

# TECHNIKI ROZPOZNAWANIA OBRAZU WSPOMAGAJĄCE ZARZĄDZANIE RELACJAMI Z KLIENTAMI

Mirosław DYTCZAK, Łukasz ANDRZEJEWSKI

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono i omówiono metody przetwarzania obrazu pod względem rozpoznawania twarzy oraz połączenia tych technik z metodami CRM-u. Omówiono zastosowanie oraz powody dla których zaawansowane algorytmy sieci neuronowych powinny być łączone z koncepcjami biznesowymi.

**Słowa kluczowe:** rozpoznawanie obrazu, rozpoznawanie twarzy, filozofia biznesowa, zarządzanie relacjami z klientami.

## 1. Wprowadzenie

Wczesne lata 90-te zapoczątkowały prace nad automatycznym rozpoznawaniem twarzy. Właśnie w tych latach ta tematyka zaczęła zyskiwać dużą popularność. Jednym z wielu powodów był fakt, iż sprzęt komputerowy stawał się powszechnie dostępny, a jednostki centralne posiadały dużą moc obliczeniową pozwalającą na przeprowadzenie obliczeń i testów w dość szybkim czasie. W miarę pojawiania się pierwszych prac z tej dziedziny ukazywały się nowe zastosowania począwszy od rozpoznawania twarzy podejrzanych w miejscach publicznych, takich jak stacje metra, lotniska, stadiony czy dworce kolejowe, kończąc na szpitalu w którym system automatycznie potrafi rozpoznać chorych.

Idea automatycznego rozpoznawania osób nie jest dziedziną nową. Biometryczne systemy stosowane aktualnie do weryfikacji osób: czytniki linii papilarnych, skanowanie tęczówki oka czy też najprostsze czytniki kart magnetycznych do weryfikacji czasu pracy pracowników są już metodami przestarzałymi oraz posiadającymi dużą wadę, a mianowicie wymagają współpracy użytkownika. Koncepcja automatycznego rozpoznawania zakłada, że użytkownik nie musi uczestniczyć w tym procesie.

Na podstawie dostępnej literatury stwierdziliśmy, że skoro nie ma granic w stosowaniu automatycznej detekcji twarzy, to dlaczego nie wykorzystać jej w sprzedaży i przedsiębiorstwach handlowo-usługowych. Powód jest jeden, takie zastosowanie wspomagające filozofię biznesową CRM będzie połączeniem idealnym, ponieważ system jaki będzie można stworzyć pozwoli sprzedawcą na dostarczenie takich usług i produktów jakich klient oczekuje przy minimalizacji czasu na analizę klienta. Im częściej dany klient będzie odwiedzał dane przedsiębiorstwo tym lepiej sprzedawcy i handlowcy będą mogli sprostać jego oczekiwaniom.

## 2. Czym jest CRM

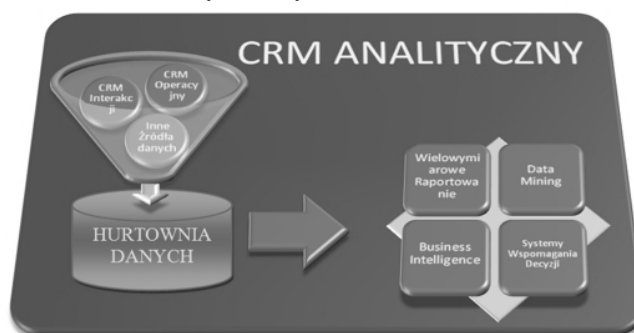
W dobie globalizacji procesów biznesowych coraz większe znaczenie dla każdej firmy ma zastosowanie systemów informatycznych wspomagających obsługę klienta i sprawne zarządzanie jego danymi. Odpowiedzią na te potrzeby są systemy CRM. Usprawniają one procesy przepływu informacji oraz zapewniają szybki i pełny dostęp do danych, zarówno

poszczególnym pracownikom jak i osobom odpowiedzialnym za koordynację działań.

CRM (ang.) Customer Relationship Management to zestaw procedur i narzędzi wspomagający zarządzanie kontaktami z klientami. CRM nie jest systemem informatycznym lecz częścią strategii oraz filozofii biznesowej gdzie zadowolenie klienta i utrzymanie stałego kontaktu jest wartością kluczową. Na rynku można znaleźć dość dużo aplikacji wspomagających CRM lecz każda z nich ma swoje, narzucone przez programistów uwarunkowania i wymaga od przedsiębiorstwa aby to ono dopasowało się do oprogramowania, a nie na odwrót.

Analiza literaturowa wykazała, że CRM powszechnie uważany jest za procedury ułatwiające zarządzanie relacjami z klientami. Pokazuje w jaki sposób i jakie części naszej firmy powinny go zawierać lecz nie ma sztywnych granic jakie pokazują skąd i jak czerpać informacje.

CRM możemy podzielić na dwa kluczowe czynniki CRM OPERACYJNY oraz CRM ANALITYCZNY. Przedstawiliśmy to na rysunku 1.



Rys.1a. Ogólny schemat i zakres działań CRM-u ANALITYCZNEGO



Rys.1b. Ogólny schemat i zakres działań CRM-u OPERACYJNEGO

Nasza idea zakłada połączenie automatycznego rozpoznawania twarzy z CRM-em operacyjnym, a dokładnie z MOBILE OFFICE czyli sprzedażą bezpośrednią. Jeśli dany klient odwiedza firmę system rozpoznaje go i zbiera informację co go interesowało, przy jakich produktach zatrzymał się najdłużej oraz jakie produkty w przedsiębiorstwie nabył. Taka baza wiedzy pozwala systemowi na weryfikację i analizę upodobań klienta. Jeśli klient znów odwiedzi firmę system po rozpoznaniu osoby wchodzącej automatycznie

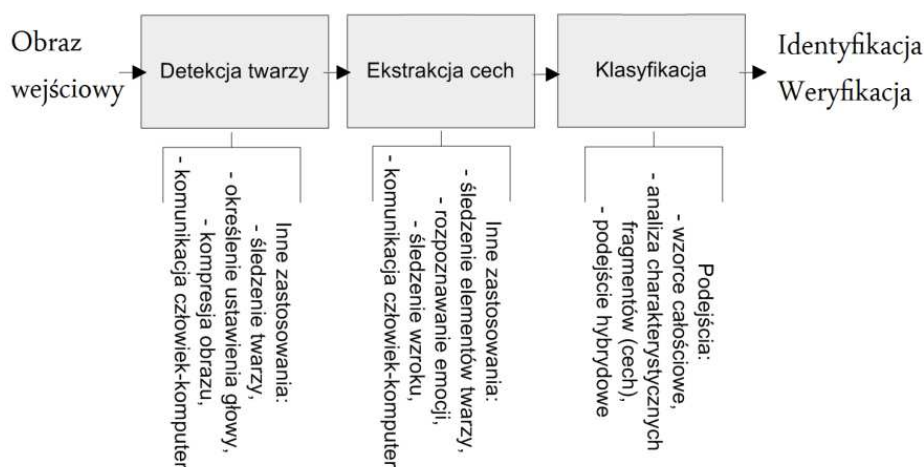
wyświetli wszystkie informacje na jego temat. Informacjami mogą być następujące zmienne: lubiani producenci, przeciętne wpłaty po dokonaniu zakupów, czego klient nie lubi, co sprawia, że jest zadowolony. Takie informacje z bazy danych pomogą sprzedawcy podjąć odpowiednie decyzje co powinien zrobić i co zaproponować aby zmaksymalizować sprzedaż oraz maksymalnie zwiększyć zadowolenie klienta.

Wszystkie badania i starania przedsiębiorstw doprowadzające do sprzedaż „idealnej” są uwarunkowane faktem, iż utrzymanie danego klienta przy przedsiębiorstwie jest dużo trudniejsze niż pozyskanie nowego. Z tego faktu wynika również, że im więcej technik i systemów będzie połączonych razem tym większa będzie sprzedaż co oczywiście zwiększy zyski w przedsiębiorstwie.

### 3. Techniki rozpoznawania twarzy

Twarz ludzka charakteryzuje się dużą indywidualnością. Jednak przy pozyskiwaniu kilku obrazów dla tej samej twarzy (w różnym czasie) trudno uzyskać podobne warunki i twarz taka charakteryzuje się dużą różnorodnością. System identyfikacyjny musi wyodrębnić twarz z obrazu i ją zidentyfikować. Zautomatyzowanie procesu rozpoznawania twarzy wymaga:

- przeanalizowania obrazu w celu jego segmentacji (detekcji twarzy w scenie
- uchwyconej na zdjęciu),
- wyodrębnienie tych cech z fragmentu obrazu, które reprezentują twarz,
- dokonania klasyfikacji pozyskanych danych, czyli identyfikacji osoby.



Rys.2. Ogólny schemat systemu rozpoznawania twarzy

Powyższe etapy nie są rozłączne. Cechy twarzy mogą być wyszukiwane już w procesie detekcji. Tak więc lokalizowanie twarzy na obrazie może być połączone z ekstrakcją jej cech.

W przypadku rozpoznawania twarzy problem ekstrakcji cech ma fundamentalne znaczenie. Zagadnienie to jest bardzo trudne, ponieważ obraz tej samej twarzy na różnych zdjęciach może zależeć od wielu czynników (kąta obserwacji, rodzaju i kierunku oświetlenia czy też nastroju(rys. 3)). W praktyce istotne okazują się również takie czynniki

jak fryzura, makijaż, zarost, noszenie okularów czy nakrycie głowy.



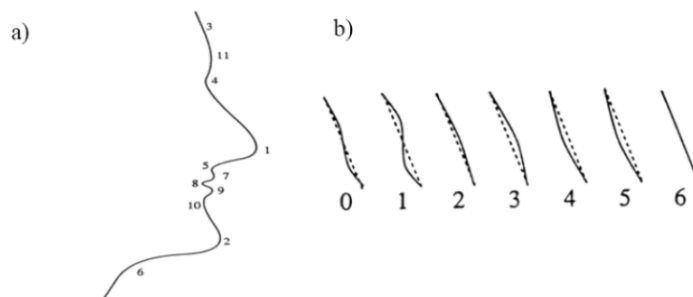
Rys.3. Przykład zmienności danych opisujących twarz tej samej osoby



Rys.4. Lokalizacja twarzy poprzez wyszukiwanie eliptycznych kształtów o określonym kolorze jest możliwa, często jednak wiąże się z licznymi trudnościami

Sama detekcja twarzy jest również bardzo istotnym i trudnym problemem, ponieważ nie zawsze możemy uzyskać zdjęcia wykonane na jednolitym tle, takim samym dla wszystkich rozpoznawanych osób. W rzeczywistych zastosowaniach wyszukanie i precyzyjne zaznaczenie twarzy w obrazie przedstawiającym skomplikowaną scenę stanowi często jedno z bardziej złożonych zadań. W celu jego rozwiązania stosuje się różnorodne podejścia, począwszy od najprostszych, polegających na wyszukiwaniu i ekstrahowaniu fragmentów twarzy o charakterystycznym kolorze, poprzez rozwiązania wykorzystujące sieci neuronowe czy elastyczne wzorce, po algorytmy AdaBoost czy modelowanie statystyczne.

Przykładowe cechy, wykorzystywane do opisu profilu, przedstawiliśmy na rys. 5.



Rys.5. Punkty charakterystyczne wykorzystywane w rozpoznawaniu profili

Poniżej przedstawiliśmy najbardziej charakterystyczne rozwiązania, stosowane w ostatnich latach przy tworzeniu systemów informatycznych automatycznego rozpoznawania twarzy.

1. *Metody bazujące na cechach (strukturalne)*. Jako pierwsze rozpoznawane są lokalne cechy twarzy (nos, usta, oczy), następnie ich współrzędne bądź parametry statystyczne (opisujące zależności geometryczne lub rozkład jasności punktów obrazu) są podawane na wejście klasyfikatora.

2. *Metody całościowe*. Używają one całego regionu twarzy jako źródła danych dla systemu rozpoznającego. Jedną z najbardziej znanych reprezentacji regionu twarzy są tzw. obrazy własne, wyznaczone za pomocą metody PCA.

3. *Metody hybrydowe*. Podobnie jak ludzki system percepcji używa zarówno cech lokalnych, jak i całego obrazu twarzy w celu przeprowadzenia identyfikacji, także system komputerowy powinien wykorzystywać oba rodzaje danych. Można się spodziewać, że rozwiązania tego typu pozwolą osiągnąć najkorzystniejsze rezultaty. Oczywiście, w ramach powyższych grup możliwe są dalsze podziały – jedną z propozycji zawiera tabela 1.

#### 4. Zastosowanie systemów rozpoznawania twarzy

Systemy stosowane do rozpoznawania twarzy mają szeroką gamę zastosowań. Główne ich działania wykorzystywane jest do systemów takich jak kontrolowanie i nadzorowanie. Literatura pokazuje różne typy funkcji takich systemów identyfikacyjnych.

**Przeszukiwanie baz danych zdjęć** - polega na przeszukiwaniu całej bazy danych zdjęć twarzy ludzkich i porównywanie ich z obrazem wejściowym - przeszukiwanie jest bardzo często wykorzystywane w identyfikacji przestępców przez policję.

**Nadzór** - przez nadzór rozumiane może być np. kontrolowanie, czy dana osoba przebywająca na określonym terenie nie przekracza obszaru poza którym nie wolno jej przebywać, obserwacja pacjentów w szpitalach itp.

**Kontrola (autoryzacja) dostępu** - polega głównie na sprawdzaniu czy dana osoba ma odpowiednie uprawnienia dostępu do budynku, danych, transakcji finansowych itp. Systemy rozpoznawania twarzy można wykorzystać także przy autoryzacji dostępu do określonych operacji dostępnych w Internecie - np. jako dodatkowy element uwierzytelniający przy logowaniu się na stronę, dokonywaniu transakcji finansowych przez Internet. Automatyczne systemy identyfikacji mają także zastosowanie przy porównywaniu obrazu twarzy z twarzami umieszczonymi w bazie danych (np. zdjęciem w paszporcie) - można je wykorzystać przy kontroli ruchu granicznego, odprawie celnej, kontroli policyjnej itp.

Tab. 1. Metody rozpoznawania twarzy.

Podejście	Reprezentatywne rozwiązania
<p><b>Bazujące na lokalnych cechach:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• metody czysto geometryczne</li> <li>• siatka dynamicznych połączeń</li> <li>• niejawne modele Markowa (<i>HMM</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiary odległości, kątów i pól w oparciu o punkty charakterystyczne twarzy</li> <li>• twarz reprezentowana w postaci grafu, którego węzły odpowiadają charakterystycznym punktom</li> <li>• wykorzystanie ciągów pikseli z okolic czoła, oczu, nosa, ust i brody</li> </ul>
<p><b>Całościowe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza głównych składowych (<i>PCA</i>) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ „twarze własne” (<i>eigenfaces</i>)</li> <li>○ „probabilistyczne twarze własne”</li> <li>○ „twarze dyskryminacyjne” (<i>fisherfaces</i>)</li> <li>○ algorytmy ewolucyjne</li> </ul> </li> <li>○ analiza niezależnych składowych (<i>ICA</i>)</li> <li>• metody komponentowe</li> <li>• inne reprezentacje <ul style="list-style-type: none"> <li>○ przestrzeń dyskryminacyjna (<i>FLD</i>)</li> <li>○ probabilistyczna modułowa sieć neuronowa (<i>PDBNN</i>)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ bezpośrednie zastosowanie <i>PCA</i> do obrazu twarzy</li> <li>○ modelowanie dwóch klas różnic między obrazami: różnice „międzyosobowe” i „wewnątrzosobowe”</li> <li>○ zastosowanie analizy dyskryminacyjnej w przestrzeni wektorów własnych</li> <li>○ algorytm genetyczny zastosowany do transformacji układu współrzędnych otrzymanego za pomocą <i>PCA</i></li> <li>○ uogólnienie metody <i>PCA</i></li> <li>• trójwymiarowy deformowalny model twarzy łączący charakterystyczne elementy (oczy, usta itd.)</li> <li>○ zastosowanie analizy dyskryminacyjnej bezpośrednio do pikseli obrazu</li> <li>○ wykorzystanie dwóch reprezentacji obrazu twarzy: mapy intensywności i mapy krawędzi; oddzielna podsieć dla każdej klasy</li> </ul>
<p><b>Hybrydowe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „modularne twarze własne”</li> <li>• lokalna analiza cech (<i>LFA</i>)</li> <li>• metody bazujące na modelach kształtu</li> <li>• metody komponentowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza głównych składowych wykonywana zarówno dla obrazu całej twarzy, jak i charakterystycznych fragmentów</li> <li>• z „twarzy własnych” wyodrębnione zostają elastyczne bloki odpowiadające cechom</li> <li>• „aktywne modele wyglądu” (<i>AAAM</i>) – statystyczne modelowanie kształtu twarzy i wyglądu poszczególnych elementów</li> <li>• trójwymiarowy deformowalny model twarzy łączący charakterystyczne elementy (oczy, usta itd.)</li> </ul>

## 5. Podsumowanie

W dobie stosowania przeróżnych technik i strategii sprzedażowych, przeróżnych programów zarządczych do kontroli relacji z klientem, niemalże nakazem chwili jest znalezienie metody, która skróci czas analizy klienta pod kontem potrzeb i jego preferencji. Systemy wspomagane automatycznym rozpoznawaniem twarzy umożliwiają nam ten proces i pokazują, że powszechne stosowane systemy służące dotychczas wyłącznie do kontroli i poszukiwań osób, mogą być zastosowane do zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstw oraz pozwolą na dynamiczny rozwój jak również pozwolą na utrzymanie dużej konkurencyjności firmie zajmującej się obsługą klienta.

## Literatura

1. Ł. Andrzejewski „CRM-Zarządzanie relacjami z klientami”, praca magisterska pod przewodnictwem Mirosława Dytczaka
2. G. Kuchariew "Przetwarzanie i analiza obrazów cyfrowych", Szczecin, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej 1998
3. J. Zabrodzki (red.) "Grafika komputerowa: metody i narzędzia", Warszawa, WNT 1994
4. A. Kuźmiński, G. Kuchariew "Modelowanie zadań rozpoznawania twarzy przy użyciu wizualnego systemu FARES-MOD@", "Materiały VI Sesji Naukowej Informatyki" Politechnika Szczecińska Wydział Informatyki, Szczecin, Informa 2001
5. E. Saber, A. M. Teklap "Frontal - View Face Detection and Facial Feature Extraction using Color, Shape and Symmetry Based Cost Functions, Pattern Recognition Letters" vol. 19, 1998
6. G. Kukharev, A. Nowosielski. "Face Recognition Using the Simple Feature Extractors", Computing, Multimedia and Intelligent Techniques. Special issue on Live Biometrics and Security 1(1), 87-98, 2005

Dr hab inż. Mirosław DYTCZAK, prof. PO  
Mgr inż. Łukasz ANDRZEJEWSKI  
Politechnika Opolska  
45-047 Opole, ul. Waryńskiego 4,  
e-mail: mdytczak@rsnot.com.pl  
lu.andrzejewski@po.opole.pl