samo jak początkowy etap budowy bazy – obraz wejściowy poddawany jest ośmiu transformacjom (po dwa powiększenia, pomniejszenia, zmiany jasności i obroty) a otrzymanych dziewięć zdeformowanych obrazów jest przekazywane do identyfikacji.
- Każdy z nich, przy pomocy algorytmu dopasowania, jest przyporządkowywany do klasy zapisanej w bazie.

- Jeśli 5 z 9 obrazów zostanie przyporządkowanych do tej samej klasy, stwierdzone jest poprawne rozpoznanie
- Metoda ta jest jednak zawodna, dlatego stosowana jest dodatkowo **weryfikacja**

1. Obliczanie odległości klas wyznaczonych w czasie rozpoznawania od siebie

(np. rozpoznawanie stwierdziło, że 6 obrazów należy do klasy D, 2 obrazy do klasy A i 1 obraz do klasy C. Badamy odległości od siebie klas A, C i D).

Jeśli odległość między nimi jest mała, przechodzimy do drugiego kroku

2. Obliczanie odległości obrazu od dwóch najbliższych klas. Jeśli obie odległości są bliskie sobie, wówczas obraz znajduje się pomiędzy tymi klasami i nie może być przyporządkowany do żadnej z nich. Jeśli jednak jedna z odległości jest dużo mniejsza, obraz należy do tej klasy.