



Anna Adamczyk, Paulina Rutecka

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

Katowice, Polska

e-mail: anna.adamczyk@ue.katowice.pl, paulina.rutecka@ue.katowice.pl

ORCID 0000-0001-9418-7635 | 0000-0002-1609-9768

ANALIZA ZASTOSOWANIA TECHNIK ROZPOZNAWANIA EMOCJI W PRAKTYCE BIZNESOWEJ

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF EMOTION RECOGNITION TECHNIQUES IN BUSINESS PRACTICE

Słowa kluczowe: rozpoznawanie emocji, rozpoznawanie wyrazu twarzy, analiza wyrazu twarzy,

Keywords: emotion recognition, facial expression recognition, facial expression analysis

Streszczenie

Celem badania była analiza zastosowania technik rozpoznawania emocji wykorzystujących sztuczną inteligencję w praktyce biznesowej. W tym celu przeprowadzono usystematyzowany przegląd literatury. Większość zidentyfikowanych publikacji ma charakter techniczny, a praktyczne zastosowania są rzadziej omawiane. Jednakże na podstawie omówionych wyników można stwierdzić wysoką skuteczność narzędzi do analizy emocji. Dalsze badania powinny skupić się na weryfikacji praktycznych możliwości wykorzystania tych technik w biznesie.

Abstract

The aim of the study was to analyze the application of emotion recognition techniques using artificial intelligence in business practice. To achieve this, a systematic literature review was conducted. Most of the identified publications are technical, while practical applications are less frequently discussed. However, based on the reviewed results, the effectiveness of emotion analysis tools appears to be high. Further research should focus on verifying the practical potential of using these techniques in business.

WPROWADZENIE

Decyzje podejmowane przez ludzi często wynikają z podświadomych impulsów, które są silnie powiązane z emocjami [Krämer, 2014]. Wyraz twarzy odgrywa kluczową rolę w komunikacji niewerbalnej, umożliwiając przekazywanie złożonych stanów psychicznych podczas interakcji międzyludzkich, przy czym sama twarz jest głównym medium wyrażania emocji [Darwin, 1998]. Emocje pomagają komunikować się ze światem zewnętrznym [Chutia, Baruah, 2024] i mają znaczący wpływ na sposób przetwarzania przez konsumentów informacji oraz podejmowania decyzji zakupowych. Produkty, które wywołują pozytywne emocje, mogą zwiększać intencje zakupowe konsumentów. Wyraz twarzy, jako najlepiej zbadany aspekt ekspresji emocjonalnej [Plusquellec, Denault, 2018], pozwala na przewidywanie reakcji konsumentów. Emocje pojawiają się szybko i nieświadomie, bez wcześniejszego przetwarzania poznawczego, stanowiąc fizyczne reakcje w postaci specyficznych wzorców aktywacji fizjologicznej [Banafa, 2016]. Techniki uczenia maszynowego, takie jak rozpoznawanie twarzy, pozwalają

na analizę informacji uzyskanych z wyrazu twarzy w celu określenia konkretnego stanu emocjonalnego [Ballesteros i in., 2024].

Obecnie coraz więcej firm i instytucji wdraża technologie oparte na sztucznej inteligencji, co zmienia tradycyjne sposoby świadczenia usług przesuwając punkt ciężkości z ludzkiej pracy na innowacyjne rozwiązania technologiczne [Huang, Rust, 2018]. Wzrost liczby użytkowników usług internetowych, w tym mediów społecznościowych oraz platform e-commerce, prowadzi do generowania znacznych ilości nieustrukturyzowanych danych, które po odpowiedniej analizie mogą być wykorzystane do ulepszenia marketingu cyfrowego, umożliwiając bardziej precyzyjne targetowanie reklam i tworzenie bardziej dopasowanych treści cyfrowych. W odpowiedzi na ten trend systemy rozpoznawania emocji zyskują na popularności. Są one wykorzystywane w różnych dziedzinach, takich jak medycyna, bezpieczeństwo publiczne, edukacja, biznes, zasoby ludzkie i marketing, wspierając lepsze zarządzanie i analizę danych w tych sektorach [Chutia, Baruah, 2024].

Najbardziej dynamiczny rozwój technik rozpoznawania emocji z wykorzystaniem sztucznej inteligencji ma miejsce w sektorze komercyjnym [Monteith i in., 2022]. W literaturze naukowej istnieje wiele badań technicznych poświęconych modelom AI, w tym związanym z wykrywaniem emocji. Jednak liczba badań naukowych koncentrujących się na empirycznej weryfikacji wdrażanych metod rozpoznawania emocji w praktyce biznesowej lub analizujących AI z perspektywy zarządzania jest ograniczona. Celem niniejszego artykułu jest analiza publikacji naukowych, które omawiają techniki rozpoznawania emocji wykorzystywane w badaniach, aby określić aktualny stan wiedzy w tym obszarze. W tym celu sformułowano następujące pytania badawcze:

- RQ1: Jakie badania empiryczne, wykorzystujące metody rozpoznawania emocji, były prowadzone?
- RQ2: Jakie są główne obszary badań, w których wykorzystywane są metody rozpoznawania emocji?

Aby odpowiedzieć na postawione pytania badawcze, przeprowadzono usystematyzowany przegląd literatury [Grant, Booth, 2009]. W przeciwieństwie do systematycznego przeglądu literatury, metoda ta nie skupia się na analizie popularności tematów badawczych w określonym okresie ani na statystykach publikacji. Jej celem jest jedynie identyfikacja istotnych i często powtarzających się kwestii związanych z danym problemem, przy jednoczesnym zachowaniu procedury selekcji artykułów.

PROCES I TECHNIKI ROZPOZNAWANIA EMOCJI TWARZY

Rozpoznawanie emocji to szeroka koncepcja obejmująca różnorodne zadania, w tym wyodrębnianie emocji, ich klasyfikację, zestawienie i analizę przeglądową. Ma również specyficzne zastosowania i może być wykorzystywana np. w celu wykrywania depresji i złości [Chutia, Baruah, 2024]. Sztuczna inteligencja jest coraz częściej stosowana do identyfikacji i analizy stanów emocjonalnych, zwłaszcza w sektorach komercyjnych, gdzie jej obecność staje się coraz bardziej powszechna [Monteith i in., 2022]. Izolacja spowodowana pandemią COVID-19 przyczyniła się do popularyzacji tego podejścia, umożliwiając prowadzenie badań marketingowych z użytkownikami, nawet tam, gdzie wcześniej wymagane było użycie specjalistycznego sprzętu. Dotyczyło to głównie klasycznych technik badań sensorycznych (np. w przemyśle spożywczym) oraz badań UX z wykorzystaniem urządzeń takich jak eye-tracking. Konieczne stało się opracowanie rozwiązań umożliwiających przeprowadzanie badań zdalnie, bez konieczności kontaktu osobistego [Gonzalez Viejo i in., 2022].

Rozpoznawanie emocji twarzy (Facial Expression Recognition, FER) to proces, w którym za pomocą czujników wizyjnych (takich jak kamery w urządzeniach czy systemy monitoringu) zbierane są dane dotyczące ekspresji emocjonalnej użytkowników. Analiza mimiki twarzy (Facial Expression Analysis, FEA) dotyczy natomiast technik i procesów stosowanych do analizy emocji wyrażanych poprzez mimikę oraz rozumienia subtelnych ekspresji, które mogą być wykrywane za pomocą algorytmów [Crawford, 2022]. System rozpoznawania emocji wykrywa twarz, wyodrębnia cechy charakterystyczne dla określonego stanu emocjonalnego [Yang i in., 2021], a następnie je analizuje, aby określić najbardziej prawdopodobną emocję [Dupré i in., 2020]. Komercyjne systemy AI stosowane do analizy emocji często wykorzystują typologię Ekmana, która zakłada istnienie sześciu podstawowych emocji: radość, zaskoczenie, strach, smutek, złość i wstręt [Ekman, 1992].

Zebrane dane są analizowane przy użyciu różnorodnych modeli sztucznej inteligencji. Z uwagi na zróżnicowanie obrazów pozyskiwanych do analizy, przed trenowaniem modelu zdjęcia są wstępnie przetwarzane w celu normalizacji informacji. Nowoczesne modele AI wymagają dużych ilości danych treningowych, które można uzyskać poprzez stosowanie losowych transformacji obrazu, takich jak przesunięcia, rotacje czy skalowanie. Pozwala to na zwiększenie odporności modelu na różne odchylenia i ustawienia twarzy podczas badania [Sajjad i in., 2023]. Następnie identyfikowany jest obszar zainteresowań (ROI), który umożliwia wyodrębnienie kluczowych obszarów z obrazu twarzy, istotnych z punktu widzenia analizy emocji [Ahmad i in., 2024]. Istnieją dwie główne techniki rozpoznawania obiektów na obrazach [Ballesteros i in., 2024]. Pierwsza z nich, metoda Viola-Jonesa, wykorzystuje cechy Haara, które mierzą różnice intensywności w sąsiadujących obszarach analizowanego obrazu, umożliwiając wykrywanie zmian w różnych orientacjach. Metoda ta korzysta z tzw. integralnego obrazu, co znacząco upraszcza obliczenia, redukując ich złożoność. Po uzyskaniu zbioru cech za pomocą tej techniki, są one klasyfikowane przy użyciu algorytmu, który tworzy klasyfikatory łączące mniejsze modele, poprawiając ich wydajność poprzez iteracyjne uczenie się na podstawie wcześniejszych błędów [Balovsyak i in., 2024]. Z kolei konwolucyjne sieci neuronowe (Convolutional Neural Networks, CNN) analizują obrazy, stosując filtry, które wychwytyją różne cechy, takie jak krawędzie, tekstury i wzory w poszczególnych obszarach obrazu. Po wyodrębnieniu tych cech sieć redukuje rozmiar danych za pomocą warstw konwolucyjnych, co ułatwia dalszą obróbkę i klasyfikację. Sieci te uczą się hierarchii cech podczas treningu, co pozwala na bardziej złożoną analizę i precyzyjne rozpoznawanie obiektów. Dzięki temu CNN skutecznie identyfikuje i klasyfikuje obiekty na obrazach, umożliwiając dokładniejsze analizy [Montesinos López i in., 2022].

Kolejnym etapem jest rozpoznawanie emocji i ich klasyfikacja. W tym celu stosowane są konwencjonalne metody uczenia maszynowego lub techniki głębokiego uczenia. W konwencjonalnych metodach wyodrębnia się i klasyfikuje cechy [Shi, Bu, 2024], co jest poprzedzane przez wstępne przetwarzanie oraz rozszerzanie danych [Sajjad i in., 2023]. Współczesne komercyjne systemy sztucznej inteligencji, oparte na rozpoznawaniu emocji, wykorzystują techniki uczenia maszynowego, głównie uczenia nadzorowanego. W tego typu podejściach cechy oraz stany emocjonalne są z góry zdefiniowane w zbiorze danych uczących, który następnie służy do trenowania modelu [Cohn, De la Torre, 2014]. Metody oparte na głębokim uczeniu, w tym szczególnie konwolucyjne sieci neuronowe (CNN), automatyzują proces uczenia się na podstawie surowych danych. Biosensory rejestrują dane dotyczące wyrazu twarzy oraz reakcje emocjonalne w formie szeregów czasowych. Następnie przeprowadza się analizę statystyczną i przetwarzanie końcowe, co pozwala na indywidualną ocenę reakcji emocjonalnych [Otamendi, 2022]. Aby porównać zebrane dane ze zbiorem danych szkoleniowych, które obejmują różnorodne wyrazy mimiczne oraz konteksty, w jakich mogą znajdować się badani, często korzysta się z publicznych baz danych przeznaczonych do tego rodzaju analiz [Sajjad i in., 2023].

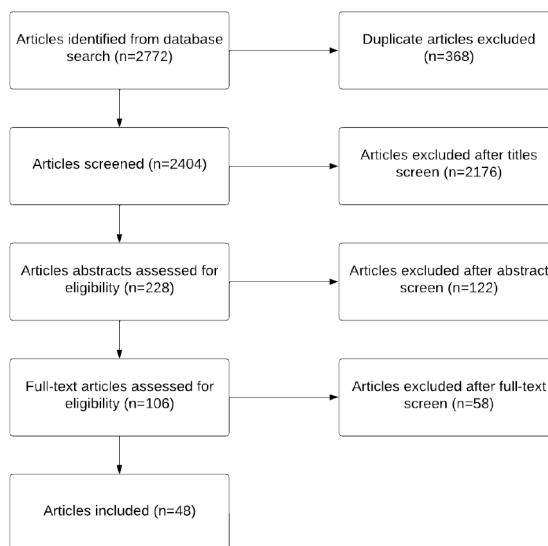
ROZPOZNAWANIE EMOCJI TWARZY W DOTYCHCZASOWYCH BADANIACH

Rozpoznawanie emocji na podstawie mimiki twarzy to zagadnienie, które zyskało szerokie zainteresowanie w badaniach naukowych i znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach, takich jak: analiza zachowań społecznych, zachowania konsumenckie, reklama, opieka zdrowotna, rynek pracy, edukacja, polityka, rozrywka, media społecznościowe czy nowe technologie. W niniejszym badaniu przeprowadzono usystematyzowany przegląd literatury [Grant, Booth, 2009], który pozwolił na określenie tematyki podejmowanej przez innych badaczy w zakresie analizy mimiki twarzy. Aby zapewnić kompleksowość i interdyscyplinarność, poszukiwania odpowiedniej literatury przeprowadzono w kluczowych internetowych bazach bibliograficznych - bibliometrycznych, takich jak Web of Science i Scopus. W celu identyfikacji właściwych publikacji przeszukano tytuły, słowa kluczowe oraz streszczenia, używając fraz: FER, Facial Expression Recognition, „Emotion detection” AND AI oraz Facial Expression Analysis. Ustalono również praktyczne ograniczenia przeglądu oraz kryteria kwalifikowalności, dopuszczając do analizy jedynie publikacje w języku angielskim, opublikowane w ostatnich 5 latach (2020–2024). Po usunięciu duplikatów uzyskano 2404 artykuły naukowe, które następnie poddano dalszej analizie tytułów, sprawdzając ich zgodność z tematem badań. W wyniku tej analizy odrzucono

artykuły, które nie były tematycznie związane z postawionym problemem, co dało 106 publikacji. Te z kolei zostały poddane analizie abstraktów, co pozwoliło na uzyskanie ostatecznej listy 48 publikacji, które omówiono w niniejszym artykule. Rysunek 1 prezentuje proces ekstrakcji publikacji do usystematyzowanego przeglądu literatury.

Rysunek 1. Proces ekstrakcji publikacji do usystematyzowanego przeglądu literatury

Figure 1. The process of extracting publications for a systematic literature review



Źródło/Source: opracowanie własne/author's own work

Publikacje, zaklasyfikowane do analizy, przedstawiono poniżej z podziałem na sekcje, odpowiadając jednocześnie na pytanie badawcze RQ2: Jakie są główne obszary badań, w których wykorzystywane są metody rozpoznawania emocji?

Zachowania ogólne

Spośród publikacji zakwalifikowanych do przeglądu, trzy zostały przypisane do kategorii zachowań ogólnych. W tych badaniach analiza mimiki twarzy była wykorzystywana do oceny różnorodnych ogólnych zachowań, takich jak reakcje na treści multimedialne [Bawa i in., 2021], skłonność do podejmowania ryzyka [Kassas i in., 2022] oraz analiza wyrazów twarzy podczas wywiadów w celu oceny poziomu empatii respondentów [Salmi i in., 2023].

Konsumpcja i zachowania zakupowe

W obszarze konsumpcji i zachowań zakupowych trzech autorów przeprowadziło przegląd literatury dotyczący analizy mimiki twarzy. Clark i in. [2020] usystematyzowali wiedzę na temat zastosowania systemu kodowania czynności twarzy do badania emocji w odpowiedzi na bodźce związane z produktami konsumenckimi. Kessler i in. [2020] podsumowali stan wiedzy na temat analizy mimiki twarzy w odniesieniu do żywności i napojów, natomiast Zhao i in. [2024] opisali i porównali zaawansowane technologie analizy twarzy oraz techniki neuroobrazowania w kontekście badań sensorycznych żywności.

Badania dotyczyły także konkretnych aspektów związanych z zachowaniami konsumentów, takich jak intensywność atrybutów sensorycznych, czynniki pozazmysłowe i emocje wpływające na wybory konsumenckie oraz intencje zakupu [Samant i Seo, 2020], oraz analiza wyrazu twarzy w przewidywaniu przyjemności z konsumpcji jedzenia i napojów [Matsufuji i in., 2023]. Przeanalizowano również doświadczenia zakupowe klientów aptek internetowych, uwzględniając postrzeganie ryzyka i zaufania [Ersöz i in., 2023] as online purchases are predominantly made for over-the-counter (OTC, wpływ emocji na intencję zakupu mleka w określonych opakowaniach [Clark, Duncan, i in., 2020], oraz re-

akcje konsumentów na widok i smak markowych oraz niemarkowych sosów sojowych w kontekście wpływu marki [de Wijk i in., 2021]. Inne badania dotyczyły roli emocji w wyborze wina [Loureiro i in., 2022], wpływu projektu strony internetowej i reklam antynikotynowych na reakcje konsumentów [Parvanta i in., 2022], a także wpływu reklam kawy na emocje [González-Mena i in., 2022]. Analiza emocji była także wykorzystywana do oceny przydatności opakowań produktów rybnych współtworzonych z konsumentami, w porównaniu do dostępnych na rynku opakowań, aby określić atrybuty najlepiej odpowiadające preferencjom konsumentów [López-Mas i in., 2022]. Ponadto zwrócono uwagę na rolę analizy mimiki twarzy w postrzeganiu luksusu jako mechanizmu stojącego za efektem niedoboru [Sung i in., 2021].

Reklama

Otamendi i Martin [2020] przeanalizowali skuteczność reklam na podstawie reakcji emocjonalnych. W przypadku konkretnych obszarów tematycznych analiza została przeprowadzona na przykładzie nieruchomości [Hamelin i in., 2022], produktów kosmetycznych gdzie badaniu poddane zostały reklamy wideo [Hamelin i in., 2024] oraz opakowań leków przeciwbólowych [Hamelin i in., 2021]. Fridkin i in. [2021] zbadali wpływ reakcji emocjonalnych na ogłoszenia publiczne dotyczące przemocy z użyciem broni palnej w odniesieniu do zdobywania informacji, preferencji politycznych i zaangażowania w tematykę polityki, a także reakcje emocjonalne na negatywne reklamy polityczne [Fridkin, Kenney, Cooper, i in., 2021]. Votusa i in. [2021] analizowali natomiast zależność pomiędzy tożsamością płciową a reakcją na reklamy umieszczane na kanale YouTube wobec mimiki twarzy i odpowiedzi udzielanych przez respondentów w ankietach.

Opieka zdrowotna

Badania dotyczące opieki zdrowotnej w zakresie analizy mimiki twarzy dotyczyły oceny bólu poopercyjnego u dzieci [Aydin, Özyazicioğlu, 2023], reakcji mimicznych pacjentów w stanie minimalnej świadomości [Obayashi i in., 2021], opracowania i oceny metody analizy wyrazu twarzy do rozpoznawania emocji w inteligentnych domach opieki zdrowotnej [Shi & Bu, 2024] oraz weryfikacji opracowanego narzędzia służącego do analizy ekspresji twarzy w domach zajmujących się opieką osób starszych [Hirayama i in., 2020].

Rynek pracy

W odniesieniu do rynku pracy badania poruszały zagadnienia dotyczące zrozumienia w jakich warunkach społeczna odpowiedzialność biznesu (CSR) może wpłynąć na negatywne reakcje prowadzące do rotacji pracowników [Zhang i in., 2023] oraz wpływu mimiki twarzy na pozyskiwanie funduszy przez przedsiębiorstwa [Warnick i in., 2021]. Analizowano również wyraz twarzy w celu doboru odpowiednich pracowników (respondentów) do badań w taki sposób, aby zminimalizować ryzyko braku zainteresowania i oszustw w płatnych ankietach internetowych [Hammond i in., 2022].

Edukacja

W obszarze edukacji analizowano mimikę w celu określenia poziomu zaangażowania studentów podczas nauczania zdalnego [Kim, 2021], starano się również poznać emocje uczniów podczas nauki zdalnej z uwzględnieniem dodatkowych narzędzi (jak materiały wideo) wspierających taką formę nauki [Sass, Fekete, 2022]. Identyfikowano sytuacje powodujące dyskomfort oraz rozpraszające uwagę studentów podczas zajęć [Lopez-Aguilar i in., 2021], a także opisano aplikację internetową, która umożliwia przewidywanie lęku wśród studentów [Guerrero i in., 2023].

Polityka

Badania dotyczące obszaru polityki miały pomóc w zrozumieniu reakcji emocjonalnych i uwagi wizualnej uczestników podczas oglądania debat politycznych wobec stosowania humoru przez polityków [Ortigueira-Sánchez & Cárdenas-Egúsqiza, 2022], a także zrozumienie jak emocje są wyrażane i wykorzystywane w politycznych dyskusjach oraz jak pomagają w budowaniu wizerunku polityków [Drăgan, Fârte, 2024].

Rozrywka i czas wolny

Doyran i in. [2021] zbadali możliwości automatycznej analizy interakcji między uczestnikami podczas grania w gry planszowe. Jones i in. [2021] badali wpływ grania w gry na platformie turniejów społecznościowych wobec samopoczucia psychicznego studentów. Analizowano również wyraz twarzy osób odwiedzających parki [Wang, Zhou, 2024], a także badano, czy automatyczna analiza twarzy może wykryć emocje uczestników koncertów [Kayser i in., 2022]. Ponadto analizowano doświadczenia odwiedzających wirtualne muzea z rozróżnieniem na to, czy odbywało się to z audio przewodnikiem czy bez niego [Mauri i in., 2023]. Santana i in. [2023] starali się ustalić natomiast korelację pomiędzy wynikami sportowców, a ich mimiką twarzy.

Media społecznościowe i nowoczesne technologie

Badania dotyczące analizy mimiki twarzy dotyczyły również mediów społecznościowych. Suri i in. [2023] analizowali, czy pozytywna recenzja influencera może złagodzić negatywne emocje konsumentów po niezadowolającym doświadczeniu związanym z produktem. Holiday i in. [2023] badali ilościowy wpływ emocji w mimice twarzy i treści komentarzy na zaangażowanie konsumentów przejawiające się w formie polubień, komentarzy i wyświechtania konkretnych postów. Gravina i in. [2023] przedstawili natomiast narzędzia służące do wykrywania deepfake'ów na podstawie mimiki twarzy. W obszarze nowoczesnych technologii badano wpływ różnych formatów treści multimedialnych używanych w chatbotach na doświadczenia użytkowników [Carmichael i in., 2021]. Określano również emocje wywoływane przez różne wykresy zużycia energii elektrycznej w skali czasowej [Pfeiffer i in., 2022] jak i oceniano doświadczenia użytkowników celu opracowania bardziej wydajnych, odznaczających się wyższą jakością produktów cyfrowych [Toribio-Candela i in., 2024].

WNIOSKI

W niniejszej publikacji omówione artykuły zostały podzielone na kategorie odpowiadające głównym obszarom badań, w których wykorzystywane są metody rozpoznawania emocji. Są to: zachowania ogólne, konsumpcja i zachowania zakupowe, reklama, opieka zdrowotna, rynek pracy, edukacja, polityka, rozrywka i czas wolny, a także media społecznościowe i nowoczesne technologie. Spośród omawianych publikacji 3 zostały zrealizowane w formie przeglądu literatury, 23 artykuły podejmowały tematykę wykorzystania narzędzi do weryfikacji założonych przez autorów celów badawczych (bez analizy skuteczności samego narzędzia), natomiast 22 publikacje koncentrowały się na weryfikacji skuteczności narzędzi rozpoznawania twarzy do analizy emocji. Skuteczność ta została potwierdzona aż w 19 przypadkach. W badaniach tych wskazano na występowanie związku między emocjami a tematyką badania [Aydın, Özyazıcıoğlu, 2023; Clark, Duncan, i in., 2020; de Wijk i in., 2021; Guerrero i in., 2023; Hirayama i in., 2020; Loureiro i in., 2022; Obayashi i in., 2021; Pfeiffer i in., 2022; Shi, Bu, 2024; Toribio-Candela i in., 2024] oraz wysoką dokładność narzędzi [Bawa i in., 2021; Fridkin, Kenney, Cooper, i in., 2021; Parvanta i in., 2022]. W dwóch przypadkach analiza mimiki twarzy okazała się częściowo nieskuteczna, napotykając trudności związane z rzadkim występowaniem konkretnych emocji [Doyran i in., 2021] oraz rozbieżnościami – silnym związkiem niektórych stanów emocjonalnych przy jednoczesnym braku jakiegokolwiek związku w innych przypadkach [Sass, Fekete, 2022]. Jedno z badań nie potwierdziło skuteczności metody analizy mimiki twarzy [Salmi i in., 2023].

Wraz z rozwojem technologii rozpoznawania emocji narastają obawy związane z aspektami etycznymi [Corti i in., 2023; Katirai, 2023; Mohammad, 2022]. Główne zagrożenia, na które wskazuje literatura, dotyczą prywatności oraz potencjalnej manipulacji [Andalibi & Buss, 2020], jak również ryzyka pogłębiania się dysproporcji gospodarczo-społecznych [Cooney i in., 2018; McStay, Rosner, 2021]. Podnoszone są też argumenty dotyczące ograniczonej zdolności technologii do poprawnego rozpoznawania emocji [Glenn, Monteith, 2014], możliwości jej niewłaściwego wykorzystania oraz stronniczości automatyzacji [Booth i in., 2021; Cooney i in., 2018], a także traktowania ludzi jako obiektów analizy statystycznej [Mantello i in., 2023].

Pomimo tych wątpliwości tematyka wykorzystania analizy mimiki twarzy zyskuje na popularności, co potwierdza rosnąca liczba opracowań w tym zakresie. Z jednej strony badacze podejmują próby oceny przydatności tego narzędzia do pomiaru ludzkich emocji, co w większości przypadków przynosi pozytywne rezultaty. Z drugiej strony, narzędzie to jest wykorzystywane do weryfikacji innych, z góry założonych celów badawczych. Zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) w rozpoznawaniu emocji przynosi znaczące korzyści zarówno jednostkom, jak i społeczeństwu jako całości [Tanabe i in., 2024]. Umiejętność systemów AI do precyzyjnego rozpoznawania i interpretowania ludzkich emocji otwiera możliwość poprawy interakcji człowiek–komputer oraz tworzenia spersonalizowanych doświadczeń dla użytkowników [Chollet, 2017], szczególnie w obszarach takich jak konsumpcja, reklama, opieka zdrowotna, edukacja, rozrywka czy nowoczesne technologie. Choć liczba publikacji dotyczących FER i FEA w ostatnich latach jest duża, większość opracowań porusza wątki techniczne. Niewiele opracowań dotyczy jednak empirycznej weryfikacji możliwości zastosowania tych narzędzi w praktyce biznesowej.

BIBLIOGRAFIA

- Ahmad F., Hariharan U., Muthukumar N., Ali A., Sharma S., 2024: *Emotion recognition of the driver based on KLT algorithm and ShuffleNet V2*. Signal, Image and Video Processing, 18(4). <https://doi.org/10.1007/s11760-024-03029-z>
- Andalibi N., Buss J., 2020: *The Human in Emotion Recognition on Social Media: Attitudes, Outcomes, Risks*. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376680>
- Aydın A.İ., Özyazıcıoğlu N., 2023: *Assessment of postoperative pain in children with computer assisted facial expression analysis*. Journal of Pediatric Nursing, 71. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2023.03.008>
- Ballesteros J.A., Ramírez V.G.M., Moreira F., Solano A., Pelaez C.A., 2024: *Facial emotion recognition through artificial intelligence*. Frontiers in Computer Science, 6. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1359471>
- Balovsky S., Derevyanchuk O., Kovalchuk B., Kravchenko H., Kozhokar M., 2024: *Face Mask Recognition by the Viola-Jones Method Using Fuzzy Logic*. International Journal of Image, Graphics and Signal Processing, 16, 39–51. <https://doi.org/10.5815/ijigsp.2024.03.04>
- Banafa A., 2016: *¿Qué es la computación afectiva?* <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/que-es-la-computacion-afectiva/>
- Bawa V.S., Sharma S., Usman M., Gupta A., Kumar V., 2021: *An Automatic Multimedia Likability Prediction System Based on Facial Expression of Observer*. IEEE Access, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3102042>
- Booth B.M., Hickman L., Subburaj S.K., Tay L., Woo S.E., D'Mello S.K., 2021: *Integrating Psychometrics and Computing Perspectives on Bias and Fairness in Affective Computing: A case study of automated video interviews*. IEEE Signal Processing Magazine, 38(6), 84–95. <https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3106615>
- Carmichael L., Poirier S.M., Coursaris C., Léger P.M., Sénécal S., 2021: *Does Media Richness Influence the User Experience of Chatbots: A Pilot Study*. In F.D. Davis, R. Riedl, J. vom Brocke, P.M. Léger, A.B. Randolph, G. Müller-Putz (Red.), *Information Systems and Neuroscience* (ss. 204–213). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88900-5_23
- Chollet F., 2017: *Xception: Deep learning with depthwise separable convolutions*. Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017, 2017-January. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.195>
- Chutia T., Baruah N., 2024: *A review on emotion detection by using deep learning techniques*. Artificial Intelligence Review, 57. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10831-1>

Clark E., Duncan S., Hamilton L., Bell M.A., Lahne J., Gallagher D., O'Keefe S., 2020: *Characterizing Consumer Emotional Response to Milk Packaging Guides Packaging Material Selection*. Food Quality and Preference, 87, 103984. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103984>

Clark E., Kessinger J., Duncan S., Bell M.A., Lahne J., Gallagher D., O'Keefe S., 2020: *The Facial Action Coding System for Characterization of Human Affective Response to Consumer Product-Based Stimuli: A Systematic Review*. Frontiers in Psychology, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00920>

Cohn J., De la Torre F., 2014: *Automated face analysis for affective computing*. Handbook of affective computing, 131–150.

Cooney M., Pashami S., Sant'anna A., Fan, Y., Nowaczyk S., 2018: *Pitfalls of Affective Computing: How can the automatic visual communication of emotions lead to harm, and what can be done to mitigate such risks*. The Web Conference 2018 - Companion of the World Wide Web Conference, WWW 2018. <https://doi.org/10.1145/3184558.3191611>

Corti L., Stefano N.Di, Bertolaso M., 2023: *Artificial Emotions: Toward a Human-Centric Ethics*. International Journal of Social Robotics, 15(12). <https://doi.org/10.1007/s12369-022-00890-1>

Crawford K., 2022: *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. Perspectives on Science and Christian Faith, 74(1). <https://doi.org/10.56315/pscf3-22crawford>

Darwin C., 1998: *The Expression Of The Emotions In Man And Animals*. Oxford University Press New York, NY. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195112719.001.0001>

de Wijk R.A., Ushiyama S., Ummels M., Zimmerman P., Kaneko D., Vingerhoeds M.H., 2021: *Reading food experiences from the face: effects of familiarity and branding of soy sauce on facial expressions and video-based rppg heart rate*. Foods, 10(6). <https://doi.org/10.3390/foods10061345>

Doyran M., Schimmel A., Baki P., Ergin K., Türkmen B., Salah A.A., Bakkes S.C.J., Kaya H., Poppe R., Salah A.A., 2021: *MUMBAI: multi-person, multimodal board game affect and interaction analysis dataset*. Journal on Multimodal User Interfaces, 15(4). <https://doi.org/10.1007/s12193-021-00364-0>

Drăgan N.S., Fârte G.I., 2024: *The multimodal construction of political personae through the strategic management of semiotic resources of emotion expression*. Social Semiotics, 34(3). <https://doi.org/10.1080/10350330.2022.2128740>

Dupré D., Krumhuber E.G., Küster D., Mckeown G., 2020: *A performance comparison of eight commercially available automatic classifiers for facial affect recognition*. PLOS ONE, 15 (4). <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.01.017>

Ekman P., 1992: *An Argument for Basic Emotions*. Cognition and Emotion, 6(3–4). <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>

Ersöz S., Nissen A., Schütte R., 2023: *Risk, Trust, and Emotion in Online Pharmacy Medication Purchases: Multimethod Approach Incorporating Customer Self-Reports, Facial Expressions, and Neural Activation*. JMIR Formative Research, 7(1). <https://doi.org/10.2196/48850>

Fridkin K., Kenney P., Gutiérrez M., Deutsch R., 2021: *The Impact of Emotional Responses to Public Service Announcements: The Case of Gun Violence in Schools*. American Politics Research, 49(4). <https://doi.org/10.1177/1532673X211004158>

Fridkin K., Kenney P.J., Cooper B., Deutsch R., Gutierrez M., Williams A., 2021: *Measuring Emotional Responses to Negative Commercials: A Comparison of Two Methods*. Political Research Quarterly, 74(3). <https://doi.org/10.1177/1065912920912840>

Glenn T., Monteith S., 2014: *New Measures of Mental State and Behavior Based on Data Collected From Sensors, Smartphones, and the Internet*. Current Psychiatry Reports, 16(12). <https://doi.org/10.1007/s11920-014-0523-3>

González-Mena G., Del-Valle-Soto C., Corona V., Rodríguez J., 2022: *Neuromarketing in the Digital Age: The Direct Relation between Facial Expressions and Website Design*. Applied Sciences (Switzerland), 12(16). <https://doi.org/10.3390/app12168186>

Gonzalez Viejo C., Fuentes S., De Anda-Lobo I.C., Hernandez-Brenes C., 2022: *Remote sensory assessment of beer quality based on visual perception of foamability and biometrics compared to standard emotional responses from affective images*. Food Research International, 156, 111341. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111341>

Grant M.J., Booth A., 2009: *A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies*. Health Information and Libraries Journal (T. 26, Numer 2). <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>

- Gravina M., Galli A., De Micco G., Marrone S., Fiameni G., Sansone C., 2023: *FEAD-D: Facial Expression Analysis in Deepfake Detection*. 283–294. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43153-1_24
- Guerrero G., Avila D., da Silva F.J.M., Pereira A., Fernández-Caballero A., 2023: *Internet-based identification of anxiety in university students using text and facial emotion analysis*. *Internet Interventions*, 34. <https://doi.org/10.1016/j.invent.2023.100679>
- Hamelin N., Agrawal S., Patwa N., Casper Ferm L.E., Thaichon P., 2021: *Package appearance matter: Facial expression and Galvanic Skin Response analysis approach*. *Journal of Global Scholars of Marketing Science: Bridging Asia and the World*, 31(4). <https://doi.org/10.1080/21639159.2021.1939094>
- Hamelin N., Al-Shihabi S., Quach S., Thaichon P., 2022: *Forecasting Advertisement Effectiveness: Neuroscience and Data Envelopment Analysis*. *Australasian Marketing Journal*, 30(4). <https://doi.org/10.1177/183933492111005061>
- Hamelin N., Rahimi R., Balaji S., Pismennaya I., Bui N., Ta H., 2024: *Unveiling the power of video sentiment analysis for predicting advertising effectiveness: exploratory research on femvertising*. *Journal of Marketing Analytics*, 1–14. <https://doi.org/10.1057/s41270-024-00334-x>
- Hammond R., Parvanta C., Zemen R., 2022: *Caught in the Act: Detecting Respondent Deceit and Disinterest in On-Line Surveys. A Case Study Using Facial Expression Analysis*. *Social Marketing Quarterly*, 28, 152450042210744. <https://doi.org/10.1177/15245004221074403>
- Hirayama K., Saiki S., Nakamura M., 2020: *Evaluating Video Playing Application for Elderly People at Home by Facial Expression Sensing Service*. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3428757.3429113>
- Holiday S., Hayes J.L., Park H., Lyu Y., Zhou Y., 2023: *A Multimodal Emotion Perspective on Social Media Influencer Marketing: The Effectiveness of Influencer Emotions, Network Size, and Branding on Consumer Brand Engagement Using Facial Expression and Linguistic Analysis*. *Journal of Interactive Marketing*, 58(4). <https://doi.org/10.1177/10949968231171104>
- Huang M.H., Rust R.T., 2018: *Artificial Intelligence in Service*. *Journal of Service Research*, 21(2). <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
- Jones T., Randolph A.B., Sneha S., 2021: *Examining the Impact of Social Video Game Tournaments on Gamers' Mental Well-Being*. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 52 LNISO. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88900-5_20
- Kahneman D., 2011: *Thinking, Fast and Slow*. *Statistical Papers*, 55(3), 915. <https://doi.org/10.1007/s00362-013-0533-y>
- Kassas B., Palma M.A., Porter M., 2022: *Happy to take some risk: Estimating the effect of induced emotions on risk preferences*. *Journal of Economic Psychology*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2022.102527>
- Katirai A., 2023: *Ethical considerations in emotion recognition technologies: a review of the literature*. *AI and Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00307-3>
- Kayser D., Egermann, H., Barraclough N.E., 2022: *Audience facial expressions detected by automated face analysis software reflect emotions in music*. *Behavior Research Methods*, 54(3). <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01678-3>
- Kessler S., Jiang F., Hurley A., 2020: *The State of Automated Facial Expression Analysis (AFE) in Evaluating Consumer Packaged Beverages*. *Beverages*, 6, 27. <https://doi.org/10.3390/beverages6020027>
- Kim P.W., 2021: *Assessing engagement levels in a non-face-to-face learning environment through facial expression analysis*. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 33(22). <https://doi.org/10.1002/cpe.6182>
- Lopez-Aguilar A.A., Bustamante-Bello R., Navarro-Tuch S.A., 2021: *Advanced system to measure UX in online learning environments*. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2021-April*. <https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9454083>
- López-Mas L., Claret A., Bermúdez A., Llauger M., Guerrero L., 2022: *Co-Creation with Consumers for Packaging Design Validated through Implicit and Explicit Methods: Exploratory Effect of Visual and Textual Attributes*. *Foods*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/foods11091183>
- Loureiro M., Rahmani D., Escobar C., Gil C., 2022: *Choice Experiments with Facial Expression Analysis: How Do Emotions Affect Wine Choices?* *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4291297>
- Mantello P., Ho M.T., Nguyen M.H., Vuong Q.H., 2023: *Bosses without a heart: socio-demographic and cross-cultural determinants of attitude toward Emotional AI in the workplace*. *AI and Society*, 38(1). <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01290-1>

- Matsufuji Y., Ueji K., Yamamoto T., 2023: *Predicting Perceived Hedonic Ratings through Facial Expressions of Different Drinks*. *Foods*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/foods12183490>
- Mauri M., Triberti S., Villani D., 2023: *The Silence of Art: Investigating the Emotional Experience of a Virtual Museum by Facial Expression Analysis*. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 14219 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43404-4_19
- McStay A., Rosner G., 2021: *Emotional artificial intelligence in children's toys and devices: Ethics, governance and practical remedies*. *Big Data and Society*, 8(1). <https://doi.org/10.1177/2053951721994877>
- Mohammad S.M., 2022: *Ethics Sheet for Automatic Emotion Recognition and Sentiment Analysis*. *Computational Linguistics*, 48(2). https://doi.org/10.1162/coli_a_00433
- Monteith S., Glenn T., Geddes J., Whybrow P.C., Bauer M., 2022: *Commercial Use of Emotion Artificial Intelligence (AI): Implications for Psychiatry*. *Current Psychiatry Reports (T. 24, Numer 3)*. <https://doi.org/10.1007/s11920-022-01330-7>
- Montesinos López O.A., Montesinos López A., Crossa J., 2022: *Convolutional Neural Networks*. In: O.A. Montesinos López, A. Montesinos López, J. Crossa (Red.), *Multivariate Statistical Machine Learning Methods for Genomic Prediction* (ss. 533–577). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89010-0_13
- Nandwani P., Verma R., 2021: A review on sentiment analysis and emotion detection from text. *W Social Network Analysis and Mining (T. 11, Numer 1)*. <https://doi.org/10.1007/s13278-021-00776-6>
- Obayashi Y., Uehara S., Kokuwa R., Otaka Y., 2021: *Quantitative evaluation of facial expression in a patient with minimally conscious state after severe traumatic brain injury*. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 36(5). <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000666>
- Ortigueira-Sánchez L.C., Cárdenas-Egúsquiza A.L., 2022: *Political leadership, a quasi-experimental study of Peruvian voters' emotional reaction and visual attention to political humor*. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, 19(1). <https://doi.org/10.1007/s12208-021-00293-4>
- Otamendi F.J., 2022: *Statistical emotion control: Comparing intensity and duration of emotional reactions based on facial expressions*. *Expert Systems with Applications*, 200. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117074>
- Otamendi F.J., Sutil Martín D.L., 2020: *The Emotional Effectiveness of Advertisement*. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02088>
- Parvanta C., Hammond R.W., He, W., Zemen R., Boddupalli S., Walker K., Chen H., Harner R.N., 2022: *Face Value: Remote facial expression analysis adds predictive power to perceived effectiveness for selecting anti-tobacco PSAs*. *Journal of Health Communication*, 27(5). <https://doi.org/10.1080/10810730.2022.2100016>
- Pfeiffer C., Kremsner T.P., Maier C., Stolavetz C., 2022: *Does electricity consumption make happy? The emotional dimensions of time-scaled electricity consumption graphs for household appliances*. *Energy Conversion and Management: X*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2022.100279>
- Plusquellec P., Denault V., 2018: *The 1000 Most Cited Papers on Visible Nonverbal Behavior: A Bibliometric Analysis*. *Journal of Nonverbal Behavior*, 42(3). <https://doi.org/10.1007/s10919-018-0280-9>
- Sajjad M., Ullah F.U.M., Ullah M., Christodoulou G., Alaya Cheikh F., Hijji M., Muhammad K., Rodrigues J., 2023: *A comprehensive survey on deep facial expression recognition: challenges, applications, and future guidelines*. *Alexandria Engineering Journal*, 68, 817–840. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.01.017>
- Salmi A., Li J., Holttä-Otto K., 2023: *Automatic Facial Expression Analysis as a Measure of User-Designer Empathy*. *Journal of Mechanical Design*, 145(3). <https://doi.org/10.1115/1.4056494>
- Samant S.S., Seo H.S., 2020: *Influences of sensory attribute intensity, emotional responses, and non-sensory factors on purchase intent toward mixed-vegetable juice products under informed tasting condition*. *Food Research International*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109095>
- Santana O.J., Freire-Obregón D., Hernández-Sosa D., Lorenzo-Navarro J., Sánchez-Nielsen E., Castañón-Santana M., 2023: *Facial expression analysis in a wild sporting environment*. *Multimedia Tools and Applications*, 82(8). <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13654-w>
- Sass J., Fekete L.V., 2022: *Secrets revealed by boredom: Detecting and tackling barriers to student engagement*. *Proceedings - 2022 International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2022*. <https://doi.org/10.1109/ICALT55010.2022.00129>

Shi Y., Bu Y., 2024: *Improving of Smart Health Houses: Identifying Emotion Recognition using Facial Expression Analysis*. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 15(1). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150121>

Sung B., Hatton-Jones S., Teah M., Cheah I., Phau I., 2021: *Shelf-based scarcity as a cue of luxuriousness: an application of psychophysiology*. European Journal of Marketing, 55(2). <https://doi.org/10.1108/EJM-06-2018-0418>

Suri A., Huang B., Sénécal S., 2023: *This Product Seems Better Now: How Social Media Influencers' Opinions Impact Consumers' Post-failure Responses*. International Journal of Electronic Commerce, 27(3). <https://doi.org/10.1080/10864415.2023.2226898>

Tanabe H., Shiraishi T., Sato H., Nihei M., Inoue T., Kuwabara C., 2024: *A concept for emotion recognition systems for children with profound intellectual and multiple disabilities based on artificial intelligence using physiological and motion signals*. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 19(4). <https://doi.org/10.1080/17483107.2023.2170478>

Toribio-Candela M., González-Serna G., Magadan-Salazar A., González-Franco N., López-Sánchez M., 2024: *Automated Facial Expression Analysis for Cognitive State Prediction During an Interaction with a Digital Interface*. 41–49. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51940-6_5

Voutsas M.C., Tsihla E., Hatzithomas L., Margariti K., 2021: *Examining consumer responses to YouTube ads through facial expressions and self-reports: The role of gender identity and emotional appeals*. International Journal of Internet Marketing and Advertising, 15(4). <https://doi.org/10.1504/IJIMA.2021.117531>

Wang L., Zhou C., 2024: *Evaluation of Perceptions Using Facial Expression Scores on Ecological Service Value of Blue and Green Spaces in 61 Parks in Guizhou*. Sustainability, 16, 4108. <https://doi.org/10.3390/su16104108>

Warnick B.J., Davis B.C., Allison T.H., Anglin A.H., 2021: *Express yourself: Facial expression of happiness, anger, fear, and sadness in funding pitches*. Journal of Business Venturing, 36(4). <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2021.106109>

Yang K., Wang C., Sarsenbayeva Z., Tag B., Dingler T., Wadley G., Goncalves J., 2021: *Benchmarking commercial emotion detection systems using realistic distortions of facial image datasets*. The Visual Computer, 37. <https://doi.org/10.1007/s00371-020-01881-x>

Zhang Z., Hu Y., Wang J., 2023: *CSR is not a panacea: The influence of CSR on disgust and turnover intention*. Journal of Vocational Behavior, 140. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2022.103821>

Zhao Q., Ye Z., Deng Y., Chen J., Chen J., Liu D., Ye X., Cheng H., 2024: *An advance in novel intelligent sensory technologies: From an implicit-tracking perspective of food perception*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 23, e13327. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13327>