

# KOMPUTEROWE SYSTEMY AUTOMATYCZNEJ KLASYFIKACJI I ROZPOZNAWANIA TWARZY

Agnieszka TISZBIEREK

**Streszczenie:** Artykuł opisuje współczesne metody zastosowanej techniki służącej do rozpoznawania ludzi poprzez czytanie, analizę, porównanie i dopasowanie do materiału porównawczego z bazy, obrazu twarzy. Głównym tematem opracowania jest przedstawienie innowacyjności metody komputerowej analizy i rozpoznawania twarzy. Celem artykułu jest także omówienie i jednocześnie podkreślenie zarówno zalety jej stosowania jak i problemów pojawiających się w procesie tworzenia systemu.

**Słowa kluczowe:** komputerowa analiza, weryfikacja i identyfikacja, innowacyjne techniki rozpoznawania, metody rozpoznawania klasyfikacji.

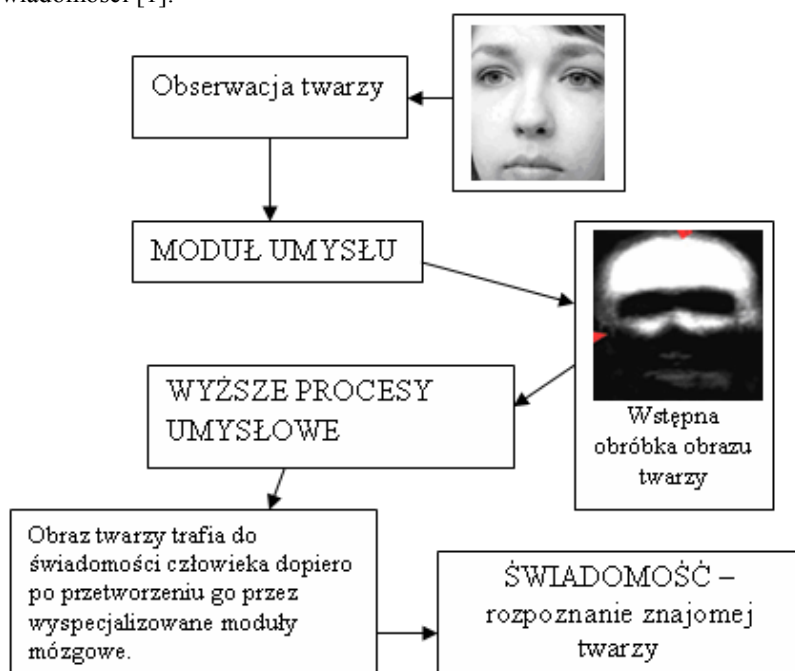
## 1. Wprowadzenie

We współczesnych czasach bardzo często, zarówno w życiu prywatnym jak i publicznym, pojawia się problem dotyczący kwestii bezpieczeństwa i ochrony. Coraz częściej zachodzi potrzeba zabezpieczenia i chronienia rzeczy, lub ważnych i istotnych informacji dla danej jednostki czy firmy. Tworzone są akta prawne, ustawy ochronne, wynajmowane firmy zajmujące się zabezpieczaniem czy też instalowane coraz to nowe programy chroniące dobra intelektualne. Niestety im więcej pojawia się form ochrony tym bardziej także wrasta przestępczość. Dane są wykradane, niszczone, kopiowane czy powielane co naraża na ogromne straty ich właścicieli. Plagiaty oraz nielegalne formy pozyskiwania dóbr intelektualnych to jedne z najczęściej popełnianych obecnie przestępstw. Dlatego też, każda próba walki z tą formą przestępczości jest bardzo cenna i budzi ogromne zainteresowanie. W niedawnym czasie na rynku informatycznym pojawiły się pierwsze programy bazujące na algorytmie pozwalającym skanować i odczytać twarz. Pierwsze proste programy wzbudziły zainteresowanie zarówno informatyków, pracujących branży programistycznej ale także potencjalnych odbiorców – firmy czy korporacji pragnących bezpieczeństwa efektów swojej pracy. Także wśród młodych ludzi w kręgach akademickich tematyka ta została uznana za interesującą, co zaowocowało licznymi próbami udoskonalenia techniki. Ogólne poruszenie oraz rzeczywista potrzeba powstawania takich programów skłania do głębszego poznania i przeanalizowania tematu zarówno pod kątem informatycznym (kwestie algorytmu oraz procesu działania) jak i społecznym (zainteresowanie potencjalnych odbiorców oraz praktyczne wykorzystanie programu).

## 2. Krótki rys historyczny

Pierwszą „maszyną” służącą do rozpoznawania twarzy, w której proces ten doskonale się rozwinął i prawie zawsze działa nieomylnie jest oczywiście ludzki mózg. Człowiek potrafi zawsze (po mimo wielu zachodzących zmian - typu wpływ czasu, proces starzenia się, zachodzące zmiany i modyfikacje) rozpoznać obraz znajomej twarzy i przypisać go do

danej osoby. Dzieje się tak dzięki automatycznemu wyłuskaniu specyficznych cech widzianego oblicza charakterystycznych dla danego zapamiętanego przez nas znajomego. Podstawowym elementem pozwalającym na takie działanie naszego mózgu jest jego specyficzna budowa. Struktura modułowa (bo o niej mowa) pozwala na podział procesów na dwie grupy: centralną i modułową. Pierwsza grupa jest odpowiedzialna za procesy bezpośrednio łączące się z naszą świadomością takie jak np. kreatywne myślenie, analizowanie czy wyciąganie wniosków. Człowiek ma wpływ na dane zachowania i procesy potrafi nad nimi zapanować, zmodyfikować je czy też przewidzieć ich konsekwencje. Druga grupa natomiast pomaga realizować procesy, do których mamy dostęp dopiero po ich wykonaniu. Korzystamy dopiero z efektów ich pracy, natomiast one są wykonywane szybko bez jakiegokolwiek udziału naszej woli. I to właśnie ta grupa odpowiada za proces rozpoznawania twarzy. Człowiek pobiera obraz poprzez obserwację danego oblicza, następnie obraz ten jest przetwarzany i porównywany z prywatną bazą danych. Dopiero po przetworzeniu obrazu przez wyspecyfikowane moduły mózgowie, trafia on do świadomości [1].



Rys. 1. Schemat funkcjonowania modułów umysłowych

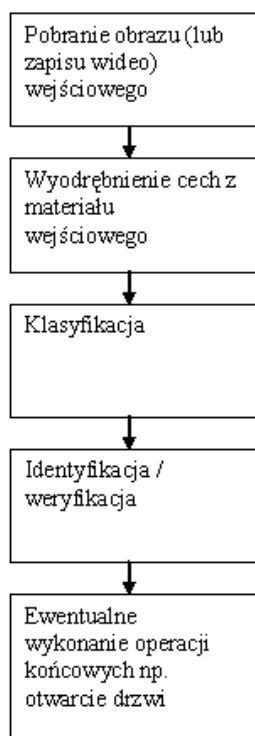
Takie spojrzenie na ludzki umysł może przyrównać go do programowania strukturalnego. Żadna z poszczególnych procedur nie jest jawna i dostępna dla głównego programu. Jednak to co proste i oczywiste dla ludzkiego umysłu, nie jest już tak bezproblemowe w wykonaniu dla komputera. Proces uzyskania podobnego „algorytmu” w maszynach liczących jest procesem trudnym i skomplikowanym. Jego pierwsze próby zostały podjęte w latach 70 XX wieku. Początki zautomatyzowania procesu rozpoznawania twarzy bazowały na procesie analizy i rozpoznawaniu linii profilu. Jednak już w latach 90. stały się one mniej atrakcyjne i przełomowe z racji rozwoju bardziej praktycznych

algorytmów (bardziej dokładnych i precyzyjnych) na co pozwalały coraz to lepsze komputery z większą mocą obliczeniową [2].

### 3. Działanie systemu rozpoznawania twarzy

System identyfikacji na podstawie rozpoznawania twarzy opiera swoje działanie na procesie, w skład którego wchodzi odpowiednie etapy:

- przeprowadzenie odpowiedniej segmentacji obrazu czyli detekcja twarzy w scenie uchwyconej na obrazie z kamery lub zdjęcia,
- wydobycie indywidualnych cech z odpowiedniego fragmentu obrazu twarzy,
- dokonanie klasyfikacji pozyskanych danych (proces identyfikacji danej osoby polegający na porównywaniu obrazu obecnego z obrazem z bazy danych).



Rys. 2. Ogólny schemat działania systemu rozpoznawania twarzy

Działanie takiego systemu opiera się zatem na bazie danych przechowującej wzorce, wykorzystywane do porównań. Pierwszym etapem tworzenia systemu jest zatem utworzenie bazy danych. Etap ten jest bardzo istotny. To od jego poprawnego skonstruowania zależy poprawne działanie systemu, w szczególności elementu identyfikacyjnego. Praca na tym etapie tworzenia systemu składa się z pozyskiwania obrazów i wyodrębniania z nich indywidualnych cech. W kolejnym kroku cechy te są odpowiednio gromadzone w bazie danych (podział na klasy, grupy itp.). Drugim etapem jest proces identyfikacji. Polega on na po pozyskaniu obrazu wejściowego i wyodrębnieniu

z niego cech charakterystycznych. Następnie otrzymany materiał jest porównywany z tym, który został zgromadzony w bazie danych. W zależności od jakości otrzymanego wyniku porównania system podejmuje dalszą kroki, przykładowo udziela dostępu do poufnych danych czy też otwiera drzwi laboratorium lub magazynu [3].

#### 4. Metody rozpoznawania

Głównym celem systemów rozpoznawania twarzy jest identyfikacja osób poprzez porównywania obrazu twarzy, dlatego też to etap rozpoznawania jest najważniejszym elementem budowy omawianych systemów. Dzięki wcześniejszym etapom (pobranie obrazu, analiza materiału wejściowego) oraz poprawnie wykonanej lokalizacji twarzy na obrazie badanym, etap ten może być wykonany poprawnie bez żadnych większych problemów. Systemy rozpoznawania twarzy można podzielić na kilka kategorii. Bazując na wiedzy o sposobie identyfikacji twarz można wyodrębnić dwie główne kategorie. Pierwsza z nich jest zbiorem systemów analitycznych. Systemy te w procesie identyfikacji kierują się anatomicznymi cechami twarzy. Druga grupa systemów skupia te, które w procesie identyfikacji mają podejście globalne czyli traktują twarz jako jedną całość.

Tab.1. Główne metody wykorzystywane w procesie identyfikacji twarzy przez systemy wchodzące w skład każdej z kategorii

<b>Systemy analityczne</b>	<b>Systemy bazujące na podejściach globalnych</b>
metody sztucznej inteligencji (sieci neuronowe, logika rozmyta itp.)	rozpoznawanie w oparciu o jeden wzorec
metody matematyczne	rozpoznawanie w oparciu o bazę wzorców

Algorytmy systemów rozpoznawania twarzy, jak zostało wspomniane już wcześniej, działają w oparciu o bazy danych. Standardowy schemat ich pracy opiera się na paru podstawowych krokach, których kolejność i jakość wykonania jest bardzo istotna. Postawą działania algorytmu jest zgromadzenie kilku lub nawet kilkunastu (w zależności od potrzeb) różnych obrazów twarzy tej samej osoby. W ten sposób są tworzone tzw. klasy obrazów. W jednej klasie obrazów znajdują się wzory przeznaczone do identyfikacji jednej, konkretnej osoby. Dzięki temu zabiegowi po pozyskaniu obrazu wejściowego (obrazu twarzy np. z kamery przy wejściu do pomieszczenia) baza posiada wzór, który może być użyty w procesie identyfikacji. Następnym etapem pracy algorytmu jest zdecydowanie, do której z klasy obrazów należy go zaliczyć. Odbywa się to poprzez wyliczenie miary podobieństwa pomiędzy obrazem wejściowym, a każdym ze wzorców zgromadzonych w bazie. Innym sposobem może być także wyliczenie i porównanie miary podobieństwa pewnych charakterystycznych punktów znajdujących się na twarzy wejściowej z tymi zgromadzonymi w bazie. Ostatnim etapem jest klasyfikacja obrazu wejściowego. Zostanie on zakwalifikowany do tej klasy obrazów gdzie miara podobieństwa była największa [1].

Do tworzenia algorytmu komputerowego rozpoznawania twarzy służy bardzo wiele różnorodnych technik. Każda z nich posiada zarówno wady jak i zalety. Każda z nich z pewnością znajdzie swoje zastosowanie w celu wykonania konkretnego zadania. Wybór odpowiedniej techniki jest bardzo istotny, gdyż niesie za sobą bardzo realne konsekwencje. Jednym z najpopularniejszych algorytmów (używanych w wielu systemach) jest eigenface. Algorytm ten poprzez wsparcie swojej pracy na obszernej bazie danych poszczególnych

twarzy, a także nałożenie na pobrany obraz wejściowy odpowiednich filtrów uzyskuje bardzo dobre efekty. Specjalnie opracowane filtry, dbające o to, by przykładowo uwypuklić różnorakie elementy twarzy (m.in. położenie nosa, twarzy czy też oczu) potrafią znacznie poprawić jakość identyfikacji. Dzięki poddaniu obrazu wejściowego skomplikowanej analizie statystycznej można uzyskać ciąg parametrów, który staje się reprezentacją danego obrazu wejściowego. Algorytm eigenface to niewątpliwie jedna z najpopularniejszych technik, używana do opisu wyglądu twarzy. Niestety tak jak każdy algorytm posiada on wady, a największą z nich jest jego wymiarowość. Algorytm ten działa bowiem w dwuwymiarze. Dlatego też coraz częściej do bardziej specjalistycznych zadań używa się konkurencyjnych technologii, korzystających z modelowania trójwymiarowego. Pozwalają one (dzięki stworzonemu modelowi trójwymiarowemu) na szybszą i dokładniejszą weryfikację obrazu wejściowego niezależnie od kąta obserwacji. Stosuje się je zatem przede wszystkim do rozpoznawania twarzy w tłumie. Kolejną interesującą technologią jest próba połączenia niektórych właściwości algorytmu eigenface z modelowaniem trójwymiarowym. Dzięki pozyskaniu kodowania parametrów twarzy modelowania trójwymiarowego, efekty pracy algorytmu mogą znacząco podnieść swoją jakość. Innym ciekawym sposobem używanym w badaniach nad rozpoznawaniem twarzy, jest metoda sieci neuronowych. Stosowanie tych technik, posiadających wiele ciekawych i przydatnych właściwości pozwala na m.in. elastycznie traktować różnice pomiędzy poszczególnymi obrazami. Umiejętność „uczenia się”, którą posiadają te techniki jest ogromną zaletą. Dzięki niej algorytm może próbować radzić sobie z pewnymi różnicami występującymi między obrazem wejściowym a obrazem – wzorem zapisanym w bazie danych [3].

## 5. Podstawowe problemy systemu

Jak w każdej dziedzinie nauki i w pracy systemów komputerowego rozpoznawania twarzy występują problemy i komplikacje działania czy też otrzymania wymaganych rezultatów pracy. Jednym z podstawowych problemów systemu jest zmienność danych opisujących twarz. Kształt twarzy, a także jej „zdobienie” zmieniają się z biegiem lat czy też z powodu panującej mody. Zwyczajny wąs u mężczyzny czy też zmiana fryzury u kobiety (np. pojawienie się grzywki na czole) może stać się ogromnym wyzwaniem dla systemu. Biorąc pod uwagę fakt, iż nie istnieje człowiek, który przez całe swoje życie wygląda identycznie można wyciągnąć wniosek, że automatyczne rozpoznawanie twarzy jest zadaniem wyjątkowo trudnym. Kolejnym problemem może być także fakt, iż podstawowe cechy ludzkiej twarzy takie jak np. ilość oczu czy ułożenie na twarzy poszczególnych elementów są identyczne dla każdego osobnika. Dlatego też system nie może skupić się na nich jako na czymś indywidualnym, a co za tym idzie odpowiednim do tworzenia wzorca w procesie klasyfikacji. Następnym problemem jest kwestia sposobu pozyskania obrazu wejściowego. Niewątpliwie zmiana oświetlenia (światło dzienne, oświetlenie sztuczne) czy kąta obserwacji twarzy mają ogromny wpływ na pracę systemu. Źle wykonane zdjęcie czy uchwycona klatka zapisu wideo, dostarcza materiał porównawczy bardzo niskiej jakości. Dodatkowo zdjęcie zrobione z dalszej odległości lub też pod nie odpowiednim kątem może diametralnie zmienić wartości obliczanych parametrów porównawczych. Efektem czego staje się automatyczna, błędna identyfikacja a także idąca za nią klasyfikacja. Nadzieją na pozytywne rozpoznawanie zmienionych obrazów wejściowych (niezależnie od rodzaju zmian, czy to wynikających z czynników zewnętrznych czy też zmiany samego obiektu) są algorytmy uczenia. Dzięki zastosowaniu ich w systemach komputerowego rozpoznawania twarzy możliwe staje się poprawne zdefiniowanie wczytywanego obrazu, pomimo

występujących różnic. Jednak takie algorytmy potrzebują czasu i odpowiedniej precyzji by ich „uczenie” mogło pójść w odpowiednim kierunku dając oczekiwane rezultaty. Granica między dobrą i błędną klasyfikacją, w tym momencie, staje się bardzo cienka i płynna [4].

Nie tylko faza wczytywania obrazu wejściowego posiada swoje problemy. Każda z poszczególnych faz pracy systemu charakteryzuje się inną, nie mniej ważną, grupą problemów. Jak już było stwierdzono powyżej faza pozyskania obrazu twarzy z urządzenia wejściowego jest zależna od jakości sprzętu, a także warunków zewnętrznych otoczenia. Dlatego by niwelować te problemy bardzo istotne staje się dążenie do uzyskania obrazu wejściowego jak najbardziej zbliżonego do wzoru z bazy danych. Można to osiągnąć poprzez zadbanie, by warunki w jakich pozyskuje się obraz twarzy były identyczne (lub choć jak najbardziej zbliżone) do warunków w jakich był pozyskiwany wzór umieszczony w bazie. Identyczne ustawienie twarzy, podobne oświetlenie czy też kąt pobierania obrazu przez urządzenie, pozwolą na efektywniejsze rezultaty procesu pracy systemu. Kolejny etap to obróbka wstępna obrazu wejściowego. Etap ten polega na detekcji twarzy na obrazie. System stara się pozbyć rotacji, przemieszczenia i przeskalowania obrazu, stosując różne przydatne metody takie jak choćby normalizacja obrazu. Często czas trwania tego etapu jest skracany dzięki wykonywaniu etapów pośrednich polegających na przyśpieszeniu rozpoznawania. Następuje uproszczenie obliczeń, czy też redukcja przestrzeni cech. Dzięki takim zabiegom często zyskuje się czas i moc obliczeniową, ale nie zawsze zabiegi te pozytywnie wpływają na otrzymane efekty pracy. W tym etapie system stara się także eliminować jak największą ilość zakłóceń. Stara się niwelować zmiany w wyglądzie twarzy (takie jak inna fryzura, pojawiający się zarost czy okulary), ale także wpływ czynników zewnętrznych (nie tylko dotyczących oświetlenia - rozkład cieni, intensywność światła, kierunek padania promieni świetlnych, ale także szum oraz zmiany tła). Poważnym problemem kolejnego etapu – etapu rozpoznania – jest wybór właściwych algorytmów rozpoznających. Głównym zadaniem tego etapu jest, nie tylko, jak najlepsze porównanie materiału wejściowego ze wzorami - obrazami przechowywanymi w bazie danych, ale przede wszystkim poprawne ustalenie czy materiał wejściowy (badana twarz) ma swój odpowiednik w bazie danych [5]. Dlatego też przy wyborze odpowiedniego algorytmu należy kierować się właściwościami wynikającymi z zastosowaniem systemu rozpoznawania twarzy. Dzięki podjęciu trafnej decyzji i zastosowaniu najbardziej dostosowanego do potrzeb zadania algorytmu można mieć pewność, iż efekty pracy systemu będą zadowalające, a wpływ problemów tego etapu pracy jak najbardziej zminimalizowany. Ostatnim krokiem wykonywanym przez system jest weryfikacja i kontrola poprawności rozpoznawania, polegająca na dążeniu do otrzymania jak najmniejszej procentowej wartości ilości błędnych decyzji podejmowanych przez system. Trzema podstawowymi rodzajami błędów popełnianymi przez system na tym etapie pracy są: błąd fałszywego odrzucenia, błąd błędnej klasyfikacji oraz błąd fałszywej akceptacji. Pierwszy z nich polega na nie rozpoznaniu obrazu twarzy, który posiada swój wzorzec w bazie danych. Drugi z wymienionych błędów powstaje wtedy, gdy materiał wejściowy posiadający swój wzorzec w bazie danych zostaje błędnie rozpoznany i przypisany do innego wzorca. Ostatni z możliwych błędów jest najbardziej niebezpiecznym błędem dla systemu gdyż powoduje pozytywne rozpoznanie i sklasyfikowanie obrazu wejściowego, który nie posiada swojego wzorca w bazie danych. W momencie powstania tego błędu istnieje ryzyko przypisania „obcego” obrazu do wzorca, a co za tym idzie wykonanie wszelkich instrukcji, pomimo iż materiał wejściowy nie jest prawdziwy.

## 6. Wykorzystanie systemów rozpoznawania twarzy

Obecnie istnieje wiele sposobów identyfikacji personalnej, opierających się na różnych metodach sprawdzania tożsamości. Najbardziej znane i powszechne to metody bazujące na identyfikacji hasła ustalonego przez użytkownika. Z tej metody korzysta wiele portali społecznościowych, forów internetowych, poczty e-mailowych czy też banków internetowych. Sposób ten jest powszechny i prosty w obsłudze. Polega jedynie na podaniu swojego loginu i hasła dostępu. Bezpieczeństwo stosowania tej metody identyfikacji zapewnić mogą nie wątpliwie zastosowane kodujących algorytmów hasłujących oraz wymyślanie bardzo skomplikowanych i nieskładnych haseł. Pomimo tych zabezpieczeń nie jest to sposób w pełni bezpieczny. Łatwo bowiem obejść zastosowane zabezpieczenia i zdobyć np. hasło. Jednym z efektywniejszych sposobów służących do tego jest tzw. monitorowanie buforu klawiatury podczas, gdy nieświadomy niczego użytkownik wpisuje swoje hasło. Jeszcze innym sposobem jest identyfikacja podpisu elektronicznego. Jak wiadomo człowiek z wiekiem wyrabia swój indywidualny, charakterystyczny jedynie dla niego podpis. Dzięki wprowadzeniu (poprzez np. tablet) podpisu do komputera można zidentyfikować użytkownika. Jednak także i ten sposób posiada swoje wady bowiem z czasem podpis może ulec zmianie, lub też może nie być identyczny ze wzorcem z powodu wpływu czynników zewnętrznych takich jak urządzenie pobierające, nacisk czy dokładność stawiania znaku. Bardziej precyzyjnymi metodami sprawdzania tożsamości niewątpliwie są:

- rozpoznawanie tęczy i siatkówki,
- rozpoznawanie głosu,
- daktyloskopia,
- analiza szybkości pisania na klawiaturze,
- analiza kształtu dłoni,
- analiza kodu DNA [5].

Metody te są jednak o wiele bardziej „wymagające” zarówno w procesie ich tworzenia, jak i zapotrzebowaniu na dodatkowy sprzęt. Także i one posiadają wady. Jednak im bardziej skomplikowany sposób, trudniejszy algorytm czy dokładniejsza identyfikacja tym trudniej przedostać się przez takie zabezpieczenie. Dlatego też wiele dziedzin przemysłu, branży społecznych czy też indywidualnych „klientów” zainteresowało się komputerowymi metodami rozpoznawania twarzy. Systemy skanujące są używane w wielu instytucjach spełniając bardzo różnorodne zadania. Można spotkać je nie tylko w gabinecie lekarskim, laboratorium przemysłowym, na posterunku policji, ale także przy furtce sąsiada. Jednym z ciekawszych obszarów zastosowania komputerowej identyfikacji twarzy jest karta z danymi biometrycznymi. Takie karty mogą być używane przy tworzeniu praw jazdy, kart wstępu czy też dokumentów tożsamości takich jak paszport czy dowód osobisty. Mogą one okazać się pomocną bronią w walce z nadużyciami, w szczególności związanymi z pomocą społeczną, czy też ułatwić rejestrację w czasie wyborów lub referendum. Można z nich skorzystać także służba zdrowia lub Urząd Imigracyjny. Komputerowe systemy rozpoznawania twarzy sprawdzają się także w pracy wymiaru sprawiedliwości pomagając przy identyfikacji przestępców, eliminacji kradzieży czy śledzeniu podejrzanym. Także agencje ochrony mogą wykorzystać tę technologię w celu zabezpieczenia dostępu do chronionych budynków. Obecnie chronione są nie tylko dobra materialne, ale również intelektualne. Systemy skanujące zatem mogą pomóc i w tej dziedzinie ochrony. Pozwolą na bezpieczne logowanie się do kont czy urządzeń osobistych. Rodzice będą mogli łatwiej zabezpieczyć swoje dzieci bawiące się w Internecie lub oglądające telewizję.

Bezpieczniejsze staną się również zakupy w sieci lub logowanie się w internetowym banku. Dzięki komputerowym systemom rozpoznawania twarzy łatwiej będzie można zabezpieczyć poufne pliki czy bazy danych. Ciekawym przykładem jest zapewne zastosowany na lotnisku we Frankfurcie system, umożliwiający rozpoznawanie twarzy w tłumie. System ten nie tylko potrafi zidentyfikować podejrzaną osobę, ale także na podstawie dowolnej twarzy rozpoznać płeć osoby, a także jej stan emocjonalny. Jest to niezwykle przydatne w miejscu, w którym w jednym czasie znajduje się tak ogromna liczba ludzi. Lotnisko jest jednym z miejsc najbardziej narażonych na niebezpieczeństwo zarówno masowego ataku czy drobnej przestępczości. Pomoc takiego systemu w tym miejscu jest niezwykle ważna i potrzebna. Można się o tym przekonać niemal na każdym kroku.



Rys. 3. System rozpoznawania twarzy na lotniskach – aplikacja tam zastosowana potrafi ustalić nie tylko płeć danej osoby, ale nawet próbuje określić jej stan emocjonalny [1]

Systemy rozpoznawania twarzy sprawdzają się także w branży rozrywkowej pozwalając na jej rozwój, a co za tym idzie na dostarczenie odbiorcy lepszych wrażeń. Dzięki nim gracz może samemu stworzyć wirtualną postać, która posiada rysy zbliżone do rysów jego twarzy. Zabieg ten powoduje, że gra staje się bardziej emocjonująca gdyż jest przeżywana w sposób bardziej indywidualny dla każdego użytkownika. Komputerowa analiza twarzy jest także bardzo przydatna osobom niepełnosprawnym. Często nie mają one możliwości składania podpisu lub też podpis ten jest za każdym razem inny. Dzięki identyfikacji twarzy osoba niepełnosprawna już nie musi obawiać się problemów wynikających z błędnej analizy podpisu. Może spokojnie korzystać z wielu elementów codziennego życia całkowicie samodzielnie. Kolejnym ciekawym zastosowaniem komputerowych systemów rozpoznawania twarzy są organizowane szkolenia internetowe. Użytkownik może podnosić swoje kompetencje zawodowe lub po prostu uczyć się i poznawać nowe interesujące go tematy nie wychodząc z domu. Jest to idealne rozwiązanie nie tylko dla młodych matek wychowujących dzieci, ale dla każdego komu brakuje czasu na dojazd.



## 7. Wnioski

Komputerowe systemy analizy i identyfikacji twarzy tak jak każda nowinka technologiczna posiada zalety, ale także i wady. Podstawowymi wadami są na pewno błędy urządzeń spowodowane problemami opisanymi szerzej powyżej. Jednak według ekspertów, ale i użytkowników nie tylko to budzi poważne zastrzeżenia. Istnieje bowiem obawa o etyczne i godne użytkowanie systemów. Coraz głośniejsze stają się głosy, wyrażające obawę o kwestię zachowania strefy prywatności w życiu każdego obywatela. Także zbyt głębokie zagłębienie się w świat wirtualny, a co za tym idzie utrata poczucia rzeczywistości, nie napawa optymizmem. Jednak nie należy zapominać, że każda technologia niesie za sobą pewne ryzyko i to od ludzi zależy w jakim celu ją wykorzystają. Ciekawostką z życia wziętą może być fakt, że pomimo iż policja z Tampy na Florydzie zrezygnowała po dwóch latach z systemu rozpoznawania twarzy, ponieważ nie pomógł on w odnalezieniu żadnych kryminalistów, rzeczywiście nastąpił spadek przestępczości. Jak się okazało kryminalistów odstraszały tabliczki informujące o tym, że dany obszar chroniony jest przez system biometryczny. Można zatem uznać, że pewien sukces został osiągnięty, a wystarczyła sama wiara w 98-procentową skuteczność algorytmów rozpoznawania twarzy. Podsumowując można stwierdzić, że systemy komputerowej analizy i rozpoznawania twarzy, pomimo pewnych wad, są wartościowym i przydatnym „narzędziem”, które może być użyte do wielu zadań. Dlatego też warto dalej zajmować się tym tematem i coraz to bardziej je udoskonalać.

## Literatura

1. Gokieli M.: Jak działa komputerowe rozpoznawanie twarzy. Komputer Świat, 9/2009, 2009.
2. Smiatacz M., Malina W.: Automatyczne rozpoznawanie twarzy – metody, problemy, zastosowania. Techniki komputerowe, 1/2007, 2007.
3. Wikłasz M., Surma I.: Strona poświęcona systemów rozpoznawania twarzy: <http://www.face-recognition.eu/index.php?id=31>.
4. Frischholz R.: The Face Detection Homepage: <http://www.facedetection.com/index.htm>.
5. Zhang Ch., Zhang Z.: A Survey of Recent Advances in Face Detectio. Technical Report, MSR-TR-2010-66, June 2010.

Mgr inż. Agnieszka TISZBIEREK  
Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów  
Katedra Inżynierii Wiedzy  
Politechnika Opolska  
45-370 Opole, ul. Ozimska 75  
e-mail: a.tiszbierek@po.opole.pl