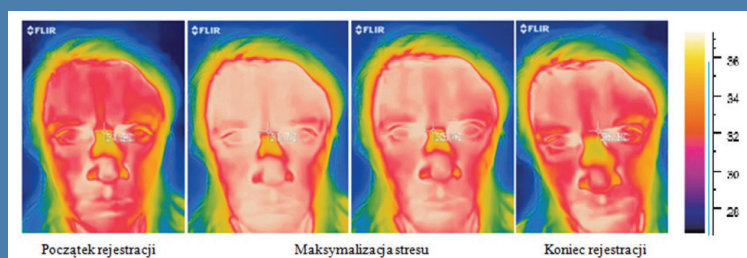


Problemy Współczesnej Inżynierii

Wybrane zagadnienia z zakresu IT



redakcja

Paweł A. Mazurek

Andrzej Kociubiński

Tomasz N. Kołtunowicz

Jacek Majcher

Marcin Maciejewski

Piotr Z. Filipek

Sebastian Styła

Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej

Lublin 2021

Problemy Współczesnej Inżynierii

Wybrane zagadnienia z zakresu IT

Monografie – Politechnika Lubelska



Politechnika Lubelska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
ul. Nadbystrzycka 38A
20-618 Lublin

Problemy Współczesnej Inżynierii

Wybrane zagadnienia z zakresu IT

redakcja:

Paweł A. Mazurek

Andrzej Kociubiński

Tomasz N. Kołtunowicz

Jacek Majcher

Marcin Maciejewski

Piotr Z. Filipek

Sebastian Styła



Wydawnictwo
Politechniki Lubelskiej

Lublin 2021

Recenzenci:

Członkowie Komitetu Naukowego XI Sympozjum Elektryków
i Informatyków

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2021

ISBN: 978-83-7947-478-3

Wydawca: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej
www.biblioteka.pollub.pl/wydawnictwa
ul. Nadbystrzycka 36C, 20-618 Lublin
tel. (81) 538-46-59

Druk: DjaF – 30-092 Kraków, ul. Kmietowicza 1/1
www.djaf.pl

Elektroniczna wersja książki dostępna w Bibliotece Cyfrowej PL www.bc.pollub.pl
Książka udostępniona jest na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa – na tych
samyh warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0)
Nakład: 50 egz.

Spis treści

Przedmowa	7
MAŁGORZATA CHEĆ Wykorzystanie nowoczesnych technik informatycznych w edukacji	9
WERONIKA GŁOWIENKA, MARTYNA JAROSZ, MONIKA STOMA Zakupy jutra, czyli nowoczesne technologie w handlu	21
KATARZYNA BARAN Termograficzna rejestracja reakcji stresowych	32
JULIA KLAMEREK, DOMINIKA SEMENIUK Sztuczna inteligencja w realnym świecie	44
KLAUDIA NOWAK Wykorzystanie narzędzi SEM w tworzeniu koncepcji webmarketingowych	56
PIOTR WÓJCICKI Segmentacja pisma w systemach OCR	65
KACPER KRUCZKOWSKI, IGA KOZŁOWSKA Modelowanie i symulacja procesów pakowania i paletyzacji przy wykorzystaniu środowiska KUKA.Sim Pro	74
MONIKA STOMA, AGNIESZKA DUDZIAK Projekt Gospodarka 4.0 – trendy i wyzwania	91
Sponsorzy i instytucje wspierające XI Sympozjum Naukowe Elektryków i Informatyków	102
Patroni XI Sympozjum Naukowego Elektryków i Informatyków	103

Przedmowa

Szanowni Uczestnicy i Sympatycy Sympozjum, Czytelnicy

Kolejne, jedenaste Sympozjum Naukowe Elektryków i Informatyków SNEiI 2021 już za nami. Inicjatywa Studenckich Kół Naukowych oraz Samorządu Studenckiego Politechniki Lubelskiej ugruntowana jest tak mocno, że nawet pandemia COVID nie powstrzymała nas od organizacji tego wydarzenia. Sytuacja epidemiologiczna wymusiła na nas jednakże pewne zmiany, całe Sympozjum odbyliśmy bowiem w sposób zdalny..., a mimo to udało się świetnie.

Patronat honorowy nad Sympozjum objął ponownie Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej oraz Lubelski Oddział Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Po raz kolejny mogliśmy też liczyć na wsparcie naszych uczelnianych władz – Jego Magnificencji Rektora Politechniki Lubelskiej prof. dra hab. inż. Zbigniewa Patera oraz Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Informatyki dra hab. inż. Pawła Węgierka, prof. uczelni. Organizatorzy i uczestnicy kierują także podziękowania do wszystkich firm i instytucji, które udzieliły wsparcia w organizacji tego wydarzenia.

Szczególnie gorące podziękowania składamy naszym zaproszonym prelegentom. Pierwszymi były dr hab. Monika Stoma, prof. UP oraz dr inż. Agnieszka Dudziak z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, które wygłosiły wykład inauguracyjny pt.: *Efektywność wykorzystania komputerowych symulacyjnych gier decyzyjnych na studiach wyższych*. Kolejną prezentację o zagadkowym tytule *Co czują czujniki światłowodowe?* w sesji inauguracyjnej wygłosił dr inż. Bartłomiej Guzowski z Politechniki Łódzkiej.

Tradycyjnie, celem naszego Sympozjum była wymiana wiedzy i doświadczeń studentów i doktorantów – młodych członków społeczności akademickiej. Tematyka Sympozjum, analogicznie jak rok wcześniej, obejmowała obszary dziedzin techniki powiązanych z kierunkami studiów realizowanymi na naszym Wydziale – elektrotechniką, mechatroniką, informatyką oraz inżynierią biomedyczną.

Sympozjum SNEiI jest wspaniałą okazją do przeglądu osiągnięć, oceny dorobku i snucia planów naukowych naszych studentów i doktorantów. Pomimo pandemii i obostrzeń epidemiologicznych zgłoszono i zaprezentowano w trakcie

symposium ponad dwadzieścia prezentacji. Jesteśmy pełni podziwu dla zaangażowania i zaparcia się młodych osób, które realizują swoje pasje i wykazują chęci zdobywania wiedzy i doświadczeń naukowych. Dowodem tego są również pokonferencyjne publikacje. Oddajemy w Państwa ręce dwie monografie, które zawierają zrecenzowane artykuły dotyczące działań jakie studenci i doktoranci realizują w ramach własnych projektów i prac badawczych. W pierwszym tomie materiałów pokonferencyjnych zebraliśmy tematykę dotyczącą elektrotechniki i automatyki, a w drugim materiały dotyczące zagadnień związanych z informatyką.

Jako redaktorzy i współorganizatorzy SNEiI 2021 cieszymy się z pozytywnego odbioru naszej serii *Problemy Współczesnej Inżynierii* i raz jeszcze dziękujemy wszystkim instytucjom za udzielone wsparcie.

Redaktorzy

WYKORZYSTANIE NOWOCZESNYCH TECHNIK INFORMATYCZNYCH W EDUKACJI

1. WSTĘP

Rozwój technologiczny prowadzi do ciągłego powstania nowych rozwiązań, mających zastosowanie w różnych obszarach, w tym również w edukacji. Technologia sprawia, że komputery, aplikacje czy inteligentne rozwiązania stają się nieodłącznym elementem naszego życia; tak też się dzieje w odniesieniu do nauczania, zarówno w różnego rodzaju szkołach, jak i na uczelniach wyższych. W ostatnich latach, wykorzystanie technik informatycznych w szkołach znacznie wzrosło; w szczególności przełomowe są rozwiązania powstałe na skutek pandemii COVID-19. Jednak sposoby i narzędzia, które znamy z obecnego sposobu – nauki zdalnej, istniały, jak również były wykorzystywane dużo wcześniej. Wynika to z tego, iż nowoczesne techniki informatyczne w edukacji, to nie tylko nauka na odległość, ale również wspomaganie przez tablice interaktywne, e-podręczniki czy dość powszechnie stosowane poza szkołami, na różnego rodzaju kursach, nagrywanie lekcji, tak aby uczeń mógł je odtworzyć w dogodnym dla siebie momencie.

Stąd też, celem pracy jest przedstawienie nowoczesnych technik informatycznych używanych w edukacji, jak też ukazanie zalet i wad najczęściej stosowanych rozwiązań. Ponadto celem jest przyjrzenie się opinii uczniów i studentów, na temat sposobów i problemów, jakie napotykają oni podczas nauki zdalnej. W tym celu przeprowadzono badanie z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza ankietowego skierowanego do studentów, uczniów, a także ich rodziców, które obejmowało 18 pytań. W ankietyzacji wzięło udział 120 osób.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Studenckie Koło Naukowe Zarządzania i Ekonomii

Respondenci zostali zapytani między innymi o: programy wykorzystywane w nauce na odległość i ich ilość, jak też sposób działania, ale również o ich odczucia dotyczące nauki zdalnej.

2. GENEZA WYKORZYSTANIA TECHNIK INFORMATYCZNYCH W EDUKACJI

Edukacja jest nieodłącznym elementem ludzkości, często mówi się, że człowiek uczy się przez całe życie. Jednym z przełomowych momentów dla edukacji było wynalezienie pisma, które umożliwiło przekazanie zdobytych wiadomości w sposób niezmienny innym ludziom czy to osobom, mieszkającym daleko czy to potomnym.

Jednak szkoła w obecnie funkcjonującej formie wykształciła się dosyć niedawno, choć podwaliny nauczania odnaleźć można już w starożytności, gdzie kładziono szczególny nacisk na sprawy związane z odpowiednim wykształceniem. Za ważne momenty w historii edukacji uznaje się powstanie szkół w starożytnej Grecji, gdzie dzieci od 7 do 18 roku życia w Atenach czy do 20 lat w Sparcie, były zobowiązane do nauki [1]. Podobnie wyglądało to też w starożytnym Rzymie.

Następnie były szkoły w średniowieczu, oraz powstające wówczas pierwsze uniwersytety. Kolejne zmiany system nauczania przechodził w epokach renesansu i odrodzenia, aż do utworzenia Komisji Edukacji Narodowej w 1773 roku, która miała za zadanie między innymi ujednolicić sposób nauczania. Następnie można przejść do nauczania podczas zaborów czy Rewolucji Przemysłowej, szkół przed-, między-, i powojennych, jak też do nauczania w czasach PRL, oraz tych, które znamy z ostatnich lat. Istotne jest jednak to, iż szkoły z roku na rok przechodziły coraz to większą transformację, pojawiały się nowe, chociaż nie zawsze lepsze sposoby przekazywania wiedzy; coraz częściej upowszechniało się również wykorzystanie nowych metod, jak też narzędzi, takich jak komputer czy Internet [1].

3. RODZAJE NAUCZANIA

Aby odpowiedzieć na to pytanie, od kiedy tak naprawdę człowiek używa technik informatycznych, warto przyrzeć się czterem podstawowym systemom nauczania:

- kształcenie synchroniczne,

- kształcenie asynchroniczne,
- kształcenie na odległość,
- kształcenie hybrydowe (mieszane).

Pierwsze – najdłużej stosowane – nauczanie tradycyjne, czyli synchroniczne. Polega ono na tym, że uczniowie i nauczyciel spotykają się bezpośrednio w klasie i dlatego nauka odbywa się w tym samym miejscu i w tym samym czasie. Jednak pomimo tego, poprzez kształcenie synchroniczne można rozumieć również naukę online, która odbywa się w określonym momencie poprzez spotkania nauczyciela z uczniami za pośrednictwem Internetu [2].

Kolejnym sposobem przekazywania wiedzy jest nauczanie asynchroniczne, które jak łatwo się domyślić jest przeciwieństwem kształcenia synchronicznego. System ten opiera się bowiem na dostarczeniu uczniom potrzebnych materiałów do nauki, tak aby mogli oni w dogodnym dla siebie czasie i miejscu nabrać wiedzy. Zaletą tego sposobu nauki jest to, że każdy z uczniów poświęca na dany temat tyle czasu ile sam potrzebuje, bez uzależniania od określonego wymiaru czasu pracy, czy osiągnięć innych uczniów. Jednak, aby sposób ten działał poprawnie należy zachowywać samodyscyplinę, która nie zawsze jest dobrą stroną uczniów i studentów [2].

Następnym przykładem jest kształcenie na odległość – czyli zdalne. Jest ono powiązane z kształceniem asynchronicznym, jak też z mieszanym, jednak jak wcześniej wspomniano może być również częścią kształcenia synchronicznego. Historycznie tak zwane obecnie nauczanie zdalne, nie było powiązane z żadnymi technikami informatycznymi. Co warto zauważyć, pierwsze sposoby nauczania zdalnego były prowadzone z wykorzystaniem korespondencji, już w czasach starożytnych, ale bardziej upowszechniły się w wieku XIX [3].

Ostatnim przykładem sposobu nauczania jest kształcenie mieszane – łączy ono cechy nauczania stacjonarnego w placówce szkoły, z nauczaniem zdalnym. Dobrym przykładem początków nauki zdalnej w czasach starożytnych są Listy Nowego Testamentu [3].

Nauczanie zdalne, a także mieszane zostało bardzo rozpowszechnione podczas pandemii COVID-19, co wywołało przełom w sposobie nauki, jaki do tej pory był znany.

4. GENERACJE I NARZĘDZIA W NAUCE ZDALNEJ

Wraz z rozwojem technologii, nauka i szkoły przeszły wiele zmian. Na ogół wyróżnia się pięć generacji nauki zdalnej, ze względu na użyte technologie.

Pierwsza, a zarazem najdłużej używana, upowszechniona już w dziewiętnastym wieku, jak wcześniej wspomniano, dotyczyła przekazywania wiedzy przy pomocy listów. Kolejna stosowana od dwudziestolecia międzywojennego, na której istnienie miał wpływ rozwój technologii, była o wiele szybsza i sprawniejsza, gdyż związana była z nauką poprzez radio, czy telefony. Następnie, od połowy dwudziestego wieku zaczęto uczyć przy pomocy przekazu audiowizualnego, co znacznie ułatwiło komunikację na poziomie nauczyciel-uczeń/student, np. poprzez programy telewizyjne. Czwarta generacja była związana ze wspomaganie komputerowym, z kolei do piątej należą e-learning, wykorzystanie multimediów czy sieci internetowej [4].

Pośród wielu nowoczesnych rozwiązań w edukacji, warto wspomnieć o narzędziach stosowanych coraz częściej. Poza dość powszechnie od dawna używanymi komputerami czy rzutnikami (projektorami) w polskich szkołach wzrasta liczba nauczycieli, którzy używają podczas zajęć tablice interaktywne, e-podręczniki czy multibooki, jak też specjalistyczne oprogramowania do nauki. Niektóre z nich mogą ułatwić czy nawet umożliwić naukę osobom niepełnosprawnym [5].



Rys. 1. Narzędzia używane w nauczaniu

Wybrane narzędzia, które przedstawia rysunek 1, należą do różnych generacji i systemów nauczania. Nie każde z nich może być wykorzystane w każdym systemie, ale można też je łączyć. Pierwsze dwa, czyli prezentacje

multimedialne i tablice interaktywne, używane są najczęściej podczas kształcenia synchronicznego – w szkołach. Jest to doskonałe narzędzie pomagające zapamiętać, gdyż jak mówi stożek Dale’a podczas samego wykładu uczeń zapamięta około 10% usłyszanych wiadomości, jednak już z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej zapamiętanie wiadomości z lekcji niesie za sobą 50% usłyszanych i widzianych treści. Dlatego najlepszym rozwiązaniem jest wykorzystanie tablic multimedialnych, które pozwalają na nie tylko samo patrzenie, ale również wykonywanie zadań i zapisywanie ich bezpośrednio do pamięci komputera [2, 6].

Wśród następnych narzędzi – e-podręczników wyróżnić można ich pięć rodzajów: statyczny – czyli taki, który jest udostępniany np. w formacie PDF, można go też drukować; umultimedialniony – posiada cechy statycznego, ale też posiada dodatkowo materiały multimedialne, jak też nawigację; multimedialny – ma animacje, można śledzić jego fragmenty poprzez nawigację skokową; interaktywny – czyli taki, który pozwala na wykonywanie ćwiczeń interaktywnych, można z niego korzystać na różnych platformach edukacyjnych i różnych urządzeniach; oraz inteligentny – pozwala na wprowadzanie zmian w kolejności treści, na robienie notatek, a także współpracuje z uczniem lub nauczycielem [7].

Kolejne narzędzia – platformy edukacyjne i aplikacje – umożliwiają udostępnianie prezentacji, e-podręczników czy zadań, np. prac domowych. Dzięki niektórym można ponadto przeprowadzać testy czy klasówki i dlatego łatwiej jest sprawdzić wiedzę uczniów lub studentów. Platformy edukacyjne dają też lepszą możliwość nauczycielom raportowania czy zapisywania wyników osiągniętych przez uczniów, a także lepiej motywują uczniów czy pozwalają na rozwinięcie talentów [8].

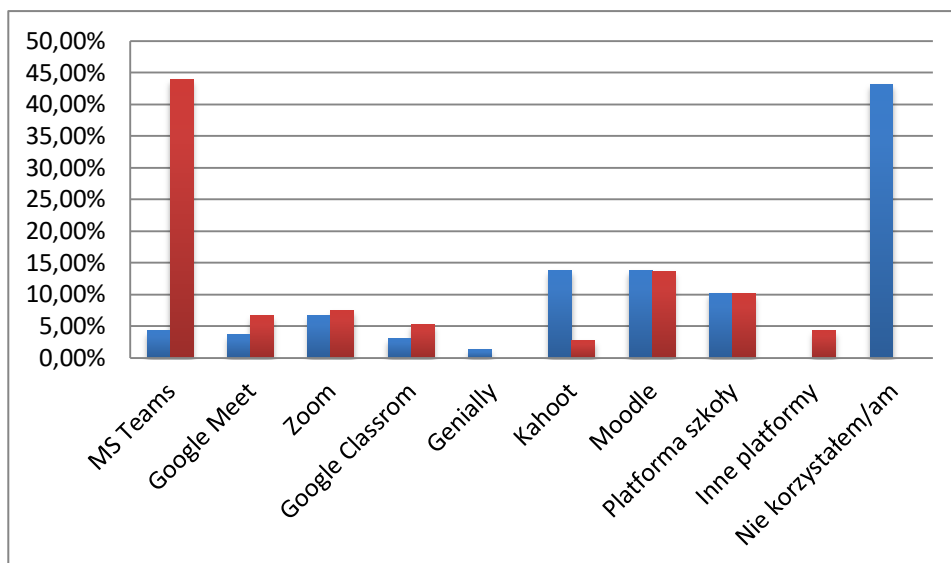
Specjalistyczne oprogramowania są również jednym z przydatnych narzędzi edukacyjnych, jednak – szczególnie dla osób niepełnosprawnych – mogą być znaczną pomocą, jak też umożliwieniem lepszego komfortu nauki tym osobom. Spośród specjalistycznych oprogramowań można wyróżnić też takie, które ułatwiają naukę przedmiotów ścisłych, gdzie do dobrego zrozumienia zagadnień są potrzebne doświadczenia, a w klasie nie ma do tego warunków [2, 4].

Ostatnim narzędziem, używanym powszechnie w nauczaniu, jest szeroko pojęty Internet. Jest on związany praktycznie ze wszystkimi poprzednimi narzędziami, pozwala na przesyłanie informacji, wyszukiwanie ich, rozwijanie zainteresowań, jak też daje wiele więcej innych możliwości [5].

5. WYNIKI

W celu sprawdzenia sposobów, a także odczuć towarzyszących przed, a także podczas pandemii COVID-19 w obszarze nauczania zdalnego, zostało przeprowadzone badanie z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza ankietowego. Zadano 18 pytań, w tym 4 metryczkowe, dotyczące kształcenia na odległość. W badaniu wzięło udział 120 osób, znaczną większość stanowiły kobiety, które studiowały na pierwszym stopniu nauki na uczelniach wyższych; jednak wśród respondentów były także osoby uczące się w liceum, jak również rodzice uczniów szkoły podstawowej. Badanie zostało przeprowadzone w trakcie pandemii COVID-19, kiedy to uczniowie i studenci uczyli się jedynie w sposób zdalny, poza kilkoma wyjątkami.

Pierwszym pytaniem, dotyczącym wykorzystania technik do nauki zdalnej było to czy ankietowani korzystali z platform edukacyjnych przed pandemią. 60% udzieliło odpowiedzi przeczącej, jednak 35% respondentów korzystało sporadycznie, reszta – bardzo często. Spośród 40% osób korzystających z platform edukacyjnych ponad połowa – 55% uważa, że wykorzystanie ich ułatwia naukę. Kolejne pytanie dotyczyło rodzaju programu, z jakiego ankietowani korzystali; rozkład uzyskanych odpowiedzi ukazano na rysunku 2.



Rys. 2. Rodzaj programów, z których ankietowani korzystali przed pandemią – na niebiesko, a także w trakcie pandemii – na czerwono

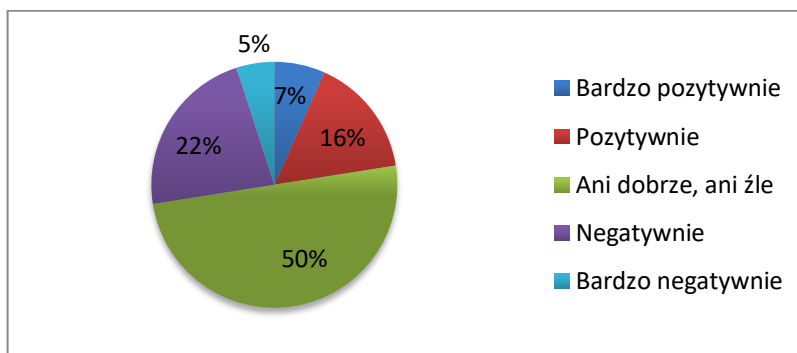
Jak można zaobserwować analizując dane zestawione na rysunku 2, przed pandemią COVID-19 dużą popularnością cieszył się program Kahoot. Jest to program dostępny z poziomu przeglądarki internetowej lub aplikacji, która umożliwia przeprowadzanie quizów online; znaczna część osób korzystających z programu Kahoot to studenci. Jednak poza tym, często używanymi narzędziami było moodle, a także platformy tworzone przez szkoły. W trakcie pandemii sposób nauki bardzo się zmienił. Największy przyrost użytkowników spośród wybranych narzędzi osiągnął program Microsoft Teams, wzrost ten wynosił 37,5 punktów procentowych. Do tak wielkiej popularności tego programu z pewnością przyczyniła się jego wielofunkcyjność – poza możliwością tworzenia wideokonferencji, posiada on bowiem także funkcje tworzenia zadań, udostępniania notatek, podziału klasy na grupy. Ważną zaletą tego programu jest ponadto integralność z pakietem Microsoft Office w usłudze Office 365 [9, 10].

Warto zaznaczyć, że podczas pandemii, poza wymienionymi narzędziami, 12,5% spośród ankietowanych dostawało materiały na skrzynkę e-mail osobistą lub klasową bezpośrednio od nauczyciela. Z kolei respondenci zapytani o liczbę programów, z jakiej korzystają podczas nauki zdalnej w 65% odpowiedzieli, że od 2 do 3, z jednego programu korzysta 29%, a 6% z czterech lub więcej.

Zadano również pytanie powiązane z poprzednim, a dotyczące tego, czy osobom korzystającym z programów przed pandemią ułatwiało to naukę. Ponad 55% osób odpowiedziało, że raczej tak, 17% osób uznało, że raczej nie, 11% zaznaczyło odpowiedź „zdecydowanie tak”, z kolei tylko 4% „zdecydowanie nie”, 13% osób nie miało zdania na ten temat.

Ważnym pytaniem było także, to jak często programy, z których osoby najczęściej korzystają nie działają poprawnie uzyskane odpowiedzi to kolejno: prawie codziennie – 3%, 2–3 razy w tygodniu – 10%, raz w tygodniu – ok. 22%, kilka razy w miesiącu – 28%, raz w miesiącu – 20%, zawsze działają – 6%, a także w przypadku dużego obciążenia, np. sesji – ok. 12%.

Kolejnym zadaniem pytaniem było to, jakie podejście mają ankietowani do nauczania zdalnego. Wyniki przedstawiono na rysunku 3. Jak można zauważyć połowa uczestników badania nie ocenia nauczania zdalnego pozytywnie, ale też nie negatywnie. Brak zdecydowania jest pewnie spowodowany zróżnicowaniem wykorzystania przez nauczycieli sposobów nauczania zdalnego.

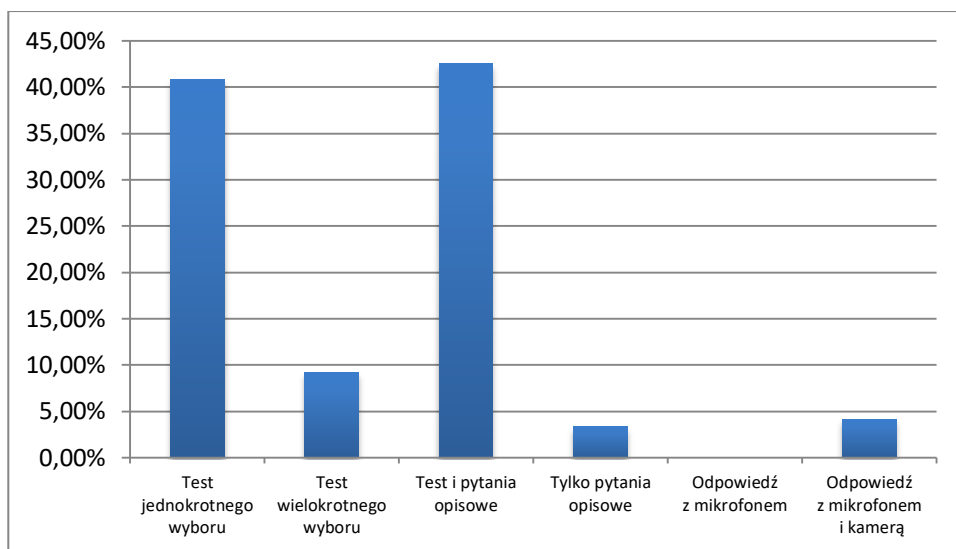


Rys. 3. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Jakie jest Pana/i podejście do nauczania zdalnego?”

W kontekście nastawienia wobec nauczania zdalnego, można się odnieść do badań przeprowadzonych przez Edytę Nowak-Żółty z Akademii WSB w Dąbrowie Górniczej i Tomasza Bożerockiego z Uniwersytetu Wileńskiego; było ono wykonane w formie ankiety, w drugiej połowie 2018 roku. Skierowane zostało ono do osób dorosłych uczestniczących w kursie języka polskiego na platformie Moodle. Jak wynika z tych badań, osoby dorosłe w 65,4% uważają, że nauka przy pomocy narzędzia, jakim jest platforma e-learningowa, jest efektywna, co ważne nikt nie odpowiedział przecząco, a tylko 34,6% uznało, że nie ma zdania na ten temat. Jak warto zauważyć były to osoby dorosłe, w wieku 57–67 lat – 34,6% osób, powyżej 68 lat było 21,2% osób, z kolei osoby w wieku 38–47 lat i 48–57 lat stanowiły po 15,4%, a 13,5% w wieku 28–37 lat; jak też to, że platforma nie była ich jedynym sposobem nauczania. Można z tego wywnioskować, że narzędzia takie jak Moodle, jeżeli są pomocą, a nie jedynym źródłem nauczania, bardzo dobrze wpływają na naukę. Trzeba również pamiętać, że do takiego sposobu nauki niezbędna jest samodyscyplina, a jak wiadomo lepiej przychodzi ona osobom starszym niż młodzieży czy ludziom młodym [11].

Wpływ na jakość nauki na odległość ma również sprzęt używany podczas zajęć, stąd zapytano również z jakiego sprzętu korzystają ankietowani. Najczęstszą odpowiedzią, która uzyskała 81%, był laptop; 11% osób korzysta z komputera stacjonarnego, 8% z telefonu, a 1% z tabletu.

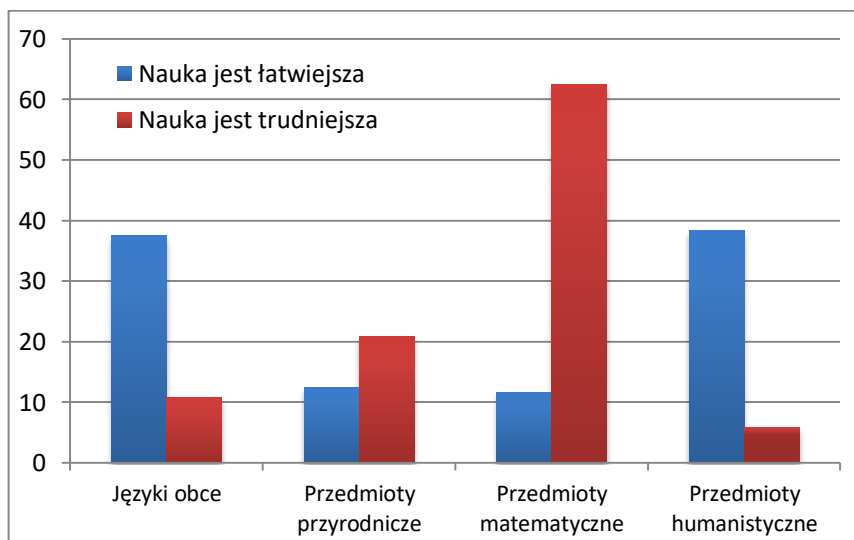
Następnie osoby biorące udział w badaniu zapytano o sposób przeprowadzania ważnych egzaminów, klasówek, kolokwii lub innych zaliczeń; uzyskane wyniki zestawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Rozkład odpowiedzi na pytanie „W jaki sposób najczęściej są przeprowadzane ważne egzaminy, klasówki, kolokwia i inne zaliczenia?”

Jak można zaobserwować na rysunku 4, wśród nauczycieli dużą popularnością cieszą się testy jednokrotnego wyboru. Może to być spowodowane łatwością przeprowadzenia takiego egzaminu. Nie wymaga bowiem on przesłania odpowiedzi w formie zdjęcia, pliku, lub innym sposobem, który nie zawsze może być nieczytelny; jednak mimo to wielu wybiera też pytania otwarte, które lepiej sprawdzają wiedzę uczniów lub studentów.

Jednak pomimo tego, jak wynika z następnego pytania, prawie 60% osób uważa, że ich wiedza jest gorsza lub dużo gorsza niż podczas nauki stacjonarnej. Jedynie 5% uważa, że ich wiedza jest lepsza, 7% uważa, że tylko w określonych tematach, z kolei 29% osobom jest trudno określić. Biorąc pod uwagę, że respondentami byli studenci, uczniowie i ich rodzice, z wyników uzyskanych w powyższym pytaniu wynika, że nawet pomimo dobrego nastawienia do nauki, które wykazuje 22,5% wiedza uczniów i studentów jest mniejsza niż podczas nauki w szkole. Jak można się dowiedzieć z kolejnych pytań znaczna większość respondentów uważa, że trudniej jest się uczyć przedmiotów związanych z matematyką niż, humanistycznych czy języków obcych (Rysunek 5).



Rys. 5. Rodzaj przedmiotów, które są łatwiejsze – na niebiesko, trudniejsze – na czerwono, do nauki na odległość według badanych

6. PODSUMOWANIE

Zaletą używania technik informatycznych w edukacji jest wzbogacenie zajęć; ułatwia ono o wiele bardziej zapamiętywanie nowych wiadomości czy pozwala na bardziej wszechstronną naukę osobom niepełnosprawnym. Niestety nowoczesne rozwiązania nie są pozbawione wad. Jedną z głównych jest to, że nawet sami uczniowie lub studenci, którzy uczą się wyłącznie zdalnie uważają, że ich wiedza jest gorsza, niż w porównaniu do tradycyjnego nauczania. Może to zależeć od wielu czynników, jak na przykład od stopnia zaangażowania nauczyciela prowadzącego takie zajęcia, używanego programu i jego awaryjności, jak też od samego rodzaju lekcji.

Głównymi wnioskami, jakie nasuwają się w temacie wykorzystania technik informatycznych w edukacji są:

- nauczanie zdalne nie powinno być głównym i jedynym źródłem nauki i kontaktów na płaszczyźnie nauczyciel-uczniowie/studenci, gdyż sami respondenci uważają, że ich wiedza jest gorsza,
- jeżeli zachowamy umiar z wykorzystaniem kształcenia na odległość może to o wiele ubogacić, zachęcić dzieci i młodzież do nauki i przyspieszyć proces zapamiętywania,

- najczęściej stosowanymi narzędziami w nauce zdalnej są Microsoft Teams, z kolei mniejszą popularnością cieszą się obecnie portale takie, jak Genially czy Kahoot,
- 30% respondentów ma pozytywne podejście do nauki zdalnej, 27% negatywne, reszta nie potrafi określić, co najprawdopodobniej zależy od sposobu przeprowadzania zajęć, wykorzystanych narzędzi, jak też od samego nauczyciela,
- najczęstszym sposobem sprawdzania wiedzy przez nauczycieli w nauce na odległość jest test jednokrotnego wyboru, lub test i pytania opisowe, na co najprawdopodobniej ma wpływ oszczędność czasu, łatwość przeprowadzania sprawdzianów, jak też dobry dostęp do wyników,
- uczniom i studentom najlepiej idzie zdalna nauka języków obcych i przedmiotów humanistycznych, a najgorzej matematyki – może być to spowodowane trudnościami w przekazaniu wiedzy z tego przedmiotu za pomocą narzędzi zdalnych.

Każdy z wyżej wymienionych rodzajów kształcenia: synchroniczny, asynchroniczny, mieszany czy zdalny, jest na swój sposób odpowiedni, pod warunkiem, że będzie dobrze wykorzystany – może wówczas wzbogacić, a także ułatwić naukę; jednak źle, nieefektywnie lub na nieodpowiednim poziomie wykorzystany może nieść więcej szkody niż pożytku, a co za tym idzie może skutkować niższym poziomem wiedzy u uczniów i studentów.

LITERATURA

- [1] Auditor J., *Powstanie i rozwój systemu szkolnego*, <http://www.orsza.pl/images-media/roznosci/kalendarz/edukacja-system-szkolny.pdf>, zasoby z dnia 23.04.2021r.
- [2] Sankowski D., *Nowe technologie informatyczne w służbie edukacji szkolnej*, „Automatyka”, 2007, Tom 11, Zeszyt 3
- [3] Korzan D., *Ewolucja kształcenia zdalnego*, <http://www.korzan.edu.pl/pdf/zdalne.pdf>, zasoby z dnia 23.04.2021r.
- [4] Meger Z., *Szósta generacja nauczania zdalnego*, http://e-edukacja.fundacja.edu.pl/czwarta/_referaty/sesja_IIB/14_e-edukacja.pdf, zasoby z dnia 05.05.2021r.
- [5] Maciejewska M., Reda M., Kalinowski P., *Nowe technologie w szkole*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
- [6] Gulińska H., Bartosiewicz M., *Tablica interaktywna środkiem wspomagającym nauczanie*, „E-mentor”, 2007, 1(18), <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/18/id/383>, zasoby z dnia 13.05.2021r.

- [7] Piotrowska I., Cichoń M., *Multimedia i e-podręczniki w kształceniu młodzieży pokolenia cyfrowego*, „Prace komisji geograficznej”, 2015, t. 4, 67–85
- [8] Plebańska M., Kopciał P., *Platforma e-learningowa jako narzędzie zarządzania wiedzą*, „E-mentor”, 2013, 2(49), <http://www.e-mentor.edu.pl/arttykul/index/numer/49/id/1006>, zasoby z dnia 13.05.2021r.
- [9] <https://kahoot.com/schools/how-it-works/>, zasoby z dnia 23.04.2021r.
- [10] <https://www.microsoft.com/pl-pl/microsoft-teams/education>, zasoby z dnia 23.04.2021r.
- [11] Nowak-Żółty E., Bożerocki T., *Platforma e-learningowa narzędziem w nauczaniu zdalnym osób dorosłych*, „Studia Edukacyjne”, 2008, 50, <https://pressto.amu.edu.pl/index.php/se/article/view/25891/23638>, zasoby z dnia 13.05.2021r.

ZAKUPY JUTRA, CZYLI NOWOCZESNE TECHNOLOGIE W HANDLU

1. WSTĘP

Każdy człowiek ma do czynienia z handlem, na co dzień. Jest to dziedzina, która towarzyszy ludzkości od samego początku. Już w starożytności wymieniano towary – było to załączkiem handlu, jaki znamy obecnie. Ta gałąź gospodarki wciąż się rozwija i próbuje dopasować do wymagań oraz upodobań klientów. Dzieje się tak, bowiem każdy konsument nieustannie dąży do podniesienia komfortu korzystania z usług takich, jak zakupy. Chce mieć dowolność w wyborze produktów, a także móc dokonać zakupu w odpowiednim dla siebie miejscu i czasie. Współczesny człowiek nie lubi być ograniczany; dlatego właśnie handel w dużej mierze stawia na nowoczesne technologie. Dzięki nim usługi oferowane przez sklepy stają się łatwiej dostępne, a cały proces zakupów jest szybszy i bardziej komfortowy dla klienta.

Biorąc powyższe pod uwagę, celem niniejszego artykułu jest przedstawienie nowoczesnych technologii – zarówno tych, które są już wdrożone do handlu, jak i tych, które są dopiero w fazie testowej, ze szczególnym zwróceniem uwagi na tematykę sklepów bezobsługowych, asystentów sprzedaży oraz użyteczności wirtualnej rzeczywistości w handlu. Ponadto celem jest także zbadanie opinii i postaw współczesnych konsumentów wobec nowoczesnych technologii w handlu, a także zidentyfikowanie skutków ich permanentnego rozwoju.

2. SKLEPY BEZOBSŁUGOWE

Nikt nie lubi być ograniczany, ani przez godziny otwarcia sklepów, ani inne czynniki, np. zakaz handlu w niedzielę, który obowiązuje w Polsce [6]. Wydaje się, że sklepy bezobsługowe mogą być popularne i rozwiązać ten problem.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Studenckie Koło Naukowe Zarządzania i Ekonomii

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji Katedra Energetyki i Środków Transportu, Zakład Logistyki i Zarządzania Przedsiębiorstwem

W Polsce obecnie dwie firmy zdecydowały się na wprowadzenie do swojej oferty sklepów bezobsługowych; jest to Bio Family oraz Carrefour [7]. Zasady działania takiego sklepu nie są skomplikowane, i wytłumaczone zostaną na przykładzie pierwszego przedsiębiorstwa.

Obecnie sieć ta liczy 7 placówek w 4 miastach. Każda z nich działa w tym samym systemie, tj. od godziny 9 do godziny 21 w sklepie przebywają pracownicy i wszystko funkcjonuje tak samo jak w innych sklepach. Natomiast poza tymi godzinami klient nadal ma możliwość dokonania zakupów. Jednak w tym celu należy pobrać odpowiednią aplikację na telefon i potwierdzić swoją tożsamość poprzez zdjęcie dowodu osobistego lub prawa jazdy. Dzięki temu nikt nie wchodzi do takiego sklepu anonimowo, w razie problemów można taką osobę namierzyć. Jest to ważne, ponieważ w placówce są jedynie kamery, zatem klient jest w sklepie całkowicie sam i możliwe, że niektórzy byliby skłonni do oszustw. Do sklepu wchodzi się po wygenerowaniu kodu QR, który otwiera drzwi. Później wykonuje się zakupów i kasuje produkty w kasach samoobsługowych. Płatności można dokonać kartą lub z wykorzystaniem Google Pay lub Apple Pay. Ze sklepu klient wychodzi w taki sam sposób, w jaki też wszedł [9].

Sklepy bezobsługowe mają duży potencjał i prawdopodobne jest powstanie kolejnych takich placówek. Nawet Bio Family ma w planach otwarcie kolejnych sklepów, które również będą otwarte całą dobę [8].

3. ASYSTENT SPRZEDAŻY

Asystenci sprzedaży to kolejny etap w rozwoju handlu. Prace nad asystentami rozpoczęły się już w latach 50 ubiegłego wieku, co prawda były to tylko początkowe plany. Konkretnie działania zostały podjęte dopiero w latach 90. Od tamtej pory wciąż trwają prace nad konstrukcją i oprogramowaniem asystentów sprzedaży.

Jednym z wariantów asystentów sprzedaży są wirtualni asystenci sprzedaży. Spotykać ich można na niektórych stronach internetowych przedsiębiorstw. Mogą one zbierać informacje o użytkowniku i na podstawie analizy tych danych rekomendować produkty. Jest to więc system, który ma na celu zwiększenie sprzedaży. Klient może bowiem zainteresować się takim produktem i go zakupić. Możliwe jest również to, że konsument będzie częściej wchodzić na tą stronę i chętniej nabywać produkty tej firmy [10].

W Polsce wirtualni asystenci są obecni od 2003 roku. Pierwszy z nich – Adam – został wprowadzony w firmie Ster-Projekt S.A. Wdrożenie tego rodzaju rozwiązania do kontaktu z klientami spowodowało wzrost oglądalności strony o 607%, co oczywiście jest bardzo dobrym wynikiem [11].

Zastosowanie wirtualnych asystentów sprzedaży może również generować inne korzyści. Jedną z wielu zalet wpływających z korzystania z tego rozwiązania jest m.in. zmniejszenie kosztów związanych z zatrudnieniem konsultantów. Oczywiście pracodawca nie może zrezygnować z całego działu, jednak może go w istotny sposób zredukować. Wirtualny asystent jest w stanie pomóc dużej części klientów, zatem nie ma potrzeby utrzymywać tak wielu konsultantów. Pamiętać jednak należy, iż wirtualni asystenci nie są w stanie zastąpić całkowicie ludzi; mogą jednak w dużym stopniu usprawnić pracę [11].

4. WIRTUALNE PRZYMIERZALNIE

Współczesny klient podczas dokonywania zakupów ceni sobie przede wszystkim wygodę i komfort, nie bez znaczenia jest także czas poświęcony na dokonywanie zakupów, a co za tym idzie – szczególnie w przypadku zakupu odzieży – możliwość uniknięcia długich kolejek do przymierzalni. W tym celu naprzeciw klientom wychodzą przedsiębiorstwa stosując w swoich sklepach wirtualne przymierzalnie, znane również jako inteligentne lustra, które znacząco będą mogły przyspieszyć sam proces zakupów. Koncepcja wirtualnych przymierzalni nie kończy się jednak tylko na odzieży; znajduje ona również swoje zastosowanie w branży kosmetycznej, gdzie możliwe będzie przetestowanie na sobie kolorów farby do włosów bądź kosmetyków do makijażu. Takie firmy jak np. L'Oréal ModiFace umożliwia testowanie kosmetyków, nakładając je na zdjęcia live klienta bądź film. Także w branży obuwniczej, takie firmy jak Nike i Gucci, pozwalają na przymierzanie obuwia poprzez wykorzystanie tej właśnie technologii [2, 4].

Współczesne technologie cały czas rozwijają się i dają możliwość wdrożenia coraz to więcej nowych udogodnień, czym z pewnością są wirtualne przymierzalnie. Kojarzyć się one mogą z wyobrażeniami z dalekiej przyszłości o technologiach, które przez najbliższe lata będą nieosiągalne i pozostaną jedynie w sferze marzeń. Część konsumentów wyobraża sobie zatem urządzenie – większych rozmiarów skaner, który przeskanuje całe ciało, następnie dopasuje rozmiar ubrania, a w gestii nabywcy zostanie tylko wybór odzieży. Niestety ten rodzaj technologii nie jest jeszcze osiągalny. Obecnie

można jedynie, na stworzony model 3D manekina, nałożyć digitalowe zdjęcie ubrania, dzięki czemu możliwe jest sprawdzenie tego, jak prezentuje się wybrany strój na naszym awatarze. Na początek klient projektuje swój awatar, nakładając na dany model odpowiednie dla siebie wymiary ciała. Następnym krokiem jest wybranie odpowiedniego dla konsumenta ubrania, które chciałby przymierzyć na swoim osobistym awatarze. Kolejno zostają generowane polecenia wydane systemowi, co daje efekt nałożenia produktu na model, który posiada funkcję dowolnego obracania – dzięki temu możliwa jest ocena ułożenia materiału, a nawet sprawdzenie jego tekstury. Za pomocą mapy ciepła widoczne jest dopasowanie materiału do wirtualnego ciała, co pozwala na przykład określić, w którym miejscu odzież jest ciasna, a w którym za luźna. Wirtualna przymierzalnia stworzona przez zespół naukowców z Adobe z indyjskiego Instytutu Technologii i Uniwersytetu w Stanford jest w stanie zaprezentować wszystkie detale danego produktu np. zagniecenia bądź załamania materiału oraz umożliwia odpowiednio dopasować materiał do wirtualnego ciała [2, 3, 4].

Owe wirtualne przymierzalnie posługują się rzeczywistością rozszerzoną (AR Augmented Reality), która łączy świat realny i wirtualny. Wykorzystywany jest do tego obraz kamery, na który nakładane są generowane w czasie rzeczywistym elementy. Obecnie prawie każdy z telefonów obsługuje rzeczywistość rozszerzona i za pomocą właśnie tego urządzenia, skanując kod QR, można wygenerować postać swojego awatara, umieszczając go w dowolnym miejscu, w którym się znajdujemy. Dzięki temu rozwiązaniu można dokonać wnikliwszej oceny danego produktu np. odzieży, który prezentowany jest za pomocą tej technologii [1, 5].

Podsumowując, wirtualne przymierzalnie to świetne rozwiązania nie tylko dla sklepów stacjonarnych, ale przede wszystkim sklepów online; dzięki tej technologii człowiek jest bowiem w stanie realnie, we własnym domu, przekonać się jak dany produkt wygląda na wirtualnym odwzorowaniu swojego ciała i poddać go głębszej ocenie. Z całą pewnością rozwiązanie to dostarcza klientom więcej informacji niż zwykła strona internetowa. W gestii nabywcy pozostaje ocena oraz pewien poziom zaufania, co do usługi.

Wydaje się więc, że wirtualne przymierzalnie cieszą się i cieszyć się będą dużym powodzeniem, co będzie motorem napędowym do dalszego udoskonalania inteligentnego lustra, dzięki czemu prawdopodobnie za kilkadziesiąt lat będziemy mogli w większym stopniu korzystać z tych technologii „przyszłości”.

5. ANALIZA BADAŃ DOTYCZĄCYCH POGLĄDÓW SPOŁECZEŃSTWA NA NOWE TECHNOLOGIE W HANDLU

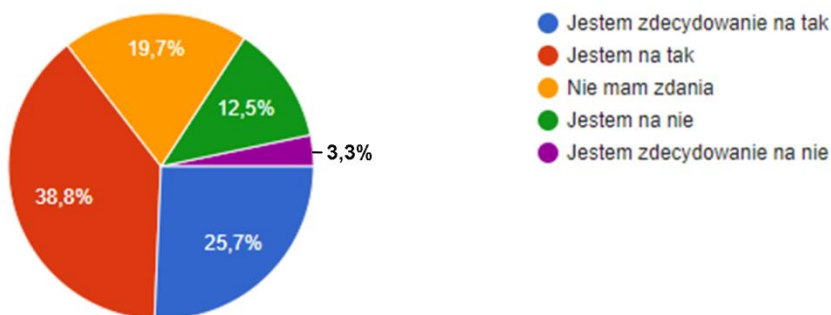
W celu przeanalizowania opinii i postaw społeczeństwa w temacie nowych technologii w handlu przeprowadzona została ankieta, w której wzięły udział 152 osoby.

Zastosowany w badaniach kwestionariusz ankietowy składał się z części metrycznej oraz merytorycznej. Część metryczkowa pozwoliła na dokonanie charakterystyki społeczno-demograficznej ogółu ankietowanych. W badaniu brały udział głównie kobiety, które stanowią 75,7% respondentów; pozostałe 24,3% ankietowanych to mężczyźni. Uczestnicy badania to przede wszystkim osoby z przedziału wiekowego 18–25 lat (79,6%), drugą znaczącą grupą wiekową są ankietowani z przedziału 26–40 lat (9,2%); pozostali respondenci to osoby w wieku poniżej 18 roku życia (5,3%), a 5,9% stanowią osoby w wieku 41–60 lat. Przeważająca liczba ankietowanych posiada wykształcenie średnie (61,2% ogółu osób biorących udział w badaniu). Kolejny duży odsetek badanych to osoby z wykształceniem wyższym – 31,6%. W odniesieniu do wielkości miast, które zamieszkują respondenci, również można było zaobserwować pewne zróżnicowanie, jednakże zdecydowana większość badanych zamieszkuje tereny wiejskie (40,1%).

W merytorycznej części kwestionariusza ankietowani najpierw odpowiedzieli na pytanie dotyczące ich postaw wobec wdrożenia handlu bezobsługowego. Uzyskane wyniki przedstawiono na rysunku 1.

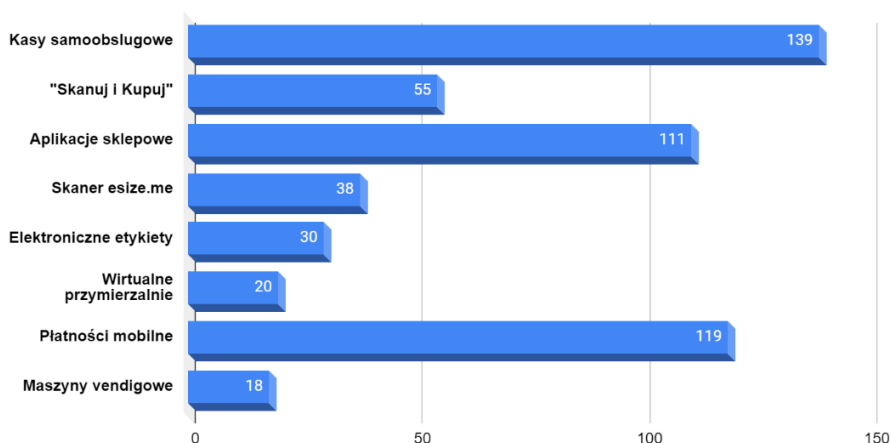
Jak wynika z informacji zestawionych na rysunku 1 (patrz rys. na str. 26), największy procent badanych wybrało odpowiedź „Jestem na tak” – 38,8%. Kolejny duży odsetek (25,7%) stanowiły osoby formułujące swoją opinię jako „Jestem zdecydowanie na tak”. Oznacza to, że zdecydowana większość ankietowanych jest za wdrożeniem handlu bezosobowego i uważa takie rozwiązanie za właściwe.

Tylko 12,5% respondentów wyraziło sprzeciw wobec wprowadzenia tej metody handlu, zaś około 3% jest zdecydowanie przeciwna tej koncepcji. Przypuszczalnie są to osoby, którym ta technologia nie odpowiada bądź według ich opinii jest zbyt prosta, bądź nawet niezrozumiała. Kolorem żółtym na wykresie oznaczono z kolei osoby, które nie potrafiły wyrazić swojego zdania na ten temat. Następnie poproszono ankietowanych, aby wymienili nowe technologie, z którymi spotkali się w handlu. W tym pytaniu respondenci mieli możliwość zaznaczenia 3 odpowiedzi – Rys. 2 (patrz rys. na str. 26).



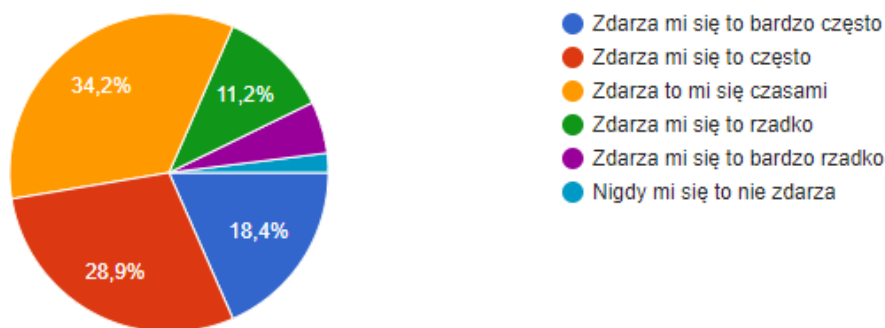
Rys. 1. Struktura odpowiedzi respondentów na pytanie „Co Pan/Pani sądzi o wdrożeniu handlu bezobsługowego?”

Jak można zaobserwować, analizując dane zestawione na rysunku 2, największa liczba badanych – 139, to osoby wybierające odpowiedź „kasy samoobsługowe”, na drugim miejscu plasuje się odpowiedź „płatności mobilne” z liczbą 119 wskazań. Z niewielką różnicą na trzecim miejscu znajdują się „aplikacje sklepowe” (111 wskazań). Są to trzy najczęściej wybierane technologie, z którymi społeczeństwo się spotyka bądź stosuje. Można również zauważyć, że sporą popularnością cieszy się opcja „Skanuj i Kupuj”, którą wybrało 55 osób. Według ankietowanych biorących udział w badaniu, mniej popularnymi technologiami są: skaner esize.me, wirtualne przymierzalnie oraz elektroniczne etykiety. Najmniej odpowiedzi uzyskały maszyny vendigowe – taką technologię wskazało bowiem tylko 18 osób.



Rys. 2. Struktura odpowiedzi respondentów na pytanie „Z jakimi nowymi technologiami spotkał/a się Pan/Pani w handlu?”

Ankietowanych zapytano również o to, jak często korzystają z nowych technologii podczas dokonywania zakupów. Odpowiedzi zostały przedstawione na rysunku nr 3.

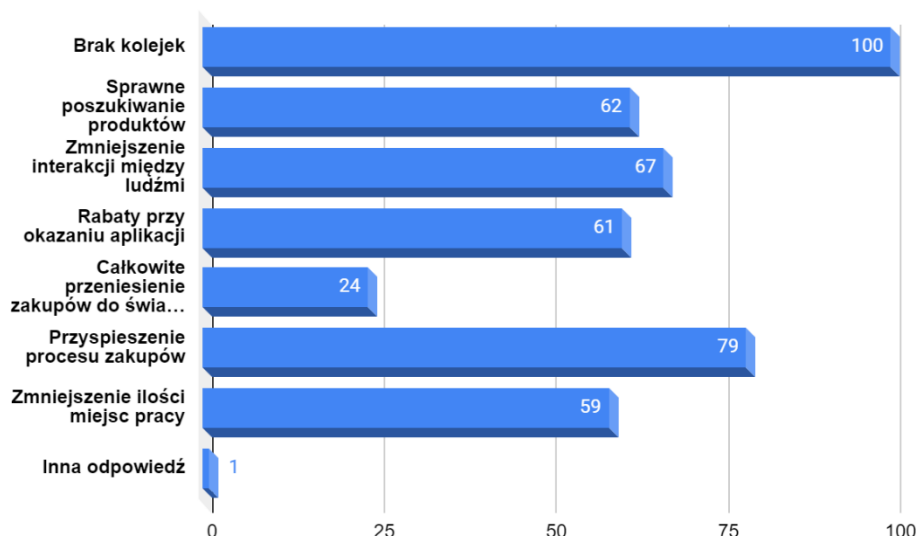


Rys. 3. Struktura odpowiedzi respondentów na pytanie „Jak często korzysta Pan/Pani z nowinek technologicznych dokonując zakupów?”

Po przeanalizowaniu rysunku nr 3 można śmiało stwierdzić, że Polacy w większym bądź mniejszym stopniu korzystają z nowych technologii dokonując zakupów. Największy odsetek badanych – 34,2% uważa, że „zdarza to się czasami”. Kolejną dużą grupę (28,9%) stanowią osoby, które wybrały odpowiedź „zdarza mi się to często”, a 18,4% przyznaje się do korzystania z nowinek technologicznych bardzo często. Niewielki procent stanowią osoby, które korzystają rzadko, a jeszcze mniejszy to osoby twierdzące, iż nigdy im się to nie zdarza. Struktura odpowiedzi uzyskanych na powyższe pytanie świadczyć więc może o dużym postępie cywilizacyjnym i technologicznym, ponieważ analizowana technologia jest obecnie ogólnodostępna; ponadto świadczyć może również o zwiększeniu zaufania społeczeństwa do zmian w technologii handlu.

Następnie poproszono badanych o wskazanie najważniejszych skutków rozwoju technologii w handlu. W tym pytaniu ankietowani mieli możliwość wybrania trzech odpowiedzi oraz możliwość dodania własnej. Uzyskane wyniki zaprezentowano na rysunku 4.

Jak można zaobserwować na wykresie przedstawionym na rysunku nr 4, (patrz rys. na str. 28) najwięcej osób (aż 100) za najważniejszy skutek rozwoju technologii w handlu uważa „brak kolejek”. 79 osób uważa natomiast, że dzięki temu zostanie przyspieszony proces zakupów.

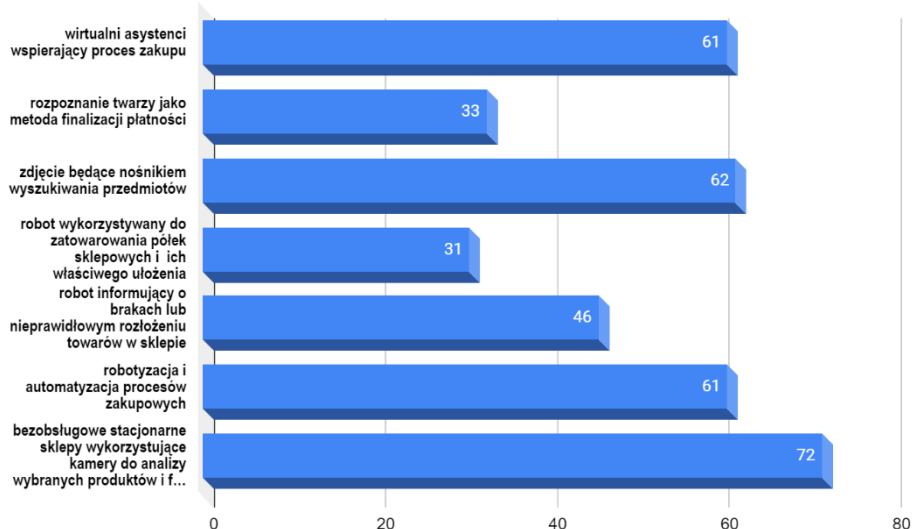


Rys.4. Struktura odpowiedzi respondentów na pytanie „Jakie najważniejsze skutki według Pana/Pani niesie ze sobą rozwój technologii w handlu?”

Respondenci zauważają również negatywne skutki rozwoju nowych technologii w handlu; są nimi między innymi: zmniejszenie interakcji między ludźmi (67) czy też zmniejszenie ilości miejsc pracy (59 osób). Świadczyć to, więc może o świadomości społeczeństwa, co do pozytywnych, jak i negatywnych skutków ewolucji nowych technologii. Lecz śmiało można stwierdzić, iż zdecydowanie jest więcej pozytywnych skutków, co – jak już wcześniej wspomniano – świadczyć może o akceptacji społeczeństwa wprowadzanych zmian i jego otwarcie „na nowe”.

W ostatnim pytaniu ankietowani zostali zapytani o przyszłość handlu, odpowiadając na pytanie, jakie nowe technologie – według nich – mogłyby być wprowadzone w celu usprawnienia transakcji kupna-sprzedaży. W tym pytaniu badani mieli możliwość wybrania 3 odpowiedzi.

Analizując strukturę odpowiedzi w tym pytaniu można stwierdzić, że wyniki są do siebie zbliżone. Nieznacznie na prowadzenie wysunęła się odpowiedź „bezobsługowe stacjonarne sklepy wykorzystujące kamery do analizy wybranych produktów i form płatności” – tą odpowiedź wybrało bowiem 72 osoby.



Rys. 5. Struktura odpowiedzi respondentów na pytanie „Jakie nowe technologie widzi Pan/Pani w przyszłości handlu?”

Na drugim miejscu znajduje się odpowiedź „zdjęcie będące nośnikiem wyszukiwania przedmiotów” – 62 osoby. Dość dużym powodzeniem cieszyły się również odpowiedzi: „wirtualni asystenci wspierający proces zakupu” oraz „robotyzacja i automatyzacja procesów zakupowych” – te odpowiedzi wybrało po 61 osób. Najmniej widzianą w przyszłości technologią okazał się robot wykorzystywany do zatowarowania półek sklepowych i właściwego ułożenia. Można wysunąć więc wniosek, że społeczeństwo spodziewa się różnorodnych nowych rozwiązań wspierających handel.

6. PODSUMOWANIE

Handel rozwija się dzięki ciągłemu postępowi technologicznemu. Coraz to nowsze technologie pozwalają na usprawnienie i przyspieszenie transakcji kupna–sprzedaży, co w konsekwencji rzutuje na zwiększenie zadowolenia klienta, ponieważ dzięki wprowadzeniu do przedsiębiorstw coraz to nowszych technologii przedsiębiorstwa wychodzą naprzeciw klientowi w celu polepszenia jego satysfakcji. Wprowadzenie wyżej wymienionych rozwiązań technologicznych do firm handlowych jest świetnym posunięciem na rynku

gospodarczym, ponieważ tego typu firmy wyróżniają się na tle konkurencji. Ich zyski są większe, ponieważ ludzie kochają nowinki technologiczne.

Reasumując przeprowadzone badania dotyczące opinii i postaw społeczeństwa wobec nowych technologii znajdujących zastosowanie w handlu, można wysnuć następujące wnioski: przede wszystkim ludzie są pozytywnie nastawieni oraz otwarci na wprowadzenie nowych technologii w handlu. Najpopularniejszymi technologiami, z których korzystają badani są: kasy samoobsługowe, płatności mobilne oraz aplikacje sklepowe. Społeczeństwo zauważa ponadto więcej zalet niż wad dotyczących postępu techniki w świecie handlu, co świadczyć może o dużym zaufaniu ankietowanych do nowych rozwiązań. Według badań głównymi skutkami rozwoju technologicznego w handlu są: zakupy bez kolejek, przyspieszenie procesu zakupów, a także rabaty przy okazaniu aplikacji sklepowej.

Nowe technologie coraz częściej będą pojawiać się w handlu detalicznym, ponieważ to jest podstawą jego rozwoju. Przedsiębiorcy handlowi nie mogą przestać się rozwijać, gdyż naturalną konsekwencją tego będzie eliminacja ich z rynku gospodarczego. Biorąc więc pod uwagę obserwacje rynku, analizę dostępnej na ten temat literatury, a także uzyskane wyniki badań własnych, można stwierdzić, iż nowoczesne technologie to przyszłość handlu i jeden z głównych sposobów na zwiększenie udziału danego przedsiębiorstwa na rynku, wzrost sprzedaży, a w konsekwencji zwiększenie zysków.

LITERATURA

- [1] Świtalski K., *Antyweb*, <https://antyweb.pl/co-to-jest-rozszerzona-rzeczywistosc/>, zasoby z dnia 11.05.21
- [2] Bromber E., *Innopoland*, <https://innpoland.pl/165695,jak-dziala-wirtualna-przymierzalnia-rzeczywistosc-rozszerzona-i-modele-3d>, zasoby z dnia 11.05.21
- [3] *Comarch*, www.comarch.pl/erp/nowoczesne-zarzadzanie/numery-archiwalne/wirtualna-przymierzalnia-realne-zakupy/ zasoby z dnia 11.05.21
- [4] *Dla handlu*, <https://www.dlahandlu.pl/technologie-i-wyposazenie/adobe-ai-pozwala-na-wirtualne-przymierzanie-ubran,84987.html> zasoby z dnia 11.05.21
- [5] Pietruszka M., Niedźwiedziński M., *Rozszerzona rzeczywistość w e-biznesie*, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, seria: „Studia i Materiały”, nr 29, Łódź, 2010
- [6] Ustawa z dnia 10 stycznia 2018 r. o ograniczeniu handlu w niedziele i święta oraz w niektóre inne dni

- [7] Szymczyk B., *Procesy transformacyjne w sektorze handlu detalicznego w Polsce i jego ewolucja w latach 1989–2018*, [w:] *Przemiany społeczno-gospodarcze w Polsce w latach 1989–2018 wybrane sektory mechanizmy instrumenty wsparcia*, red. Kotowska-Jelonek M., Kielce 2019
- [8] <https://biofamily24.pl/sklepy/> zasoby z dnia 12.05.2021
- [9] Pallus P, "BusinessInsider", <https://businessinsider.com.pl/media/prasa/market-bezobslugowy-bio-family/dw17m0w> zasoby z dnia 12.05.2021
- [10] Borkowska A., *Inteligentni agenci w handlu elektronicznym*, „E-mentor”, 2004, 5(7)
- [11] Kuligowska K, *Koszty i korzyści implementacji wirtualnych asystentów w przedsiębiorstwach oraz ich znaczenie dla rozwoju gospodarki elektronicznej*, Warszawa 2011.

TERMOGRAFICZNA REJESTRACJA REAKCJI STRESOWYCH

1. WSTĘP

Stres to nieodłączny element życia ludzi w XXI wieku, szczególnie wzmożony podczas pandemii lokalnych i światowych. Skuteczne zarządzanie stresem jest niezbędne do utrzymania zdrowia psychicznego. W przypadku ograniczonej możliwości pomocy lekarskiej lub dostępności lekarzy (szczególnie psychologów), duże znaczenie mają strategie profilaktyczne ochrony zdrowia oraz wprowadzanie rozwiązań wspomagających monitorowanie stresu, szczególnie w warunkach domowych. Realizacja obu kierunków może odbywać się poprzez stosowanie nowych technologii, które coraz bardziej stają się ogólnodostępne. Przykładem tego jest termografia, która dotychczas korzystała z wysokobudżetowych sprzętów, jednak wraz z rozwojem techniki, powstały kamery termowizyjne dostosowane do potrzeb społeczeństwa, np. wersja smartfonowa. Kamery termowizyjne ze względu na swą specyfikę rejestracyjną znalazły zastosowanie w wykrywaniu i rozpoznawaniu stresu, zaś tematyka jest rozwojowa.

Najpopularniejsze rozwiązania w zakresie wykrywania i rozpoznawania stresu obejmują podstawowe sygnały fizjologiczne człowieka oraz najpowszechniejsze (często również bardzo kosztowne) urządzenia pomiarowe. Najczęstsze techniki uwzględniają: EKG [1, 2], EMG [3], GSR [4], poziom kortyzolu [5, 6], gesty mimiczne [7, 8], ciśnienie krwi [9, 10]. W przypadku urządzeń badawczych, często stosowane są [11]: Emotiv EEG, Simmer EMG, Empatica E4, Tobii T60 Tracker, zestaw Biohames, czujniki temperatury, przetworniki impulsów. Część z nich wymaga specjalistycznej wiedzy i stosowania w warunkach laboratoryjnych.

W badaniach dominuje stosowanie gotowych kwestionariuszy pomiarowych stresu, np. Ardell Wellnes Stress test (samoocena stresu), Stress Coping Resources Inventory (CRI – inwentarz radzenia sobie ze stresem), Perceived

¹ Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, IEEE Lublin Student Branch

Stress Scale (PSS – skala postrzegania stresu), Standard Stress Scale (SSS – standardowa skala stresu). Analiza danych odwołuje się do technik uczenia maszynowego, gdzie większość prac korzysta z SVM [12, 13, 14], random forest [13], kNN [14], natomiast najmniej z logiki rozmytej [15].

Obrazowanie termiczne oferuje nieinwazyjne działanie, co doceniło szereg badaczy i badanych. Termografia nie wymaga mocowania czujników lub noszenia części składowych urządzeń pomiarowych. Nawet niskobudżetowe kamery termowizyjne są w stanie zapewnić wysoką dokładność rejestracyjną i szczegółowość danych. Istotne jest prawidłowe przetworzenie wideo termicznego – firmy oferują oprogramowanie do analiz termicznych, jednak warto dla potrzeb badawczych stosować narzędzia, np. MATLAB, LabView.

W niniejszym artykule omówiono detekcję stresu metodą termografii. Przedstawiono najnowsze podejścia w zakresie obrazowania termicznego stresu. Zaprezentowano testowe badania stresu wykorzystujące niskobudżetową termografię smartfonową. Całość potwierdza rozwojowość tematyki i przyszłościowość rozwiązań termograficznych w zakresie detekcji stresu.

2. OBRAZOWANIE TERMICZNE STRESU – PRZEGLĄD

Zastosowanie termografii w zakresie wykrywania stresu powoli zyskuje na zainteresowaniu badaczy. Z dużej mierze ma to związek z koniecznością poszukiwania rozwiązań bazujących na niskobudżetowych lub ogólnodostępnych urządzeniach, z możliwością zastosowania w warunkach domowych oraz terenowych. Istotną kwestią jest również osiągnięcie wysokiej dokładności detekcyjnej stresu oraz szczegółowe poznawanie wszelkich korelacji stresu z sygnałami fizjologicznymi oraz psychologicznymi. Realizacja powyższych aspektów jest możliwa dzięki zastosowaniu termografii w detekcji stresu. W tabeli zestawiono, podejścia detekcji stresu z ujęciem obrazowania termicznego.

Tabela 1. Zestawienie wybranych podejść badawczych w zakresie termograficznej detekcji stresu

Źródło	Opis	Badani	Urządzenia badawcze	Klasyfikacja/ Algorytmy
[16]	Analiza stresu spowodowanego prowadzeniem auta na symulatorze jazdy. Obserwacja sygnałów fizjologicznych i ruchów osoby. Stresor: prowadzenie auta	10	FLIR Boson 320LW, Intel RealSense D415	SVR z RBF kernel, analiza ROC (dla 2-klasowej klasyfikacji). Dokładność: 77%

Źródło	Opis	Badani	Urządzenia badawcze	Klasyfikacja/ Algoritmy
[17]	Badanie multimodalnych interakcji między obecnością stresu a przejawami afektu. Gromadzenie danych w ramach zbioru danych MuSE. Stresor: QA (Question Answering) – stresujące pytania, prowokacyjne wideo	28	FLIR A40 Baza MuSE	RNN, CAS (Autoenkodery Konwolucyjne)
[12]	Badanie StO ₂ u osób poddanych stresowi psychicznemu i fizycznemu. Wskazanie, że wartości nasycenia tkanek tlenem z lewego policzka, brody i środka brwi mogą zapewnić najwyższy poziom klasyfikacji. Stresor: test TSST, test SCWT	42	PixFly kamera, spektroskop Specim VNIR, FLIRSC7600	SVM Dokładność: 95,56%
[14]	Detekcja stresu fizycznego przez obrazowanie hiperspektralne nasycenia tkanek twarzy tlenem (StO ₂) w pięciu obszarach ROI. Testowanie różnych algorytmów dla wyznaczenia najwyższej dokładności. Stresor: fizyczny test stresujący (przysiady)	20	FLIR SC7600, HSI system	Regresja logistyczna, liniowa analiza dyskryminacyjna, kNN, drzewo decyzyjne, uczenie zespołowe, SVM. Najwyższa dokładność: 82,11%
[18]	Analiza termicznego zachowania twarzy i różnic w odpowiedzi naczyniowej oraz zapalnej wskutek ostrego stresu społecznego. Mierzenie interleukiny-6, średniego ciśnienia krwi i przechwytywanie termiczne obrazów twarzy. Analiza 6 ROI – biomarkery biotermiczne. Stresor: test TSST	30	FLIR A310	Porównywanie ROI (biomarkery biotermiczne: czoło, lewy i prawy policzek, podbródek, nos i mięśnie zmarszczkowe twarzy).
[19]	Pomiar stresu oraz interakcji między stresem a mailami wzbudzającymi go. Stresor: maile	63	Tau640 kamera termiczna, HD Pro C920 kamera intern.	model GLM

Źródło	Opis	Badani	Urządzenia badawcze	Klasyfikacja / Algorytmy
[13]	Określanie obciążenia stresowego na podstawie jednoczesnego pomiaru biosygnaliów za pomocą EKG, NIRS – spektroskopii w bliskiej podczerwieni, NST – temperatury skóry nosa. Stresor: arytmetyczne zadanie mentalne Podobne prace: [20]	10	FLIR, EKG, OEG-SpO2 spektrogram	Random forest, metoda krokowa (STEP) – ekstrakcja cech iselekcja sygnałów, SVM – szacowanie stresu. Najwyższa dokładność: 76,5%
[21]	System detekcji stresu <i>Deep-Breath</i> , oparty na wykrywaniu sygnałów oddechowych i ich podziału przez spektrogramy zmienności oddychania (bez stresu, z niskim stresem, z wysokim stresem) Stresor: test SCWT, mental computation test	8	FLIR ONE, spektrogram	CNN Dokładność: 84,59% dla klasyfikacji binarnej oraz 56,52% dla klasyfikacji 3-klasowej
[22]	Wykorzystanie widma termicznego (TS) i widzialnego (VS) oraz bazy danych ANU StressDB. Porównywanie wzorców z wideo TS i VS. Połączenie wzorców oraz funkcji HDTP z LBP-TOP dla większego wykrywania stresu.	45	FLIR kamera termiczna, Microsoft kamera internetowa	Algorytm dopasowania szablonów, propozycja metody HDTP (przechwytywania dynamicznych wzorców termicznych na histogramach), SVM. Najwyższa dokładność: 72%

Analizując tabelę 1 można zauważyć pewne podobieństwa badawcze a także luki. Do podobieństw można zaliczyć: częste stosowanie testu stresu społecznego TSST (Trier Social Stress Test) oraz testu kolorów i słów Stroopa – SCWT (Stroop Color-Word Test) jako stresorów, korzystanie z kamer termicznych amerykańskiej firmy FLIR, użycie technik uczenia maszynowego, szczególnie klasyfikatora SVM (Support Vector Machine), nieduża grupa badawcza. Wielu badaczy udoskonala swoje podejścia badawcze oferując wyższą dokładność rozpoznawania stresu lub szybkość detekcji. Przykładowo, w [21] badacze proponowali system DeepBreath, używający taniej kamerę termowizyjną, następnie w [23] nowy system Thermsense, w [24] monitorowali

stres badając zmienność termiczną nosa poza kontrolowanymi warunkami laboratoryjnymi, a w [25] – wykrywali stres psychiczny łącząc dane PPG (zbierane smartfonowo) i termowizji, osiągając ostatecznie 78,33% dokładności. Warto zwrócić uwagę również na sposób pozyskiwania danych – badacze [17], [22] korzystali z opracowanych baz danych, podczas gdy większość sama pozyskuje dane bezpośrednio od badanych. Oczywiście tematyka termograficznej rejestracji stresu jest rozwojowa i wciąż powstają ciekawe podejścia badawcze, tak jak [26] oraz [27]. W [26] badacze zaproponowali dwupoziomową sieć wykrywania stresu na podstawie mimiki twarzy i ruchu osoby – TSDNet. Podstawę testowania wydajności TSDNet stanowił zbiór danych 2092 wideo. Efektem badań było osiągnięcie dokładności wykrywania na poziomie 85,42% (z wynikiem F1-Score 85,28%) oraz zauważenie poprawy wykrywalności stresu o ponad 7% w przypadku połączenia mimiki twarzy i ruchów ludzkich. W [27] zespół badawczy stosował hierarchiczne samoorganizujące się mapy GHSOM wraz z segmentacją HGRBAC i klasyfikacją Viola-Jones. 9 badanych filmowano termicznie podczas wykonywania zadań arytmetycznych z testu TSST. Temperatura na ROI była wyodrębniana jako funkcja czasu celem identyfikacji wzorców narastania stresu. Wydajność każdego badania w zadaniach TSST mierzono, stosując współczynnik sprawności korelujący z poziomem koncentracji badanego w trakcie wykonywania zadań.

Przegląd wybranych prac badawczych pozwolił również na zauważenie pewnych luk, których analiza może polepszyć nie tylko procedury badawcze, ale całe podejścia. Pierwszym zasadniczym problemem jest traktowanie danych badanych w sposób ściśle grupowy, bez uwzględniania cech indywidualnych. Jest to ważne szczególnie w przypadku badań interdyscyplinarnych, czerpiących z danych psychologicznych, które powinny być konsultowane z ekspertem, specjalistą – psychologiem, psychiatrą. Reakcje stresowe mogą być różne, poziom niskiego stresu u jednego badanego może być równoważny ze średnim lub wysokim poziomem stresu u innego badanego – wszystko jest zależne od predyspozycji psychicznych, doświadczeń a także ogólnej kondycji. Kolejną kwestią w zakresie luk, jest powielanie stresorów czyli metod wywoływania stresu. Stosowane testy psychiczne z pewnością ułatwiają wywoływanie stresu, jednak należy rozważyć stresujące czynniki lub sytuacje życia codziennego, które w zestawieniu z testami, zapewnią większą rzeczywistość badawczą. W przypadku stosowania urządzeń badawczych, ważne jest, by dążyć do wykorzystywania niskobudżetowego sprzętu, ogólnodostępnego dla ludzi

i mogącego być użytym w warunkach pozalaboratoryjnych. Sam fakt przeprowadzania badania w laboratorium może być dla potencjalnego badanego dodatkowym źródłem stresu oraz przyjmowania zachowań rozbieżnych od rzeczywistych w sytuacji stresowej.

3. TERMOGRAFICZNA REJESTRACJA STRESU – BADANIE TESTOWE

Zdrowie psychiczne jest równie ważne jak zdrowie fizyczne. Stres to naturalny mechanizm ludzki będący odpowiedzią na sytuację stresową. Długotrwały stres może doprowadzić do chorób przewlekłych, a nawet nowotworowych. Dlatego istotne jest monitorowanie swego zdrowia i podejmowanie działań profilaktycznych [28]. W niniejszym rozdziale przedstawiono przykładowe badanie testowe dotyczące rejestracji reakcji stresowych wywołanych u badanych poprzez stresującą sytuację widoczną na nagraniu wideo (rzeczywista sytuacja).

Cel badania

Głównym celem badania była rejestracja i rozpoznanie reakcji stresowych u badanych na podstawie analizy danych termicznych twarzy oraz sygnałów fizjologicznych.

Grupa badawcza

W badaniu testowym udział wzięło 5 osób w przedziale 18–36 lat (trzej mężczyźni, dwie kobiety). Badani nie zgłaszali żadnych dolegliwości chorobowych, mogących wpłynąć szczególnie na dane temperaturowe. Nie posiadali również żadnych dysfunkcji, np. wzroku.

Narzędzia badawcze

W trakcie badań użyto niskobudżetową, smartfonową kamerę termowizyjną marki FLIR – Rysunek 1. Umożliwia ona rejestrację temperatur w zakresie od -20°C do 400°C . Szczegółowość obrazu zapewnia innowacyjna technologia przetwarzania obrazu VividIR™. Funkcja MSC w kamerze, uwzględnia ostrość krawędzi z kolorowej kamery i wygładza ją na wierzchu obrazu termicznego. Podczas rejestracji zdjęciowej lub wideo, można korzystać z dowolnej palety kolorów – dostępnych jest 9, np. żelazo, lawa, arktyczna. Rozdzielczość obrazu termowizyjnego wynosi 160×120 , zaś obrazu widzialnego – 1440×1080 . Częstotliwość klatek to 8,7 Hz, zaś czułość termiczna 150 mK. Urządzeniem

rejestrującym sygnały fizjologiczne takie jak puls, ciśnienie, był smartband WearFit F1 kompatybilny z dedykowaną aplikacją.



Rys. 1. Widok kamery termowizyjnej FLIR oraz smartbandu WearFit F1

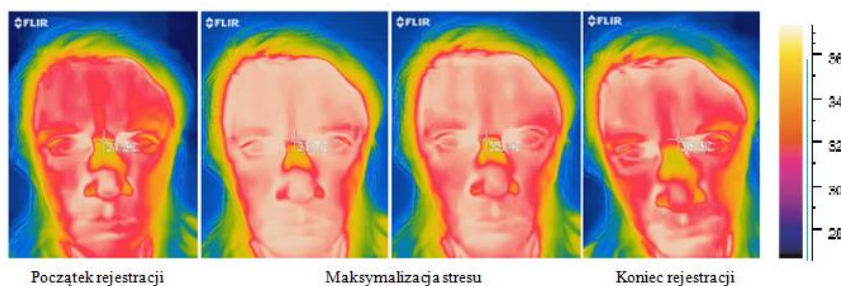
Procedura badawcza

Termiczne badanie stresu obejmowało następujące etapy (ogólne): zapoznanie badanego ze sprzętem rejestracyjnym (oswojenie z kamerą termowizyjną), relaksacja badanego, oglądanie krótkiego wideo ze stresującą sytuacją (jednocześnie rejestracja sygnałów fizjologicznych i termowizja), zapis danych, przetwarzanie danych, szukanie korelacji między wartościami termicznymi, fizjologicznymi a reakcją stresową, wnioskowanie. Istotne były również warunki badania. Ze względu na kamerę termograficzną i jej specyfikę pracy, zadbane by w pomieszczeniu badawczym panowała temperatura stała 21°C, bez ciągów powietrznych, z wilgotnością min. 50%, odległość kamery od obiektu rejestrowanego – 30÷50 cm, znacznik – wartość temperatury, zaś emisyjność – 0,98.

4. WYNIKI

Dane pozyskane ze smartfonowej kamery termowizyjnej poddano przetwarzaniu w OpenCV oraz w Flir Tools. W wyniku processingu otrzymano informacje na temat reakcji stresowych badanych w czasie rzeczywistym. Wstępna analiza pozwoliła zauważyć, że cała grupa badawcza wykazywała podobne reakcje stresowe, zaś różnica dotyczyła intensywności reakcji. Jest to zrozumiałe, ze względu na cechy indywidualne człowieka oraz różne predyspozycje psychologiczne. Na rysunku 2 przedstawiono wybrane widoki twarzy wybranego badanego w trakcie badania. Wraz z każdą kolejną klatką zauważalna jest zmienność temperaturowa korelująca z dynamicznym ukrwieniem twarzy przejawiającym się we wzroście temperatur (zgodnie ze skalą termiczną kamery – najczęściej od 32°C w górę, gdzie 36,6°C określa kolor biały na zdjęciu termicznym z podstawową paletą). Wraz ze wzrostem

temperatury, zwiększa się obszar zmian termicznych na twarzy. Najbardziej zauważalna zmiana następuje w momencie największego stresu badanego (gwałtowna zmiana rozkładu temperatur na twarzy), co pokrywa się z momentem maksymalizacji stresu na wideo (największy stres badanego jest równoważny z najbardziej stresującym momentem wideo – 30 sekunda). Potwierdza to również wykres na rysunku 3, wygenerowany na podstawie danych przetworzonych w OpenCV. Jest on zbieżny z przebiegiem sytuacji stresującej przedstawionej na wideo. Zauważono, że zmiany temperatury u badanych są najbardziej widoczne w rejonie czoła, oczu i okolicy ust.



Rys. 2. Wybrane widoki termiczne badanego w trakcie badania



Rys. 3. Zmiana wielkości obszarów termicznych a reakcja stresowa przykładowego badanego w czasie badania

W trakcie badania rejestrowane były również wartości pulsu i ciśnienia badanych. Parametry te monitorowano na bieżąco poprzez przysyłanie danych do aplikacji. Z racji różnych uwarunkowań fizjologicznych badanych, parametry te były bardzo różnorodne, przykładowo: badany 1 – puls początkowy: 72, ciśnienie początkowe: 119/80 mmHg, badany 4 – puls początkowy: 86, ciśnienie

początkowe: 127/85 mmHg. Jednak mimo to, zauważalne było u wszystkich badanych zwiększenie wartości sygnałów fizjologicznych wskutek wywołanego stresu, przykładowo: badany 1–77, 123/83 mmHg; badany 4–90, 129/87 mmHg. Warto dodać, że po momencie maksymalizacji stresu, sygnały powracały do początkowych wartości.

5. PODSUMOWANIE

Odczuwanie i przeżywanie stresu jest zależne od wielu czynników ludzkich, w tym kondycji psychicznej. Sposób radzenia sobie ze stresem jest różny u każdego człowieka, podobnie jak fazy i objawy stresu. Pojedyncze reakcje stresowe są naturalne i pozwalają adaptować się do nieznanych, nowych warunków. Częste i nadmierne sytuacje stresowe mogą przyczynić się do chorób przewlekłych. Dlatego istotna jest profilaktyka zdrowia psychicznego.

Metoda termografii posiada potencjał w zakresie detekcji stresu, szczególnie ze względu na wysoką dokładność rejestracyjną, korzystanie z sygnałów termicznych i nieinwazyjność. Zauważalny jest wzrost zainteresowania tą tematyką wśród badaczy, którzy dla uzyskania większego poziomu wykrywania i rozpoznawania stresu, stosują techniki uczenia maszynowego, np. SVM, kNN, dążąc do podstawowej lub wielopoziomowej klasyfikacji stresu. Istotne również jest korzystanie z innych sygnałów fizjologicznych, np. ciśnienie krwi, dla poszukiwania korelacji parametrów i słuszności analiz.

Przeprowadzone badanie testowe potwierdziło zależność między zmianami temperatury a stresem. Wywołany stres powodował zmiany wewnątrz organizmu, tj. przyspieszenie przepływu krwi w układach krwionośnych mózgu i serca, podwyższenia ciśnienia krwi, wzrost temperatury w obszarach twarzy. Pozwoliło to na obserwację reakcji stresowych osób badanych, a jednocześnie na ich naturalne adaptowanie się do sytuacji stresowej.

Najpopularniejsze metody wykrywania i rozpoznawania stresu, np. EKG, GSR, EMG, korzystają najczęściej z drogich urządzeń badawczych, dostosowanych do warunków laboratoryjnych. Termografia jako alternatywa, może być stosowana w warunkach domowych (przy spełnieniu wymagań pracy kamery termowizyjnej), zaś niskobudżetowe wersje kamer termowizyjnych mogą być bardziej dostępne.

LITERATURA

- [1] Scherz W. D., Baun J., Seepold R., Madrid N. M., Ortega J.A., *A portable ECG for recording and flexible development of algorithms and stress detection*. „Procedia Computer Science”, 176, 2886–2893, 2020
- [2] Chandrasekaran S.T., Bhanushali S.P., Banerjee I., Sanyal A., *A Bio-Inspired Reservoir-Computer for Real-Time Stress Detection From ECG Signals*, [w:] IEEE Solid-State Circuits Letters, 290–293, 2020
- [3] Pourmohammadi S., Malaki A., *Stress detection using ECG and EMG signals: A comprehensive study*, „Computer Methods and Programs in Biomedicine”, Volume 193, s. 105482. DOI: 10.1016/j.cmpb.2020.105482, 2020
- [4] Khowaja S.A., Prabono A.G., Setiawan F., Nugroho B., Lee S.Y., *Toward soft real-time stress detection using wrist-worn devices for human workspaces*, „Soft Computing” 25, 2793–2820, 2021
- [5] Nath R. K., Thapliyal H., Caban-Holt A., *Validating Physiological Stress Detection Model Using Cortisol as Stress Bio Marker*, 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 1–5, 2020
- [6] Nath R. K., Thapliyal H., *Smart Wristband-Based Stress Detection Framework for Older Adults With Cortisol as Stress Biomarker*, [w:] „IEEE Transactions on Consumer Electronics”, 67 (1), 30–39, 2021
- [7] Chen H., Liu X., Li X., Shi H., Zhao G., *Analyze Spontaneous Gestures for Emotional Stress State Recognition: A Micro-gesture Dataset and Analysis with Deep Learning*, 2019 14th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2019), 1–8, 2020
- [8] Giannakakis G., Koujan M.R., Roussos A., Marias K., *Automatic stress detection evaluating models of facial action units*, [w:] 2020 15th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG 2020), 728–733, 2020
- [9] Padmaja, N., A. Anusha, D.V.S. Manaswi, Kumar B.S., *IoT Based Stress Detection and Health Monitoring System*, „Helix”, 10(02), 161–167, 2020
- [10] Zubair M., Yoon Ch.: *Multilevel mental stress detection using ultra-short pulse rate variability series*, „Biomedical Signal Processing and Control” 57, 701–736, 2020
- [11] Panicker S.S., Gayathri P., *A survey of machine learning techniques in physiology based mental stress detection systems*, „Biocybernetics and Biomedical Engineering”, 39(2019), 444–469. DOI: 10.1016/j.bbe/2019.01.004, 2019
- [12] Liu X., Shan Y., Peng M., Chen H., Chen T., *Human Stress and StO₂: Databases, Features and Classification of Emotional and Physical Stress*, „Entropy”, 2020, 22(9), 962. DOI: 10.3390/e22090962, 2020

- [13] Kaga S., Kato S.: *Extraction of useful features for stress detection using various biosignals doing mental arithmetic*, 2019 IEEE 1st Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech 2019), 153–154. DOI: 10.1109/LifeTech.2019.8883967, 2019
- [14] Liu X., Xiao X., Cao R., Chen T., *Evolution of Facial Tissue Oxygen Saturation and Detection of Human Physical Stress*, 2020 Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC), 144–147. DOI: 10.1109/IPEC49694.2020.9115140, 2020
- [15] Rachakonda L., Sundaravadivel P., Mohanty S.P., Kougianos E., Ganapathiraju M., *A Smart Sensor in the IoMT for Stress Level Detection*. 2018 IEEE International Symposium on Smart Electronics Systems (iSES), 141–145. DOI: 10.1109/iSES.2018.00039, 2018
- [16] Cardone D., Perpetuini D., Filippini Ch., Spadolini E., Mancini L., Chiarelli A.M., Merla A.: *Driver Stress State Evaluation by Means of Thermal Imaging: A Supervised Machine Learning Approach Based on ECG Signal*, „Applied Sciences”, 10(16), 5673, DOI: 10.3390/app10165673, 2020
- [17] Bara C.P., Papakostas M., Mihalcea R., *A Deep Learning Approach Towards Multimodal Stress Detection*, Proceedings of the AAAI-20 Workshop on Affective Content Analysis, New York, USA, 2020
- [18] Cruz-Albarran I.A., Rodriquez-Medina D.A., Leija-Alva G., Dominguez-Trejo B., Osornio-Rios R.A., Morales-Hernandez L.A., *Physiological stressor impact on peripheral facial temperature, Il-6 and mean arterial pressure, in young people*, „Journal of Thermal Biology”, 91(2020), DOI: 10.1016/j.jtherbio.2020.102616, 2020
- [19] Akbar F., Bayraktaroglu A. E., Buddharaju P., Da Cunha Silva D. R., Gao G., Grover T., Gutierrez-Osuna R., Cooper Jones N., Mark G., Pavlidis I., Storer K., Wang Z., Wesley A., Zaman S., *Email Makes You Sweat: Examining Email Interruptions and Stress with Thermal Imaging*, Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 668, 1–14. DOI: 10.1145/3290605.33000898, 2019
- [20] Mizuno T., Sakai T., Kawazura S., Asano H., Akehi K., Itakura N., *Measuring facial skin temperature changes caused by mental work-load with infrared thermography*, „IEEE Transactions on Electronics, Information and Systems”, 136(11), 1581–1585, 2016
- [21] Cho Y., Bianchi-Berthouze N., Julier Simon J.: *DeepBreath: Deep Learning of Breathing Patterns for Automatic Stress Recognition using Low-Cost Thermal Imaging in Unconstrained Settings*, 2017 Seventh International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 456–463. DOI: 10.1109/ACII.2017.8273639, 2017

- [22] Sharma N., Dhall A., Gedeon T., Goecke R., *Modeling Stress Using Thermal Facial Patterns: A Spatio-Temporal Approach*, 2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction, 387–392. DOI: 10.119/ACII.2013.70, 2013
- [23] Cho Y., Bianchi-Berthouze N., Julier S.J., Marquardt N., *Thermsense: Smartphone-Based Breathing Sensing Platform Using Noncontact Low-Cost Thermal Camera*, Available from: arXiv preprint arXiv:1710.05044, 2017
- [24] Cho Y., Bianchi-Berthouze, Oliveira M., Holloway, Julier S., *Nose Heat: Exploring Stress-induced Nasal Thermal Variability through Mobile Thermal Imaging*, 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII). DOI: 10.1109/ACII.2019.8925453, 2019
- [25] Cho Y., Julier S.J., Bianchi-Berthouze N., *Instant Stress: Detection of Perceived Mental Stress Through Smartphone Photoplethysmography and Thermal Imaging*. JMIR Mental Health 2019 6(4), e10140. DOI: 10.2196/10140, 2019
- [26] Zhang H., Feng L., Li N., Jin Z., Cao L.: *Video-Based Stress Detection through Deep Learning*, Sensors 2020, 20, 552. DOI: 10.3390/s2019552, 2020
- [27] Gomez de Mariscal E., Munoz-Barrutia A., de Frutos J., Gonzalez-Marcos A.P., Ugena Martinez A. M., *Infrared Thermography Processing to Characterize Emotional Stress: A Pilot Study*, VIII International Conference of Pattern Recognition Systems (ICPRS 2017), 2017
- [28] Baran K., *Mobilna termografia w monitorowaniu zdrowia*, [w:] *Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroniki przemysłowej*, Politechnika Lubelska 2020

SZTUCZNA INTELIGENCJA W REALNYM ŚWIECIE

1. HISTORIA

Jednym z pierwszych punktów w historii sztucznej inteligencji jest rok 1955, kiedy została ona zdefiniowana jako konstruowanie maszyn, o których działaniu dałoby się powiedzieć, że są podobne do przejawów inteligencji. Pierwszy definicję tę stworzył John McCarthy. Od tamtego czasu sztuczna inteligencja przeszła bardzo duży rozkwit i najbardziej rozwinęła się jako dziedzina badań naukowych, z czego dąży się do całkowicie samodzielnego funkcjonowania tej inteligencji w różnych aspektach życia [17].

1.1. ROBOT SHAKEY

Robot Shakey został stworzony w 1969 r. w Stanford Research Institute (obecnie SRI International). Było to bardzo przełomowe zjawisko, ponieważ udało połączyć się rozumowanie logiczne z fizycznym działaniem. Shakey wykorzystywał widzenie komputerowe oraz NLP (Neuronal Language Processing). Dzięki temu po wpisaniu komendy językiem naturalnym samodzielnie analizował polecenia i wykonywał proste czynności [8].

1.2. DEEP BLUE

Deep Blue to komputer stworzony przez IBM, grający w szachy. W 1997 r. wygrał pojedynek szachowy ze światowym mistrzem Garrim Kasparowem. Był to pierwszy system komputerowy, który wygrał z aktualnym mistrzem świata. Oprogramowanie komputera czerpało z siłowych metod przeszukiwania, używał on 32-węzłowego klastra, po 8 procesorów szachowych na węźle [14].

¹⁾ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, SKN Zarządzania i Ekonomii

²⁾ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, SKN Zarządzania i Ekonomii



Rys. 1. Robot Shakey [8]



Rys. 2. Deep Blue [10]

1.3. PIERWSZY SAMOCHÓD AUTONOMICZNY

Na całym świecie rynek energii energetyka oddziałuje na środowisko [1, 3], dlatego konieczne jest jej konsekwentne unowocześnianie i wymiana wiedzy, przy jednoczesnym podnoszeniu świadomości stosowania rozwiązań przyjaznych człowiekowi i środowisku [2]. Zmiany te powinny także dotyczyć rozwijającego się dynamicznie rynku motoryzacyjnego [4]. Przełomem w produkcji jest produkcja samochodów autonomicznych, który to został wyprodukowany w roku 2005, samochód przejechał wówczas 212 km bez pomocy użytkownika zewnętrznego. Był to samochód Stanley, zaprojektowany przez inżynierów z Uniwersytetu Stanforda i działu badawczego Volkswagena. Stanley wykorzystywał i analizował dane z GPS, wyposażony był w laserowe radary, kamery video i wykorzystywał widzenie komputerowe [14].



Rys. 3. Stanley [14]

2. PODZIAŁ SI

Sztuczną inteligencję ze względu na swoją złożoność oraz liczne podkategorie jej działania i funkcjonowania można podzielić na wiele sposobów i na różne rodzaje. Jej ogromny rozwój przyczynił się do wielorakiego pojmowania jej. Patrząc na różne spektra jej działania można ją dzielić pod każdym z nich nieco inaczej. Jednak patrząc na jej uogólnioną formę najczęściej dzieli się ją ze względu na uniwersalność i funkcjonalność [18].

2.1. PODZIAŁ ZE WZGLĘDU NA UNIWERSALNOŚĆ

Ten podział skupia się na różnych umiejętnościach i zastosowaniach SI w bardziej lub mniej uogólniony sposób. W związku z tym mówi się o wąskiej i ogólnej sztucznej inteligencji. Wąska sztuczna inteligencja skupia się na zastosowaniu tylko do określonych zadań, jednym wąskim zadaniu, które umie lepiej wykonać niż człowiek. Do wąskiej SI zalicza się asystentów głosowych (np. Siri, Alexa), automatycznych tłumaczy czy też autonomiczne samochody. Ogólna sztuczna inteligencja w swoim kręgu działań obejmuje wszechstronną wiedzę i zdolności poznawcze, za które odpowiadają inteligentne systemy. Na razie jeszcze nie istnieje tak dobrze rozbudowana SI, która by potrafiła wykorzystywać te wszystkie funkcje lepiej niż człowiek.

2.2. PODZIAŁ ZE WZGLĘDU NA FUNKCJONALNOŚĆ

Głównym kryterium tego podziału była umiejętność korzystania poszczególnych rodzajów maszyn z pamięci, wspomnień, uczuć, doświadczeń. Korzystając z tych aspektów podzielono SI na 4 rodzaje: maszyny reaktywne, maszyny o ograniczonej pamięci, teorię umysłu i samoświadomość.

Maszyny reaktywne to jedna z podstawowych form, która nie posiada pamięci, co skutkuje brakiem możliwości korzystania z informacji z przeszłości. Do tej grupy zalicza się komputer, z którym przegrał Garry Kasparow.

Maszyny o ograniczonej pamięci w porównaniu do maszyn reaktywnych mogą korzystać z informacji z przeszłości, które wykorzystują do wykonywania aktualnych czynności. Taką formę zastosowano w niektórych funkcjach samochodów autonomicznych, dzięki którym system wie, co się stanie w określonej sytuacji na drodze czy też niektórych chatbotach.

Kolejne dwa rodzaje SI skupiają się na upodobnieniu do człowieka poprzez emocje, myśli. Teorię umysłu nie istnieje jeszcze w oczekiwanej postaci, ale

z założenia ma mieć zdolność zrozumienia ludzkich emocji. Samoświadomość, która jeszcze nie istnieje ma natomiast być zdolna do refleksji [6].

3. CHATBOTY

Chatbot jest to program komputerowy symulujący rozmowę z drugą – realną – osobą. Uruchamiane są na kanałach głosowych lub tekstowych, często działają półautomatycznie. Wykorzystywane są na stronach internetowych, w komunikatorach (np. Messenger), jako asystenci głosowi (np. Asystent Google, Amazon Alexa), lub jako wirtualni asystenci w postaci robota.

Jak już wcześniej zostało wspomniane chatboty należą do ogólnej SI oraz w swym funkcjonowaniu mogą opierać się na ograniczonej pamięci. Chatboty prowadzą rozmowy zgodnie z wcześniej ustalonym scenariuszem czy też wprowadzonych do systemu potencjalnych sytuacjach. Mogą wykonywać, niektóre proste czynności i polecenia.

Dzięki nim klienci mogą uzyskać odpowiedzi na interesujące ich pytania znacznie szybciej i bez konieczności kontrolowania tego przez człowieka. Dlatego są tak często wykorzystywane w biznesie – firmy mogą zwiększyć poziom i jakość działania, a tym samym zgromadzić oszczędności. Potęgują też tym samym ilość interakcji z klientami w zależności od zapotrzebowania.

Najczęściej klienci korzystają z chatbotów w celu śledzenia przesyłek, sprawdzenia informacji o produkcie, zgłoszenia reklamacji, otrzymania odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania czy też zakupu produktów. Chatboty działają również w takich sektorach jak medycyna czy bankowość. Jednak pewne Chatboty, które działają w Internecie są wykorzystywane do wysyłania spamu lub do zdobywania poufnych danych o rozmówcy [9].

4. TESLA

Tesla jest to amerykańska marka luksusowych samochodów. Nazwa firmy pochodzi od nazwiska serbskiego inżyniera – Nikoli Tesli – wynalazcy m.in. maszyn, którymi można było sterować za pomocą pilota. Przedsiębiorstwo zostało założone w 2003 roku przez Elona Muska i grupę inżynierów, którzy chcieli udowodnić, że ludzie nie muszą iść na kompromis, aby używać samochodów elektrycznych. Dziś Tesla zajmuje się nie tylko produkcją aut elektrycznych, ale tworzy także produkty do generowania i magazynowania czystej energii [15].



Rys. 4. Przykładowa rozmowa z Asystentem Google

4.1. POJAZDY TESLA

W 2008 roku Tesla wprowadziła pierwszy model – Roadster, który powstał we współpracy z Lotus Cars. Wraz z wprowadzeniem pojazdu na rynek zaprezentowano najnowsze rozwiązania Tesla w dziedzinie technologii elektrycznego układu napędowego. W 2012 ruszyła produkcja Modelu S. Mógł on przejechać ok. 483 km na jednym ładowaniu. Pod koniec roku 2014 wprowadzono wariant z dwoma silnikami elektrycznymi, a każdy produkowany od tamtego momentu pojazd otrzymał możliwość dokupienia systemu Autopilot. Następnie w 2015 roku zaprezentowano Model X. Jest to najbezpieczniejszy, najszybszy i najbardziej wszechstronny SUV w historii. Rok później na rynek wszedł Model 3, czyli niedrogi masowy samochód elektryczny, a w roku 2019 odbyły się premiery dwóch pojazdów: Modelu Y, który jest średniej wielkości SUV-em z miejscem dla nawet siedmiu osób i pickupa Cybertruck – samochód o wszechstronności większej od tradycyjnych pikapów i osiąгах lepszych od tradycyjnych samochodów [15].

4.2. AUTOPILOT

Autopilot jest to urządzenie wykonujące określone zadania, które umożliwiają sterowanie samolotem, śmigłowcem, samochodem itp. oraz raketami (głównie ziemia–powietrze). W lotnictwie mimo zaawansowanych rozwiązań start i lądowanie samolotu są nadal wykonywane ręcznie przez

pilotów. Autopilot zazwyczaj włączany jest na wysokości ok. 3500 m. Autopilot jednostki pływającej ma za zadanie utrzymać stały kurs jednostki pływającej.

Zaawansowany autopilot Tesli pozwala na autonomiczną jazdę, jednak ze względu na panujące przepisy na pokładzie samochodu musi znajdować się kierowca. Autopilot Tesli radzi sobie całkiem dobrze, co udowadnia film, na którym możemy zobaczyć Model X przemierzający drogę. Osoba znajdująca się na siedzeniu kierowcy nie ingeruje w działanie systemu, który bez większych problemów wykrywa znaki, a wjeżdżając na skrzyżowanie rusza dopiero, jeśli pozwala na to sytuacja [16].

Samochód z autopilotem posiada osiem kamer, które zapewniają widok w zakresie 360 stopni i mają zasięg 250 metrów. System wizyjny jest uzupełniony przez dwanaście czujników ultradźwiękowych, które wykrywają miękkie i twarde obiekty. Radar skierowany ku przodowi dostarcza systemom dodatkowych informacji o otoczeniu. Samochód posiada komputer pokładowy o ogromnej mocy obliczeniowej. Jego oprogramowanie jest oparte na sieciach neuronowych, służy ono do obróbki danych wizyjnych, sonarowych i radarowych. W ten sposób system generuje widok świata, który jest poza granicą ludzkich możliwości postrzegania [16].

Dzisiaj Tesla nie tylko produkuje w pełni elektryczne samochody, ale tworzy także nieskończenie skalowalne produkty do generowania i magazynowania czystej energii. Działalność Tesli opiera się na założeniu, że im szybciej świat odchodzi od paliw kopalnych i zmierza do bezemisyjnej przyszłości, tym lepiej.

5. SZTUCZNA INTELIGENCJA W CODZIENNYM ŻYCIU

Obecnie sztuczna inteligencja jest wykorzystywana w wielu dziedzinach życia. Pomaga społeczeństwu w codziennych czynnościach, a w wielu przypadkach zastępuje człowieka. Ludzie powierzają swoje sprawy asystentom-robotom. Samouczące się systemy mogą pomagać np. sędziom – w amerykańskich sądach sztuczna inteligencja udziela się w procesie podejmowania decyzji obejmujących np. wyroki skazujące czy okoliczności łagodzące.

5.1. SZTUCZNA INTELIGENCJA W INTERNECIE

W świecie Internetu sztuczną inteligencję można zauważyć praktycznie na każdym kroku. Zaczynając od wyszukiwania na cyberbezpieczeństwie kończąc. Sztuczna inteligencja potrafi szybko dokonać analizy każdego użytkownika.

Podczas przeglądania przedmiotów w sklepie internetowym wszystkie dane są analizowane na bieżąco i na ich podstawie proponowane są artykuły uzupełniające do tych, który zostały wybrane lub do nich podobne. Obecność sztucznej inteligencji można zauważyć nie tylko w sklepach internetowych, ale także na popularnych serwisach multimedialnych np. Netia czy YouTube. Na podstawie naszej historii wyszukiwania i tego, co oglądaliśmy wcześniej serwisy te wyświetlają nam na stronie głównej propozycje filmów i seriali, które mogą nam się spodobać. Niestety algorytm ten nie jest jeszcze dobrze rozwinięty, ponieważ częstym zjawiskiem jest wyświetlanie treści, które w ogóle nie wiążą się z naszą historią oglądania i wyszukiwania.

Podczas wyszukiwania haseł w Internecie dostarczane są nam trafne wyniki, dzięki dostarczaniu ogromnej ilości danych przez użytkowników, od których uczą się wyszukiwarki. Sztuczna inteligencja została tak skonstruowana, żeby mogła zrozumieć użytkowników korzystających z wyszukiwarki. Poddaje ona ciągłej analizie wpisywane hasła pod kątem zależności ich z wynikami wyszukiwania niezawierającymi słów kluczowych wpisanych przez użytkownika. Tłumaczenie maszynowe jest dziedziną językoznawstwa komputerowego zajmująca się stosowaniem algorytmów tłumaczenia tekstu z jednego języka na drugi. Do niedawna algorytm tego tłumaczenia był bardzo niedopracowany. Podczas wpisywania całego zdania do tłumacza otrzymane przetłumaczone zdanie było pozbawione logiki. Należało wpisywać pojedyncze słowa i samemu tworzyć zdania. Aby to poprawić został wprowadzony tłumacz, który używa sieci neuronowych z możliwością uczenia się głębokiego, co oznacza, że algorytm wykorzystuje nie tylko to, co zostało w nim zaprogramowane, ale także to, co już przetłumaczył [7].

Dzięki sztucznej inteligencji zespoły bezpieczeństwa mogą wykrywać pojawiające się zagrożenia w sieci. Sztuczna inteligencja opiera się na danych z blogów, wiadomości i prac badawczych, dzięki nim przeprowadza zaawansowane analizy zagrożeń i dostarcza na ich podstawie informacji, które pomagają w codziennej walce z tysiącami alarmów i pomaga skrócić czas reakcji.

5.2. SZTUCZNA INTELIGENCJA W RÓŻNYCH DZIEDZINACH ŻYCIA

Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe przynoszą ogromne korzyści instytucjom gromadzącym i przechowującym dane medyczne. Dzięki uczeniu maszynowemu, sztuczna inteligencja potrafi przeszukać ogromne ilości informacji w celu zidentyfikowania danych, które mają największe znaczenie

dla danego problemu. Zautomatyzowana analiza obrazu może zidentyfikować w skanie obszary, które budzą obawy. Może odczytać i interpretować wyniki, co zmniejsza ryzyko błędu ludzkiego. Pomaga zidentyfikować nowotworowe zmiany w obrazach radiologicznych, które mogłyby uciec ludzkiemu oku [12].

Wykorzystywanie sztucznej inteligencji jest swego rodzaju koniecznością w nowoczesnych przedsiębiorstwach. Oprogramowania stosowane w fabrykach mają zastosowania do rozwijania przemysłu, a także do wyznaczania nowych kierunków rozwoju. Sztuczna inteligencja wykorzystywana jest podczas kontroli jakości. Umożliwia dokładną analizę przyczyny uszkodzenia prawną kontrolę w całym procesie produkcyjnym. Dzięki temu produkty wadliwe mogą być szybko wyeliminowane a poszczególne partie produktów bezzwłocznie ulepszone.

Sztuczna inteligencja jest wykorzystywana także do zwiększenia wydajności rolnictwa. W związku ze stałym wzrostem liczby ludności rolnictwo powinno stawać się, co raz bardziej precyzyjne, wydajne i zapewniać obfite plony i ich jakość przy ograniczonym wykorzystaniu szkodliwych substancji chemicznych. Wielu rolników wykorzystuje czujniki naziemne, drony czy obrazy satelitarne, które zwiększają wydajność upraw. Sztuczna inteligencja analizuje parametry i dostarcza rolnikom informacje, w których poleca optymalne odmiany nasion do wysiewu. System ten pomaga każdemu rolnikowi wybrać odpowiednią odmianę nasion oraz najlepsze praktyki rolnicze na jego ziemi.

6. SZTUCZNA INTELIGENCJA W WALCE Z COVID-19

Na przestrzeni lat technologia rozwinęła się na tyle, że jest w stanie pomóc w walce z chorobami. Obecnie istnieje liczny sprzęt, który bardzo ułatwia pracę lekarzom i sprawia, że jest ona skuteczniejsza np. dzięki tomografowi można uzyskać obrazy tomograficzne (przekroje) badanego obiektu. Aktualnie sztuczna inteligencja pomaga w walce z chorobą, która opanowała cały świat.

6.1. ROZPOZNANIE PACJENTA ZAKAŻONEGO KORONAWIRUSEM

Został opracowany algorytm, który wykorzystuje technologię sztucznej inteligencji i jest w stanie wykryć osobę chorą na COVID-19, analizując plik audio zawierający dźwięk kaszlu. Algorytm został tego nauczony dzięki plikom audio posiadającym taki przekaz. Twórcy tego algorytmu twierdzą, że jest on w stanie zidentyfikować 98,5% osób, które zakażyły się koronawirusem i są chore. Zaletą algorytmu jest to, że potrafi wskazać osoby zakażone

koronawirusem, ale nie posiadają objawów, ponieważ różnice między taką osobą a zdrową są bardzo subtelne. Twórcy algorytmu poinformowali, że pracują obecnie nad aplikacją, która będzie wspierała algorytm i będzie ją można używać na smartfonach [11].

6.2. RADIOLOGIA

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w radiologii może ułatwić diagnostykę COVID-19. Obrazowanie medyczne wspierane przez sztuczną inteligencję oferuje więcej możliwości diagnostycznych, pomaga w ocenie wyników leczenia, rozwoju choroby i rokowań. Obrazowanie medyczne pozwala na szybsze przetwarzanie obrazu, przy wsparciu sztucznej inteligencji zajmuje około 10 sekund, w przypadku zwykłego odczytu tomografii komputerowej zajmuje to 15 minut. Ekspertci uważają, że obrazowanie medyczne wraz ze sztuczną inteligencją pomoże zautomatyzować przeszukiwanie ogromnych baz danych i będzie precyzyjniej wyróżniać infekcję na zdjęciach RTG i tomografii komputerowej, co ułatwia ocenę zdjęć i identyfikację COVID-19. Sztuczna inteligencja może mieć kluczowe znaczenie dla szybkiego wykrywania i klasyfikacji COVID-19. System umożliwi wskazanie skanu tomografii klatki piersiowej z podejrzeniem koronawirusa, a także może on przewidywać pogorszenie lub polepszenie stanu pacjenta. To przewidywanie może pomóc w lepszej klasyfikacji pacjentów i w sprawniejszej pracy szpitala.

6.3. SYSTEM POMIARU TEMPERATURY LUDZKIEGO CIAŁA

Regularny pomiar temperatury jest najprostszym sposobem umożliwiającym wykrycie gorączki, która może świadczyć o infekcji wywołanej przez COVID-19. Tradycyjny termometr nie pozwala na przebadanie w szybkim czasie dużej ilości osób, natomiast pozwalają na to kamery termowizyjne. Niektóre potrafią zbadać na raz 30 osób. Automatycznie wyszukuje twarze i mierzy temperaturę każdej z nich. Wyniki pomiarów są podawane z dokładnością do 0,3°C, wyświetlane są w czasie rzeczywistym i indywidualnie dla każdej osoby. Kamera generuje alarm w przypadku przekroczenia wprowadzonej wartości temperatury [9].

Powstały również autonomiczne terminale pomiarowe, które łączą funkcje kamery termowizyjnej, monitora LCD i kontrolera dostępu do pomieszczeń. Każda osoba podchodząca do terminala widzi na ekranie swoją twarz, w tym czasie wykonywany jest pomiar temperatury, na podstawie którego wydawany jest komunikat głosowy i wizualny potwierdzający możliwość wejścia. Terminal

potrafi także wykryć czy dana osoba ma maseczkę, gdy jest jej brak może automatycznie zablokować nadzorowane drzwi. Do liczenia czy dany limit osób w pomieszczeniu nie został przekroczony wykorzystywane są kamery, które umieszcza się bezpośrednio nad wejściem. Kamera ta potrafi odróżnić obiekty, które nie są osobami. Sztuczna inteligencja jest potężnym narzędziem w walce z koronawirusem. Przedstawione rozwiązania stanowią zaledwie część możliwości [9].

6.4. APLIKACJA „KWARANTANNA DOMOWA”

Jest to aplikacja powstała w Polsce. Ułatwia ona i usprawnia przeprowadzenie obowiązkowej kwarantanny w warunkach domowych. Dzięki tej aplikacji można potwierdzić miejsce kwarantanny. Pobranie aplikacji jest obowiązkiem osób, które są na kwarantannie w związku z podejrzeniem zakażenia wirusem COVID-19. Od momentu uruchomienia aplikacji, aż do zakończenia izolacji na urządzenie przychodzą prośby o zrobienie i wysłanie zdjęcia. Wiadomości są wysłane o różnych porach, a po ich odebraniu mamy czas ok. 20 minut na spełnienie wymagań. Jeśli nie wykonamy zadania odpowiednie służby zostaną poinformowane o możliwym złamaniu zasad izolacji domowej [13].

7. PODSUMOWANIE

Sztuczna inteligencja niesie ze sobą wiele korzyści, ale i zagrożeń. Może zmienić nasze życie, ale te zmiany nie zawsze wychodzą na lepsze. Sztuczna inteligencja jest obecna wszędzie w naszym życiu. Czasami nawet możemy nie zadawać sobie sprawy z jej obecności.

Sztuczna inteligencja pomaga w minimalizowaniu błędów ludzkich. Maszyny są mniej podatne na błędy zewnętrzne. Jest ona również multifunkcyjna. Stosowana jest w praktycznie wszystkich sektorach gospodarki i naszego życia. Maszyny są zoptymalizowane tak, aby w pełni wykorzystywała wydajność i mogła wykonywać kilka zadań w tym samym czasie. Sztuczna inteligencja pomaga także w edukacji. Automatycznie tłumaczy złożone teksty a także wykonuje liczenie złożonych działań matematycznych szybciej i dokładniej niż człowiek. Wspomaga także rozwój medycyny poprzez szybsze i dokładniejsze diagnozowanie i leczenie chorób. Sztuczna inteligencja jest również wsparciem w funkcjonowaniu przedsiębiorstw. Dokonuje

inteligentnej selekcji kandydatów i odpowiada na ich zgłoszenia. Kontroluje także jakość produkowanych wyrobów i potrafi odnaleźć błędy w ich produkcji.

Zastępowanie zasobów ludzkich przez maszyny przyczynia się do bezrobocia, ponieważ maszyny wykonują pracę dokładniej i szybciej niż ludzie. Inwestycja w sztuczną inteligencję wymaga dużych nakładów pieniężnych. Tak złożona technologia nie jest możliwa do opanowania w 100%. Nie jesteśmy czasem w stanie przewidzieć jej działania. Wprowadzanie co raz większej liczby urządzeń autonomicznych do życia codziennego zwiększa pole działań hakerów w różnych aspektach życia codziennego. Wystarczy jeden zły ruch w Internecie, aby wyciekły nasze dane czy aby ktoś uzyskał dane do naszego konta bankowego. Pomimo ciągłego udoskonalania maszyn i technologii w nich wykorzystywanej nie możemy stworzyć maszyny niezawodnej, ponieważ nie można przewidzieć wszystkich powodów awarii sprzętu.

LITERATURA

- [1] Caban, J., Dudziak, A., *Development of a City Bike System on the Example of the City of Lublin*. „LOGI–Scientific Journal on Transport and Logistics”, 2019, 10(2), 11–22
- [2] Derkacz, A. J., Dudziak, A., *Savings and Investment Decisions in the Polish Energy Sector*. „Sustainability”, 2021, 13(2), 553
- [3] Dudziak, A., Kuranc, A., *Jakość usług logistycznych w obszarze funkcjonowania branży TSL*. „Logistyka”, 2015, 5, CD 1, 99–104
- [4] Dudziak, A., Zając, G., *Nowoczesne zarządzanie rozwojem produktu w kontekście integracji systemów informatycznych*, „Logistyka”, 2015, 5, 115–119
- [5] <https://aspolska.pl/sztuczna-inteligencja-w-walce-z-pandemia/> (21.04.2021)
- [6] <https://businessinsider.com.pl/technologie/czym-jest-sztuczna-inteligencja/qzg0wt> (17.04.2021)
- [7] <https://coolbrand.pl/jak-dziala-sztuczna-inteligencja-google/> (20.04.2021)
- [8] https://en.wikipedia.org/wiki/Shakey_the_robot (16.04.2021)
- [9] <https://greenparrot.pl/blog/co-to-sa-chatboty-i-jak-je-wykorzystasz-w-swoim-firmie/> (17.04.2021)
- [10] https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Deep_Blue.jpg (20.04.2021)
- [11] <https://www.computerworld.pl/news/Sztuczna-inteligencja-rozpozna-pacjenta-zakazonego-koronawirusem,423704.html> (19.04.2021)
- [12] https://www.doz.pl/czytelnia/a15658-W_jaki_sposob_sztuczna_inteligencja_moze_wspomagac_leczenie_raka (21.04.2021)
- [13] <https://www.gov.pl/web/koronawirus/kwarantanna-domowa> (22.04.2021)

- [14] <https://www.neuraldump.net/2005/10/stanley-the-volkswagen-wins-grand-challenge-2005/> (27.04.2021)
- [15] https://www.tesla.com/pl_pl (17.04.2021)
- [16] https://www.tesla.com/pl_PL/autopilot (19.04.2021)
- [17] Pruś, D., Stoma, M., Dudziak, A. *Ocena świadomości wpływu sztucznej inteligencji na życie konsumentów*. Wybrane zagadnienia z zakresu przemysłu spożywczego oraz zarządzania i inżynierii produkcji, 79
- [18] Stoma, M., Caban, J., Dudziak, A., & Kuranc, A., *Selected Aspects of the Road Traffic Safety Management System*. Communications-Scientific letters of the University of Zilina, 2021, 23(2), F33–F42.

WYKORZYSTANIE NARZĘDZI SEM W TWORZENIU KONCEPCJI WEBMARKETINGOWYCH

1. WSTĘP

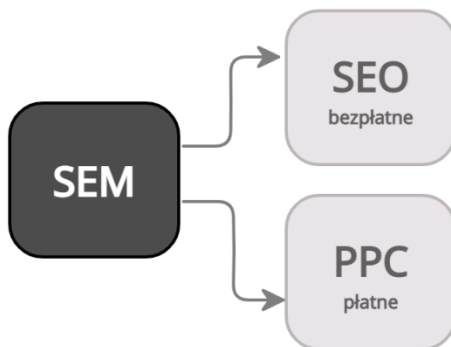
Sytuacja gospodarcza na świecie jest odzwierciedleniem zachodzących zmian społecznych, ekonomicznych, ale również tych, które są wynikiem rozwoju technologicznego. Wraz z wprowadzaniem nowych rozwiązań przekształceniom ulega każdy z sektorów gospodarki, co objawia się w nowych, innowacyjnych możliwościach i trendach mających na celu udoskonalenie zachodzących procesów oraz interakcji. Branża handlowa jest doskonałym przykładem ukazującym wpływ rozwoju technologii. W ostatnich latach doszło w niej do przełomowych modyfikacji, które wpłynęły na możliwości zakupowe konsumentów na całym świecie. Rozwój Internetu oraz upowszechnienie dostępu do niego przyczyniły się do powstania e-commerce, czyli handlu elektronicznego. Funkcjonuje on poprzez używanie rozwiązań informatycznych, takich jak serwisy czy aplikacje internetowe [1]. Poszerzanie lub całkowite przenoszenie działalności przedsiębiorstw do Internetu było impulsem do adaptacji narzędzi marketingowych w nowej, zaskakująco efektywnej przestrzeni. Konsumenci spędzający coraz większą ilość czasu w sieci stale zwiększają swoją aktywność zakupową online. Sukces sklepów internetowych jest jednak wynikiem wielu starań włożonych w promocję i rozgłos danego serwisu. Zarówno sprzedawcy tradycyjni, jak i ci którzy prowadzą swoją działalność w Internecie, aby uzyskać zadowalające wyniki muszą stale pozyskiwać nowych klientów, którzy poznają oferowane przez nich produkty lub usługi i w konsekwencji zdecydują się na dokonanie zakupu. Odpowiedzią na wymagania przedsiębiorców są narzędzia marketingu internetowego, które poprzez swoją różnorodność i szerokie zastosowanie pozwalają dotrzeć do grupy potencjalnych klientów poprzez wyróżnienie się na tle konkurencji.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Koło Naukowe Zarządzania i Ekonomii

2. ISTOTA FUNKCJONOWANIA SEM

Narzędzia Webmarketingowe są źródłem nieograniczonych możliwości oraz rozwoju perspektyw e-sklepów. Kluczem do osiągnięcia sukcesu jest dopasowanie tych narzędzi do profilu biznesowego firmy, konsekwentna realizacja ustanowionych założeń oraz szczegółowa analiza wyników zakończona ustaleniem wniosków skupiających się na ewentualnych zmianach, które mają skutkować osiągnięciem zadowalających korzyści.

Jednym z podstawowych, zaskakująco uniwersalnym, a zarazem bardzo efektywnym przejawem marketingu online jest SEM (z ang. Search Engine Marketing), możemy nim nazwać wszystkie działania promocyjne prowadzone w wyszukiwarkach internetowych [2]. Ten rodzaj marketingu łączy w sobie dwie składowe – SEO i PPC.



Rys. 1. Podział metod SEM

Pierwsza z nich czyli SEO (z ang. Search Engine Optimization), zwana inaczej pozycjonowaniem, ma za zadanie ułożenie danej strony internetowej jak najwyżej w wynikach wyszukiwania, co w konsekwencji powinno zwiększyć ilość wejść na stronę i maksymalizować prawdopodobieństwo poznania konkretnej działalności i oferty czy zdecydowania się na zakup przez oglądającego [3]. Kolejna metoda wchodząca w skład marketingu w wyszukiwarkach to PPC (z ang. Pay per Click). Polega ona na stosowaniu płatnych reklam, który zostają wyświetlone na pierwszej stronie wyników wyszukiwania, najczęściej na samej górze, aby podkreślić ich widoczność [2]. Ta metoda może być realizowana za pomocą popularnego narzędzia Adwords oferowanego przez Google. Największe korzyści przynosi stosowanie obu

metod jednocześnie, pozwala to zwiększyć efektywność tego rodzaju marketingu. Kampanie uzupełniają się nawzajem, a więc stosowanie tylko jednej z nich może okazać się niewystarczające [4]. Korzystanie z obu metod natomiast może generować trudne do pokrycia koszty, a więc przedsiębiorcy często decydują się korzystać tylko z jednego rozwiązania albo próbują wprowadzać rozwiązania SEO na własną rękę, tak aby zminimalizować przeznaczony na ten cel wkład finansowy. Skuteczne pozycjonowanie własnej strony internetowej jest możliwe do osiągnięcia bez generowania dużych kosztów, jednak wymaga dogłębnego poznania metod i narzędzi tego sposobu promocji. Konieczna może okazać się nauka sposobów funkcjonowania wyszukiwarek oraz odpowiednie zaprojektowanie strony czy modyfikacja kodu strony, a te czynności niestety nie należą do najłatwiejszych i potrzeba wiele czasu, aby zagłębić tematy związane z tymi metodami webmarketingowymi. Czas poświęcony na realizację tego celu często okazuje się zbyt długi, więc przedsiębiorcy decydują się na zakup usługi w ramach której ich strona zostanie zoptymalizowana przez profesjonalistów, dzięki czemu wyświetla się ona na samej górze w wynikach wyszukiwania, co zwiększa zainteresowanie konsumentów, generuje ruch na stronie oraz docelowo pozwala zwiększyć osiągane zyski ze sprzedaży. Środkiem do efektywności tej metody jest również zastosowanie odnośników, fraz i słów kluczowych, a także przejrzystość strony internetowej, która pozwala użytkownikom w łatwy sposób odnaleźć poszukiwane produkty oraz znaleźć wszystkie najważniejsze informacje na temat sklepu czy serwisu internetowego. SEO w przeciwieństwie do PPC w teorii jest narzędziem bezpłatnym, jednak jego skuteczne wprowadzenie często jest związane z powyższymi inwestycjami finansowymi.

3. WADY I ZALETY SEM

Wszystkie narzędzia marketingowe posiadają swoje mocne i słabe strony. SEM, czyli marketing w wyszukiwarkach wyróżnia się zaskakującą ilością zalet. Na sukces tej metody wpływa wzrost znaczenia wyszukiwarek w podejmowaniu decyzji zakupowych. Reklama kreowana przy wykorzystaniu narzędzi SEM jest dopasowana do oczekiwań konsumentów [5]. Wyświetla się ona po wpisaniu określonego słowa lub frazy w oknie wyszukiwarki. Tak zaplanowana aktywność zwiększa szanse na wejście przez internautę w linki powiązane z wyszukiwanym tematem, będące bezpośrednią odpowiedzią na wymagania klienta.

Najważniejszą zaletą omawianego narzędzia marketingowego jest jego skuteczność. Idealnym przykładem ukazującym pozytywne wyniki, będące

efektem wprowadzenia marketingu w wyszukiwarkach jest raport przeprowadzony przez grupę roboczą SEM działającą w przestrzeni IAB Polska. Jeden z przedstawionych planów promocji serwisów internetowych dotyczy sklepu kosmetycznego cocolita.pl. Zastosowanie SEM w koncepcji webmarketingowej tego e-sklepu pozwoliło zwiększyć ilość sesji z wyszukiwarki Google o ponad 2 000 000, w porównaniu do roku poprzedniego. Dodatkowo został odnotowany wzrost w liczbach dokonywanych transakcji i przychodów o 60% [6]. Takie wyniki pozwalają potwierdzić duży potencjał tej metody. Daje ona szybkie i zaskakująco wysokie wyniki w porównaniu do innych narzędzi stosowanych przez przedsiębiorców. Jest to jeden z kluczowych powodów dlaczego klienci coraz częściej decydują się na wsparcie swojego serwisu lub sklepu za pomocą metod marketingu online.

Głównym problemem działań promocyjnych z perspektywy konsumenta jest uciążliwość wyświetlanych reklam – sposobów ich przekazywania, a także treści, które nie jest są dla niego interesujące. SEM jest odpowiedzią na odrzucenie męczącej formy marketingu, ponieważ posiada dwie podstawowe cechy, które pozwalają odbierać ją za mniej inwazyjne. Po pierwsze, tak jak wcześniej zostało wspomniane wyświetla się ona w odpowiedzi na wyszukiwane zagadnienie, jest więc reakcją na potrzeby konsumenta, a nie treścią przekazywaną pod przymusem. Po drugie, jest ona stale dopasowywana do profilu konsumenta budowanego na podstawie zainteresowań i preferencji wynikających z wyników wyszukiwania. Personalizacja działań jest cechą wyróżniającą to narzędzie na tle wielu innych dostępnych, konsument dzięki takiemu działaniu nie zauważa, że ma do czynienia z zabiegami marketingowymi.

Marketing w wyszukiwarkach posiada również wady – aby działał poprawnie i przynosił zadowalające wyniki musi być stale kontrolowany oraz modyfikowany na podstawie wniosków wyciągniętych podczas analizy danego serwisu. Sytuacja na rynku stale się zmienia, przekształceniom ulegają również preferencje zakupowe konsumentów. Strony internetowe muszą więc dostosowywać się do warunków otoczenia. Nawet najlepiej przygotowana strategia marketingowa stworzona przy użyciu narzędzi SEM na dłuższą metę może okazać się nieskuteczna, jeśli nie będzie systematycznie poddawana ocenie i odpowiedniej interpretacji.

Kolejna wada SEM wiąże się z generowaniem dużych kosztów. Oczywiście jest możliwe wprowadzenie tylko części działań związanych z marketingiem w wyszukiwarkach i wszystkie z nich mogą być darmowe, jednak najbardziej

skuteczna metoda mówi o stosowaniu możliwości bezpłatnych w połączeniu z zakupem reklam sponsorowanych, które niestety bardzo często wyróżniają się wysoką ceną, ale równie wysoką skutecznością.

4. METODY BADAWCZE

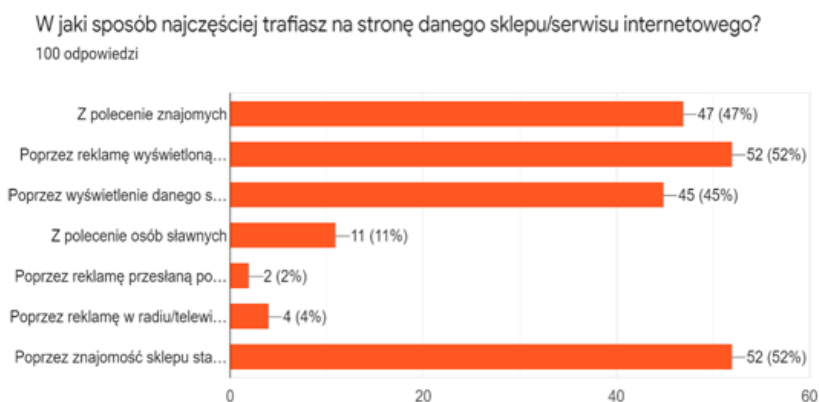
W celu przeprowadzenia badań został stworzony kwestionariusz ankietowy badający opinię publiczną. Zawierał on pytania z zakresu narzędzi marketingowych wykorzystywanych w Internecie, ich skuteczności oraz stosunku ankietowanych do różnych form promocji online.

Grupa badawcza obejmowała 100 osób powyżej 16 roku życia, aż 77% respondentów to osoby w wieku 16–25 lat, a większość ankietowanych to kobiety (aż 71%).

Najliczniejsza grupa respondentów jako miejsce swojego zamieszkania wskazała wieś (44%), 29% ankietowanych mieszka w mieście od 50 do 300 tys. mieszkańców, a najmniej osób jako miejsce stałego pobytu wskazało małe miasto do 50 tys. mieszkańców (9%).

Dominujący poziom wykształcenia wśród respondentów to wykształcenie średnie, takiej odpowiedzi udzieliło aż 57% ankietowanych. 30% badanych to osoby o wykształceniu wyższym, a 4% ukończyło tylko szkołę podstawową.

Grupa badawcza obejmuje 41% uczniów bądź studentów niepracujących, osoby pracujące to 56 % ankietowanych, a prawie połowa tej grupy to osoby uczące się lub studiujące (27%), tylko 3% to osoby bezrobotne.



Rys. 2. Odpowiedzi ankietowanych

Marketing online to zagadnienie, które aktualnie dotyczy nie tylko przedsiębiorców, którzy korzystają z jego możliwości podczas tworzenia koncepcji promocji swoich sklepów czy serwisów internetowych, ale przede wszystkim osób korzystających z Internetu. Te osoby są odbiorcami planów webmarketingowych tworzonych na potrzeby e-sklepów, a ich preferencje oraz opinie wpływają na wszelkie wprowadzane zmiany czy panujące trendy.

Przeprowadzone badania ukazują, że najskuteczniejszym sposobem, aby Internauci odwiedzili dany sklep lub serwis internetowy jest reklama wyświetlana w mediach społecznościowych (52%). Kolejne popularne narzędzie marketingowe – SEM, czyli wyświetlanie sklepu w wynikach wyszukiwania zostało wskazane przez prawie połowę respondentów (45%). Anketowani trafiają na stronę danego sklepu również z polecenia znajomych (47%) lub dzięki znajomości danego sklepu stacjonarnego i poszukiwaniu jego internetowej formy, jednak te dwie ostatnie opcje nie są przejawem marketingu internetowego.



Rys. 3. Odpowiedzi ankietowanych

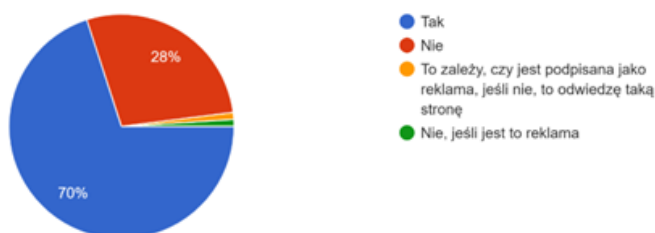
Skuteczność marketingu internetowego może być interpretowana na różne sposoby. Z jednej strony jako efektywne są uznawane te narzędzia, które zostaną zauważone przez Odbiorców, jednak kluczem do sukcesu danej metody może być również niska zauważalność wynikająca z tego, że Internauci nie zdają sobie sprawy, że konkretna aktywność jest przejawem marketingu. Wtedy mogą odczuwać większą swobodę i niezależność w podejmowanych decyzjach zakupowych.

29% ankietowanych wskazało reklamę produktu/sklepu w wynikach wyszukiwania jako formę marketingu, którą zauważają najczęściej. Specyficzność narzędzia SEM wynika z tego, że jest ono odpowiedzią na

poszukiwanie określonych fraz przez potencjalnych klientów, często więc może nie zostać uznane za narzędzie marketingowe.

To, czy dana strona znajdzie się na samej górze wyników wyszukiwania może mieć duży wpływ na generowany ruch na stronie. Pozycja danego serwisu jest kształtowana dzięki wspomnianym już wcześniej możliwościom marketingu w wyszukiwarkach, na które składa się pozycjonowanie strony internetowej poprzez jej optymalizację oraz płatną reklamę.

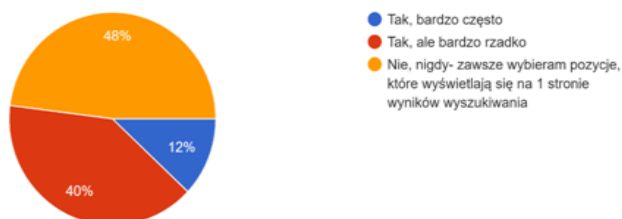
Czy fakt, że strona internetowa sklepu/serwisu wyświetla się w pierwszych trzech pozycjach w wynikach wyszukiwania zachęca Cię do jej odwiedzenia?
100 odpowiedzi



Rys. 4. Odpowiedzi ankietowanych

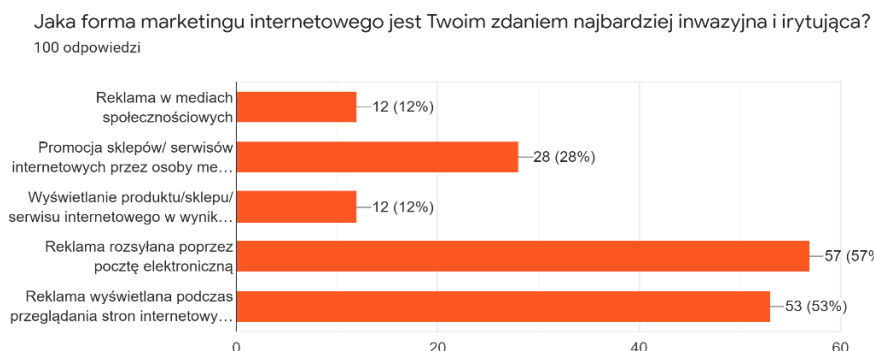
Przeprowadzone badanie wskazuje, że aż 70% ankietowanych decyduje się odwiedzić stronę która wyświetla się w trzech pierwszych pozycjach. Ten wynik ukazuje jak ważne jest optymalizowanie w taki sposób, aby znalazła się ona możliwie najwyżej listy wyszukiwania. Zwiększa to jej szanse na odwiedzenie przez potencjalnych klientów.

Czy zdarza Ci szukać sklepu/serwisu internetowego na 2 stronie wyników wyszukiwania np. w wyszukiwarce Google?
100 odpowiedzi



Rys. 5. Odpowiedzi ankietowanych

Następny aspekt poruszany w omawianym badaniu dotyczył stron w wynikach wyszukiwania. 48% ankietowanych odpowiedziało, że zawsze korzysta z pozycji wyświetlonych na pierwszej stronie wyników wyszukiwania. 40% bardzo rzadko wchodzi na kolejną kartę wyników, a tylko 12% często korzysta z drugiej strony. Jeśli więc strona nie zostanie wyświetlona w pierwszej karcie istnieje mała szansa, że zostanie wyświetlona za pośrednictwem tego kanału rozpowszechniania.



Rys. 6. Odpowiedzi ankietowanych

Ostatnie analizowane zagadnienie miało na celu określenie czy i jakie formy marketingu internetowego są dla odbiorców irytujące. 90% ankietowanych odpowiedziało, że zdarza się, aby reklama internetowa była zbyt inwazyjna. Aż 57% badanych za najbardziej inwazyjny przejaw marketingu online uważa reklamę rozsyłaną pocztą elektroniczną. Zdaniem respondentów jako nieprzyjemna uznawana jest również reklama wyświetlana podczas przeglądania stron internetowych, innych niż media społecznościowe (53%) oraz ta przekazywana za pośrednictwem osób medialnych (28%). Tylko 12% wskazało reklamę w mediach społecznościowych oraz wyświetlanie sklepu lub serwisu w wynikach wyszukiwania jako najbardziej irytującą formę marketingu.

5. PODSUMOWANIE

Istnieje wiele skutecznych form web marketingu, których efektywność zależy od konsekwencji we wprowadzaniu zmian, dopasowania do profilu biznesowego przedsiębiorstwa oraz stałej analizy wyników i wdrażaniu zmian. Nawet te działania które początkowo dają zadowalający efekt, kiedy są niesprawdzone

i niedostosowywane do zachodzących modyfikacji, po czasie mogą okazać się bezużyteczne. Jak wynika z przeprowadzonych badań SEM przy spełnieniu wszystkich wyżej wymienionych warunków może przynieść zaskakująco wysokie wyniki. Internauci korzystając z wyszukiwarek internetowych zazwyczaj decydują się wejść na strony internetowe wyświetlone na samej górze wyników wyszukiwania, a wybór sklepu czy serwisu internetowego bardzo często ogranicza się do pozycji, które ukazują się w pierwszej karcie wyszukiwarki. Te wyniki pokazują, że warto zainwestować w promocje e-sklepu za pomocą narzędzi marketingu w wyszukiwarkach. Ta droga promocji jest skuteczna, a jej wprowadzenie nie zawsze wiąże się z przeznaczeniem dużych nakładów finansowych na tę formę marketingu w sieci. Można zrealizować tylko część aktywności związanych z optymalizacją strony, co pozwoli zwiększyć jej szanse na pojawienie się wyżej w oknie wyszukiwarki. Jednak inwestycja również w płatne reklamy lub skorzystanie z pomocy profesjonalistów pozwoli zwiększyć szanse na odniesienie sukcesu, czyli zwiększenie liczby osób odwiedzających stronę, co z kolei pozwoli spełniać kluczowe zadanie sklepów internetowych- czyli generować coraz większe zyski.

LITERATURA

- [1] S. Pangsy-Kania, *Rola innowacji w sektorze usług*, [w:] *E-biznes – innowacje w usługach. Teoria, praktyka, przykłady*, red. M. Olszański, K. Piech, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2012
- [2] Hauke K. *Funkcjonalność narzędzi Google w Search Engine Marketingu*, Wrocław 2015
- [3] Rzemieniak M., *Wybrane aspekty komunikacji marketingowej w marketingu 3.0*, Lublin 2017
- [4] Zygula, M., *Synergia linków i pozycjonowania*. Marketing w Praktyce, 2011
- [5] Bryła P., Górniak E., *Możliwości wykorzystania narzędzi marketingu w wyszukiwarkach internetowych*, Łódź, 2015
- [6] Grupa Robocza SEM działająca w strukturach IAB Polska, CASE STUDIES SEM, <https://www.iab.org.pl/> zasoby z dnia 28.04.2021.

SEGMENTACJA PISMA W SYSTEMACH OCR

1. WSTĘP

Rozpoznawanie pisma stanowi duże wyzwanie z dziedziny rozpoznawania wzorców. W tym obszarze badawczym wiele problemów jest wciąż nierozwiązanych. Biorąc pod uwagę liczbę alfabetów dopasowanie uniwersalnego systemu rozpoznawania pisma stanowi bardzo złożone zagadnienie [1, 2]. Pomijając alfabety inne niż łaciński diagnozowanie pisma drukowanego maszynowo można zaliczyć do problemów rozwiązanych. Częściowo rozwiązany został problem rozpoznawania pisma odręcznego, gdzie każda litera jest pisana jako drukowana z separacją. W przypadku języków opartych na alfabecie łacińskim do wciąż nierozwiązanych problemów można zaliczyć rozpoznanie pisma odręcznego pisanego łącznie [2].

Rozpoznawanie pisma opiera się na algorytmach optycznego rozpoznawania znaków (ang. OCR – Optical Character Recognition). Głównym celem algorytmu OCR jest wykrycie w pliku graficznym znaków (np. liter, cyfr, znaków specjalnych) i przekształcenie go w formie niezmienionej. Dotyczy to zarówno kolejności znaków następujących po sobie (relacje syntaktyczne) jak i ich poprawnego rozpoznania w danym kontekście (relacje semantyczne).

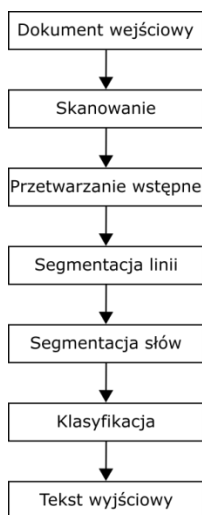
Po zamianie tekstu na postać cyfrową łatwiejsze jest wyszukiwanie informacji oraz możliwy jest dostęp z dowolnego miejsca na świecie. Dodatkowym atutem wersji cyfrowej tekstu jest niepodatność na niszczenie pod wpływem czasu i minimalizacja ryzyka związanego z utratą części lub całości tekstu. Wykorzystanie rozpoznawania pisma drukowanego maszynowo znajduje zastosowanie w zamianie dokumentów i książek na format cyfrowy. Na potrzeby konwersji dokumentów, listów, rękopisów do postaci cyfrowej wciąż brakuje poprawnej metody rozpoznawania. Wynika to z kilku czynników, przy czym głównym jest zmienność charakteru pisma w zależności od osoby [3, 4].

¹ Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Katedra Informatyki

Celem pracy jest przedstawienie wybranych metod segmentacji pisma podczas procesu rozpoznawania. Kolejne części poruszają tematykę aktualnie wykorzystywanych rozwiązań do segmentacji tekstu wraz z przykładami zastosowań oraz podsumowanie.

2. SEGMENTACJA PISMA

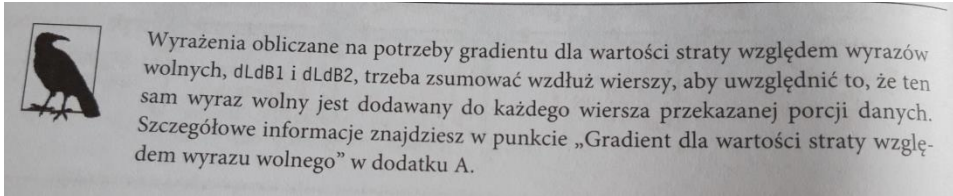
Proces rozpoznawania pisma składa się z kilku etapów. Liczba etapów jest determinowana w zależności od rodzaju pisma (druk maszynowy, pismo ręczne) oraz od jakości pliku graficznego otrzymanego w wyniku skanowania lub fotografii. Dodatkowo jeżeli plik zawiera duże zaszumienie lub elementy które nie powinny być brane pod uwagę (zdjęcia, grafiki, kratki) niezbędne są dodatkowe etapy przygotowawcze (ang. pre-processing). Najczęściej występujące etapy zostały przedstawione na rysunku 1.



Rys. 1. Etapy rozpoznawania pisma

Każdy z etapów przedstawionych na rysunku 1 ma duże znaczenie dla kolejnych. Przykładowo dobrze przeprowadzony proces skanowania, którego efektem jest dobrej jakości obraz pozwala na wyeliminowanie jednego z podprocesów przetwarzania wstępnego. Na rysunku 2 przedstawiono przykładowy skan. Wyraźnie widoczne jest odchylenie głównej linii tekstu wynikające np. z grubości książki i ograniczeń gabarytowych skanera. Tekst przedstawiony na rysunku 2 nie jest powiązany. Poprawnie przeprowadzona

procedura skanowania pozwala na ominięcie etapu wyrównania co skutkuje przyspieszeniem całego procesu rozpoznawania tekstu.



Rys. 2. Przykład skanu z odchylonym tekstem [5]

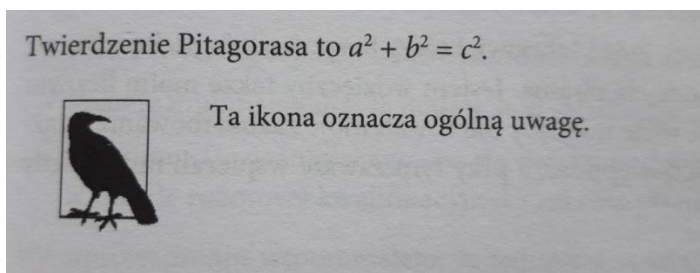
Proces wyrównania całego tekstu składa się z etapu znalezienia linii bazowej, która w równym tekście jest definiowana jako największe horyzontalne zagęszczenie pikseli [1, 6]. Metoda wykorzystuje podwójną regresję liniową. Lokalizowane są lokalne punkty w których kontur zmienia kierunek z dołu do góry. Obliczana jest nowa przybliżona linia bazowa z wykorzystaniem np. metody najmniejszych kwadratów. Następuje korekcja względem punktów pierwszego przybliżenia, po czym tworzona jest druga linia bazowa na podstawie bliskiej odległości punktów z pierwszego przybliżenia. Takie podejście jest skuteczne tylko w przypadku, gdy słowa nie są znacznie odchylone od linii bazowej.

Bardzo istotnym podprocesem przetwarzania wstępnego jest binaryzacja obrazu. Przekształcenie obrazu kolorowego w obraz binarny znacząco redukuje ilość informacji, a tym samym przyspiesza dalsze przetwarzanie obrazu. Wszystkie informacje niezbędne do prawidłowego rozpoznania w dalszym ciągu są zachowane. Podstawowy wzór opisujący proces binaryzacji przy wykorzystaniu progowania (ang. Thresholding) przedstawiono poniżej.

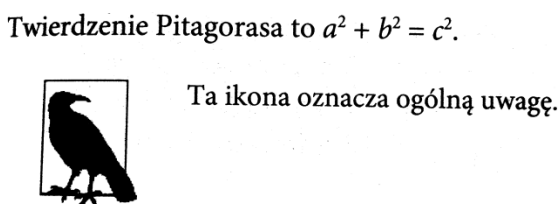
$$b(i, j) = \begin{cases} 0, & \text{dla } a(i, j) < T \\ 1, & \text{dla } a(i, j) \geq T \end{cases} \quad (1)$$

gdzie a jest obrazem oryginalnym, b jest obrazem przetworzonym, T jest wartością progową.

Odpowiednie dobranie wartości T pozwala na poprawne oddzielenie informacji istotnych dla rozpoznania tekstu od pozostałych. Jest to kluczowe w przypadku, gdy tłem dla tekstu jest obraz lub rysunek. Bez poprawnego usunięcia tła nie jest możliwe prawidłowe przeprowadzenie etapów segmentacji. Przykład obrazu przed i po procesie binaryzacji przedstawiono na rysunkach 3 oraz 4.



Rys. 3. Obraz przed procesem binaryzacji [5]

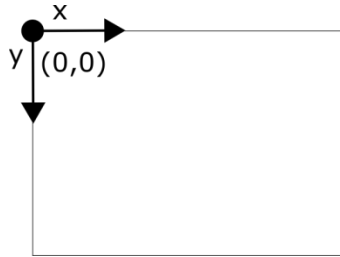


Rys. 4. Obraz po procesie binaryzacji

Zupełnie inne podejście należy zastosować do wyeliminowania z przetwarzanego obrazu rysunków lub zdjęć niezwiązanych bezpośrednio z tekstem (niebędących tłem). W pracy [7] zaproponowano metodę wykorzystującą algorytm detekcji krawędzi Canny'ego do wykrycia wszystkich możliwych pikseli brzegowych tekstu. Następnie przeprowadzana jest analiza komponentów połączonych w celu zidentyfikowania potencjalnych obszarów, na których występuje tekst. Obszary nietekstowe są usuwane za pomocą odpowiednich funkcji tekstur. Ta metoda nie jest jednak przewidziana do usuwania tła tekstu będącego np. rysunkiem. W pracy [8] przedstawiono metodę do usuwania tła ale z pominięciem procesu binaryzacji. Metoda opiera się na różnicy wartości kolorów RGB (ang. Red, Green, Blue) w pikselach tła obrazu. Kontrast obrazu jest wzmacniany przy wykorzystaniu zniekształcenia jasności i chromatyczności. Algorytm zakłada przetwarzanie obrazów z kolorowym tłem. Obrazy czarno-białe nie są podatne na zastosowanie tego rozwiązania.

Poprawne przeprowadzenie przetwarzania wstępnego umożliwia przejście do kolejnego etapu – wykrywania linii tekstu. Popularną w literaturze metodą wykorzystywaną do rozdzielania dokumentu na pojedyncze wiersze jest użycie histogramu pionowego obrazu binarnego. Obraz binarny posiada tylko dwie wartości: biały (oznaczany jako 1 lub True) oraz czarny (oznaczany jako 0 lub

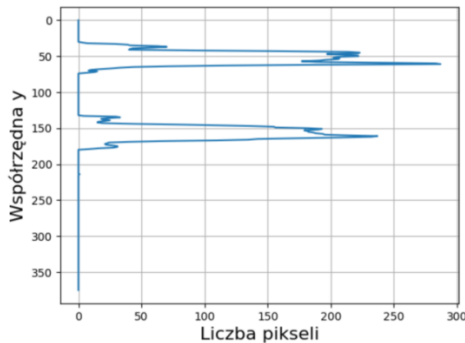
False). Histogram w kierunku pionowym obrazu binarnego przedstawia sumaryczną wartość pikseli w każdym punkcie osi OY. Warto zaznaczyć, że punkt o współrzędnych (0,0) znajduje się w każdym obrazie w lewym górnym rogu zgodnie z rysunkiem 5. Znajomość takiego przedstawienia układu współrzędnych jest niezbędne do prawidłowego zrozumienia histogramu oraz poprawnego wykrycia kolejnych linii.



Rys. 5. Układ współrzędnych obrazu

Twierdzenie Pitagorasa to $a^2 + b^2 = c^2$.

Ta ikona oznacza ogólną uwagę.



Rys. 6. Przykładowy tekst wraz z otrzymanym rzutem pikseli na oś OY

Przykładowy tekst wraz z otrzymanym histogramem przedstawiono na rysunku 6. Tekst został wcześniej poddany obróbce wstępnej.

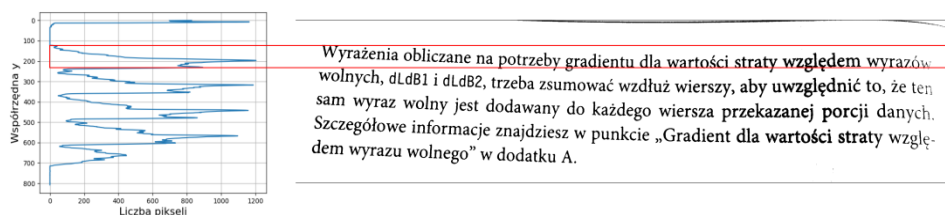
Po zastosowaniu odpowiedniego algorytmu oraz poprawnej interpretacji histogramu z tekstu który jest zlokalizowany w dwóch liniijkach na obszarze kartki formatu A4 możliwe jest otrzymanie odpowiednio wyciętych fragmentów zawierających odpowiednio pojedynczą liniijkę tekstu. Pozostały obszar jest pomijany. Każdy z wyekstrahowanych wierszy jest odrębnym plikiem graficzny,

poddawanych dalszej obróbce. Przykładowa linia otrzymana w powyższej procedurze została przedstawiona na rysunku 7.

Twierdzenie Pitagorasa to $a^2 + b^2 = c^2$.

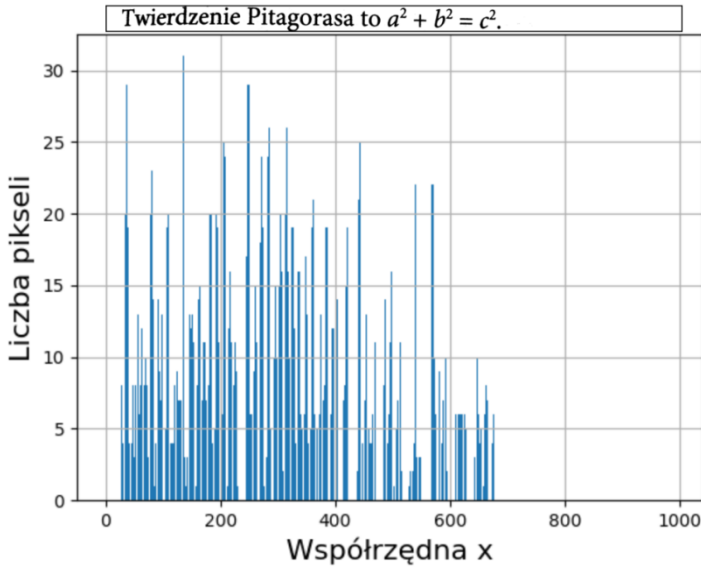
Rys. 7. Wyekstrahowana linia

Dużym wyzwaniem w tym kroku jest procedowanie obrazu o tekście ukośnym (np. w wyniku pisania ręcznego). Duże odchylenie od linii bazowej uniemożliwia poprawne wyrównanie tekstu. Histogram takiego obrazu nie będzie podstawą do wyodrębnienia linii, ponieważ skośny tekst zrzucony na oś OY nie pozwala jednoznacznie wykreślić linii. Na rysunku 8 przedstawiono histogram w kierunku pionowym oraz odpowiadający mu tekst w pochylonych liniach. Czerwonym prostokątem zaznaczono obszar odpowiadający pojedynczej linii. Segmentacja tak nieprzygotowanego tekstu grozi utratą fragmentów liter w pliku wynikowym.



Rys. 8. Próba wyodrębnienia linii z tekstu przekrzywionego

Poprawne przeprowadzenie wyodrębniania linii prowadzi do kolejnego etapu jakim jest segmentacja linii na wyrazy. Przy tego rodzaju segmentacji wykorzystywany jest histogram w kierunku poziomym z obrazów uzyskanych w poprzednim etapie (każda linia jest oddzielnym obrazem). Wyszukiwanie i wydzielanie wyrazów odbywa się analogicznie jak poprzednim kroku. Przerwy między słowami są podstawą do określenia jaki fragment macierzy należy wyciąć z przetwarzanego obrazu graficznego. Przykład obrazu oraz histogramu przedstawiono na rysunku 9 (patrz na rys. na s. 71).



Rys. 9. Tekst jednolinijkowy z rzutem na oś OX. (źródło: opracowanie własne)

Wycinanie fragmentów macierzy następuje automatycznie po wykryciu odpowiedniej małej liczby pikseli na danym obszarze wzdłuż osi OX. Pojedyncze wyrazy otrzymane w wyniku segmentacji linii przedstawiono na rysunku 10 oraz 11.

Twierdzenie

Rys. 10. Automatycznie wyekstrahowany wyraz

Pitagorasa

Rys. 11. Automatycznie wyekstrahowany wyraz

Ostatnim podprocesem na etapie segmentacji jest segmentacja wyrazów. Analogicznie do poprzedniego podprocesu jest do tego wykorzystywany histogram w kierunku osi OX. Każdy wyekstrahowany wyraz jest pojedynczym plikiem więc niezbędna jest korekta poziomów pikseli uznawanych za znak (literę, cyfrę lub inny znak), zwłaszcza w sytuacjach, gdy litery mogą zachodzić na siebie. Taka sytuacja występuje np. w wyrazach pochylonych (obróconych

w wyniku skanowania lub napisanych pod kątem). Pojedyncze znaki wydzielone z wyrazu zostały przedstawione na rysunku 12.

T w i e r d z e n i e

Rys. 12. Pojedyncze znaki otrzymane w wyniku dzielenia wyrazów

Segmentacja pisma ręcznego z separacją znaków odbywa się w analogiczny sposób. Po odpowiednim wydzieleniu znaków następuje etap klasyfikacji. Skutkiem tego etapu jest przypisanie do każdego z obrazów klasy wyjściowej (odpowiedniej litery, cyfry lub innego znaku) alfabetu. Przypisanie to odbywa się na różne sposoby, jednak najpopularniejsze wydaje się być wykorzystanie konwolucyjnych sieci neuronowych [9]. W zależności od wybranego klasyfikatora znak może być rozpoznany z większym lub mniejszym prawdopodobieństwem [4, 6, 10].

3. PODSUMOWANIE

W pracy zostały przedstawione podstawowe metody wykorzystywane podczas segmentacji pisma – ekstrakcja linii, wyrazów i znaków. Segmentacja pisma drukowanego maszynowo i pisanego ręcznie z separacją znaków są bardzo zbliżone. Wciąż nierozwiązanym problemem jest separacja pisma odręcznego pisanego łącznie. Metoda wykorzystywana przy segmentacji drukowanego pisma jest niewystarczająca. Dodanie kolejnych etapów przetwarzania może być pomocne, jednak rozpoznanie pisma odręcznego może wymagać podejścia innego niż stosowane do tej pory przy segmentacji wyrazów.

LITERATURA

- [1] Farooq F., Govindaraju V., Perrone M., *Pre-processing methods for handwritten Arabic documents*, Eighth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR'05), 2005
- [2] Pesch H., Hamdani M., Forster J., Ney H., *Analysis of Preprocessing Techniques for Latin*, International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, 2012
- [3] Saïdani A. , Echi A. K., Belaïd A., *Identification of Machine-Printed and Handwritten Words in Arabic and Latin Scripts*, 12th International Conference on Document Analysis and Recognition, 2013

- [4] Khaoula E., Garcia C., Mamalet F., Sébillot P., *Combining Multi-Scale Character Recognition and Linguistic Knowledge for Natural Scene Text OCR*, 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems, 2012
- [5] Weidman S., *Uczenie głębokie od zera. Podstawy implementacji w Pythonie*, Wydawnictwo Helion, 2020
- [6] Awal A. M., Belaïd A., D'Andecy V.P., *Handwritten/Printed Text Separation Using Pseudo-Lines for Contextual Re-labeling*, 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, 2014
- [7] Nagabhushan P., Nirmala S., *Text Extraction in Complex Color Document Images for Enhanced Readability*, Intelligent Information Management, 2010
- [8] Shen M., Lei H., *Improving OCR performance with background image elimination*, 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2015
- [9] Chtourou I., Rouhou A. C., Jaiem F. K., Kanoun S. , *ALTID: Arabic/Latin Text Images Database for recognition research*, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), 2015
- [10] Chumuang N., Ketcham M., *Model for Handwritten Recognition Based on Artificial Intelligence*, International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (iSAI-NLP), 2018

MODELOWANIE I SYMULACJA PROCESÓW PAKOWANIA I PALETYZACJI PRZY WYKORZYSTANIU ŚRODOWISKA KUKA.SIM PRO

1. WSTĘP

Robotyzacja procesów przemysłowych jest coraz bardziej powszechnym i szybko postępującym zjawiskiem. Prężny rozwój technologii daje ogromne możliwości w zakresie automatyzacji czynności dotychczasowo często wykonywanych przez człowieka. Zakłady przemysłowe dążąc do zwiększenia wydajności produkcji, zastępują pracę ludzkich rąk za pomocą zrobotyzowanych stanowisk, gdzie zasadniczo ingerencja człowieka jest ograniczona do minimum lub całkowicie zbędna. Celem dalszych badań w zakresie robotyki jest stwarzanie coraz to doskonalszych udogodnień. Wiążą się one z taką modyfikacją automatów, by maksymalnie upodobnić ich percepcję oraz sposób przetwarzania informacji do tych właściwych człowiekowi. Przy tym zachowują one często wielokrotnie większą wydajność oraz zapewniają jak największe bezpieczeństwo procesów przemysłowych. Rozważając dalszy rozwój tej dyscypliny można także mówić o coraz efektywniejszym wykorzystaniu sztucznej inteligencji. Jako że robotyka jest nauką dość nową i nadal prężnie się rozwija, a także daje szerokie perspektywy w zdobywaniu nowych kwalifikacji i doświadczeń zawodowych w pracy inżyniera, staje się niezwykle kuszącym kierunkiem rozwoju. W niniejszym referacie przedstawiony zostanie proces projektowania oraz modelowania zrobotyzowanych procesów pakowania i paletyzacji.

1 Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Studenckie Koło Naukowe Elektryków „Napęd i Automatyka”

2 Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Studenckie Koło Naukowe Elektryków „Napęd i Automatyka”

2. PROJEKTOWANIE ZROBOTYZOWANYCH STANOWISK

Projektowanie stanowisk w dzisiejszych czasach jest maksymalnie ułatwiane dzięki znacznemu rozwojowi informatyki – producenci robotów przemysłowych udostępniają programy symulacyjne umożliwiające zbudowanie projektu w dowolnej konfiguracji zrobotyzowanych linii do wszelkich zastosowań. Te specjalistyczne środowiska programistyczne umożliwiają analizę działania zaprojektowanych linii w trybie offline i programowania ich bez potrzeby pracy z rzeczywistym robotem. Przykładem może być chociażby oprogramowanie oferowane przez firmę KUKA o nazwie KUKA.sim. Sam proces projektowania sprowadza się do zebrania informacji o wymaganiach odbiorcy i określenia rozwiązań problemów takich jak:

- Zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom wykonującym zadania wokół stanowiska,
- Sposób pobierania zarówno towarów jak i kontenerów (palet),
- Sposób sortowania, pakowania czy samej paletyzacji,
- Zapewnienie żądanego stopnia wydajności,
- Dostosowanie rozwiązań do żądanego stopnia robotyzacji stanowiska,
- Określenie wzorów, według których roboty mają układać towary.

Po uwzględnieniu wszystkich wymogów dotyczących tworzonej linii, należy dokonać określenia sposobu realizacji poszczególnych zadań i rozdzielenie je między wcześniej dobrane według umownych zasad zautomatyzowane jednostki [10].

3. PROJEKT STANOWISKA – ZAŁOŻENIA

Zrobotyzowane stanowisko ma za zadanie przygotowywać do transportu szklane butelki z płynną zawartością – jest to powszechna aplikacja w zakładach, które specjalizują się w wytwarzaniu różnego rodzaju napojów. Pierwszymi krokami na drodze realizacji tego projektu jest opracowanie wstępnego planu stanowiska oraz sporządzenie algorytmów sterujących całym procesem.

Cela stanowiska swoimi największymi zewnętrznymi wymiarami musi zawierać się w prostokątnej powierzchni o wymiarach nie większych, niż 6140 mm x 10550 mm. W samej celi ma znajdować się zarówno część pakująca, jak i paletyzująca.

Ponadto konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom zakładu znajdującym się na hali produkcyjnej, dlatego też całe stanowisko powinno zostać wygrodzone za pomocą przemysłowych ogrodzeń ochronnych o wysokości nie

mniejszej, niż określonej dla odległości od strefy niebezpiecznej równej 300 mm przy jej wysokości 2200 mm przez normę PN-EN ISO 13857: 2010.

Wszystkie drzwi celi zostaną zabezpieczone elektro-ryglami, które uniemożliwią dostęp do jej wnętrza w czasie, gdy maszyna będzie zazbrojona i gotowa do pracy lub w trakcie jej pracy. Ze względu na przewidywany sposób odbioru załadowanych palet, obszar stanowiska nie może być wygradzony całkowicie.

Ze względu na charakterystykę poprzedniej części linii produkcyjnej, obsługiwane produkty (tj. pełne butelki) będą dostarczane do części pakującej stanowiska za pomocą przenośnika taśmowego, którego szerokość będzie korespondowała z wymiarami obsługiwanych butelek. Będą one przesyłane w pojedynczych rzędach, a każdy z nich będzie zawierał 24 butelki. Plastikowe kontenery na butelki będą dostarczane przenośnikiem rolkowym spoza stanowiska, natomiast palety transportowe oraz kartonowe przekładki będą pobierane z magazynów, znajdujących się we wnętrzu celi maszyny. Palety oraz przekładki kartonowe muszą być uzupełniane ręcznie. Załadowane palety będą transportowane na skraj przenośnika rolkowego znajdującego się za stacją paletyzującą i zatrzymywane w tej pozycji, by później zostać odebrane przez pracownika.

Aby spełnić wymagania dotyczące elastyczności stanowisko, należy przystosować je do współpracy z butelkami o pojemności zarówno 0,33 l jak również 0,5 l. Wiąże się to przede wszystkim z odpowiednim doбором parametrów robotów. Stacja pakująca obsługiwana ma być przez dwa roboty. Wynikiem wykonania przez nie osobnych rutyn ma być chwycenie przez każdego z nich dwunastu butelek, znajdujących na przenośniku taśmowym w jednym rzędzie. Kolejne ich partie mają być umieszczane w kontenerach mieszczących 24 (6 x 4 – 0,33 l) lub 20 butelek (4 x 5 – 0,5 l). Zapakowane kontenery mają być przetransportowane przenośnikiem rolkowym do stacji paletyzującej, gdzie zostaną przeniesione na palety transportowe. Każda paleta mieści w jednej warstwie 8 kontenerów z butelkami, ustawionych w szyku. Wspomniany wyżej robot ma za zadanie ułożyć 4 takie warstwy, a każdą z nich przedzielić kartonową przekładką, by zwiększyć stabilność stosu.

Nawet w pełni zautomatyzowany proces przemysłowy, zawierający roboty i inne maszyny, musi być okresowo sprawdzany pod kątem sprawności lub poddawany pracom konserwacyjnym czy modernizacyjnym. Z tego powodu konieczne jest zainstalowanie w ogrodzeniu celi drzwi dla personelu wykonującego te zadania.

4. DOBÓR ROBOTÓW DO STANOWISKA ROBOTY PAKUJĄCE

Oba roboty pakujące będą wykonywać te same zadania na stanowisku, dlatego też wystarczające jest dobranie jednego modelu spełniającego wymagania. Kluczowym parametrem, na który należy zwrócić uwagę będzie udźwig. Zakładając pracę z butelkami o pojemności 0,33 l, masa jednorazowo pobieranych towarów wynosić będzie 6,6 kg (12 szt), natomiast w przypadku butelek 0,5 l – 9 kg (10 szt). Przy określaniu udźwigu robota kierowano się większą wartością obciążenia. Należy także uwzględnić masę chwytaka, w który wyposażony będzie jednostka (6 kg). Mając na uwadze zachowanie co najmniej 20% zapasu udźwigu robota, obliczono minimalną dopuszczalną wartość jego rzeczywistego udźwigu.

$$m_{p20\%} = \frac{m_l + m_g}{80\%} = \frac{9 + 6}{80\%} = 18,75 \text{ [kg]}, \quad (1)$$

gdzie: $m_{p20\%}$ – pożądaný udźwig robota uwzględniający 20% zapas masy; m_l – szacowana maksymalna masa ładunku; m_g – masa chwytaka

Oprócz udźwigu trzeba uwzględnić także inne parametry – zasięg robota, który zapewni mu wystarczającą przestrzeń roboczą i duża powtarzalność. Robotem spełniającym wymagania jest model KR 20 R1810-2 o udźwigu maksymalnym 23,9 kg (rzeczywistym 20 kg), maksymalnym zasięgu 1813 mm, powtarzalności $\pm 0,04$ mm oraz 6 osiach.

5. ROBOT PALETYZUJĄCY

Wybierając model robota służącego do paletyzacji należy kierować się podobnymi kryteriami jak w przypadku robotów pakujących, pierwszym parametrem do określenia jest jego udźwig. Waga jednego kontenera wypełnionego 20 butelkami o pojemności 0,5 l wyniosła 23 kg (18 kg + 5 kg). Jednakże zadaniem tego robota będzie też przenoszenie palet transportowych o masie 25 kg, dlatego przy doborze jednostki ze względu na udźwig, kierowano się właśnie tą wartością, dodając do niej masę chwytaka równą 10 kg.

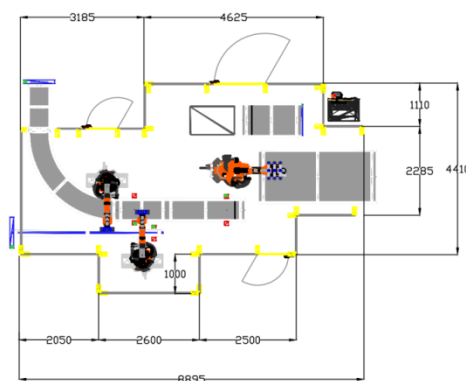
$$m_{p20\%} = \frac{m_l + m_g}{80\%} = \frac{25 + 10}{80\%} = 43,75 \text{ [kg]},$$

Wymagany zasięg w przypadku robota paletyzującego musi być odpowiednio większy, ponieważ manipuluje on większymi obiektami i przenosi je na większe odległości. Jednostka o nazwie KR 50 R2500 o udźwigu

maksymalnym 61 kg (rzeczywisty 50 kg), maksymalnym zasięgu 2501 mm, powtarzalności $\pm 0,05$ mm i 6 osiach spełnia wymagania.

Warto podkreślić, że wszystkie z wybranych robotów mogą być sterowane przy pomocy szaf sterowniczych KUKA KR C4 – dokładnie ten model szaf zostanie użyty na stanowisku.

6. PLAN STANOWISKA



Rys. 1. Zwymiarowany zarys stanowiska

Opracowując plan stanowiska należy zwrócić uwagę na wiele czynników. W pierwszej kolejności warto zlokalizować punkty, przez które muszą przebiegać przenośniki dostarczające obsługiwane towary lub kontenery oraz punkty odbioru załadowanych palet. Do transportu butelek zastosowano odpowiednich rozmiarów przenośnik taśmowy. Dostarczanie kontenerów na butelki zrealizowano za pomocą dwóch odcinków przenośnika rolkowego. Odcinki te połączone zostały przenośnikiem rolkowym tworzącym łuk o kącie środkowym 90 stopni. Ostatni przenośnik, typu rolkowego, odpowiada za transportowanie załadowanych palet na skraj celi.

W kolejnym kroku zostały usytuowane manipulatory robotów. Zwrócono szczególną uwagę na to, by położenie ich podstaw umożliwiło wykonywanie poszczególnych czynności relatywnie krótkimi ruchami i nie wydłużało czasu przenoszenia detali. Przy tym zadbano o to, by roboty mogły wykonywać ruchy w przestrzeni nie powodując kolizji z elementami instalacji transportowej.

Następnie umiejscowiono czujniki obecności, które mają służyć do rejestrowania obecności butelek, pustych oraz załadowanych kontenerów i informowania sterownika o gotowości do obsługi przez roboty obecne na

stanowisku. Lokalizacje magazynów palet transportowych oraz kartonowych przekładek dobrano w taki sposób, by robot paletyzujący mógł je pobierać bez powodowania kolizji i wykonywania ruchów wprowadzających opóźnienia do procesu.

W końcowej fazie wykonywania planu stanowiska należy zadbać o odpowiednie wygrodzenie stref niebezpiecznych za pomocą przemysłowych ogrodzeń ochronnych. Stanowisko otoczono barierami w taki sposób, by przy odpowiednim stopniu bezpieczeństwa zapewnić znajdującym się w środku maszynom wystarczającą przestrzeń roboczą, by nie dochodziło do kolizji. Ze względu na konieczność manualnego uzupełniania palet i przekładek oraz dla ułatwienia czynności konserwacyjnych wstawiono dodatkowe drzwi.

7. OPIS DZIAŁANIA

Przenośnik taśmowy transportuje butelki w miejsce, z którego mają zostać pobrane. Butelki są ułożone w rzędzie, w odpowiednich odległościach związanych bezpośrednio z budową chwytaka, tak aby możliwe było pobranie 6 butelek na raz. Po przesłaniu sygnału z czujnika wykrywającego obecność butelki na skraju taśmy, jest ona zatrzymywana, a następnie rozpoczyna się proces pakowania. Podczas pakowania roboty dwukrotnie wykonują dojazd do butelek oraz poprzez zamknięcie gripperów chwytają je. W międzyczasie przenośnik rolkowy dostarcza kontener do stanowiska pakowania – kiedy osiągnie żadaną pozycję, przenośnik ten się zatrzymuje. Sygnał z czujnika obecności jest przekazywany do robotów pakujących, które rozpoczynają odkładanie butelek do gotowego pojemnika. Po wypełnieniu kraty jest ona transportowana przy pomocy przenośnika rolkowego do stanowiska paletyzacyjnego. Po wykryciu obecności kraty na podajniku rozpoczyna się proces paletyzacji. Robot pobiera kontener, a następnie przenosi go do wybranej pozycji narzuconej przez algorytm. Po ułożeniu całej warstwy paletyzator przemieszcza się do magazynu przekładek, pobiera jedną po czym przenosi ją na ułożone wcześniej pojemniki. Powtarza czynności dopóki nie zostaną ułożone 4 warstwy, wówczas wysyła sygnał do przenośnika transportującego zapelnione palety, a następnie przechodzi do algorytmu pobierania palet. Składa się on z pobrania pustej palety z magazynu, przeniesienia do odpowiedniej pozycji oraz odłożenia palety. Po wykonaniu tych czynności proces paletyzacji może zostać wznowiony ponownie.

Algorytm pakujący

Krok 1: Sprawdzenie obecności butelek – jeśli butelka znajduje się przy czujniku obecności butelek wykonywany jest krok 2, w przeciwnym wypadku oczekuje na butelkę.

Krok 2: Pobieranie butelek – przemieszczenie robotów do pozycji pobierania butelek, a następnie zamknięcie gripperów i przejście do pozycji HOME.

Krok 3: Sprawdzenie obecności kontenera – jeśli kontener został wykryty przez czujnik wówczas wykonywany jest krok 4, w przeciwnym wypadku oczekuje na ten element.

Krok 4: Odkładanie butelek – w celu uniknięcia kolizji konieczne jest wstrzymanie jednego robota, gdy drugi wykonuje tę czynność. Dla obu robotów: przemieszczenie do pozycji, otwarcie chwytaków, powrót do HOME.

Krok 5: Przesłanie sygnałów do taśm transportowych – pełny kontener jest gotowy do paletyzacji, dlatego też sygnał z robota jest przekazywany do linii transportowej w celu ponownego jej uruchomienia.

Algorytm paletyzujący

Krok 1: Algorytm z paletą – dostarczenie palety.

Krok 2: Sprawdzenie obecności kraty na podajniku – jeśli krata znajduje się na podajniku, wykonywany jest krok 3, w przeciwnym wypadku wstrzymanie wykonywania algorytmu.

Krok 3: Pobór kontenera – robot przemieszcza się do pozycji umożliwiającej pobranie kontenera, po czym zamykane są chwytaki oraz następuje przemieszczenie do pozycji HOME.

Krok 4: Odłożenie na paletę – przemieszczenie do pozycji zależnej od numeru pobranego kontenera, otwarcie chwytaków, powrót do pozycji HOME.

Krok 5: Zwiększenie wartości licznika (x) nr kontenera w warstwie o 1.

Krok 6: Sprawdzenie czy ułożona warstwa jest kompletna – w przypadku, gdy licznik ilości krat na warstwę ma wartość mniejszą lub równą 7 wówczas wykonuje się krok 2, w przeciwnym wypadku przechodzi się do kroku 7.

Krok 7: Sprawdzenie stanu licznika warstw – w przypadku gdy licznik warstw ma wartość mniejsza niż 4 wykonywany jest krok 8, w przeciwnym wypadku następuje przejście do kroku 1.

Krok 8: Algorytm z przekładkami – po 1, 2 lub 3 warstwie robot przenosi przekładkę i układa ją na stosie.

Algorytm z przekładkami

Krok 1: Pobranie przekładki – przemieszczenie do pozycji pobierania przekładek oraz zamknięcie chwytaków.

Krok 2: Tor ruchu robota – należy zwrócić szczególną uwagę przy wyznaczaniu toru ruchu – mnogość urządzeń otaczających robota powoduje wysokie ryzyko występowania kolizji.

Krok 3: Odłożenie przekładki – przemieszczenie się do pozycji umożliwiającej odłożenie przekładki, a następnie otwarcie chwytaków.

Krok 4: Wyzerowanie licznika numeru w warstwie oraz zwiększenie licznika warstw o 1.

Krok 5: Powrót do algorytmu paletyzacji.

Algorytm z paletami

Krok 1: Pobranie palety – robot przemieszcza się do pozycji umożliwiającej pobranie palety, a następnie zamyka chwytaki.

Krok 2: Tor ruchu – zaprogramowanie dokładnego toru ruchu jest konieczne, ze względu na duże ryzyko kolizji.

Krok 3: Odłożenie palety – robot przemieszcza się do pozycji odkładania palety, a następnie otwiera chwytaki.

Krok 4: Wyzerowanie licznika warstw.

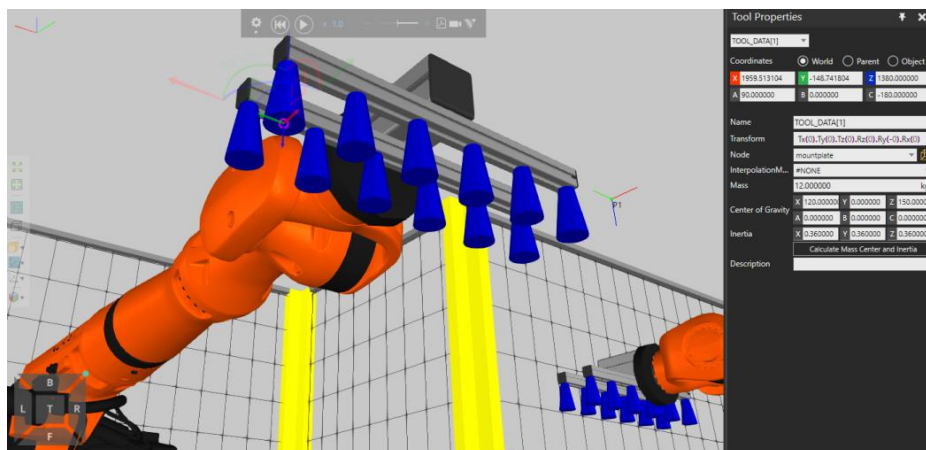
Krok 5: Powrót do algorytmu paletyzacji.

8. REALIZACJA ALGORYTMÓW W KUKA.SIM PRO - PAKOWANIE

Pierwszą czynnością jest określenie położenia domyślnego manipulatora każdego z robotów. Mając na uwadze dogodne lokalizacje ich baz i brak potrzeby wykonywania obszernych ruchów, można wstępnie przyjąć za pozycję domyślną obu jednostek mechaniczne położenie zerowe ramienia, tj. takie, w którym wartości obrotu osi A1, A4, A5 i A6 są równe 0° , natomiast A2 i A3 odpowiednio -90° oraz 90° .

Aby w pełni zdefiniować narzędzia robotów pakujących, trzeba mieć na uwadze sposób ich działania. W skład chwytaka wchodzi 12 kielichów, z których każdy osobno ma za zadanie pobrać po jednej butelce z przenośnika taśmowego. Wynika z tego, że należy zdefiniować 12 punktów, będących środkami okręgów, które tworzą dolne podstawy każdego z kielichów. W tym celu za pomocą funkcji SNAP określono te punkty dla pozycji od

TOOL_DATA[1] do TOOL_DATA[12]. Czynności te wykonano dla obu robotów, łącznie zdefiniowano 24 punkty.



Rys. 2. Definiowanie narzędzia TOOL1 robota pakującego

Zdecydowano, że ruchy obu robotów będą wykonywane według tej samej bazy – domyślnego układu współrzędnych „WORLD”. Zatem w praktyce nie było potrzebne definiowanie bazy, a przy pozycji BASE w oknie JOG robotów pozostawiona została opcja „null”.

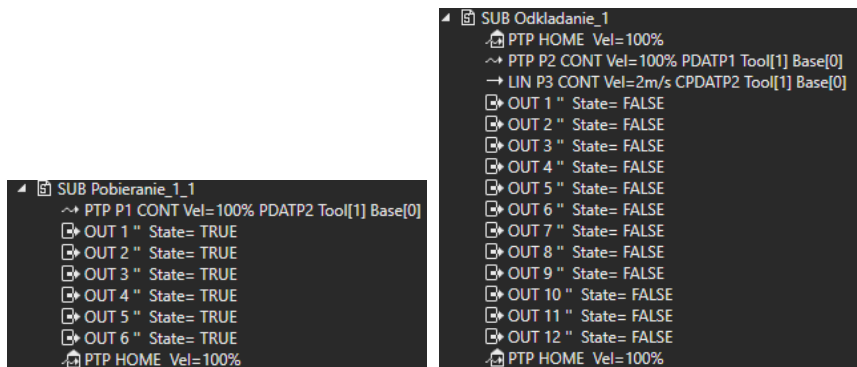
Przy pakowaniu należy zadbać o sprawne dostarczanie komponentów do robotów. Kluczowymi elementami stanowiska są czujniki (przy butelkach i przy stacji pakującej), a także pasy transportujące i bloki tworzące komponenty. Przed rozpoczęciem programowania ruchów robotów należy zdefiniować wszystkie sygnały zarówno te przekazywane z czujników, jak i przekazywane do pasów transportujących czy bloków. Tak przygotowane sygnały mogą być wywoływane we właściwym programie robota, który steruje kolejnymi etapami procesu. Każdy robot umieszczony w projekcie posiada oddzielne pole do programowania, co oznacza że każdy z nich może wykonywać swoje algorytmy niezależnie od siebie.

Program robota składa się z:

- programu głównego, będącego sercem działania całego systemu,
- podprogramów, które wywołuje się w programie głównym.

Podprogramy pobierania i odkładania składają się z komend: PTP (point to point), ustawiania wyjść (OUT 1-12) oraz powrotu do punktu HOME (również PTP). Ruch point to point zapewnia najszybsze możliwe przemieszczenie się robota między dwoma punktami. Ustawienie wyjścia jako TRUE oznacza

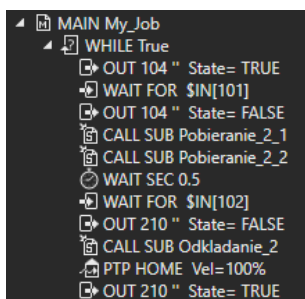
zamknięcie konkretnego chwytaka – OUT 1 odpowiada TOOL 1 itd. Podprogramy te są analogiczne dla wszystkich rzędów chwytaków (dla obu robotów) – różnią się dokładnymi położeniami w których następuje pobieranie.



Rys. 3. Implementacja pobierania butelek (po lewej), odkładania butelek (po prawej)

Podprogram wykonujący odkładanie jest bardzo podobny do pobierającego, z tym że występuje dodatkowy ruch liniowy (zmniejszenie ryzyka kolizji) oraz zmieniane są wartości 12 wyjść (OUT 1-12) – FALSE (co otwiera chwytaki).

Program główny składa się z wywoływanych wejść/wyjść (IN/OUT), opisanych wcześniej podprogramów oraz ewentualnych zwłok czasowych.



Rys. 4. Program główny jednego z robotów pakujących

Całość zawarta jest w pętli, która wykonywana jest dopóki parametr sterujący ma wartość logiczną 1 (TRUE). Rozpoczyna się od oczekiwania na sygnał pochodzący od czujnika obecności butelek (IN 101). Po otrzymaniu na wejściu prawdy linia zatrzymuje się (OUT 104), oba roboty przystępują do wykonywania podprogramu pobierania. Po powrocie do pozycji HOME robot, który jako pierwszy wykonuje pakowanie, wysyła sygnał wstrzymujący działania drugiego robota. Następnie oczekuje on na stan TRUE przesłany od

czujnika kontenerów, po otrzymaniu go zatrzymuje przenośnik rolkowy oraz zaczyna się podprogram odkładania. Po skończonym procesie przesyła sygnał do drugiego robota, aby wznowić jego działania (IN 102). Wykonuje on odkładanie, a następnie przesyła sygnał do silnika przenośnika rolkowego w celu przetransportowania pełnego kontenera do stanowiska paletyzacji (OUT 210).

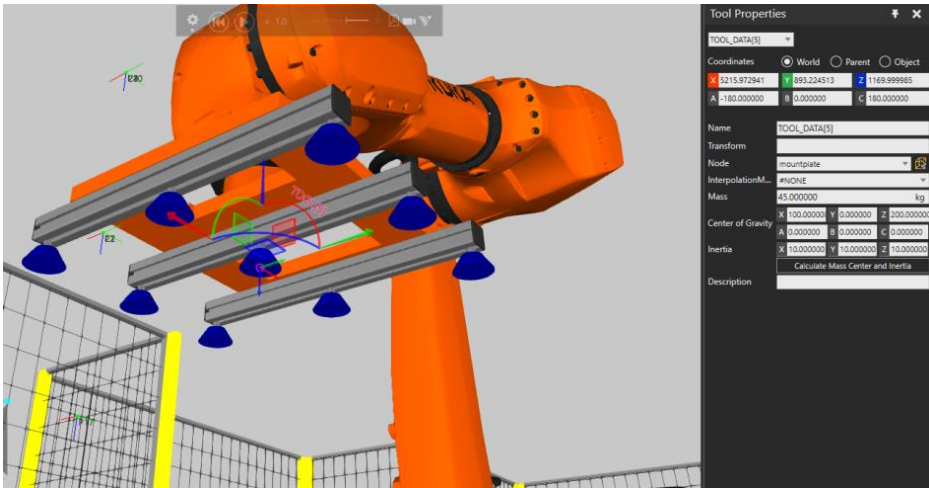
9. REALIZACJA ALGORYTMÓW W KUKA.SIM PRO, PALETYZACJA

Podobnie jak w przypadku robotów pakujących, robot wykonujący paletyzację też musi zostać odpowiednio przygotowany poprzez ustawienie jego pozycji domyślnej, zdefiniowanie narzędzia oraz bazy, do której odnoszony będzie układ współrzędnych, w którym robot będzie wykonywał ruchy.

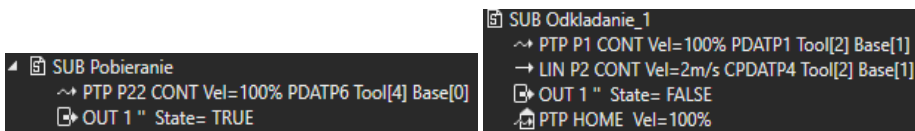
Określenie domyślnych ustawień osi robota w pozycji „home” przebiegło analogicznie jak w przypadku robotów części stacji pakującej.

Dla uproszczenia, zamiast modelować odpowiedni chwytak o bardziej skomplikowanej geometrii, dobrano chwytak podciśnieniowy. Mimo tego że w teorii do zrealizowania programu wystarczyłoby jedno narzędzie, to jako oddzielne narzędzia zdefiniowano 4 narożne przyssawki oraz dodatkowo środkową, by uzyskać jak najlepszy chwyt, nie generujący problemów w programie. Określanie punktów narzędzi odbywało się tak samo, jak w przypadku robotów pakujących.

W przypadku robota paletyzującego wygodniejsze było przyjęcie jako punktu początkowego dla układu współrzędnych punktu znajdującego się w środku podstawy robota na wysokości $Z = 0$. Program wykonujący paletyzację na pierwszy rzut oka wydaje się być znacznie bardziej skomplikowany, jednak jest to proces bardzo powtarzalny i dlatego większość podprogramów jest niemalże taka sama (zmiany 1–2 parametrów). Należy także zauważyć, że przy paletyzacji nie ma potrzeby korzystania z dużej ilości czujników, ponieważ sterowanie stanowiskiem jest realizowane przez roboty pakujące.



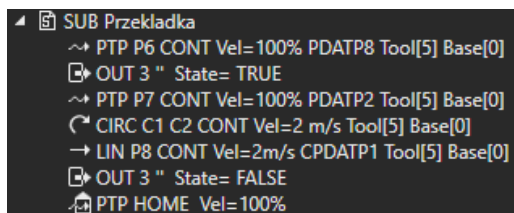
Rys. 5. Definiowanie narzędzia TOOL5 robota paletyzującego



Rys. 6. Fragment podprogramu pobierania (po lewej), odkładania (po prawej)

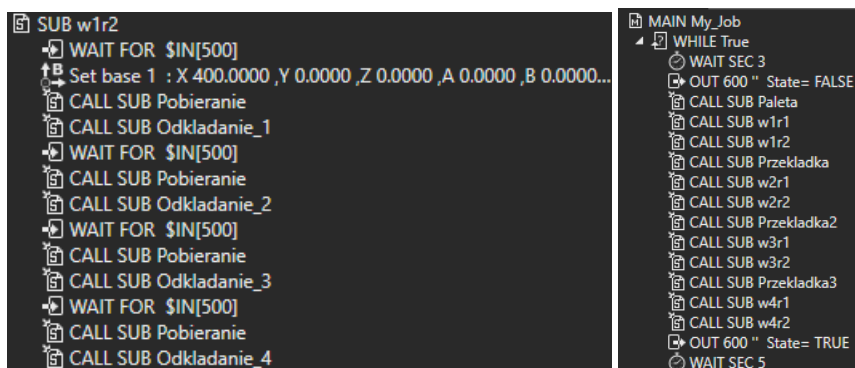
Pobieranie składa się z ruchu PTP oraz zmian wyjść (OUT 1–12). W tym przypadku pozycja pobierania przez robota została zdefiniowana przy użyciu narzędzia znajdującego się na jednym z rogów całego chwytaka, aby zapewnić jego odpowiednie ustawienie na jednej z krawędzi kontenera.

Podstawowa czynność odkładania została zrealizowana przy pomocy czterech oddzielnych podprogramów. Różnią się one przesunięciem pozycji w osi Y – szerokość kontenera. Podprogram składa się z ruchów PTP, ruchu liniowego oraz otwarcia chwytaków (OUT=FALSE). Wykorzystanie ruchu liniowego jest uzasadnione, ze względu na wysokie ryzyko kolizji z ułożonymi już produktami. W przeciwieństwie do reszty czynności baza została ustawiona oddzielnie.



Rys. 7. Podprogram dostarczający przekładki.

W podprogramie pobierania przekładek i palet punkty toru ruchu zostały zdefiniowane przy pomocy narzędzia znajdującego się w samym środku – istotne jest aby komponenty przenosić chwytając je jak najbliżej środka ciężkości danego obiektu. Podprogramy składają się z ruchów PTP, ruchu obrotowego oraz ruchu liniowego. Ze względu na ograniczone wymiary całego stanowiska, palety i przekładki są dostarczane w innej orientacji i dlatego konieczne jest zastosowanie ruchu obrotowego.



Rys. 8. Podprogram wykonujący paletyzację 2 rzędu w warstwie 1 (po lewej), program główny (po prawej)

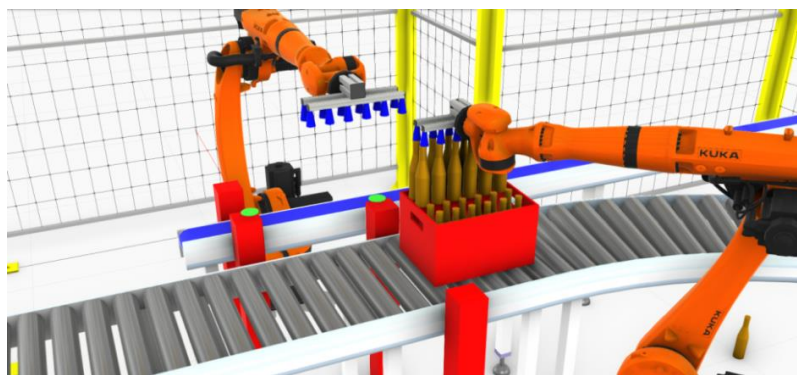
Aby zachować maksymalną przejrzystość programu głównego, zostały dodane kolejne podprogramy wywołujące wcześniej już zdefiniowane. Istnieją oddzielne rutyny dla każdego rzędu układanych kontenerów (łącznie 8). Różnią się one ustawieniem bazy, w której pracuje robot – modyfikację wykonuje się po wywołaniu komendy SetBase [1] oraz wprowadzeniu odpowiednich parametrów (współrzędne X oraz Z). Rozpoczynają się od oczekiwania na sygnał z czujnika na końcu przenośnika (IN500), po otrzymaniu na wejściu prawdy odbywa się pakowanie oraz odkładanie oznaczone odpowiednim numerem (nr kraty w rzędzie). Czynności te są wykonywane 4 razy.

Program główny składa się z pętli, która w założeniu zawsze jest prawdziwa, z wcześniej zdefiniowanych rutyn oraz ze sterowania przenośnikiem rolkowym transportującym zapakowane palety (OUT 600). Na początku przenośnik jest zatrzymywany, po czym odbywa się proces dostarczenia palety. Następnie układany jest pierwszy i drugi rząd kontenerów, a na pełną warstwę dostarczana jest przekładka. Czynności te są powtarzane do momentu zapelnienia całej palety, kiedy to robot wysyła sygnał do silnika przenośnika, aby ten rozpoczął transport.

10. WYNIKI

Oprogramowanie KUKA.sim umożliwia obserwację procesu w formie symulacji, co jest szczególnie przydatne przy sprawdzeniu poprawności algorytmu lub jego realizacji oraz znajdowania ewentualnych problemów. Dodatkowo narzędzie mierzące czas poszczególnych cykli jest niezwykle pomocne przy ocenie wydajności oraz próbach optymalizacji danych fragmentów programu.

Czas cyklu pakowania jest zależny w największym stopniu od wydajności dostarczania komponentów na stanowisko – najkrótszy czas wykonania można zanotować, gdy to one „czekają” na robota.



Rys. 9. Roboty pakujące w trakcie wykonywania rutyny odkładania

Czynność pobierania zajmuje robotom średnio 2,3 s, jednak należy podkreślić, że w tym czasie wykonują algorytm dwukrotnie. Odkładanie zajmuje mniej czasu – 1,7 s, jednak ze względu na ryzyko kolizji, musi ono zostać wykonane przez każdego robota oddzielnie, jednocześnie wstrzymując pracę drugiego. Łącznie pakowanie liczone od momentu rozpoczęcia pobierania do odłożenia trwa w przybliżeniu 5,7 s, nie uwzględniając czasu dostarczania komponentów. Znając długości trwania poszczególnych czynności warto także zwrócić uwagę na udział czasu martwego – wynosi on tyle, ile odkładanie przez robota, czyli 1,7 s (prawie 30% czasu trwania całego procesu). Pełny kontener przemieszcza się ze stacji pakowania do stanowiska paletyzacyjnego w ciągu 10,2 s. Jego pobieranie trwa 0,95 s, natomiast odłożenie 2,1 s. Jednak należy tutaj zaznaczyć, że przyjęty czas odkładania różni się w zależności od dokładnej docelowej pozycji – waha się on między 1,9 a 2,3 s, dlatego też do oszacowania długości trwania całego procesu została przyjęta wartość średnia. Łącznie

pobranie wraz z odłożeniem pojemnika trwa w przybliżeniu 3,1 s. Przy ogólnym rozrachunku należy uwzględnić, że symulacyjnie wyznaczone czasy pakowania mają także wpływ na występowanie czasu martwego robota paletyzującego. Jednostek pakujące ładują pełną kratę w ciągu 5,7 s, zatem czas martwy robota paletyzującego wynosi co najmniej taką samą wartość pomniejszoną o czas wykonywania czynności paletyzacji jednego pojemnika. Zakłada się przy tym maksymalną wydajność linii transportującej – miałyby ona być w stanie dostarczyć produkty w tych samych odległościach czasowych oraz pomieścić odpowiednią ilość kontenerów.

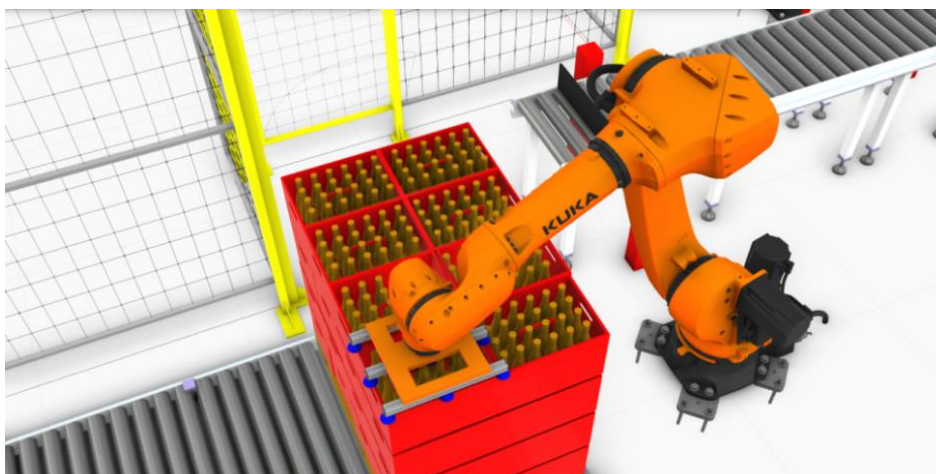


Rys. 10. Robot paletyzujący pobierający kontener z butelkami z przenośnika rolkowego

Zatem całkowity czas potrzebny na ułożenie 1 kontenera na palecie wynosi 5,7 s, przy czym wyjątkiem jest uruchamianie – wtedy należy doliczyć czas potrzebny na transport komponentów. Po każdej ułożonej warstwie dokładana jest przekładka, co trwa 5,8 s. Jednakże całościowo nie ma to wpływu na długość procesu zakładając, że pas transportowy zatrzymuje więcej niż jeden kontener, a robot paletyzacyjny podczas następnych cykli „nadrabia” stracony czas, w którym uprzednio powinien pobrać pojemnik.

Analizując uzyskane czasy można oszacować, że cała warstwa zostanie ułożona w około 45,6 s, natomiast pełna paleta – około 183 s. Należy także podkreślić, że robot paletyzujący około 45% czasu nie pracuje, a jedynie oczekuje na dostawę. Powyższe szacunki przeprowadzone zostały czysto teoretycznie, gdyż na etapie symulacji narzucone tempo pracy stanowiska generowało wiele błędów związanych z dostarczaniem kolejnych partii produktów. W związku z tym przyjęto interwał między dostarczaniem kolejnych kontenerów równy 7 s, co zapewniło relatywnie bezproblemową pracę

stanowiska. Ten zabieg miał wpływ na czasy martwe robotów – zostały one wydłużone o 13 punktów procentowych w odniesieniu do założonej wartości idealnej w przypadku robotów pakujących oraz 11 punktów procentowych dla paletyzera. Jedna warstwa pojemników jest układana w ciągu niespełna 60 s, co daje sumaryczny czas załadowania pełnej palety na poziomie około 240 s – całościowo proces zwolnił o 31%. Pomiary z użyciem symulacji potwierdziły szacunki obliczeniowe, dając zbliżone wyniki, gdzie różnica wynikała z niepewności przyrządu pomiarowego oraz błędu ludzkiego.



Rys. 11. Robot paletyzujący odkładający ostatni kontener ostatniej warstwy palety

13. PODSUMOWANIE

Rozpoczęcie procesu projektowania stanowiska od określenia najbardziej istotnych założeń pozwoliło na wykonanie planu rozmieszczenia poszczególnych elementów stacji w sposób uporządkowany, dzięki czemu spełnione zostały wszystkie wymogi – zarówno pod względem funkcjonalności, jak i bezpieczeństwa. Jednocześnie zwrócono uwagę na maksymalną optymalizację przestrzeni. Po wcześniejszym przygotowaniu opisu działania stanowiska, w następnej kolejności zostały opracowane algorytmy sterujące pracą robotów. Przedstawiały one krok po kroku wszystkie działania, uwzględniające czynności wykonywane zarówno przez roboty, jak i resztę urządzeń znajdujących się na terenie stacji. Szczególną rolę w strukturze algorytmów odegrało wykorzystanie sygnałów pochodzących od urządzeń monitorujących poszczególne fragmenty stacji.

Oprogramowanie KUKA.Sim, w którym wykonano symulację jest bardzo przydatnym narzędziem przy robotyzacji procesów przemysłowych, gdyż pozwala na przetestowanie wielu różnych rozwiązań bez konieczności nabywania fizycznych urządzeń. Środowisko to umożliwia przede wszystkim przeprowadzenie testów takich jak: sprawdzenie stanowiska pod kątem spełnienia norm bezpieczeństwa, oceny wydajności czy też określenie najbardziej newralgicznych punktów projektu. Oszacowanie czasu cyklu wykonywania paletyzacji jest szczególnie istotne, gdyż przekłada się on bezpośrednio na wydajność całego procesu wytwórczego. W niepomyślnym przypadku może stać się jego wąskim gardłem – wtedy pojawia się konieczność podjęcia działań optymalizacyjnych.

LITERATURA

- [1] Kaczmarek W., Panasiuk J., *Robotyzacja procesów produkcyjnych*, PWN, Warszawa, 2017
- [2] Honczarenko J., *Roboty przemysłowe: budowa i zastosowanie*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2010
- [3] Kaczmarek W., *Elementy robotyki przemysłowej*, WAT, Warszawa 2008
- [4] Control Engineering Polska, *Analiza procesów zrobotyzowanej paletyzacji*, <https://www.controlengineering.pl/>, 2014
- [5] Jagiełło P., *Paletyzowanie w nowoczesnym wydaniu*, „Automatyka”, Tom 3/2017
- [6] Szelerski M., *Jak dobrać robota przemysłowego i jakie procesy można zrobotyzować?*, <https://www.automatyka.pl/>, 2019
- [7] Żabicki D., *Roboty i manipulatory*, „Automatyka”, Tom 3/2020
- [8] Staniszewska A., *Zrobotyzowany przemysł*, „Automatyka” Tom 3/2019
- [9] Barczyk J., Jarzembski B., *Robotyzacja pakowania: problemy i rozwiązania*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, Tom 5/2004, 13–16
- [10] Dunaj J., *Programowa realizacja różnych schematów paletyzacji worków z luźną zawartością wykonywana robotem przemysłowym*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, Tom 2/2018, 49–60
- [11] <https://www.kuka.com/>, dostęp 12.03.2021
- [12] Drag D., Szkolenie: „Dobór robotów przemysłowych”, 9.10.2020r. Materiały dodatkowe.

PROJEKT GOSPODARKA 4.0 – TRENDY I WYZWANIA

1. WPROWADZENIE

Przemysł 4.0, określany jako „czwarta rewolucja przemysłowa” (lub jako „inteligentna produkcja”, „przemysłowy Internet” oraz „zintegrowany przemysł”), jest obecnie tematem szeroko dyskutowanym (szczególnie w kontekście zarządzania, marketingu, produkcji i logistyki), gdyż ma istotny wpływ na całe gałęzie przemysłu, przekształcając sposób, w jaki towary są projektowane, produkowane, dostarczane i opłacane. Współczesne przedsiębiorstwa funkcjonują w dynamicznym i turbulentnym otoczeniu, w odniesieniu do którego można zaobserwować, szczególnie w ostatnich latach, stale rosnącą złożoność, a także zaostrzające się standardy i wymagania. Należy zwrócić w tym miejscu uwagę przede wszystkim na dynamizację konkurencji międzynarodowej, popyt na wysoce zindywidualizowane produkty oraz skracanie cykli życia produktów. Sytuacja taka stawia przed przedsiębiorstwami poważne wyzwania, gdyż wydaje się, iż dotychczasowe podejście do tworzenia wartości nie jest już w wystarczającym stopniu dostosowane do rosnących wymagań rynku, gospodarki i całego społeczeństwa, dotyczących efektywności kosztowej, elastyczności, zdolności adaptacyjnych, stabilności, a także zrównoważonego rozwoju [6].

Gospodarka 4.0 oznacza współczesną rewolucję przemysłową, która jest charakteryzowana kilkoma głównymi cechami szczególnymi, a mianowicie: cyfryzacją, automatyzacją, robotyzacją i algorytmizacją. Wszystkie te determinanty stanowią istotę współczesnego rynku, oddziałując na różnych jego uczestników – przedsiębiorstwa, konsumentów, a także organizacje rządowe – poprzez wpływ na sposób życia/funkcjonowania, rodzaje i sposoby zaspokajania potrzeb, sposoby i techniki komunikacji, a także zakres i elastyczność obowiązujących regulacji prawnych.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Zakład Logistyki i Zarządzania Przedsiębiorstwem

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Zakład Logistyki i Zarządzania Przedsiębiorstwem

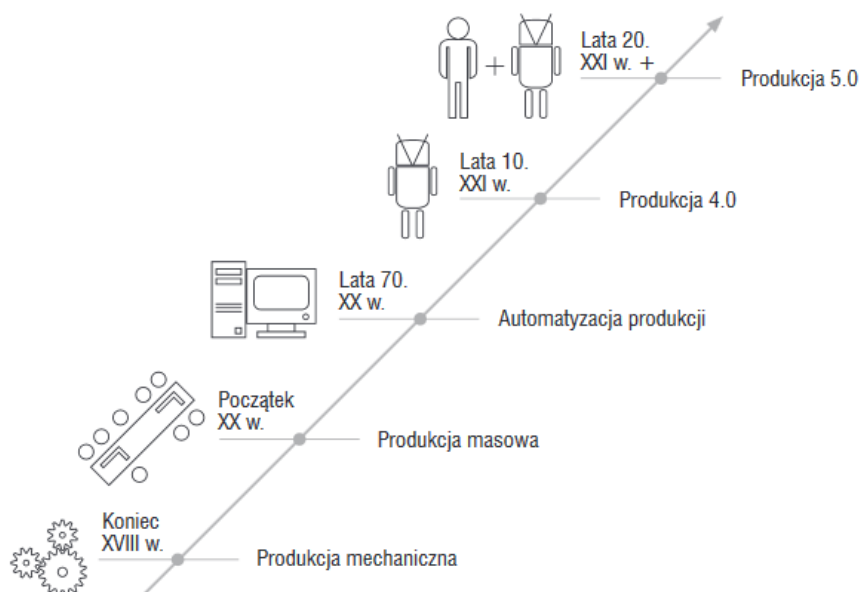
Stąd też przedsiębiorstwa działające we wszystkich sektorach gospodarki (nie tylko w przemyśle, ale również w usługach) – żeby konkutować – muszą odpowiednio szybko i skutecznie reagować na zmiany zachodzące w otoczeniu, rozumieć je, wykorzystywać innowacje organizacyjne i procesowe (np. lean management), a w konsekwencji dostosowywać implementowane przez siebie strategie i modele biznesowe do rosnących wymagań i standardów we wszystkich obszarach funkcjonowania. Nie należy zapominać też o aktywnej roli państwa jako kreatora i regulatora innowacji.

Możliwości adaptacyjne, efektywne gospodarowanie zasobami oraz integracja procesów podaży i popytu ulegają poprawie dzięki funkcjonowaniu różnych uczestników rynku w projekcie Industry 4.0, dlatego też fabryki, produkcja, sprzęt, a nawet miasta stają się inteligentne. Termin „inteligentny” jest używany w literaturze w aspekcie zastosowań Przemysłu 4.0 głównie w odniesieniu do inteligentnych fabryk i produkcji (Smart Factory and Manufacturing), inteligentnych produktów (Smart Product) – wbudowanych w Internet przedmiotów oraz usług zwanych internetem przemysłowym – a także inteligentnych miast (Smart City) [20].

Projekt Industry 4.0 oznacza więc nowy poziom organizacji i kontroli całego łańcucha wartości cyklu życia produktów, który jest nastawiony na coraz bardziej zindywidualizowane wymagania klientów; w swoich założeniach dotyczy on ścisłej integracji człowieka z procesem produkcyjnym w celu ciągłego doskonalenia i koncentrowania się na działaniach o wartości dodanej i unikaniu wszelkiego rodzaju marnotrawstwa [23].

2. GENEZA I ZAŁOŻENIA PROJEKTU INDUSTRIE 4.0

Gospodarka 4.0 (Industrie 4.0) to niemiecki projekt, określany mianem czwartej rewolucji przemysłowej, po epoce maszyn parowych (pierwszej rewolucji przemysłowej, która rozpoczęła się pod koniec XVIII wieku i dotyczyła mechanizacji produkcji za pomocą silników parowych), produkcji masowej (drugiej rewolucji przemysłowej, która rozpoczęła się na początku XX wieku i związana była z wprowadzeniem produkcji masowej opartej na energii elektrycznej) oraz automatyzacji (trzeciej rewolucji przemysłowej, która rozpoczęła się w latach 70. XX wieku, a charakteryzuje ją produkcja zautomatyzowana oparta na elektronice i technologii internetowej) [11] – rysunek 1 (patrz rys. na str. 93).



Rys. 1. Etapy ewolucji przemysłu [2]

Jak można zauważyć na rysunku 1, w ostatnim czasie powstała również koncepcja Industry 5.0, oznaczająca piątą rewolucję przemysłową, która ma przywrócić wymiar ludzki (human touch) do przemysłu, czyli zwiększyć stopień współpracy pomiędzy ludźmi oraz inteligentnymi systemami produkcyjnymi, a także położyć większy nacisk na zapobieganie marnotrawstwu. Jednakże jest to dopiero przyszłość.

Projekt Industry 4.0 określany jest mianem rewolucji z uwagi na to, iż realizacja jego założeń spowoduje skokowy wzrost produktywności, przełomowe zmiany w łańcuchach dostaw, modelach i procesach biznesowych, a także szeroko pojętą jakościową zmianę technologiczną. Natomiast różnica pomiędzy tym projektem a wcześniejszymi „rewolucjami” w przemyśle polega na tym, iż w ramach jego implementacji nacisk kładzie się nie tylko na rozwój środków produkcji, ale również na odpowiednie zmiany w kulturze organizacyjnej [21].

Koncepcja przemysłu 4.0 została pierwotnie zaproponowana dla rozwoju niemieckiej gospodarki w 2011 r. [18, 25], w ramach strategii high-tech, poprzez wprowadzenie idei w pełni zintegrowanego przemysłu [1, 6] i stworzyła podstawę manifestu Gospodarki 4.0 opublikowanego w 2013 r. przez Niemiec

Narodową Akademię Nauki i Inżynierii (German National Academy of Science and Engineering). Inicjatywa ta powstała jako część niemieckiej strategii technologicznej, po to, by z jednej strony przygotować i wzmocnić niemiecki sektor przemysłowy w odniesieniu do przyszłych wymagań produkcyjnych, a z drugiej – by utrzymać, a nawet wzmocnić rolę „prekursora” w sektorze przemysłowym [13].

Projekt ten – zgodnie z przyjętymi założeniami – ma zostać zrealizowany do 2025 roku, a jego głównym celem jest osiągnięcie wysokiego stanu wydajności operacyjnej i produktywności, a także wyższego poziomu automatyzacji [22]. Zakłada on dalszą zaawansowaną cyfryzację, automatyzację i robotyzację oraz wykorzystanie, szczególnie przez przemysł, innowacji o charakterze procesowym i organizacyjnym, z dziedziny telekomunikacji i z branży IT (np. różnego rodzaju roboty, maszyny pracujące w sieciach, najnowsze osiągnięcia bioelektroniki, autonomiczne pojazdy czy drukarki 3D). Jest ściśle związany z Internetem rzeczy (Internet of Things – IoT), Internetem usług (Internet of Services – IoS), systemami cyberfizycznymi, (Cyber Physical System – CPS), technologiami informacyjnymi i komunikacyjnymi (Information and Communications Technology – ICT), architekturą korporacyjną (Enterprise Architecture – EA) i integracją korporacyjną (Enterprise Integration – EI), ale obejmuje też inne liczne technologie i paradygmaty z tym związane, w tym m.in.: zaawansowane systemy identyfikacji częstotliwości radiowych (Radio Frequency Identification – RFID), systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa (Enterprise Resource Planning – ERP) czy produkcję w chmurze (Cloud-Based Manufacturing) i rozwój produktów społecznych [24, 4, 14, 22].

Hermann z zespołem [5] zidentyfikowali cztery kluczowe elementy Gospodarki 4.0, a mianowicie:

- systemy cyberfizyczne (CPS), czyli systemy łączące świat realny i wirtualny. Według Lee [9], CPS-y stanowią integrację obliczeń z procesami fizycznymi, a dokładniej oznaczają, iż „wbudowane komputery i sieci monitorują i kontrolują procesy fizyczne, zwykle za pomocą pętli sprzężenia zwrotnego, w których procesy fizyczne wpływają na obliczenia i odwrotnie”. W kontekście produkcyjnym oznacza to, że informacje dotyczące fizycznej hali produkcyjnej i wirtualnej przestrzeni obliczeniowej są wysoce zsynchronizowane, co w konsekwencji umożliwia lepszą kontrolę, większą przejrzystość i wzrost wydajności w procesie produkcji [9],

- Internet rzeczy (Internet of Things – IoT), czyli system, w którym przedmioty, wyposażone w specjalne czujniki i sensory, komunikują się oraz wymieniają dane z komputerami i innymi urządzeniami, za pomocą różnorodnych rozwiązań sieciowych (Mącik, 2016). Według Fleischa [3] IoT oznacza, iż zasadniczo wszystkie (fizyczne) rzeczy mogą być przekształcone w tak zwane „inteligentne rzeczy”, dzięki połączeniu do Internetu,
- Internet usług (Internet of Services – IoS) – podobnie jak w przypadku Internetu rzeczy pojawia się Internet usług, oparty na założeniu, że usługi są łatwo dostępne dzięki technologiom internetowym, umożliwiając firmom i użytkownikom prywatnym łączenie się, kreowanie i oferowanie nowego rodzaju usług tworzących wartość dodaną,
- Inteligentne fabryki (Smart Factories) – do tej pory, jako główne komponenty projektu Gospodarka 4.0, zostały wprowadzone trzy powyższe elementy, tzn.: CPS, IoT i IoS. Są one ze sobą ściśle powiązane, ponieważ CPS komunikuje się przez Internet rzeczy (IoT) i Internet usług (IoS), w konsekwencji tworząc tak zwaną „inteligentną fabrykę”, która opiera się na idei zdecentralizowanego systemu produkcji, w którym ludzie, maszyny i zasoby komunikują się ze sobą tak naturalnie, jak w sieci społecznej [6].

Paradygmat projektu Gospodarka 4.0 jest określony przez trzy zasadnicze wymiary:

- integrację poziomą w całej sieci tworzenia wartości,
- kompleksową inżynierię w całym cyklu życia produktu,
- integrację pionową i sieciowe systemy produkcyjne.

Pierwszy z tych wymiarów dotyczy inteligentnych połączeń między firmami oraz wewnątrz firmy, a także cyfryzacji modułów tworzenia wartości w całym łańcuchu cyklu życia produktu i pomiędzy łańcuchami sąsiadujących cykli życia produktu. Z kolei drugi – czyli kompleksowa inżynieria w całym cyklu życia produktu – opisuje inteligentne sieciowanie i cyfryzację we wszystkich fazach cyklu życia produktu: od pozyskania surowca do systemu produkcyjnego, użycia produktu i końca życia produktu. Natomiast integracja pionowa i sieciowe systemy produkcyjne oznaczają inteligentne sieciowanie i cyfryzację w ramach różnych poziomów agregacji i hierarchii modułu tworzenia wartości ze stanowisk produkcyjnych poprzez komórki produkcyjne, linie i całe fabryki, integrując również powiązane działania łańcucha wartości, takie jak marketing i sprzedaż lub rozwój technologii [20].

Pięcioma głównymi cechami projektu Industrie 4.0 są: 1. cyfryzacja, optymalizacja i kustomizacja produkcji; 2. automatyzacja i adaptacja; 3. interakcja maszyna-człowiek (human machine interaction – HMI); 4. usługi i przedsiębiorstwa o wartości dodanej oraz 5. automatyczna wymiana danych i komunikacja [15, 18]. Cechy te są nie tylko silnie skorelowane z technologiami internetowymi i zaawansowanymi algorytmami, ale również wskazują, że projekt Gospodarka 4.0 oznacza przemysłowy proces dodawania wartości i zarządzania wiedzą [10]. Natomiast podstawowymi zasadami analizowanego projektu są: interoperacyjność, wirtualizacja, decentralizacja, możliwość pracy w czasie rzeczywistym, orientacja na usługi oraz modułowość.

W literaturze przedmiotu odnaleźć można wiele podejść do zdefiniowania Gospodarki 4.0 z różnych perspektyw. Henning i Johannes [10] definiują Industry 4.0 jako „nowy poziom łańcucha wartości organizacji i zarządzania w całym cyklu życia produktów”. Z kolei Hermann i in. [5] definiują Industry 4.0 jako „zbiorcze określenie technologii i koncepcji organizacji łańcucha wartości”. Natomiast Manhart [17] stwierdza ogólnikowo, iż „Gospodarka 4.0” oznacza rozwój, który zasadniczo zmienia tradycyjne branże.

Spotkać też można bardziej szczegółową definicję, zawartą w dokumencie Consortium II, Fact Sheet [10] określającą projekt Gospodarka 4.0 jako „integrację złożonych maszyn fizycznych i urządzeń z czujnikami sieciowymi i oprogramowaniem, wykorzystywane do przewidywania, kontrolowania i planowania lepszych wyników biznesowych i społecznych”. Wszyscy autorzy są zgodni jednak co do tego, iż do tej pory nie udało się wypracować jednej, powszechnie obowiązującej definicji Przemysłu 4.0. Analizując jednakże artykuły z tej domeny badań, Industry 4.0 można podsumować jako zintegrowany, dostosowany, zoptymalizowany, zorientowany na usługi i interoperacyjny proces produkcyjny, który jest skorelowany z algorytmami, dużymi danymi i wysokimi technologiami [10].

Naukowcy zgadzają się natomiast co do tego, że głębokie zmiany w przemyśle wymagają długiego okresu i obejmują cztery aspekty, uważane za przyszłe wizje produkcyjne: inteligentne fabryki, inteligentne sieci biznesowe, inteligentne produkty oraz spersonalizowani konsumenci [16]. Jako przykład projektu w ramach koncepcji Gospodarki 4.0, można wskazać projekt jednego z inteligentnych produktów, jakim niewątpliwie jest samochód elektryczny.

3. KORZYŚCI PROJEKTU GOSPODARKA 4.0

Dostosowanie się przedsiębiorstwa do szybko zmieniającego się otoczenia, i w konsekwencji stosowanie technologii cyfrowych i podążanie za trendami w tym obszarze, czyli funkcjonowanie w ramach Gospodarki 4.0, generuje wiele korzyści, w tym m.in. zdobycie większego udziału w rynku, skuteczniejszą walkę z konkurencją, zwiększenie efektywności pracy i produktywności oraz przede wszystkim szybsze reagowanie na zmieniające się potrzeby i preferencje konsumentów, czyli wzmocnienie potencjału i pozycji konkurencyjnej. Z uwagi na to, iż kluczowym założeniem w kontekście projektu Gospodarka 4.0 jest kształtowanie inteligentnych łańcuchów wytwarzania, których celem jest łączenie dostawców, producentów, odbiorców, a nawet konsumentów, należy również zwrócić uwagę na fakt, iż zbudowane w ten sposób sieci będą nie tylko zdecydowanie bardziej wydajne, ale przede wszystkim bardziej elastyczne. Pozwoli to np. na stworzenie zintegrowanych fabryk autonomicznych środków produkcji (inteligentnych fabryk – Smart Factories), które będą efektywnie i szybko komunikowały się między sobą, ale także z produktami, komponentami czy innymi fabrykami (sieciami) [21]. W ramach modułowej struktury Smart Factories of Industry 4.0, dzięki wykorzystaniu zaawansowanych technologii będzie możliwe monitorowanie wszystkich procesów fizycznych, podejmowanie decyzji zdecentralizowanych oraz stworzenie wirtualnej kopii świata fizycznego.

Należy również zwrócić uwagę na pełniejsze dopasowanie oferty do rosnących i wygórowanych wymagań klientów, bowiem fabryki będą produkowały spersonalizowane produkty. Będzie to możliwe dzięki zastosowaniu w produkcji systemów cyberfizycznych (CPS), czyli sieci elementów obliczeniowych, opartych na heterogenicznej integracji danych i wiedzy, które będą mogły całkowicie kontrolować każdy proces realizowany w przedsiębiorstwie, z uwagi na to, iż działają one w sposób samoorganizujący się i zdecentralizowany. CPS są inteligentnie połączone ze sobą i stale wymieniają dane za pośrednictwem sieci wirtualnych, takich jak chmura w czasie rzeczywistym [20]. Stąd też każdy produkt będzie mógł być wytwarzany zgodnie z własnym „dowodem tożsamości”, oznaczającym przypisane mu informacje już w momencie wpłynięcia zamówienia, które będą wykorzystywane przez cały cykl życia produktu, aż do momentu jego recyklingu. Pozwoli to na spełnianie zwinnych i dynamicznych wymagań produkcji, łatwiejszą komunikację między częściami, produktami i maszynami,

optymalizację produkcji oraz zapewnienie nowych rodzajów usług i biznesowych modeli interakcji w łańcuchu wartości, a w konsekwencji na poprawę skuteczności i wydajności całej branży [10,19].

4. PODSUMOWANIE

Podsumowując, można stwierdzić, że projekt Gospodarka 4.0 opisuje różne zmiany w systemach produkcyjnych, głównie te o charakterze informatycznym. Jednakże zmiany te powodują nie tylko skutki technologiczne, ale również generują wszechstronne implikacje organizacyjne i otwierają nowe możliwości biznesowe. W rezultacie można spodziewać się pojawienia się nowych rodzajów przedsiębiorstw, które przyjmą nowe specyficzne role w ramach procesów produkcyjnych tworzących sieć wartości dodanej [7].

Dodać należy, iż obecny rozwój przemysłu, związany z modelem Industry 4.0 może wnieść znaczący wkład w innowacje, konkurencyjność, zmniejszenie kosztów, a także zrównoważony rozwój przedsiębiorstw i związaną z tym ochroną środowiska naturalnego. Szczególnie ten ostatni czynnik wydaje się nabierać szczególnego znaczenia, zwłaszcza w ostatnich latach, gdzie przedsiębiorstwa muszą sprostać rosnącym wymaganiom klientów poprzez jednocześnie zapewnienie zrównoważonego rozwoju ludzkiej egzystencji w jej wymiarze społecznym, środowiskowym i gospodarczym [20]. Stąd też, projekt Gospodarka 4.0, jako czwarty etap industrializacji, zapewnia szerokie spektrum możliwości realizacji zrównoważonej produkcji w wielu obszarach i aspektach.

LITERATURA

- [1] Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., Rosenberg, M., *How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective*, International Scholarly and Scientific Research & Innovation 8(1), 2014, 37–44
- [2] Dembińska, I., Frankowska, M., Malinowska, M., Tundys, B., *Smart Logistics*, Wyd. Edu-Libri: Kraków–Legionowo 2018
- [3] Fleisch, E., *What Is the Internet of Things? An Economic Perspective*. (White Paper), Swiss Federal Institute of Technology in Zurich/University of St. Gallen 2010
- [4] Georgakopoulos, D., Jayaraman, P.P., Fazia, M., Villari, M., Ranjan, R. *Internet of things and edge cloud computing roadmap for manufacturing*, „IEEE Cloud Computing” 2016, 3(4), 66–73. Doi: 10.1109/MCC.2016.91

- [5] Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. *Design principles for Industrie 4.0 scenarios*. In: 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). IEEE, 2016, 3928–3937. Doi: 10.1109/HICSS.2016.488
- [6] Hofmann, E., Rüscher, M. *Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics*. „Computers in Industry” 2017, 89m 23–34. Doi: 10.1016/j.compind.2017.04.002
- [7] Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H-G., Feld, T., Hoffmann, M. *Industrie 4.0*. „Business & Information Systems Engineering”, 2014, 4, 239–242. Doi 10.1007/s12599-014-0334-4
- [8] Lee, E.A., *Cyber Physical Systems: Design Challenges*, University of California at Berkeley: Electrical Engineering and Computer Sciences, 2008
- [9] Lee, J., Bagheri, B., Kao, H.A. *A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems*. University of Cincinnati, University Cooperative Research Center on Intelligent Maintenance Systems, 2014
- [10] Lu, Y., *Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues*, „Journal of Industrial Information Integration” 2017, 6, 1–10. Doi: 10.1016/j.jii.2017.04.005
- [11] Lukač, D., *The fourth ICT-based industrial revolution Industry 4.0 – HMI and the case of CAE/CAD innovation with EPLAN P8*. In: 2015 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR). IEEE 2015, 835–838. Doi: 10.1109/TELFOR.2015.7377595
- [12] Mącik, R., *Internet rzeczy – postrzegane przez młodych konsumentów korzyści i zagrożenia - wyniki badań wstępnych*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2016. 17(4), cz. 3, 11–27
- [13] Mittermair, M., *Industry 4.0 initiatives*, „SMT: Surf. mt. Technol.” 2015, 30(3), 58–63
- [14] Pfeiffer, S. *Robots, Industry 4.0 and humans, or why assembly work is more than routine work*, „Societies” 2016, 6(2), 1–26. Doi:10.3390/soc6020016
- [15] Posada, J., Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D., Stricker, D., de Amicis, R., Vallarino, I., *Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet*, „IEEE Computer Graphics and Applications” 2015, 35(2), 26–40. Doi: 10.1109/MCG.2015.45
- [16] Qin, J., Li, Y., Grosvenor R., *A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond*. „Procedia CIRP” 2016, 52, 173–178. Doi: 10.1016/j.procir.2016.08.005
- [17] Rennung, F., Luminosu, C.T., Draghici, A., *Service Provision in the Framework of Industry 4*, „Procedia - Social and Behavioral Sciences” 2016, 221, 372 – 377. Doi: 10.1016/j.sbspro.2016.05.127
- [18] Roblek, V., Meško, M., Krapež, A., *A complex view of Industry 4.0*, „SAGE Open” 2016, 6(2), 1–11. Doi: 10.1177/2158244016653987

- [19] Shafiq, S.I., Sanin, C., Szczerbicki, E., Toro, C., *Virtual engineering factory: creating experience base for Industry 4.0*, „Cybernetic Systems” 2016, 47(1–2), 32–47. Doi: 10.1080/01969722.2016.1128762
- [20] Stock, T., Seliger, G., *Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0*, „Procedia CIRP” 2016, 40, 536–541. Doi: 10.1016/j.procir.2016.01.129
- [21] Szczupał-Vieweg, K. *Gospodarka 4.0. Takiej rewolucji jeszcze nie było*. „Forbes” 2015, <https://www.forbes.pl/przywodztwo/na-czym-polega-gospodarka-40/t0lj840>, dostęp w dniu 09.04.2019
- [22] Thames, L., Schaefer, D., *Software-defined cloud manufacturing for Industry 4.0*, „Procedia CIRP” 2016, 52, 12–17. Doi: 10.1016/j.procir.2016.07.041
- [23] Vaidya, S., Ambad, P., Bhosle S., *Industry 4.0 – A Glimpse*, „Procedia Manufacturing”, 2018, 20, 233–238. Doi: 10.1016/j.promfg.2018.02.034
- [24] Vijaykumar, S., Saravanakumar, S.G., Balamurugan, M., *"Unique sense: smart computing prototype for industry 4.0 revolution with IOT and bigdata implementation model"*, „Indian Journal of Science and Technology”, 2015, 8(35), 1–4. Doi: 10.17485/ijst/2015/v8i35/86698
- [25] Vogel-Heuser, B., Hess, D., *Guest editorial Industry 4.0 – prerequisites and visions*, „IEEE Transactions on Automation Science and Engineering” 2016, 13(2), 411–413. Doi:10.1109/TASE.2016.2523639.

SPONSORZY I INSTYTUCJE WSPIERAJĄCE
XI SYMPOZJUM NAUKOWE
ELEKTRYKÓW I INFORMATYKÓW



Dziękujemy !

PATRONI XI SYMPOZJUM NAUKOWEGO ELEKTRYKÓW I INFORMATYKÓW

Patronat Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej



Patronat Lubelskiego Oddziału Stowarzyszenia Elektryków Polskich



Patronat Jego Magnificencji Rektora Politechniki Lubelskiej



Patronat Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Informatyki





Koło Zakładowe Stowarzyszenia Elektryków Polskich
przy Politechnice Lubelskiej – współorganizator
XI Sympozjum Naukowego Elektryków
i Informatyków SNEil 2021

ISBN: 978-83-7947-478-3

