
Barbara Sosińska-Kalata
Uniwersytet Warszawski
ORCID: 0000-0002-4511-4701

Główne obszary badań związanych ze sztuczną inteligencją w piśmiennictwie z zakresu architektury informacji i projektowania UX

Wprowadzenie

Sztuczna inteligencja przeżywająca obecnie szybki rozwój ma liczącą już ponad siedem dekad historię. Użycie po raz pierwszy terminu *artificial intelligence* (AI) jako nazwy dyscypliny badawczej przypisuje się Johnowi McCarthy'emu, który w 1955 r. w programie konferencji Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence zdefiniował ją jako *the science and engineering of making intelligent machines*¹. Warto dodać, że chociaż rok 1956, w którym odbyła się konferencja w Dartmouth uważa się za datę narodzin AI jako dyscypliny badań i projektowania technologii komputerowej², to sama idea zbudowania „myślącej maszyny”, która mogłaby zastąpić umysł człowieka była przedmiotem rozważań od bardzo dawna. Za prekursorów tej idei są uznawani np. średniowieczny kataloński filozof

¹ J. McCarthy, M.L. Minsky, N. Rochester, C.E. Shannon, *A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, 31.08.1955, [on-line:] <https://ray-solomonoff.com/dartmouth/boxa/dart564props.pdf> – 27.04.2025.

² M. Flasiński, *Wstęp do sztucznej inteligencji*, Warszawa 2011, s. 4.

Ramon Llull³ i siedemnastowieczny niemiecki polihistor Gottfried Wilhelm Leibniz⁴.

Od początku prac nad technologią AI równolegle rozwijane były dwie koncepcje naśladowania naturalnej inteligencji przez systemy komputerowe: paradygmaty symboliczny i subsymboliczny. Pierwszy opiera się na wykorzystaniu formalnych modeli wnioskowania opartych na logice i abstrakcyjnych modelach zapisu wiedzy w umyśle człowieka, które mają zapewnić zachowania sztucznych systemów analogiczne do inteligentnego zachowania ludzi; natomiast drugi opiera się na symulacji w sztucznym systemie procesów biologicznych, które determinują inteligentne zachowania żywych organizmów. Paradygmat symboliczny był sukcesywnie rozwijany od lat 60. XX w., a do jego najważniejszych osiągnięć należą systemy oparte na reprezentacji wiedzy za pomocą reguł wnioskowania, sieci semantycznych, ram i skryptów. Technologie te znalazły zastosowanie w systemach ekspertowych, systemach wspierania decyzji i systemach komputerowego wspierania projektowania. W czasach rozwoju sieciowych systemów informacyjnych technologię tą zaimplementowano m.in. w ontologiach Semantycznego Webu, w profilowaniu użytkowników i systemach rekomendacyjnych, dziś jednak te narzędzia wspierają technologie pochodzące z paradygmatu subsymbolicznego. Do głównych jego osiągnięć należą przede wszystkim sztuczne sieci neuronowe – technologia oparta na naśladowaniu struktury mózgu i procesów uczenia się. Mimo że i ten nurt badań powstał ponad 80 lat temu⁵, jego rozwój dopiero od lat 80. XX w. nabrał większego rozpędu, a obecnie to właśnie ta technologia leży u podstaw wielkiego postępu AI i jej zastosowań, które obserwujemy w ostatnich kilku latach. Choć zatem z coraz liczniejszymi zastosowaniami różnego typu technologii AI mamy do czynienia od długiego już czasu, najwięcej uwagi i emocji obecnie przyciągają systemy uczące się, oparte na sztucznych sieciach neuronowych, zwłaszcza generatywna AI (GAI)⁶, wykorzystująca wstępnie wytrenowane sieci, nazywane transformerami generatywnymi (ang. *generative pre-trained transformer*, GPT).

³ Ramon Llull: *From the Ars Magna to Artificial Intelligence*, eds. A. Fidora, C. Sierra, Artificial Intelligence Research Institute, Barcelona 2011.

⁴ S. Krämer, *Mind, Symbolism, Formalism: Is Leibniz a Precursor of Artificial Intelligence?*, „Knowledge Organization” 1996, vol. 23, no. 2, s. 83–87; W. Marciszewski, *Leibniz Two Legacies. Their Implications for Knowledge Engineering*, „Knowledge Organization” 1996, vol. 23, no. 2, s. 77–82.

⁵ Jednym z pierwszych modeli sztucznych neuronów był neuron McCullocha-Pitsa opracowany w 1943 r., który w 1958 r. został zastosowany w sieci Perceptron – pierwszym modelu sztucznej sieci neuronowej.

⁶ J. Kaplan, *Generatywna AI. Wszystko co warto wiedzieć*, tłum. A. Adamczyk-Karwowska, Warszawa 2025, s. 18.

Dynamiczny rozwój AI i jej zastosowań w ostatnich latach wymusza wprowadzanie dużych zmian w praktyce wielu zawodów i wywołuje niepokój o przyszłość wielu specjalistów. Tym zmianom i nastrojom podlegają też specjaliści architektury informacji (ang. *information architecture*, IA) i projektanci doświadczeń użytkownika (ang. *user experience*, UX). Chociaż od dawna przywykli oni do korzystania z coraz bardziej „inteligentnych” narzędzi CAD (ang. *computer aided design*), to dzisiaj stoją przed wyzwaniem włączania do projektów tworzonych aplikacji elementów konstrukcyjnych opartych na nowych technologiach AI, np. modułów funkcjonalności wykorzystujących analitykę *big data* i uczenie maszynowe (ang. *machine learning*, ML). Innym wyzwaniem dla IA jest włączenie do obszaru jej zainteresowań problematyki doskonalenia algorytmów ML wykorzystywanych w generatywnej AI, które wymaga wysokiej jakości danych treningowych. Jeszcze innym wyzwaniem dla projektantów IA i UX jest zapewnienie sprawnej komunikacji z narzędziami AI. Ma ona duże znaczenie dla zdobywania zaufania użytkowników do tej technologii m.in. przez zrozumiałe wyjaśnianie zasad podejmowania przez nią decyzji rekomendowanych użytkownikowi. Realizacja postulatów wyjaśnialności AI wymaga rozszerzenia na tę problematykę metod projektowania i badania UX.

Te wstępne rozważania prowadzą do wniosku, że rozwój nowych technologii AI i upowszechnienie ich zastosowań w produktach i usługach cyfrowych dla IA i projektowania UX oznaczają potrzebę poszerzenia zarówno pola związanych z nimi badań jak i zastosowań praktycznych.

Cel i metody badań oraz materiał źródłowy

W niniejszym artykule omówione są wyniki badań, których celem była weryfikacja tezy, że rozwój sztucznej inteligencji w istotny sposób kształtuje pole badań współczesnej architektury informacji, co prowadzi do tworzenia się nowych obszarów badań oraz identyfikacja najważniejszych z nich. Architektura informacji w tych badaniach rozumiana jest szeroko, zgodnie z koncepcją Andrew Dillona, według której „IA is the term used to describe the process of designing, implementing and evaluating information spaces that are humanly and socially acceptable to their intended stakeholders”⁷. Takie inkluzywne postrzeganie IA obejmuje zarówno tzw. małą IA skupioną na projektowaniu struktur

⁷ A. Dillon, *Information architecture in JASIST: Just where did we come from?*, „Journal of the American Society for Information Science and Technology” 2002, vol. 53, no. 10, s. 821, <https://doi.org/10.1002/asi.10090>.

organizacyjnych i narzędzi wyszukiwawczych serwisów WWW, jak i dużą IA, w której zakłada się, że przestrzenie informacyjne wymagają projektowania na wielu poziomach i że doświadczenie użytkownika w korzystaniu z tej przestrzeni jest bezpośrednią troską architekta informacji. W przeprowadzonych badaniach przyjęto zatem, że zakres poddanej analizie problematyki szeroko rozumianej IA obejmuje architekturę informacji rozumianą wąsko jako strukturalne projektowanie przestrzeni informacyjnych, problematykę projektowania aplikacji i usług sieciowych w ogóle, a także problematykę projektowania UX zapewniającego optymalne dostosowanie projektowanych produktów cyfrowych do potrzeb, oczekiwań, możliwości i nawyków ich potencjalnych użytkowników. Badania zostały przeprowadzone w maju 2024 r. na piśmiennictwie przedmiotu zarejestrowanym w multidyscyplinarnej bazie Scopus i wyszukany w okresie 26.04–1.05.2024 r. Dążąc do objęcia zakresem wyszukiwania pola badawczego szeroko rozumianej architektury informacji przeprowadzono je za pomocą trzech kwerend zrealizowanych na polu KEY (słów kluczowych autorskich i pochodzących z indeksowania automatycznego), wyodrębniając: (1) piśmiennictwo IA zaindeksowane słowami kluczowymi „information architecture” lub „architecture of information”; (2) piśmiennictwo projektowania usług webowych i aplikacji (WAD) zaindeksowane słowami kluczowymi „website design” lub „application design”; (3) piśmiennictwo projektowania UX, zaindeksowane słowami kluczowymi „user experience” lub „UX” oraz „design”. Uzyskane za pomocą tych kwerend zbiory rekordów ograniczono następnie używając filtra słów kluczowych, z których wybrano słowa kluczowe „artificial intelligence” i „AI”. Ograniczenie wyników wyszukiwania do rekordów publikacji, w których tematyka IA, WAD oraz projektowania UX jest powiązana z problematyką AI dało 37 rekordów z obszaru architektury informacji (IA&AI), 49 z obszaru projektowania serwisów webowych i aplikacji (WAD&AI) oraz 333 z zakresu projektowania UX (UX&AI); w zbiorach tych nie stwierdzono rekordów powtarzających się. Sposób wyodrębnienia piśmiennictwa poddanego badaniu ilościowemu oraz wyniki jego analizy bibliometrycznej omówiono w artykule *Relacje i wzajemne oddziaływanie między architekturą informacji i projektowaniem UX a sztuczną inteligencją. Analiza bibliometryczna*⁸. Analiza ta wykazała rosnący, w szczególności w ostatnich latach, udział problematyki

⁸ B. Sosińska-Kalata, *Relacje i wzajemne oddziaływanie między architekturą informacji i projektowaniem UX a sztuczną inteligencją. Analiza bibliometryczna*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia ad Bibliothecarum Scientiam Pertinentia” 2024, vol. 22, <https://doi.org/10.24917/20811861.22.28>.

związanej z technologią AI w piśmiennictwie szeroko rozumianej IA. W niniejszym artykule zostały natomiast przedstawione wyniki drugiego etapu badań na piśmiennictwie wyodrębnionym z bazy Scopus, którego celem było znalezienie odpowiedzi na pytanie o główne obszary problemowe oddziaływania AI na kształtowanie zakresu badań IA i powiązanych z nią dziedzin projektowych. W badaniach tych wykorzystano ilościową analizę asocjacji słów kluczowych oraz podejście jakościowe, w którym zastosowano metodę krytycznej analizy treści oraz systematycznego przeglądu piśmiennictwa.

Badaniu asocjacji słów kluczowych poddano najnowsze publikacje z zakresu IA&AI, WAD&AI i UX&AI, tj. wydane w okresie 2019–2024. Dolny limit daty publikacji uznanych za najnowsze wyznaczono na rok 2019, tj. rok następny po debiucie technologii generatywnej AI. Ze zbioru piśmiennictwa wyszukanego w bazie Scopus za pomocą trzech wcześniej wspomnianych kwerend wyodrębniono łącznie 249 publikacji wydanych w okresie 2019–2024: 11 z obszaru IA&AI, 20 z obszaru WAD&AI oraz 218 z obszaru UX&AI. W celu identyfikacji głównych klastrów tematycznych tego piśmiennictwa, na trzech jego podzbiorach odpowiadających wyróżnionym obszarom za pomocą aplikacji VOSviewer (ver. 1.6.20) przeprowadzono analizę asocjacji słów kluczowych. Klastry te omówione są w następnej sekcji artykułu.

Na podstawie dominujących słów kluczowych, tj. najczęściej występujących i najsilniej powiązanych z innymi słowami kluczowymi w poszczególnych klastrach, wyodrębniono 36 publikacji, które włączono do zbioru piśmiennictwa poddanego krytycznej analizie treści (Załącznik 1).

Do badanego piśmiennictwa zdecydowano się też włączyć publikacje z wysoką liczbą cytowań zakładając, że zwykle takie publikacje identyfikują problemy, podejścia teoretyczne lub narzędzia metodologiczne przyciągające największe zainteresowanie badaczy. Ze względu na duże różnice między cytawalnością publikacji z zakresu IA&AI i WAD&AI a cytawalnością publikacji z zakresu UX&AI przyjęto, że dla dwóch pierwszych obszarów uwzględnione zostaną publikacje, które cytowano co najmniej 10 razy, a dla obszaru trzeciego – prace cytowane co najmniej 50 razy. Za pomocą kryterium wysokiej cytawalności zakwalifikowano do analizy 20 publikacji: sześć z obszaru IA&AI (wydane w latach 1998–2016), trzy z obszaru WAD&AI (wydane w latach 1997–2017) oraz 11 z obszaru UX&AI (wydane w latach 2016–2022). Załącznik 2 zawiera wykaz publikacji wyodrębnionych na podstawie drugiego kryterium.

Siedem publikacji spośród prac z dużą liczbą cytowań należy również do grupy najnowszych publikacji (wszystkie z obszaru UX&AI). Ostatecznie zatem krytycznej analizie treści poddano 49 publikacji,

które uznano za reprezentatywne dla badań dotyczących najbardziej intensywnie rozwijanych kierunków i obszarów oddziaływania AI na badania w szeroko rozumianej architekturze informacji.

Analizę treści przeprowadzono na abstraktach i pełnych tekstach publikacji. Jej celem była identyfikacja problemów badawczych podjętych w publikacjach, na podstawie których ustalono następnie uogólnione kategorie reprezentujące główne obszary problemowe badań związanych z AI oraz szeroko rozumianą IA. Przegląd systematyczny treści piśmiennictwa poddanego analizie uporządkowany za pomocą tych kategorii przedstawiono w kolejnej sekcji artykułu.

Główne klastry asocjacji słów kluczowych w piśmiennictwie badań związanych z sztuczną inteligencją w szeroko rozumianej architekturze informacji

Dla obszaru IA&AI wśród łącznie 170 słów kluczowych użytych w indeksowaniu piśmiennictwa zidentyfikowano tylko trzy klastry słów kluczowych, które wystąpiły w badanym zbiorze co najmniej dwa razy (tab. 1). Terminami dominującymi w tych klastrach są *artificial intelligence* i *information architectures* (klaster 1), *natural language processing* i *information architecture* (klaster 2), *information retrieval* i *machine learning* (klaster 3). Warto zwrócić uwagę na dominujący w największym i najbardziej tematycznie spójnym pierwszym klastrze termin *information architectures*, którym operuje się w odniesieniu do struktur organizujących platformy usług informacyjnych albo przestrzeni informacyjną całych organizacji.

Dla obszaru WAD&AI wśród 296 słów kluczowych użytych w indeksowaniu zidentyfikowano cztery klastry słów kluczowych, które wystąpiły w badanym zbiorze co najmniej dwa razy (tab. 2). Terminami dominującymi w tych klastrach są: *information management* i *finance*, *intelligent robots*, *machine design* oraz *design frameworks* (klaster 1), *learning systems* i *students* oraz *design and application* (klaster 2), *artificial intelligence* i *application design* (klaster 3) oraz *artificial intelligence technologies* i *application design* (klaster 4). Klastry 3 i 4 reprezentują tę samą problematykę badawczą, a wyróżnione zostały odrębnie ze względu na formę terminów użytych jako słowa kluczowe.

Tabela 1. Klasyfikacja słów kluczowych w publikacjach z obszaru IA&AI

Klaster	Liczba węzłów	Węzły występujące w klastrze	Liczba wystąpień	Liczba powiązań	Siła powiązań
1	6	artificial intelligence	11	12	32
		information architectures	7	10	22
		network architecture	2	7	9
		multimodal information architecture	2	6	7
		smart contract	2	6	8
		big data	2	3	5
2	4	natural language processing	3	9	14
		information architecture	3	5	10
		information science	2	4	8
		information treatment	2	4	8
3	3	information retrieval	2	8	10
		machine learning	3	4	8
		system engineering	2	4	7

Tabela 2. Klasyfikacja słów kluczowych w publikacjach z obszaru WAD&AI

Klaster	Liczba węzłów	Węzły występujące w klastrze	Liczba wystąpień	Liczba powiązań	Siła powiązań
1	6	information management	3	8	12
		finance	2	8	12
		intelligent robots	2	8	12
		machine design	2	8	12
		design frameworks	2	8	10
		big data	2	6	8
2	4	learning systems	5	4	12
		students	3	5	11
		design and application	2	8	10
		education computing	2	5	8
3	3	artificial intelligence	22	14	51
		application design	20	14	49
		energy utilization	2	2	4
4	2	artificial intelligence technologies	2	5	7
		application design	2	3	4

W obszarze UX&AI, reprezentowanym przez najliczniejszy zbiór publikacji w badanej próbie, do zaindeksowania ich treści użyto 2232 słów kluczowych, wśród których zidentyfikowano siedem klastrów słów kluczowych, które wystąpiły co najmniej pięć razy w badanym zbiorze (tab. 3). Terminami dominującymi w tych klastrach są: *artificial intelligence*, *user experience*, *automation* w kontekście *internet of things*, *interface design* i *machine design* (klaster 1), *user's experiences*, *user centered design*, *software design* w kontekście *human-ai interaction*, *human computer interaction* i *human centered design* (klaster 2), *human computer interaction*, *user experience design*, *interaction design*, *machine learning* osadzone w kontekście *decision making* i *explainable ai* (klaster 3), *behavioral research*, *augmented reality*, *smartphones* w kontekście *user study*, *interaction research* i *decision support systems* (klaster 4), *product design* i *artificial intelligence technologies* w kontekście *philosophical aspect*, *development process*, *ethics* i *curricula* (klaster 5), *user interfaces*, *creativity*, *co-creation* i *collaboration* w kontekście modeli generatywnych (klaster 6) oraz *ai*, *chatbots*, *conversational agents* w kontekście *natural language processing* (klaster 7).

Tabela 3. Klastry asocjacji słów kluczowych w publikacjach z obszaru UX&AI

Klaster	Liczba węzłów	Węzły występujące w klastrze	Liczba wystąpień	Liczba powiązań	Siła powiązań
1	18	artificial intelligence	223	85	1008
		user experience	164	85	754
		automation	13	37	82
		internet of things	14	28	66
		surveys	11	27	60
		interface design	7	20	41
		machine design	7	17	35
		digital storage	6	22	34
		big data	6	19	32
		arts computing	6	18	30
		deep learning	6	15	27
		design and implementations	6	17	27
		software engineering	5	19	27
		participatory design	5	15	24
		intelligent robots	5	13	24
		internet of things (iot)	5	11	23
		information management	5	12	21
		architectural design	5	10	17

Klaster	Liczba węzłów	Węzły występujące w klastrze	Liczba wystąpień	Liczba powiązań	Siła powiązań
2	14	user's experiences	57	73	306
		user centered design	23	57	159
		software design	14	42	88
		human-ai interaction	11	34	75
		human-computer interaction	11	34	75
		human-centered design	9	31	63
		user interface	9	28	60
		virtual reality	11	25	52
		learning systems	7	24	45
		user experience (ux)	5	23	38
		artificial intelligence systems	6	23	37
		application programs	5	24	37
		artificial intelligence (ai)	6	20	33
		students	7	16	33
3	14	human computer interaction	47	71	292
		user experience design	33	56	176
		interaction design	21	50	133
		machine learning	20	37	111
		decision making	12	41	74
		human engineering	9	24	49
		intelligent systems	6	26	42
		ux	6	21	38
		autonomous vehicles	5	22	35
		human-centered design	5	21	34
		case studies	5	24	33
		machine-learning	6	16	32
		explainable ai	5	15	26
		user experiences (ux)	5	16	24
4	13	behavioral research	15	36	78
		behavioral research	15	36	78
		human	8	27	65
		augmented reality	7	33	53
		article	6	23	50

Klaster	Liczba węzłów	Węzły występujące w klastrze	Liczba wystąpień	Liczba powiązań	Siła powiązań
		article	6	23	50
		smartphones	6	27	47
		adult	5	19	44
		female	5	19	44
		male	5	19	44
		user study	6	26	41
		humans	5	20	41
		user interaction	5	28	40
		user-centered design	5	27	38
		decision support systems	8	22	35
5	12	product design	41	55	220
		design	33	56	161
		artificial intelligence technologies	17	33	90
		ai technologies	7	28	44
		philosophical aspects	5	25	37
		development process	7	20	34
		curricula	7	17	33
		ethics	6	19	31
		design thinking	6	14	28
		privacy by design	6	16	27
		design process	5	16	25
		5g mobile communication systems	6	11	22
6	8	user interfaces	52	74	325
		creativity	7	16	54
		co-creation	6	15	51
		collaboration	5	10	44
		generative design	5	10	44
		generative model	5	10	44
		generative modelling	5	10	44
		creatives	5	15	34

Klaster	Liczba węzłów	Węzły występujące w klastrze	Liczba wystąpień	Liczba powiązań	Siła powiązań
7	7	ai	12	32	61
		chatbot	8	22	47
		computers	10	17	43
		natural language processing	6	19	35
		conversational agents	5	17	29
		design practice	6	18	28
		computer science	5	11	25

Różne praktyki indeksowania piśmiennictwa zarejestrowanego w Scopus w zakresie liczby słów kluczowych przypisywanych dokumentom powoduje, że sama liczba słów kluczowych w wyodrębnionych klastrach nie jest wystarczającym wskaźnikiem identyfikacji obszarów tematycznych badań w zakresie szeroko rozumianej architektury informacji, które są eksplorowane najsilniej. Dlatego kolejnym etapem badań było wyodrębnienie na podstawie słów kluczowych dominujących w zidentyfikowanych klastrach zaindeksowanych nimi 36 publikacji, które wraz z publikacjami o największej liczbie cytowań zostały włączone do zbioru piśmiennictwa poddanego krytycznej analizie treści.

Główne obszary wzajemnego oddziaływania architektury informacji i projektowania UX oraz sztucznej inteligencji w świetle krytycznej analizy treści piśmiennictwa

W wyniku krytycznej analizy treści wybranego piśmiennictwa wyodrębniono sześć obszarów problemowych, w których zgrupowano problemy badawcze omówione w poszczególnych publikacjach:

- (I) Aplikacje AI wspierające projektowanie IA i UX;
- (II) Projektowanie aplikacji i serwisów z funkcjonalnościami opartymi na AI;
- (III) Wykorzystanie IA do organizacji danych dla AI/ML/DL;
- (IV) Interakcja człowieka z AI, wytłumaczalna AI i *human-centered AI*;
- (V) Edukacja projektantów IA i UX w zakresie AI;
- (VI) Teoria i metodologia projektowania IA, UX i inteligentnych produktów cyfrowych.

Dwa pierwsze z tych obszarów dotyczą zagadnień, które ukazują różne aspekty przemian zachodzących pod wpływem nowych możliwości i wyzwań związanych z wykorzystaniem AI w praktyce projektowania IA i UX

aplikacji i usług sieciowych oraz w funkcjonalnościach projektowanych produktów. Obszar trzeci obejmuje badania, w których doświadczenia architektury informacji związane z projektowaniem i wykorzystywaniem systemów metadanych wykorzystywane są do doskonalenia systemów AI opartych na AI i maszynowym uczeniu. Z kolei obszar czwarty obejmuje badania, w których uwaga skupiona jest na wykorzystaniu metod i doświadczeń projektowania UX do doskonalenia interakcji między człowiekiem i systemem AI oraz dostosowania systemów AI do rzeczywistych potrzeb i oczekiwań użytkowników. Dwa ostatnie obszary obejmują problemy badawcze związane z nowymi wyzwaniami edukacyjnymi oraz teoretycznymi i metodologicznymi, które są implikowane przez coraz szersze wykorzystywanie technologii AI w projektowaniu aplikacji i usług sieciowych oraz w projektowanych produktach cyfrowych.

Tabela 4. Rozkład analizowanych publikacji w obszarach problemowych i dziedzinowych

Nr	Nazwa obszaru problemowego	Liczba publikacji w obszarach dziedzinowych			Liczba publikacji w obszarze problemowym
		IA&AI	WAD&AI	UX&AI	
I	Aplikacje AI wspierające projektowanie IA i UX	-	-	7	7
II	Projektowanie aplikacji i serwisów z funkcjonalnościami opartymi na AI	10	1	6	17
III	Wykorzystanie IA do organizacji danych dla AI/ML/DL	5	-	-	5
IV	Interakcja człowieka z AI, wytłumaczalna AI i human-centered AI	1	-	10	11
V	Edukacja projektantów IA i UX w zakresie AI	-	-	5	5
VI	Teoria i metodologia projektowania IA, UX i inteligentnych produktów cyfrowych	1	2	2	5

Przyjęto, że każda publikacja może reprezentować więcej niż jeden obszar problemowy, jednak tylko w jednym przypadku przydział wielokrotny miał zastosowanie. Dotyczyło to artykułu Erica Yorka, w którym rozważane są zarówno problemy projektowania interakcji człowieka z AI,

jak i edukacji projektantów w zakresie projektowania tej interakcji⁹. Rozkład omawianych publikacji w wyodrębnionych obszarach problemowych i dziedzinowych przedstawia tabela 4. Problematykę badawczą publikacji zakwalifikowanych do poszczególnych obszarów omówiono w kolejnych częściach tej sekcji artykułu.

Kategoria (I): Aplikacje AI wspierające projektowanie IA i UX

Wykorzystanie technologii AI w systemach komputerowego wspierania projektowania od dawna należy do częstych jej zastosowań. Dotyczy to również projektowania IA i UX. Aplikacje CAD wykorzystują zarówno tradycyjne metody i techniki AI, tak systemy ramowe, scenariusze czy systemy regułowe, jak i generatywną AI. W tym obszarze najpełniej realizowana jest rola AI jako dobrego asystenta projektanta czy partnera, który odciąża go w rutynowych zadaniach, ale dostarczać też może inspiracji do kreowania nowych pomysłów. W badaniach omówionych w piśmiennictwie poddanych analizie zastosowania AI w projektowaniu i ocenie szeroko rozumianej IA zostało poświęconych stosunkowo niedużo publikacji, co może oznaczać, że jest to tematyka w większym stopniu reprezentowana w piśmiennictwie fachowym niż naukowym. Trzeba też zauważyć, że wszystkie te publikacje, na podstawie słów kluczowych użytych w indeksowaniu, zostały zakwalifikowane do obszaru UX&AI.

Problematyki inteligentnych aplikacji wspierających projektowanie dotyczy artykuł wprowadzający do numeru specjalnego czasopisma „IT Professional”, który został poświęcony aplikacjom wykorzystującym maszynowe uczenie i wspierającym projektowanie interfejsu użytkownika, jego ewaluację oraz analizowanie zachowań użytkowników¹⁰. Narzędzia do oceny UX w interakcji z chatbotami i agentami konwersacyjnymi są przedmiotem artykułu prezentującego wyniki badań, których celem było zdefiniowanie kryteriów oceny interakcji oraz zaprojektowania narzędzia do pomiaru satysfakcji po doświadczeniu z chatbotami (15-punktowy kwestionariusz BOT Usability Scale, BUS-15)¹¹.

⁹ E. York, *Evaluating ChatGPT: Generative AI in UX design and Web development pedagogy*, [w:] *Proceedings of the 41st International Conference on Design of Communication. SIGDOC 2023*, ACM, New York 2023, s. 197–201, <https://doi.org/10.1145/3615335.3623035>.

¹⁰ J. Grigera, J.P. Espada, G. Rossi, *AI in user interface design and evaluation*, „IT Professional” 2023, vol. 25 no. 2, s. 20–22, <https://doi.org/10.1109/MITP.2023.3267139>.

¹¹ S. Borsci, A. Malizia, M. Schmettow, F. van der Velde, G. Tariverdiyeva, D. Balaji, A. Chamberlain, *The chatbot usability scale: the design and pilot of a usability scale for interaction with AI-based conversational agents*, „Personal and Ubiquitous Computing” 2022, vol. 26 no. 1, s. 95–119, <https://doi.org/10.1007/s00779-021-01582-9>.

Aplikacje wspierające projektowanie IA i UX wykorzystują AI w powiązaniu z innymi technologiami. Np. do oceny UX aplikacji korzystających z rzeczywistości wirtualnej, rozszerzonej lub mieszanej oraz aplikacji stosujących techniki perswazyjne została opracowana aplikacja wykorzystująca AI oraz techniki badań psychofizycznych – elektrookulografię i elektroencefalografię¹².

Przykład badań dotyczących rozwijania środowisk programistycznych dla projektowania produktów cyfrowych opisano w artykule poświęconym analizie 16 wizualnych środowisk programistycznych reprezentujących różne podejścia do wykorzystania technologii AI pod względem ich użyteczności w projektowaniu interfejsów robotów przemysłowych i społecznych przez użytkowników końcowych i badaczy społecznych w celu dostosowania do indywidualnych potrzeb¹³. Wyniki tych badań pokazały, że w najnowszych takich narzędziach stosuje się rozproszone i oparte na komponentach podejścia do inżynierii oprogramowania oraz technologie internetowe. Jednak niewiele z tych środowisk jest tak zaprojektowanych, aby umożliwić użytkownikom niezależność od zaawansowanych technologicznie skryptów.

Z kolei aplikacja ERICA monitorująca interakcje użytkowników z różnego typu aplikacjami dostarcza danych zarówno statycznych (np. o układzie interfejsu użytkownika i szczegółach wizualnych), jak i dynamicznych (np. o przepływach użytkowników, szczegółach ruchu), które projektanci mogą wykorzystać do optymalizacji UX¹⁴.

Problemem podejmowanym w badaniach jest przydatność aplikacji AI wspierających projektowanie IA, UX i interakcji oraz ich wykorzystanie przez praktyków projektowania. Badania niemiecko-amerykańskiego zespołu wskazują na pozytywną ocenę tych aplikacji przez profesjonalnych projektantów, którzy postrzegają AI jako kreatywnego partnera do iteracji i asystenta w zadaniach rutynowych¹⁵. Podobne badanie, poświęcone

¹² M. Steiner, D. Meiller, *Human in focus: evaluation with electro graphic methods and artificial intelligence*, [w:] *International Conference on Applied Computing 2023, AC 2023 and WWW/Internet 2023*, IADIS Press, Funchal 2023, s. 227–232.

¹³ E. Coronado, F. Mastrogiovanni, B. Indurkha, G. Venture, *Visual programming environments for end-user development of intelligent and social robots, a systematic review*, „*Journal of Computer Languages*” 2020, vol. 58, art. 100970, <https://doi.org/10.1016/j.cola.2020.100970>.

¹⁴ B. Deka, Z. Huang, R. Kumar, *ERICA: Interaction mining mobile apps*, [w:] *UIST 2016 – Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology*, ACM, New York 2016, s. 767–776, <https://doi.org/10.1145/2984511.29845>.

¹⁵ T. Kneare, M. Khwaja, Y. Gao, F. Bentley, C.E. Kilman-Silver, *Exploring the future of design tooling: The role of artificial intelligence in tools for user experience professionals*, [w:] *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings. CHI 2023*, ACM, New York 2023, <https://doi.org/10.1145/3544549.3573874>.

przydatności inteligentnych aplikacji CAD w projektowaniu UX, przeprowadzili badacze ze Sri Lanki, również uzyskując potwierdzenie pozytywnego nastawienia praktyków projektowania UX do korzystania z takich narzędzi¹⁶.

Kategoria (II): Projektowanie aplikacji i serwisów z funkcjonalnościami opartymi na AI

Polem badań najliczniej reprezentowanym w analizowanym piśmiennictwie jest projektowanie i ocena IA i UX aplikacji wykorzystujących narzędzia AI oraz platform i interfejsów inteligentnych robotów, w których integrowane są różne funkcjonalności oparte na technologiach AI i których zadaniem jest holistyczna obsługa określonego typu potrzeb specjalistycznych. Na podstawie słów kluczowych użytych w indeksowaniu, większość publikacji o takiej problematyce zakwalifikowano do obszaru IA&AI, jest ona również wyraźnie obecna w obszarze UX&AI, a także reprezentuje ją jedna publikacja należąca do WAD&AI.

Badania z tego zakresu dotyczą aplikacji, systemów i platform przeznaczonych dla różnych dziedzin: medycyny i ochrony zdrowia, opieki społecznej, zarządzania miastami, biznesem i przemysłem, księgowości, gier, turystyki, e-commerce, gromadzenia i przetwarzania danych naukowych, a także wdrażania innowacyjnych rozwiązań w takich aplikacjach, jak systemy wyszukiwawcze i rekomendacyjne oparte na ML.

Najstarszą publikacją w tej grupie jest artykuł konferencyjny wydany w 1997 r., który w obszarze WAD&AI uzyskał wysoką liczbę cytowań, jakkolwiek warto zaznaczyć, że ostatnie z nich pochodzi z 2011 r. Artykuł jest poświęcony tzw. migrującym aplikacjom interfejsu użytkownika, które wykorzystują technologię AI do wspomagania operacji migracji, tj. przenoszenia interfejsu z jednego urządzenia lub środowiska programistycznego do innego i zachowania danych użytkownika oraz kontekstu aplikacji, co umożliwia w nowym środowisku kontynuację pracy od miejsca, w którym została przerwana w środowisku poprzednim¹⁷. Obecnie termin *migratory applications* jest rzadko używany, a jego znaczenie zostało

¹⁶ P. Padmasiri, P. Kalutharage, N. Jayawardhane, J. Wickramaratne, *AI-driven user experience design: Exploring innovations and challenges in delivering tailored user experiences*, [w:] *Proceeding of ICITR 2023 – 8th International Conference on Information Technology Research: The Next Evolution in Digital Transformation*, ICITR, Colombo 2023, <https://doi.org/10.1109/ICITR61062.2023.10382802>.

¹⁷ K. Bharat, L. Cardelli, *Migratory applications*, [w:] *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Springer, Berlin–Heidelberg 1997, vol. 1222, s. 131–148.

częściowo przejęte przez nowe koncepcje, takie jak *container migration* – przenoszenie kontenerów w sieci z jednego węzła na drugi, *live migration of VMs* – przenoszenie między hostami wirtualnych maszyn bez przerywania działania, czy *edge computing* – dynamiczne przenoszenie obliczeń bliżej użytkownika końcowego.

Długą historię ma też projektowanie systemów AI dla potrzeb medycyny i ochrony zdrowia. W badaniach omówionych w analizowanym piśmiennictwie zajmowano się m.in. projektowaniem IA systemów wspierania decyzji klinicznych, obejmującej takie moduły jak modele pacjenta, biblioteki leczenia, uwierzytelniona baza wiedzy klinicznej oraz inteligentni agenci¹⁸. Jednym z obszarów medycyny, z którym współcześnie wiąże się wiele badań dotyczących projektowania architektury inteligentnych usług informacyjnych jest radiologia, korzystająca z generatywnej AI do analizy obrazowania medycznego i narzędzi przetwarzania języka naturalnego do generowania opisów wyników diagnostyki obrazowej¹⁹. Wśród problemów podejmowanych w ostatnich latach jest też ocena funkcjonalności AI wykorzystywanych w internetowych chatbotach przeznaczonych do autodiagnozy²⁰ czy w aplikacjach przeznaczonych do monitorowania prawidłowego przepisywania leków psychotropowych pacjentom z demencją²¹.

W najnowszych badaniach uwagę przyciągają też zagadnienia dotyczące IA platform i aplikacji wspierających procesy biznesowe w przedsiębiorstwach. Technologie AI wykorzystywane są w nich przede wszystkim do analizy *big data*²², ale technologia AI bywa w tego typu systemach integrowana z innymi technologiami, np. rozszerzoną

¹⁸ D.E. Robbins, V. Gurupur, J. Tanik, J., *Information architecture of a clinical decision support system*, [w:] Conference Proceedings – IEEE Southeastcon, IEEE 2011, s. 374–378, <https://doi.org/10.1109/SECON.2011.5752969>.

¹⁹ B. Saboury, M. Morris, E. Siegel, *Future directions in artificial intelligence*, „Radiology Clinics of North America” 2021, no. 59, s. 1085–1095, <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2021.07.008>.

²⁰ X. Fan, D. Chao, Z. Zhang, D. Wang, X. Li, F. Tian, *Utilization of self-diagnosis health chatbots in real-world settings: Case study*, „Journal of Medical Internet Research” 2021, vol. 23, no. 1, art. e19928, <https://doi.org/10.2196/19928>.

²¹ N. Rasing, S. Janus, M. Smalbrugge, R. Koopmans, S. Zuidema, *Usability of app-based clinical decision support system to monitor psychotropic drug prescribing appropriateness in dementia*, „International Journal of Medical Informatics” 2023, no. 177, art. 105132, <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.105132>.

²² S. Shen, B. Li, S. Li, *Construction and application of big data analysis platform for enterprise*, [w:] ACM International Conference Proceedings Series. Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence, CSAI, ACM, New York 2019, s. 54–58, <https://doi.org/10.1145/3374587.3374650>.

rzeczywistością²³. W tym kontekście coraz ważniejszą rolę odgrywa projektowanie IA dla Internetu Rzeczy, w szczególności tzw. Przemysłowego Internetu Rzeczy (ang. *Industrial Internet of Things*, IIoT), który stał się podstawą automatyzacji procesów przemysłowych²⁴. Architektura ta ma zapewnić integrację technologii wykorzystywanych w IIoT, systemach cyberfizycznych i *big data*, w celu optymalizacji procesów produkcyjnych i ułatwienia inteligentnego podejmowania decyzji. Badania dotyczą też oceny wpływu inteligentnych narzędzi cyfrowych (systemów zarządzania jakością, narzędzi IoT i innych narzędzi ICT) wykorzystywanych w przedsiębiorstwach na efektywność tych przedsiębiorstw²⁵.

Do tego obszaru problemowego zaliczono także badania dotyczące złożonych platform automatyzujących procesy księgowości, integrujących różne funkcjonalności oparte na AI. Przykładem takich badań jest praca o optymalizacji architektury informacji systemu informacji księgowej, wykorzystującego technologię *blockchain* i narzędzia analityki *big data* oraz generowania spersonalizowanych raportów²⁶.

W analizowanym zbiorze publikacji istotną grupę stanowią artykuły poświęcone projektowaniu IA infrastruktury zarządzania danymi inteligentnych miast oraz projektowaniu IA i UX inteligentnych aplikacji przeznaczonych do włączania mieszkańców do procesów zarządzania miastem, np. planowania i zarządzania budżetem partycypacyjnym²⁷ czy zarządzania sortowaniem i pakowaniem przeterminowanej, ale nadal bezpiecznej do spożycia żywności i jej dystrybucją wśród potrzebujących²⁸.

²³ S. Bhale, *Enhancing value proposition through AI strategy: A case-study on a targeted application of AR in field support*, [w:] *ACM International Conference Series. Proceedings of the 10th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning*, IC4E, ACM, New York 2019, s. 453–457, <https://doi.org/10.1145/3306500.3306576>.

²⁴ Ch. Binder, Ch. Neureiter, A. Lüder, *Towards a domain-specific information architecture enabling the investigation and optimization of flexible production systems by utilizing artificial intelligence*, „*International Journal of Advanced Manufacturing Technology*” 2022, vol. 123, no. 1–2, s. 49–81, <https://doi.org/10.1007/s00170-022-10141-2>.

²⁵ N. Yadav, R. Shankar, S.P. Singh, *Impact of industry 4.0/ICTs, Lean Six Sigma and quality management systems on organisational performance*, „*TQM Journal*” 2020, vol. 32, no. 4, s. 815–835, <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2019-0251>.

²⁶ D. Li, *Information reconstruction of accounting robot based on block chain*, [w:] *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1147, Springer, Cham 2020, s. 102–108, https://doi.org/10.1007/978-3-030-43309-3_14.

²⁷ R. Fairstein, G. Banade, K. Gal, *Participatory budgeting designs for the real world*, [w:] *Proceedings of the 37th AAAI Conference on Artificial Intelligence*, Washington 2023, vol. 37, s. 5633–5640, <https://doi.org/10.1609/aaai.v37i5.25699>.

²⁸ S.S. Agrawal, S.B. Panchal, *The food app – fair and equal access to free food for anyone in need*, [w:] *Proceedings of IDC 2023 – 22nd Annual ACM Interaction Design and Children Conference: Rediscovering Childhood*, ACM, Chicago 2023, s. 435–438.

W 2023 i 2024 r. University of North Carolina, University of Columbia i IBM Research AI zorganizowały wirtualne warsztaty, na których omawiane były wyniki badań dotyczących projektowania UX aplikacji opartych na generatywnej AI, przeznaczonych do wspierania projektowania kreatywnego²⁹.

Nowatorskie koncepcje projektowania innowacyjnej IA złożonych platform stanowią infrastruktura tzw. jeziora danych – hurtowni danych będącej komponentem systemów wspierania decyzji³⁰ oraz platforma do modelowania danych i predykcji opadów deszczu, oparta na wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych i analizy *big data*³¹. Artykuł poświęcony pierwszej z tych koncepcji jest najczęściej cytowaną publikacją z zakresu IA&AI. Do publikacji o największej liczbie cytowań w tym obszarze należy też artykuł o Wirtualnym Środowisku Projektowym (ang. *Virtual Design Enviroment*), platformie opartej na technologii algorytmów ewolucyjnych, wspierającej podejmowanie decyzji planistycznych w zakresie projektowania, produkcji i dostaw w heterogenicznym środowisku rozproszonym³².

Do tego obszaru problemowego zaliczono też artykuł poświęcony inteligentnemu systemowi przechowywania i zarządzania informacjami dla systemów autonomicznych³³. System ten wykorzystuje trójfilarową IA, składającą się z trzech odrębnych komponentów: wcześniejszej wiedzy, modelu środowiska i świata rzeczywistego. W centrum architektury znajduje się model środowiska, który stanowi cel fuzji wcześniejszej wiedzy i informacji sensorycznych ze świata rzeczywistego. Model środowiska jest zorientowany obiektowo i kompleksowo reprezentuje świat systemu autonomicznego, działając jako centrum informacji dla czujników (źródeł informacji) i procesów kognitywnych systemu (wykorzystujących

²⁹ M.L. Mahler, J.D. Weisz, L.B. Chilton, W. Geyer, H. Strobel, *HAI-GEN 2023: 4th Workshop on Human-AI Co-Creation with Generative Models*, [w:] *International Conference on Intelligent User Interfaces. Proceedings IUI*, CEUR, Sydney 2023, s. 190–192, <https://doi.org/10.1145/3581754.3584166>.

³⁰ C. Madera, A. Laurent, *The next information architecture evolution: The data lake wave*, [w:] *8th International Conference on Management of Digital EcoSystems*, MEDES 2016, ACM, New York 2016, s. 174–180, <https://doi.org/10.1145/3012071.3012077>.

³¹ M.-F. Siddiqui, R. Kumar, *Retracted: Interpreting the nature of rainfall with AI and big data models*, [w:] *2020 International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)*, London 2020, s. 306–310, <https://doi.org/10.1109/ICIEM48762.2020.9160322>.

³² R. Subbu, C. Hocaoglu, A.C. Sanderson, *A virtual design environment using evolutionary agents*, [w:] *Proceedings – IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Leuven 1998, vol. 1, s. 247–253, <https://doi.org/10.1109/ROBOT.1998.676384>.

³³ I. Gheța, M. Heizmann, A. Belkin, J. Beyerer, *World modeling for autonomous systems*, [w:] *Advances in Artificial Intelligence. KI 2010, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 6359, Springer, Berlin–Heidelberg 2010, no. 6359, s. 176–183, https://doi.org/10.1007/978-3-642-16111-7_20.

informację). Zawiera on mechanizmy wymiany informacji z pozostałymi dwoma komponentami.

Kategoria (III): Wykorzystanie IA do organizacji danych dla AI/ML/DL

Problematyka wykorzystania metod i narzędzi IA, przede wszystkim schematów i systemów metadanych, do poprawy jakości danych treningowych dla systemów opartych na maszynowym i głębokim uczeniu (ang. *deep learning*, DL) jest zagadnieniem, które w analizowanym zbiorze reprezentowane jest przez pięć publikacji, w tym przez artykuł Setha Earleya, należący do publikacji najczęściej cytowanych w zakresie IA&AI³⁴. W tym obszarze problemowym IA jest rozpatrywana jako dziedzina, która dostarcza lub może dostarczyć narzędzia kategoryzacji danych, umożliwiających poprawę efektywności ML. Kwestia przygotowania wysokiej jakości danych treningowych dla sieci neuronowych, w tym identyfikacji kontekstu i semantycznej strukturyzacji zasobów danych uważana jest za kluczową dla eliminacji ograniczeń ML i DL.

Wszystkie publikacje zakwalifikowane do omawianego obszaru problemowego należą do zakresu IA&AI. Tytuł wspomnianego artykułu Earleya, opublikowanego w 2016 r. – *There is no AI without IA* – stał się nośnym hasłem zarówno w środowisku projektantów systemów AI jak i projektantów IA³⁵. Artykuł wyjaśnia znaczenie organizacji danych treningowych, zapewniającej dostarczanie kontekstu interpretowanych danych algorytmom ML implementowanym w coraz większej liczbie usług informacyjnych: w systemach ERP, w systemach zarządzania dokumentacją, systemach rekomendacyjnych, w personalizacji usług, systemach wspierania decyzji, etc. Omawiając wykorzystanie narzędzi IA w systemach AI Earley używa dwóch kluczowych pojęć: *architektura treści* i *harmonizacja narzędzi w ekosystemie angażowania użytkowników*. Pierwszy odwołuje się do systemów metadanych służących do semantycznej organizacji zasobów informacyjnych (taksonomii, systemów kategoryzacyjnych, ontologii) oraz

³⁴ S. Earley, *There is no AI without IA*, „IT Professional” 2016, vol. 18, no. 3, s. 58–64, <https://doi.org/10.1109/MITP.2016.43>.

³⁵ Przywołuje je np. Carol Smith w wywiadzie udzielonym Sarah Rice i Andrei Resminiemu i opublikowanym w 2021 r. (S.A. Rice, A. Resmini, *There is no AI without IA: In conversation with Carol Smith*, [w:] *Advances in Information Architecture. The Academics / Practitioners Round Table 2014–2019*, eds. A. Resmini, S.A. Rice, B. Irizarry, Springer, Cham 2021, s. 223–229, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-63205-2>) oraz Ike Kehal na platformie Medium (I. Kehal, *There is no AI without IA*, AI Automation, 10.07.2019, [on-line:] <https://medium.com/aiautomation/theres-no-ai-without-ia-9a4b6b2ce4c8> – 5.06.2024).

identyfikacji powiązań między danymi. Termin drugi natomiast odwołuje się do konceptu *enterprise information architecture*, tj. strukturyzacji przestrzeni informacyjnej organizacji. Te dwa pojęcia wyznaczają główną płaszczyznę wykorzystania metod i narzędzi IA w rozwoju i doskonaleniu systemów AI.

Cztery pozostałe artykuły poświęcone problematyce wykorzystania narzędzi i metod IA w systemach AI są autorstwa zespołu badaczy brazylijskich i prezentują koncepcję oraz zastosowania opracowanej przez nich Multimodalnej Architektury Informacji (ang. *Multimodal Information Architecture*, MIA). Jest to osadzona na teoretycznych podstawach organizacji wiedzy rama metodologiczna projektowania, analizowania i przygotowania przestrzeni informacyjnej przeznaczonej do wstępnego przetworzenia i strukturyzacji korpusów danych treningowych używanych do uczenia sztucznych sieci neuronowych wykorzystywanych w przetwarzaniu języka naturalnego³⁶. Metoda MIA została przetestowana na materiale z 16 dziedzin wiedzy, wykazując wysoką efektywność. W artykule opublikowanym w 2024 r. autorzy przedstawili implementację tej metody w trenowaniu wykorzystującego algorytm AI systemu zarządzania dokumentami medycznymi³⁷.

Kategoria (IV): Interakcja człowieka z AI, wytłumaczalna AI i *human-centered AI*

Problematyką badań przyciągającą ostatnio dużą uwagę jest tzw. osvajanie użytkowników z technologią AI, tj. kształtowanie kompetencji w zakresie efektywnego korzystania z niej i budowanie zaufania do niej przez

³⁶ G.H.J. Kuroki Júnior, C. Gottschlag-Duque, *Information architecture applied on natural language processing: a proposal* Information Science contributions on data preprocessing for training and learning of artificial neural networks, „Revista Digital de Biblioteconomia e Ciencia da Informacao” 2023, no. 21, art. e023002, <https://doi.org/10.20396/rdbci.v21i00.8671396/30919>; G.H. Kuroki Júnior, C. Gottschlag-Duque, *Multimodal Information Architecture: contribution on Artificial Intelligence developments* | Arquitetura da Informação Multimodal: contribuições no desenvolvimento de Inteligência Artificial, „Transinformação” 2023, no. 35, art. e226729, <https://doi.org/10.1590/2318-0889202335E226729>; art. G.H. Kuroki Júnior, C. Gottschlag-Duque, *Data and Knowledge Organization for Natural Language Processing: Searching and Identifying Better Arrangements of Texts Based on Multimodal Information Architecture*, „Sage Open” 2024, vol. 14, no. 1, <https://doi.org/10.1177/21582440231177042>.

³⁷ G.H. Kuroki Júnior, C. Gottschlag-Duque, *Towards Multimodal Information Architecture: A social-technical approach of artificial intelligence development in Inova HFA's Electronic Health Record (EHR)*, [w:] *Lecture Notes in Networks and Systems*, Springer 2024, no. 825, s. 792–806, https://doi.org/10.1007/978-3-031-47718-8_51.

wyjaśnianie jej działania. W ostatnich latach w piśmiennictwie wielu nauk społecznych i humanistycznych (socjologii, prawa, nauk o komunikacji, filozofii, kulturoznawstwa) popularnym tematem jest „wytłumaczalna” czy „wyjaśnialna” AI (ang. *explainable AI*, XAI). Wykorzystywanie technologii AI w różnych działaniach manipulacyjnych i celach godzących w dobrostan użytkowników, z jednej strony prowadzi do narastania obaw użytkowników wobec oferowanych usług, a z drugiej wzmacnia społeczne przekonanie o konieczności kontrolowania zastosowań AI i obligowania producentów do zapewnienia wglądu w zasady podejmowania decyzji przez systemy AI. Rośnie świadomość, że systemy AI mają coraz większy wpływ na podejmowane decyzje, które mogą mieć duże znaczenie i poważne konsekwencje dla użytkownika. Dyskutowane są problemy etyczne i prawne dotyczące tzw. kolonizacji danych³⁸, tj. pozyskiwania danych treningowych dla technologii ML i DL bez zgody twórców czy właścicieli tych danych.

Z punktu widzenia projektowania IA i UX najważniejszymi zagadnieniami w omawianym obszarze wydają się: projektowanie interakcji z AI zapewniającej pewne i sprawne korzystanie z niej oraz projektowanie zasad i systemów wyjaśniania działania AI w poszczególnych implementacjach. W analizowanym piśmiennictwie taką problematykę podjęto w 11 publikacjach – 10 z zakresu UX&AI i jednej z zakresu IA&AI.

Badanie interakcji człowiek – AI wpisuje się w tradycję badań HCI. Systemy AI mogą popełniać nieprzewidywalne błędy, które szkodzą UX, a nawet prowadzą do niepożądanych skutków społecznych. Projektowanie interakcji z AI uważa się za trudne zagadnienie, wymagające identyfikacji źródeł błędów zarówno po stronie złożonych systemów AI jak i po stronie nierozumiejących ich działania użytkowników³⁹. Badania dotyczą też oceny interfejsów aplikacji konwersacyjnych z generatywną AI i identyfikacji błędnych interpretacji czy niewłaściwych zachowań użytkownika, wynikających z nierozumienia zasad generowania odpowiedzi przez system⁴⁰.

Postulat o niezbędności zapewnienia wytłumaczalności AI, szczególnie opartych na ML, stanowi podstawę dla tworzenia koncepcji systemów XAI, a więc ustalenia tego w jaki sposób ta wytłumaczalność ma być zapewniana użytkownikom. Juliana Ferreira i Mateus Moneiro twierdzą, że

³⁸ Zob. np. S. Zuboff, *Wiek kapitalizmu inwigilacji. Walka o przyszłość ludzkości na nowej granicy władzy*, tłum. A. Unterschuetz, Poznań 2020; *Resisting data colonialism. A practical intervention*, Institute of Network Cultures, Amsterdam 2023.

³⁹ Q. Yang, A. Steinfeld, C. Rosé, J. Zimmerman, *Re-examining whether, why, and how human-AI interaction is uniquely difficult to design*, [w:] CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM, New York 2020, s. 1–13, art. 3376301, <https://doi.org/10.1145/3313831.3376301>.

⁴⁰ E. York, dz. cyt., s. 197–201.

wyjaśnianie AI może być skuteczne, jeśli zostanie dopasowane do potrzeb i oczekiwań użytkownika w odpowiednim momencie i formie, dlatego zaprojektowanie doświadczeń użytkownika związanych z wyjaśnianiem AI ma kluczowe znaczenie. Wy tłumaczalność zachowania systemów AI musi uwzględniać różne wymiary: (1) kto jest odbiorcą danego wyjaśnienia; (2) dlaczego to wyjaśnienie jest potrzebne; (3) w jakim kontekście wyjaśnienie jest prezentowane⁴¹. Z kolei Andrea Brennen ustalała, co faktycznie ludzie rozumieją przez XAI. Na podstawie wyników kilkudziesięciu wywiadów i dwóch grup fokusowych stwierdziła, że (1) współczesny dyskurs o XAI utrudnia brak spójnej terminologii; (2) istnieje wiele różnych wyobrażeń o tym, jak ma działać system wyjaśniania, w tym debugowanie modeli, rozumienie uprzedzeń i budowanie zaufania. Generalnie niezbędne jest opracowanie strategii wyjaśniania AI opartej na badaniach UX⁴².

Problem wytłumaczalnej AI był też badany w kontekście zaufania klientów do usług e-handlu. Koreańscy specjaliści CX (ang. *customer experience*), stwierdzili niezbędność wyjaśniania podstaw decyzji wskazywanych przez systemy rekomendacji oraz opracowania standardów takich wyjaśnień zgodnych z oczekiwaniami i możliwościami percepcyjnymi klientów⁴³. Badano też problem wyjaśnialności zasad generowania wizualizacji danych przez systemy AI w aplikacjach biznesowych⁴⁴.

Jednym ze stosowanych podejść jest projektowanie systemu wyjaśnień dla działania AI w formie odpowiedzi na pytania ustalane na podstawie badań UX. Przykład badania, w którym przyjęto takie podejście został omówiony w artykule o projektowaniu wyjaśnień opartych na pytaniach o doświadczenia użytkownika systemu aktywnego oglądania wideo (*Active Video Watching, AVW Space*)⁴⁵.

⁴¹ J.J. Ferreira, M.S. Monteiro, *What Are People Doing About XAI User Experience? A Survey on AI Explainability Research and Practice*, [w:] *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Springer, Cham 2020, s. 56–73, https://doi.org/10.1007/978-3-030-49760-6_4.

⁴² A. Brennen, *What do people really want when they say they want „explainable AI?” we asked 60 stakeholders*, [w:] *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings 2020*, ACM, New York 2020, art. 3383047, <https://doi.org/10.1145/3334480.3383047>.

⁴³ D. Kim, Y. Song, S. Kim, S. Lee, Y. Wu, J. Shin, D. Lee, *How should the result of artificial intelligence be explained to users? – Research on consumer preferences in user-centered explainable artificial intelligence*, „Technical Forecasting and Social Change” 2023, no. 188, art. 122343, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122343>.

⁴⁴ S. Tandon, J. Wang, *Surfacing AI explainability in enterprise product visual design to address user tech proficiency difference*, [w:] *CHI 2023: Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings*, ACM, New York 2023, art. 398, <https://doi.org/10.1145/3544549.3573867>.

⁴⁵ R.V. Lumpas, A. Mitrovic, M. Galster, S. Malinen, P. Peiris, J. Holland, *Question-driven design process for XAI in Active Video Watching*, [w:] *31st International Confer-*

Konceptem, który przyciąga coraz więcej uwagi badaczy jest sztuczna inteligencja ukierunkowana na człowieka – *human-centered AI* (HCAI). Ideę tę przedstawił Ben Shneiderman najpierw w 2021 r. na wirtualnej konferencji IUI, a następnie w książce wydanej rok później przez Oxford University Press⁴⁶. Głównym postulatem, którego argumentacja została w niej omówiona, jest zmiana podejścia do projektowania systemów AI, ze zogniskowanego na możliwościach naśladowania umiejętności poznawczych człowieka przez technologię komputerową na projektowanie AI zogniskowane na potrzebach człowieka i dostosowaniu AI do potrzeb wzmocnienia możliwości poznawczych człowieka. Taka zmiana podejścia może kształtować przyszłość technologii AI jako „supernarzędzia” zapewniającego ludziom poprawę jakości życia we wszystkich jego wymiarach. Według Shneidermana, upowszechnienie tego podejścia może też przeciwdziałać wykorzystywaniu AI w celu manipulacji czy wprowadzania w błąd użytkowników.

Z koncepcją HCAI łączy się rozwijająca się w ostatnim czasie dyskusja o wzajemnej zależności człowieka i systemów AI, której jedną z podstawowych tez jest to, że sztuczna inteligencja, w szczególności GAI, jest skumulowaną inteligencją ludzką, bo jej podstawą jest wykorzystanie produktów ludzkiej inteligencji, na których się uczy i które stanowią fundament wiedzy pozwalającej jej wnioskować i podejmować decyzje. Wyrażany jest więc pogląd, że zamiast symulować ludzką inteligencję systemy AI oparte na głębokim uczeniu przechwytyują ludzkie zdolności poznawcze, a więc są hybrydowymi urządzeniami człowiek-maszyna⁴⁷. W innym ujęciu zależność między AI i ludźmi analizowana jest pod względem ustalenia takich zasad tego współdziałania, które zapewniają poprawę wydajności, niezawodności i efektywności złożonych systemów opartych na ML i równocześnie pomagają przewyciężyć ograniczenia użytkowników (np. w utrzymaniu koncentracji i uwagi podczas zadań wymagających znacznej wielozadaniowości)⁴⁸.

ence on Computers in Education, ICCE 2023 – Proceedings, Taoyuan: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 2023, vol. 2, s. 878–880.

⁴⁶ B. Shneiderman, *Tutorial: Human-centered AI: Reliable, Safe and Trustworthy*, [w:] *Companion Proceedings of the 26th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '21 Companion)*, Association for Computing Machinery, New York 2021, s. 87–89, <https://doi.org/10.1145/3397482.3453994>; B. Shneiderman, *Human-Centered AI*, Oxford University Press, New York 2022, <https://doi.org/10.1093/oso/9780192845290.001.0001>.

⁴⁷ R. Mühlhoff, *Human-aided artificial intelligence: Or, how to run large computations in human brains? Toward a media sociology of machine learning*, „New Media and Society” 2020, vol. 22, no. 10, s. 1868–1884, <https://doi.org/10.1177/1461444819885334>.

⁴⁸ H.Y. Fouad, A.K. Raz, J. Llinas, W.F. Lawless, R. Mittu, *Finding the path toward design of synergistic human-centered complex systems*, [w:] *Engineering Artificially Intelligent Systems*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 13000, eds. W.F. Lawless, J. Llinas,

Kategoria (V): Edukacja projektantów IA i UX w zakresie AI

Rozwój zastosowań AI, zarówno w aplikacjach wspierających projektowanie IA i UX, jak i w różnego rodzaju aplikacjach projektowanych przez specjalistów IA i UX, wymaga nowych kompetencji, w które muszą być oni wyposażeni. Upowszechnianie zastosowań AI w coraz liczniejszych dziedzinach życia wymaga rewizji programów edukacji i włączenia do nich treści przygotowujących różnego rodzaju specjalistów do korzystania z narzędzi AI. Ta nowa w środowisku pracy technologia szybko rozwija się i jest trudna w zrozumieniu (zwłaszcza AI oparta na ML i DL), a w praktyce edukacji specjalistów większości branż jest uwzględniana w małym stopniu. Rozwijającym się polem problemowym badań w zakresie IA i projektowania UX jest zatem uczenie rozumienia i efektywnego korzystania z AI zarówno jako narzędzia pracy projektantów, jak i jako komponentu projektowanych aplikacji. W badanym piśmiennictwie problematykę tę reprezentuje pięć publikacji – wszystkie z zakresu UX&AI.

Do tej grupy badań należą prace nad koncepcją wdrażania wiedzy z zakresu AI w programach kształcenia projektantów UX⁴⁹ oraz badania dotyczące przyczyn ograniczonego wykorzystania przez projektantów UX maszynowego uczenia jako materiału projektowego⁵⁰. O wadze tego drugiego zagadnienia świadczy fakt, że poświęcony mu artykuł zespołu duńskich i amerykańskich badaczy jest najczęściej cytowaną publikacją z zakresu UX&AI. Do grupy często cytowanych publikacji z tego zakresu należy też inny artykuł amerykańskich współautorów wcześniej przywołanej publikacji, poświęcony potrzebie pogłębiania świadomości projektantów UX w zakresie wpływu ML na UX i możliwości jego wykorzystywania w projektowaniu⁵¹. Zagadnienie edukacji projektantów w zakresie uczenia

D.A. Sofge, R. Mittu, Springer, Cham 2021, s. 73–89, https://doi.org/10.1007/978-3-030-89385-9_5.

⁴⁹ R. Flechtner, A. Stankowski, *AI is not a wildcard: Challenges for integrating AI into the design curriculum*, [w:] *ACM International Conference Proceedings Series*, ACM, New York 2023, s. 72–77, <https://doi.org/10.1145/3587399.3587410>.

⁵⁰ G. Dove, K. Halskov, J. Forlizzi, J. Zimmerman, *UX design innovation: Challenges for working with machine learning as a design material*, [w:] *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings*, ACM, New York 2017, s. 278–288, <https://doi.org/10.1145/3025453.3025739>.

⁵¹ Q. Yang, A. Scuito, J. Zimmerman, J. Forlizzi, A. Steinfeld, *Investigating how experienced UX designers effectively work with machine learning*, [w:] *DIS 2018 – Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference*, ACM, New York 2018, s. 585–596, <https://doi.org/10.1145/3196709.3196730>.

maszynowego podjęte zostało też w kontekście potrzeby dostosowania ML do potrzeb specjalistów dziedzinowych, którzy mają korzystać z opartych na nim funkcjonalności specjalistycznych aplikacji⁵². Oceniono, że jest to zadanie trudne, które wymaga ścisłej współpracy projektantów aplikacji i ekspertów ML.

Tematem publikacji dotyczących tego pola problemowego jest też rozwijanie kompetencji projektantów UX i projektantów stron WWW w zakresie efektywnego korzystania z Chata GPT jako narzędzia wspierającego ich pracę⁵³.

Kategoria (VI): Teoria i metodologia projektowania IA, UX i inteligentnych produktów cyfrowych

W świetle analizowanego piśmiennictwa, AI ma też wpływ na rozwój podstaw teoretycznych i metodologii wykorzystywanych w projektowaniu IA i UX aplikacji i serwisów oraz inteligentnych produktów. Pole to w analizowanym zbiorze reprezentowane jest przez pięć publikacji dotyczących różnych koncepcji rozwijanych w projektowaniu systemów komputerowych. Publikacje te rozkładają się dość równomiernie w trzech wyróżnionych zakresach szeroko rozumianej architektury informacji. Wszystkie zostały zakwalifikowane do analizowanego zbioru publikacji na podstawie wysokiej liczby cytowań.

Dwie spośród publikacji z tego obszaru problemowego dotyczą wykorzystania *Unified Modeling Language* (UML) w projektowaniu IA. Kolejne dwie publikacje dotyczą teoretycznych podstaw inżynierii oprogramowania wykorzystywanego w inteligentnych aplikacjach i produktach cyfrowych. Piąta z publikacji zakwalifikowanych do tej kategorii reprezentuje rozważania teoretyczne dotyczące zagadnienia bezpieczeństwa działania systemów AI opartych na maszynowym uczeniu.

W pierwszym artykule dotyczącym UML podjęto problem potrzeby rozbudowania języków modelowania stron internetowych (WebML) opartych na hipermediach i stosowanych w modelowaniu oprogramowania⁵⁴. Celem zaproponowanego wykorzystania UML jest rozszerzenie

⁵² S. Colombo, C. Costa, *Can designers take the driver's seat? A new human-centered process to design with data and machine learning*, „Design Journal” 2024, vol. 27, no. 1, s. 7–29, <https://doi.org/10.1080/14606925.2023.2279835>.

⁵³ E. York, dz. cyt., s. 197–201.

⁵⁴ D. Lowe, B. Henderson-Sellers, A. Gu, *Web extensions to UML: Using the MVC triad*, [w:] *Conceptual Modeling — ER 2002*. ER 2002, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2503, eds. S. Spaccapietra, S.T. March, Y. Kambayashi, Springer, Berlin–Heidelberg 2002, s. 105–119, https://doi.org/10.1007/3-540-45816-6_18.

podejścia do modelowania, które ma zapewnić bardziej efektywne połączenia między różnymi poziomami abstrakcji i połączenia modeli systemów z modelami biznesowymi.

W drugim artykule, którego przedmiotem jest UML, podjęto problem zapewniania ochrony prywatności w projektowanych aplikacjach wykorzystujących technologie AI. Przedstawiono rozwój wzorców projektowych, które odpowiadają zasadom prywatności Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) i opisują szczegóły zasad prywatności oraz sposób ich zastosowania w projektowaniu i wdrażaniu aplikacji. Zaproponowano modele projektowe oprogramowania realizujące zasady prywatności, w których wykorzystano notacje UML, aby umożliwić ponowne wykorzystanie projektu w aplikacjach uwzględniających prywatność⁵⁵.

Nowsze publikacje o charakterze teoretycznym i metodologicznym reprezentują artykuły poświęcone algorytmom AI inspirowanym naturą i ich wykorzystaniu w projektowaniu inteligentnych aplikacji i systemów informacyjnych. Tematykę tę podjęto w przeglądowym artykule, w którym omówiono koncepcję inteligencji roju i jej wykorzystanie w projektowaniu algorytmów optymalizacji. Zgodnie z tą teorią podejmowanie decyzji wśród organizmów w społecznościach takich jak mrówki i pszczoły, wykorzystuje lokalne informacje i interakcje z innymi agentami i z ich własnym środowiskiem, co z kolei może być odpowiedzialne za wzrost zbiorowej lub społecznej inteligencji. Według jednej z hipotez, złożone interakcje przyczyniają się do pojawienia się inteligencji u wysoko rozwiniętych gatunków biologicznych. Zmiana biologiczna wynika z reagowania organizmu i dostosowywania się do zmian w jego społeczności i środowisku. Organizmy należące do tego samego gatunku z powodzeniem wykonują określone zadania dzięki inteligencji zbiorowej lub rojowej. Gdy zasoby są ograniczone, różne gatunki współpracują, a nawet mogą koewoluować. Algorytmy inspirowane naturą są stosowane w szerokiej gamie aplikacji przeznaczonych do rozwiązywania problemów w świecie rzeczywistym w różnych dziedzinach⁵⁶.

Do teorii roju i nowych koncepcji inżynierii oprogramowania odwołuje się też artykuł, w którym zaproponowano ewolucyjny algorytm

⁵⁵ T. Suphakul, T. Senivongse, *Development of privacy design patterns based on privacy principles and UML*, [w:] *Proceedings – 18th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial, Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing*, SNPD, IEEE, Kanazawa 2017, s. 369–375, art. 8022748, <https://doi.org/10.1109/SNPD.2017.8022748>.

⁵⁶ X-S. Yang, S. Deb, S. Fong, X. He, Y-X. Zhao, *From Swarm Intelligence to Metaheuristics: Nature-Inspired Optimization Algorithms*, „Computer” 2016, vol. 49, no. 9, s. 52–59, <https://doi.org/10.1109/MC.2016.292>

metaheurystyczny o nazwie ewolucja różnicowa oparta na wektorach wielu prób (ang. *multi-trial vector-based differential evolution*, MTDE)⁵⁷. To nowe podejście do projektowania wektora wielu prób (ang. *multi-trial vector*, MTV) służy optymalizacji wyszukiwania najlepszych rozwiązań analizowanych problemów i łączy różne strategie wyszukiwania w postaci tzw. producentów wektorów prób (ang. *trial vector producers*, TVP). W nowym podejściu MTV mogą być wdrażane różne typy TVP, w szczególności w algorytmie MTDE zastosowano trzy ich rodzaje: reprezentatywnego producenta wektora próbnego, lokalnego losowego producenta wektora próbnego i globalnego producenta wektora próbnego opartego na najlepszej historii. Testy wykazały, że algorytm MTDE zapewnia lepszą wydajność i wysoką dokładność uzyskanych optymalnych rozwiązań.

W rozważaniach na temat zapewnienia bezpieczeństwa funkcjonowania systemów AI wykorzystujących uczenie maszynowe omówiono definicję bezpieczeństwa w kategoriach ryzyka, niepewności epistemicznej i szkód poniesionych przez niepożądane wyniki⁵⁸. Analizie poddano wymiary oceny podatności aplikacji na podstawową zasadę ML, tj. empiryczną minimalizację ryzyka (np. funkcja kosztu, minimalizacja empirycznego średniego kosztu szkolenia) oraz wyróżniono dwa główne typy aplikacji ze względu na znaczenie bezpieczeństwa dla ich zastosowań: aplikacje typu A, w których bezpieczeństwo jest ważne, a minimalizacja ryzyka nie jest kompletna oraz aplikacje typu B, w których bezpieczeństwo nie jest tak krytyczne, a minimalizacja ryzyka jest wystarczająca. Omówiono też, w jaki sposób cztery różne strategie osiągania bezpieczeństwa w inżynierii (z natury bezpieczny projekt, rezerwy bezpieczeństwa, bezpieczna awaria i zabezpieczenia proceduralne) można zmapować do kontekstu uczenia maszynowego poprzez precyzję i przyczynowość modeli predykcyjnych, cele wykraczające poza oczekiwaną dokładność przewidywania, zaangażowanie człowieka w oznaczanie trudnych lub rzadkich przykładów oraz projektowanie oprogramowania pod względem doświadczenia użytkownika.

⁵⁷ M.H. Nadimi-Shahraki, S. Taghian, S. Mirjalili, H. Faris, *MTDE: An effective multi-trial vector-based differential evolution algorithm and its applications for engineering design problems*, „Applied Soft Computing Journal” 2020, vol. 97, art. 106761, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106761>.

⁵⁸ K.R. Varshney, *Engineering safety in machine learning*, [w:] *2016 Information Theory and Applications Workshop*, ITA 2016, IEEE, La Jolla, CA, 2017, art. 7888195, <https://doi.org/10.1109/ITA.2016.7888195>.

Podsumowanie

Jakościowa analiza treści piśmiennictwa ujawniła wyraźny wpływ rozwoju badań i zastosowań AI na badania prowadzone w szeroko rozumianej IA, dotyczące różnych jej aspektów. Potwierdzona została teza, że rozwój AI w istotny sposób kształtuje pole badań współczesnej IA, co prowadzi do tworzenia się nowych obszarów badań. Na próbie piśmiennictwa poddanej analizie wyodrębniono sześć takich obszarów. Dwa reprezentowane najliczniej związane są z coraz szerszym wykorzystywaniem technologii AI, zwłaszcza opartej na maszynowym uczeniu, w funkcjonalnościach projektowanych aplikacji i usług webowych oraz z ukierunkowanym na człowieka projektowaniem zarówno interakcji z systemami AI, jak i samych systemów AI. W projektowaniu użytecznej dla człowieka interakcji z systemami AI wiele wniesić mogą metody wypracowane w projektowaniu UX. Z kolei projektowanie systemów AI opartych na ML jest obszarem problemowym, w którym zastosowanie znajdują takie metody i narzędzia jak metadane i systemy organizacji wiedzy wypracowane w wąsko pojmowanej IA. Jak można było się spodziewać, implementacja technologii AI w projektowaniu aplikacji i usług webowych oraz wykorzystanie tej technologii w projektowanych produktach implikuje potrzebę wyposażenia projektantów IA i UX w niezbędne kompetencje w zakresie AI. Wokół tego zagadnienia również wyraźnie kształtuje się obszar badań służących ocenie zaspakajania tej potrzeby przez programy edukacyjne funkcjonujące obecnie i projektowaniu programów lepiej dostosowanych do potrzeb w tym zakresie. Analiza piśmiennictwa ujawniła również pewne oddziaływanie zagadnień związanych z AI na rozwój podstaw teoretycznych i metodologicznych projektowania IA i UX. Dotyczy to rozwoju języków modelowania systemów informacyjnych i wzorców projektowych związanych z ochroną prywatności oraz wykorzystania teorii wyjaśniających naturalne zachowania inteligentne różnych organizmów w projektowaniu algorytmów optymalizujących procesy decyzyjne w systemach AI.

Omówiona w artykule analiza została przeprowadzona na piśmiennictwie opublikowanym i zarejestrowanym w bazie Scopus do połowy 2024 r. Wydaje się, że zestaw sześciu dość ogólnie określonych obszarów problemowych, które zostały wyodrębnione w wyniku tej analizy z dużym prawdopodobieństwem pozostaje aktualny także w odniesieniu do piśmiennictwa badawczego, które ukazało się w ostatnich miesiącach. Ponieważ jednak dynamika rozwoju i zastosowań AI jest duża, nie można wykluczyć, że w niedługim czasie również w polu badawczym IA i projektowania UX mogą pojawić się nowe obszary problemowe implikowane przez ten rozwój.

Bibliografia

- Agrawal S.S., Panchal S.B., *The food app – fair and equal access to free food for anyone in need*, [w:] *Proceedings of IDC 2023 – 22nd Annual ACM Interaction Design and Children Conference: Rediscovering Childhood*, ACM, New York 2023, s. 435–438, <https://doi.org/10.1145/3585088.3595282>.
- Bhale S., *Enhancing value proposition through AI strategy: A case-study on a targeted application of AR in field support*, [w:] *ACM International Conference Series. Proceedings of the 10th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning, IC4E 2019*, s. 453–457, <https://doi.org/10.1145/3306500.3306576>.
- Bharat K., Cardelli L., *Migratory applications*, [w:] *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Springer, Berlin–Heidelberg 1997, vol. 1222, s. 131–148.
- Binder Ch., Neureiter Ch., Lüder A., *Towards a domain-specific information architecture enabling the investigation and optimization of flexible production systems by utilizing artificial intelligence*, „*International Journal of Advanced Manufacturing Technology*” 2022, vol. 123, no. 1–2, s. 49–81, <https://doi.org/10.1007/s00170-022-10141-2>.
- Borsci S., Malizia A., Schmettow M., van der Velde F., Tariverdiyeva G., Balaji D., Chamberlain A., *The chatbot usability scale: the design and pilot of a usability scale for interaction with AI-based conversational agents*, „*Personal and Ubiquitous Computing*” 2022, vol. 26, no. 1, s. 95–119, <https://doi.org/10.1007/s00779-021-01582-9>.
- Brennen A., *What do people really want when they say they want “explainable AI?” we asked 60 stakeholders*, [w:] *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings 2020*, ACM, New York 2020, art. 3383047, <https://doi.org/10.1145/3334480.3383047>.
- Colombo S., Costa C., *Can designers take the driver’s seat? A new human-centered process to design with data and machine learning*, „*Design Journal*” 2024, vol. 27, no. 1, s. 7–29, <https://doi.org/10.1080/14606925.2023.2279835>.
- Coronado E., Mastrogiovanni F., Indurkha B., Venture G., *Visual programming environments for end-user development of intelligent and social robots, a systematic review*, „*Journal of Computer Languages*” 2020, vol. 58, art. 100970, <https://doi.org/10.1016/j.col.2020.100970>.
- Deka B., Huang Z., Kumar R., *ERICA: Interaction mining mobile apps*, [w:] *UIST 2016 – Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology*, ACM, New York 2016, s. 767–776, <https://doi.org/10.1145/2984511.29845>.
- Dillon A., *Information architecture in JASIST: Just where did we come from?*, „*Journal of the American Society for Information Science and Technology*” 2002, vol. 53, no. 10, s. 821–823, <https://doi.org/10.1002/asi.10090>.
- Dove G., Halskov K., Forlizzi J., Zimmerman J., *UX design innovation: Challenges for working with machine learning as a design material*, [w:] *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings*, ACM, New York 2017, s. 278–288, <https://doi.org/10.1145/3025453.3025739>.

- Earley S., *There is no AI without IA*, „IT Professional” 2016, vol. 18 no. 3, s. 58–64, <https://doi.org/10.1109/MITP.2016.43>.
- Fairstein R., Banade G., Gal K., *Participatory budgeting designs for the real world*, [w:] *Proceedings of the 37th AAAI Conference on Artificial Intelligence*, Washington 2023, vol. 37, s. 5633–5640, <https://doi.org/10.1609/aaai.v37i5.25699>.
- Fan X., Chao D., Zhang Z., Wang D., Li X., Tian F., *Utilization of self-diagnosis health chatbots in real-world settings: Case study*, „Journal of Medical Internet Research” 2021, vol. 23 no. 1, art. e19928, <https://doi.org/10.2196/19928>.
- Ferreira J.J., Monteiro M.S., *What Are People Doing About XAI User Experience? A Survey on AI Explainability Research and Practice*, [w:] *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Springer, Cham 2020, s. 56–73, https://doi.org/10.1007/978-3-030-49760-6_4.
- Flasiński M., *Wstęp do sztucznej inteligencji*, Warszawa 2011.
- Flechtner R., Stankowski A., *AI is not a wildcard: Challenges for integrating AI into the design curriculum*, [w:] *ACM International Conference Proceedings Series*, ACM, New York 2023, s. 72–77, <https://doi.org/10.1145/3587399.3587410>.
- Fouad H.Y., Raz A.K., Llinas J., Lawless W.F., Mittu R., *Finding the path toward design of synergistic human-centered complex systems*, [w:] *Engineering Artificially Intelligent Systems*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 13000, eds. W.F. Lawless, J. Llinas, D.A. Sofge, R. Mittu, Springer, Cham 2021, s. 73–89, https://doi.org/10.1007/978-3-030-89385-9_5.
- Gheța I., Heizmann M., Belkin A., Beyerer J., *World modeling for autonomous systems*, [w:] *Advances in Artificial Intelligence. KI 2010*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 6359, Springer, Berlin–Heidelberg 2010, s. 176–183, https://doi.org/10.1007/978-3-642-16111-7_20.
- Grigera J., Espada J.P., Rossi G., *AI in user interface design and evaluation*, „IT Professional” 2023, vol. 25, no. 2, s. 20–22, <https://doi.org/10.1109/MITP.2023.3267139>.
- Kaplan J., *Generatywna AI. Wszystko co warto wiedzieć*, tłum. A. Adamczyk-Karwowska, Warszawa 2025.
- Kahal I., *There is no AI without IA*, AI Automation, 10.07.2019, [on-line:] <https://medium.com/aiautomation/theres-no-ai-without-ia-9a4b6b2ce4c8> – 5.06.2024.
- Kim D., Song Y., Kim S., Lee S., Wu Y., Shin J., Lee D., *How should the result of artificial intelligence be explained to users? – Research on consumer preferences in user-centered explainable artificial intelligence*, „Technical Forecasting and Social Change” 2023, no. 188, art. 122343, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122343>.
- Kneareem T., Khwaja M., Gao Y., Bentley F., Kilman-Silver C.E., *Exploring the future of design tooling: The role of artificial intelligence in tools for user experience professionals*, [w:] *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings. CHI 2023*, ACM, New York 2023, <https://doi.org/10.1145/3544549.3573874>.
- Krämer S., *Mind, Symbolism, Formalism: Is Leibniz a Precursor of Artificial Intelligence?*, „Knowledge Organization” 1996, vol. 23, no. 2, s. 83–87.

- Kuroki Júnior G.H.J., Gottschlag-Duque C., *Information architecture applied on natural language processing: a proposal* *Information Science contributions on data preprocessing for training and learning of artificial neural networks*, „Revista Digital de Biblioteconomia e Ciencia da Informacao” 2023, no. 21, art. e023002, <https://doi.org/10.20396/rdci.v21i00.8671396/30919>.
- Kuroki Júnior G.H., Gottschlag-Duque C., *Multimodal Information Architecture: contribution on Artificial Intelligence developments* | *Arquitetura da Informação Multimodal: contribuições no desenvolvimento de Inteligência Artificial*, „Transinformação” 2023, no. 35, art. e226729, <https://doi.org/10.1590/2318-0889202335e226729>.
- Kuroki Júnior G.H., Gottschlag-Duque C., *Data and Knowledge Organization for Natural Language Processing: Searching and Identifying Better Arrangements of Texts Based on Multimodal Information Architecture*, „Sage Open” 2024, vol. 14, no. 1, <https://doi.org/10.1177/21582440231177042>.
- Kuroki Júnior G.H., Gottschlag-Duque C., *Towards Multimodal Information Architecture: A social-technical approach of artificial intelligence development in Inova HFA's Electronic Health Record (EHR)*, [w:] *Lecture Notes in Networks and Systems*, Springer, Cham 2024, no. 825, s. 792–806, https://doi.org/10.1007/978-3-031-47718-8_51.
- Li D., *Information reconstruction of accounting robot based on blockchain*, [w:] *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1147, Springer, Cham 2020, s. 102–108, https://doi.org/10.1007/978-3-030-43309-3_14.
- Lowe D., Henderson-Sellers B., Gu A., *Web extensions to UML: Using the MVC triad*, [w:] *Conceptual Modeling — ER 2002*. *ER 2002*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2503, eds. S. Spaccapietra, S.T. March, Y. Kambayashi, Springer, Berlin–Heidelberg, 2002, s. 105–119, https://doi.org/10.1007/3-540-45816-6_18.
- Lumpas R.V., Mitrovic A., Galster M., Malinen S., Peiris P., Holland J., *Question-driven design process for XAI in Active Video Watching*, [w:] *31st International Conference on Computers in Education, ICCE 2023 – Proceedings*, Taoyuan: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 2023, vol. 2, s. 878–880.
- Madera C., Laurent A., *The next information architecture evolution: The data lake wave*, [w:] *8th International Conference on Management of Digital Eco-Systems*, MEDES 2016, ACM, New York 2016, s. 174–180, <https://doi.org/10.1145/3012071.3012077>.
- Mahler M.L., Weisz J.D., Chilton L.B., Geyer W., Strobelt H., *HAI-GEN 2023: 4th Workshop on Human-AI Co-Creation with Generative Models*, [w:] *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI*, CEUR, Sydney 2023, s. 190–192, <https://doi.org/10.1145/3581754.3584166>.
- Marciszewski W., *Leibniz Two Legacies. Their Implications for Knowledge Engineering*, „Knowledge Organization” 1996, vol. 23, no. 2, s. 77–82.
- McCarthy J., Minsky M.L., Rochester R., Shannon C.E., *A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, 31.08.1955, [on-line:] <https://raysolomonoff.com/dartmouth/boxa/dart564props.pdf> – 27.04.2025.
- Mühlhoff R., *Human-aided artificial intelligence: Or, how to run large computations in human brains? Toward a media sociology of machine learning*,

- „New Media and Society” 2020, vol. 22, no. 10, s. 1868–1884, <https://doi.org/10.1177/1461444819885334>.
- Nadimi-Shahraki M.H., Taghian S., Mirjalili S., Faris H., *MTDE: An effective multi-trial vector-based differential evolution algorithm and its applications for engineering design problems*, „Applied Soft Computing Journal” 2020, vol. 97, art. 106761, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106761>.
- Padmasiri P., Kalutharage P., Jayawardhane N., Wickramaratne J., *AI-driven user experience design: Exploring innovations and challenges in delivering tailored user experiences*, [w:] *Proceedings of ICITR 2023 – 8th International Conference on Information Technology Research: The Next Evolution in Digital Transformation*, Colombo 2023, <https://doi.org/10.1109/ICITR61062.2023.10382802>.
- Ramon Llull: *From the Ars Magna to Artificial Intelligence*, eds. A. Fidora, C. Sierra, Artificial Intelligence Research Institute, Barcelona 2011.
- Rasing N., Janus S., Smalbrugge M., Koopmans R., Zuidema S., *Usability of app-based clinical decision support system to monitor psychotropic drug prescribing appropriateness in dementia*, „International Journal of Medical Informatics” 2023, no. 177, art. 105132, <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.105132>.
- Resisting data colonialism. A practical intervention*, Institute of Network Cultures, Amsterdam 2023.
- Rice S.A., Resmini A., *There is no AI without IA: In conversation with Carol Smith*, [w:] *Advances in Information Architecture. The Academics / Practitioners Round Table 2014–2019*, eds. A. Resmini, S.A. Rice, B. Irizarry, Springer, Cham 2021, s. 223–229, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-63205-2>.
- Robbins D.E., Gurupur V., Tanik J., *Information architecture of a clinical decision support system*, [w:] *Conference Proceedings – IEEE SouthEastCon*, Nashville, TN, IEEE 2011, s. 374–378, <https://doi.org/10.1109/SECON.2011.5752969>.
- Russo C.J., Nicklaus D.J., Tong S.S., *Initial user experience with an artificial intelligence program for the preliminary design of centrifugal compressors*, [w:] *Proceedings of the ASME Turbo Expo*, vol. 1, art. V001T01A075, Anaheim 1987, <https://doi.org/10.1115/87-GT-217>.
- Saboury B., Morris M., Siegel E., *Future directions in artificial intelligence*, „Radiology Clinics of North America” 2021, no. 59, s. 1085–1095, <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2021.07.008>.
- Shen S., Li B., Li S., *Construction and application of a big data analysis platform for enterprise*, [w:] *ACM International Conference Proceedings Series. Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence*. ACM, New York 2019, s. 54–58, <https://doi.org/10.1145/3374587.3374650>.
- Shneiderman B., *Tutorial: Human-centered AI: Reliable, Safe and Trustworthy*, [w:] *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI*, 26th International Conference on Intelligent User Interfaces, IUI 2021. ACM, New York 2021, s. 87–89, <https://doi.org/10.1145/3397482.3453994>.
- Shneiderman B., *Human-Centered AI*, Oxford University Press, New York 2022, <https://doi.org/10.1093/oso/9780192845290.001.0001>.
- Siddiqui M.-F., Kumar R., *Interpreting the nature of rainfall with AI and big data models*, [w:] *Proceedings of International Conference on Intelligent*

- Engineering and Management, IEEE 2020, s. 306–310, <https://doi.org/10.1109/ICIEM48762.2020.9160322>.
- Sosińska-Kalata B., *Relacje i wzajemne oddziaływanie między architekturą informacji i projektowaniem UX a sztuczną inteligencją. Analiza bibliometryczna*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia ad Bibliothecarum Scientiam Pertinentia” 2024, t. 22, s. 478–501, <https://doi.org/10.24917/20811861.22.28>.
- Steiner M., Meiller D., *Human in focus: evaluation with electro graphic methods and artificial intelligence*, [w:] *International Conference on Applied Computing 2023, AC 2023 and WWW/Internet 2023*, IADIS Press, Funchal 2023, s. 227–232.
- Subbu R., Hocaoglu C., Sanderson A.C., *A virtual design environment using evolutionary agents*, [w:] *Proceedings – IEEE International Conference on Robotics and Automation*, IEEE, Leuven 1998, vol. 1, s. 247–253, <https://doi.org/10.1109/ROBOT.1998.676384>.
- Suphakul T., Senivongse T., *Development of privacy design patterns based on privacy principles and UML*, [w:] *Proceedings – 18th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial, Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, SNPD*, IEEE, Kanazawa 2017, s. 369–375, art. 8022748, <https://doi.org/10.1109/SNPD.2017.8022748>.
- Tandon S., Wang J., *Surfacing AI explainability in enterprise product visual design to address user tech proficiency differences*, [w:] *CHI 2023: Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings*, ACM, New York 2023, art. 398, <https://doi.org/10.1145/3544549.3573867>.
- Varshney K.R., *Engineering safety in machine learning*, [w:] *2016 Information Theory and Applications Workshop, ITA 2016*, IEEE, La Jolla, CA, 2017, art. 7888195, <https://doi.org/10.1109/ITA.2016.7888195>.
- Yadav N., Shankar R., Singh S.P., *Impact of Industry 4.0/ICTs, Lean Six Sigma and quality management systems on organisational performance*, „TQM Journal” 2020, vol. 32, no. 4, s. 815–835, <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2019-0251>.
- Yang Q., Scuito A., Zimmerman J., Forlizzi J., Steinfeld A., *Investigating how experienced UX designers effectively work with machine learning*, [w:] *DIS 2018 – Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference*, ACM, New York 2018, s. 585–596, <https://doi.org/10.1145/3196709.3196730>.
- Yang Q., Steinfeld A., Rosé C., Zimmerman J., *Re-examining whether, why, and how human-AI interaction is uniquely difficult to design*, [w:] *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, New York 2020, s. 1–13, art. 3376301, <https://doi.org/10.1145/3313831.3376301>.
- Yang X.-S., Deb S., Fong S., He X., Zhao Y.-X., *From Swarm Intelligence to Meta-heuristics: Nature-Inspired Optimization Algorithms*, „Computer” 2016, vol. 49, no. 9, s. 52–59, <https://doi.org/10.1109/MC.2016.292>.
- York E., *Evaluating ChatGPT: Generative AI in UX design and Web development pedagogy*, [w:] *Proceedings of the 41st International Conference on Design of Communication, SIGDOC2023*, ACM, New York 2023, s. 197–201, <https://doi.org/10.1145/3615335.3623035>.
- Zuboff S., *Wiek kapitalizmu inwigilacji. Walka o przyszłość ludzkości na nowej granicy władzy*, Poznań 2020.

Załącznik 1. Publikacje z zakresu IA&AI, WAD&AI oraz UX&AI wydane w latach 2019-2024

L.p.	Obszar	Tytuł	Autorzy	Źródło (tytuł czasopisma lub wydawnictwa ciągłego)	Rok publikacji
1	UX&AI	<i>The food app - fair and equal access to free food for anyone in need</i>	S.S. Agrawal, S.B. Panchal	<i>Proceedings of IDC 2023 – 22nd Annual ACM Interaction Design and Children Conference: Rediscovering Childhood</i> , ACM, Chicago, s. 435–438	2023
2	AI&IA	<i>Enhancing value proposition through AI strategy: A casestudy on a targeted application of AR in field support</i>	S. Bhale	<i>ACM International Conference Series. Proceedings of the 10th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning, IC4E</i> , ACM, New York, s. 453–457	2019
3	AI&IA	<i>Towards a domain-specific information architecture enabling the investigation and optimization of flexible production systems by utilizing artificial intelligence</i>	Ch. Binder, Ch. Neureiter, A. Lüder	„International Journal of Advanced Manufacturing Technology”, vol. 123, no. 1–2, s. 49–81	2022
4	UX&AI	<i>The chatbot usability scale: the design and pilot of a usability scale for interaction with AI-based conversational agents</i>	S. Borsci, A. Malizia, M. Schmettow, ..., D. Balaji, A. Chamberlain	„Personal and Ubiquitous Computing”, vol. 26. no. 1, s. 95–119	2022
5	UX&AI	<i>What do people really want when they say they want “explainable AI?” we asked 60 stakeholders</i>	A. Brennen	<i>Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings 2020</i> , ACM, New York, art. 3383047	2020
6	UX&AI	<i>Can designers take the driver’s seat? A new human-centered process to design with data and machine learning</i>	S. Colombo, C. Costa	„Design Journal”, vol. 27, no. 1, s. 7–29	2024
7	UX&AI	<i>Visual programming environments for end-user development of intelligent and social robots, a systematic review</i>	E. Coronado, F. Mastrogiovanni, B. Indurkha, G. Venture	„Journal of Computer Languages”, vol. 58, art. 100970	2020
8	UX&AI	<i>Participatory budgeting designs for the real world</i>	R. Fairstein, G. Banade, K. Gal	<i>Proceedings of the 37th AAAI Conference on Artificial Intelligence</i> , Washington, vol. 37, s. 5633–5640	2023

L.p.	Obszar	Tytuł	Autorzy	Źródło (tytuł czasopisma lub wydawnictwa ciągłego)	Rok publikacji
9	UX&AI	<i>Utilization of self-diagnosis health chatbots in real-world settings: Case study</i>	X. Fan, D. Chao, Z. Zhang, ..., X. Li, F. Tian	„Journal of Medical Internet Research”, vol. 23, no. 1, art. e19928	2021
10	UX&AI	<i>What Are People Doing About XAI User Experience? A Survey on AI Explainability Research and Practice</i>	J.J. Ferreira, M.S. Monteiro	<i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , Springer, Cham, s. 56–73	2020
11	UX&AI	<i>AI is not a wildcard: Challenges for integrating AI into the design curriculum</i>	R. Flechtner, A. Stankowski	<i>ACM International Conference Proceedings Series</i> , ACM, New York, s. 72–77	2023
12	IA&AI	<i>Finding the path toward design of synergistic human-centered complex systems</i>	H.Y. Fouad, A.K. Raz, J. Llinas, W.F. Lawless, R. Mittu	<i>Engineering Artificially Intelligent Systems</i> , Lecture Notes in Computer Science, vol. 13000, eds. W.F. Lawless, J. Llinas, D.A. Sofge, R. Mittu, Springer, Cham, s. 73–89	2021
13	UX&AI	<i>AI in user interface design and evaluation</i>	J. Grigera, J.P. Espada, G. Rossi	„IT Professional”, vol. 25, no. 2, s. 20–22	2023
14	UX&AI	<i>How should the result of artificial intelligence be explained to users? – Research on consumer preferences in user-centered explainable artificial intelligence</i>	D. Kim, Y. Song, S. Kim, S. Lee, Y. Wu, J. Shin, D. Lee	„Technical Forecasting and Social Change”, no. 188, art. 122343	2023
15	UX&AI	<i>Exploring the future of design tooling: The role of artificial intelligence in tools for user experience professionals</i>	T. Kneare, M. Khwaja, Y. Gao, F. Bentley, C.E. Kilman-Silver	<i>Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings. CHI 2023</i> , ACM, New York	2023

L.p.	Obszar	Tytuł	Autorzy	Źródło (tytuł czasopisma lub wydawnictwa ciągłego)	Rok publikacji
16	IA&AI	<i>Information architecture applied on natural language processing: a proposal Information Science contributions on data preprocessing for training and learning of artificial neural networks</i>	G.H.J. Kuroki Júnior, C. Gottschlag-Duque	„Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação”, no. 21, art. e023002	2023
17	IA&AI	<i>Multimodal Information Architecture: contribution on Artificial Intelligence developments / Arquitetura da Informação Multimodal: contribuições no desenvolvimento de Inteligência Artificial</i>	G.H. Kuroki Júnior, C. Gottschlag-Duque	„Transinformação”, no. 35, art. e226729	2023
18	IA&AI	<i>Data and Knowledge Organization for Natural Language Processing: Searching and Identifying Better Arrangements of Texts Based on Multimodal Information Architecture</i>	G.H. Kuroki Júnior, C. Gottschlag-Duque	„Sage Open” 2024, vol. 14, no. 1	2024
19	IA&AI	<i>Towards Multimodal Information Architecture: A social-technical approach of artificial intelligence development in Inova HFA's Electronic Health Record (EHR)</i>	G.H. Kuroki Júnior, C. Gottschlag-Duque	<i>Lecture Notes in Networks and Systems</i> , Springer, no. 825, s. 792–806.	2024
20	AI&IA	<i>Information reconstruction of accounting robot based on block chain</i>	D. Li	<i>Advances in Intelligent Systems and Computing</i> , vol. 1147. Springer, Cham, s. 102–108	2020
21	UX&AI	<i>Question-driven design process for XAI in Active Video Watching</i>	R.V. Lumpas, A. Mitrovic, M. Galster, S. Malinen, P. Peiris, J. Holland	<i>31st International Conference on Computers in Education, ICCE 2023 – Proceedings</i> . Taoyuan: Asia-Pacific Society for Computers in Education, vol. 2, s. 878–880	2023

L.p.	Obszar	Tytuł	Autorzy	Źródło (tytuł czasopisma lub wydawnictwa ciągłego)	Rok publikacji
22	UX&AI	<i>HAI-GEN 2023: 4th Workshop on Human-AI Co-Creation with Generative Models</i>	M.L. Mahler, J.D. Weisz, L.B. Chilton, W. Geyer, H. Strobelt	<i>International Conference on Intelligent User Interfaces. Proceedings IUI</i> , CEUR, Sydney, s. 190–192	2023
23	UX&AI	<i>Human-aided artificial intelligence: Or, how to run large computations in human brains? Toward a media sociology of machine learning</i>	R. Mühlhoff	„New Media and Society”, vol. 22, no. 10, s. 1868–1884	2020
24	UX&AI	<i>MTDE: An effective multi-trial vector-based differential evolution algorithm and its applications for engineering design problems</i>	M.H. Nadimi-Shahraki, S. Taghian, S. Mirjalili, H. Faris	„Applied Soft Computing Journal”, vol. 97, art. 106761	2020
25	UX&AI	<i>AI-driven user experience design: Exploring innovations and challenges in delivering tailored user experiences</i>	P. Padmasiri, N. Kalutharage, J. Jayawardhane, J. Wickramaratne	<i>Proceedings of ICITR 2023 – 8th International Conference on Information Technology Research: The Next Evolution in Digital Transformation</i> . ICITR, Colombo	2023
26	UX&AI	<i>Usability of app-based clinical decision support system to monitor psychotropic drug prescribing appropriateness in dementia</i>	N. Rasing, S. Janus, M. Smalbrugge, R. Koopmans, S. Zuidema	„International Journal of Medical Informatics” 2023, no. 177, art. 105132	2023
27	IA & AI	<i>Future directions in artificial intelligence</i>	B. Saboury, M. Morris, E. Siegel	„Radiology Clinics of North America”, no. 59, s. 1085–1095	2021
28	IA&AI	<i>Construction and application of big data analysis platform for enterprise</i>	S. Shen, B. Li, S. Li	<i>ACM International Conference Proceedings Series. Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence, CSAI</i> , ACM, New York, s. 54–58	2019

L.p.	Obszar	Tytuł	Autorzy	Źródło (tytuł czasopisma lub wydawnictwa ciągłego)	Rok publikacji
29	UX&AI	<i>Tutorial: Human-centered AI: Reliable, Safe and Trustworthy</i>	B. Shneiderman	<i>Companion Proceedings of the 26th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '21 Companion)</i> , Association for Computing Machinery, New York, s. 87–89	2021
30	UX&AI	<i>Human-Centered AI</i>	B. Shneiderman	Oxford University Press, New York	2022
31	IA&AI	<i>Retracted: Interpreting the nature of rainfall with AI and big data models</i>	M.-F. Siddiqui, R. Kumar	<i>2020 International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)</i> , London, s. 306–310	2020
32	UX&AI	<i>Human in focus: evaluation with electro graphic methods and artificial intelligence</i>	M. Steiner, D. Meiller	<i>International Conference on Applied Computing 2023, AC 2023 and WWW/Internet 2023, IADIS Press</i> , Funchal, s. 227–232	2023
33	UX&AI	<i>Surfacing AI explainability in enterprise product visual design to address user tech proficiency difference</i>	S. Tandon, J. Wang	<i>CHI 2023: Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings</i> , ACM, New York, art. 398	2023
34	UX&AI	<i>Impact of industry 4.0/ ICTs, Lean Six Sigma and quality management systems on organisational performance</i>	N. Yadav, R. Shankar, S.P. Singh	„TQM Journal”, vol. 32, no. 4, s. 815–835	2020
35	UX&AI	<i>Re-examining whether, why, and how human-AI interaction is uniquely difficult to design</i>	Q. Yang, A. Steinfeld, C. Rosé, J. Zimmerman	<i>Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems</i> , s. 1–13, art. 3376301	2020
36	UX&AI	<i>Evaluating ChatGPT: Generative AI in UX design and Web development pedagogy</i>	E. York	<i>Proceedings of the 41st International Conference on Design of Communication. SIGDOC 2023</i> , ACM, New York, s. 197–201	2023

Załącznik 2. Publikacje o największej liczbie cytowań z IA&AI, WAD&AI oraz UX&AI (Scopus, 9.05.2024)

L.p.	Obszar	Tytuł	Autorzy	Źródło (tytuł czasopisma lub wydawnictwa ciągłego)	Rok publikacji	Liczba cytowań
1	UX&AI	<i>UX design innovation: Challenges for working with machine learning as a design material</i>	G. Dove, K. Halskov, J. Forlizzi, J. Zimmerman	<i>Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings</i> , s. 278–288	2017	241
2	UX&AI	<i>Re-examining whether, why, and how human-AI interaction is uniquely difficult to design</i>	Q. Yang, A. Steinfeld, C. Rosé, J. Zimmerman	<i>Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems</i> , s. 1–13, art. 3376301	2020	229
3	UX&AI	<i>Human-Centered AI</i>	B. Shneiderman	Oxford University Press, New York	2022	161
4	UX&AI	<i>MTDE: An effective multi-trial vector-based differential evolution algorithm and its applications for engineering design problems</i>	M.H. Nadimi-Shahraki, S. Taghian, S. Mirjalili, H. Faris	„Applied Soft Computing Journal”, vol. 97, art. 106761	2020	150
5	UX&AI	Investigating how experienced UX designers effectively work with machine learning	Q. Yang, A. Scuito, J. Zimmerman, J. Forlizzi, A. Steinfeld	<i>DIS 2018 – Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference</i> , s. 585–596	2018	124
6	UX&AI	<i>Impact of industry 4.0/ICTs, Lean Six Sigma and quality management systems on organisational performance</i>	N. Yadav, R. Shankar, S.P. Singh	„TQM Journal”, vol. 32, no. 4, s. 815–835	2020	70
7	WAD	<i>From Swarm Intelligence to Metaheuristics: Nature-Inspired Optimization Algorithms</i>	X-S. Yang, S. Deb, S. Fong, X. He, Y.-X. Zhao	„Computer”, vol. 49, no. 9, s. 52–59	2016	69
8	IA&AI	<i>The next information architecture evolution: The data lake wave</i>	C. Madera, A. Laurent	<i>8th International Conference on Management of Digital EcoSystems, MEDES 2016, ACM, New York</i> , s. 174–180	2016	68

L.p.	Obszar	Tytuł	Autorzy	Źródło (tytuł czasopisma lub wydawnictwa ciągłego)	Rok publikacji	Liczba cytowań
9	UX&AI	<i>ERICA: Interaction mining mobile apps</i>	B. Deka, Z. Huang, R. Kumar	<i>UIST 2016 – Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology</i> , s. 767–776	2016	67
10	UX&AI	<i>Engineering safety in machine learning</i>	K.R. Varshney	<i>2016 Information Theory and Applications Workshop, ITA 2016</i> , art. 7888195	2017	64
11	UX&AI	<i>The chatbot usability scale: the design and pilot of a usability scale for interaction with AI-based conversational agents</i>	S. Borsci, A. Malizia, M. Schmettow, ..., D. Balaji, A. Chamberlain	„Personal and Ubiquitous Computing”, vol. 26, no. 1, s. 95–119	2022	53
12	UX&AI	<i>Utilization of self-diagnosis health chatbots in real-world settings: Case study</i>	X. Fan, D. Chao, Z. Zhang, ..., X. Li, F. Tian	„Journal of Medical Internet Research”, vol. 23, no. 1, art. e19928	2021	53
13	UX&AI	<i>Visual programming environments for end-user development of intelligent and social robots, a systematic review</i>	E. Coronado, F. Mastrogiovanni, B. Indurkha, G. Venture	„Journal of Computer Languages”, vol. 58, art. 100970	2020	51
14	IA&AI	<i>A virtual design environment using evolutionary agents</i>	R. Subbu, C. Hocaoglu, A.C. Sanderson	<i>Proceedings – IEEE International Conference on Robotics and Automation</i> , vol. 1, s. 247–253	1998	22
15	IA&AI	<i>Web extensions to UML: Using the MVC triad</i>	D. Lowe, B. Henderson-Sellers, A. Gu	<i>Conceptual Modeling — ER 2002. ER 2002, Lecture Notes in Computer Science</i> , vol. 2503, eds. S. Spaccapietra, S.T. March, Y. Kambayashi, Springer, Berlin-Heidelberg, s. 105–119	2002	18
16	IA&AI	<i>There is no AI without IA</i>	S. Earley	„IT Professional”, vol. 18, no. 3, s. 58–64, 7478581	2016	14

L.p.	Obszar	Tytuł	Autorzy	Źródło (tytuł czasopisma lub wydawnictwa ciągłego)	Rok publikacji	Liczba cytowań
17	WAD	<i>Development of privacy design patterns based on privacy principles and UML</i>	T. Suphakul, T. Senivongse	<i>Proceedings – 18th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, SNPD 2017</i> , s. 369–375, art. 8022748	2017	13
18	IA&AI	<i>World modeling for autonomous systems</i>	I. Gheța, M. Heizmann, A. Belkin, J. Beyerer	<i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bio-informatics)</i> , no. 6359, s. 176–183	2010	12
19	WAD	<i>Migratory applications</i>	K. Bharat, L. Cardelli	<i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bio-informatics)</i> , no. 1222, s. 131–148	1997	11
20	IA&AI	<i>Information architecture of a clinical decision support system</i>	D.E. Robbins, V.P. Gurupur, J. Tanik	<i>Conference Proceedings – IEEE Southeastcon</i> , s. 374–378, 5752969	2011	10

Streszczenie

Cel/Teza: Obserwowany w ostatnich latach szybki rozwój nowych technologii sztucznej inteligencji (AI) wywołał dyskusje o przyszłości architektury informacji (IA) i pokrewnych dyscyplin projektowych. W artykule podjęto próbę weryfikacji tezy, że rozwój AI w istotny sposób kształtuje pole badań współczesnej architektury informacji i projektowania UX, co prowadzi do tworzenia się nowych obszarów badań oraz identyfikacji najważniejszych z nich.

Metody badań: Jako podstawę identyfikacji i charakterystyki tych obszarów wykorzystano ilościową analizę asocjacji słów kluczowych oraz podejście jakościowe, w którym zastosowano metodę krytycznej analizy treści oraz systematycznego przeglądu piśmiennictwa. Analizom poddano piśmiennictwo przedmiotu zarejestrowane w bazie Scopus, obejmujące publikacje wydane w latach 2019–2024 reprezentujące tematy zaindeksowane słowami kluczowymi najczęściej używanymi i najsilniej powiązanymi oraz publikacje najczęściej cytowane.

Wnioski: Analiza pozwoliła wyodrębnić sześć obszarów problemowych, które można uznać za główne obszary oddziaływania rozwijającej się technologii AI na

badania w zakresie szeroko rozumianej architektury informacji: (1) aplikacje AI wspierające projektowanie IA i UX; (2) projektowanie aplikacji i serwisów sieciowych z funkcjonalnościami opartymi na AI; (3) wykorzystanie IA do organizacji danych dla AI/ML/DL; (4) edukacja projektantów IA i UX w zakresie AI; (5) interakcja człowieka z AI, wytłumaczalna AI i human-centered AI; (6) podstawy teoretyczne i metodologia projektowania IA, UX i inteligentnych produktów cyfrowych.

Słowa kluczowe: analiza treści, architektura informacji, obszary badań, projektowanie UX, przegląd piśmiennictwa, sztuczna inteligencja.

Main areas of research related to artificial intelligence in the information architecture and UX design research literature

Abstract

Aim/Thesis: The rapid development of new artificial intelligence (AI) technologies observed in recent years has triggered discussions about the future of information architecture (IA) and related design disciplines. This paper attempts to verify the thesis that the development of AI is significantly shaping the research field of contemporary information architecture and UX design, leading to the formation of new research areas and the identification of the most important ones.

Research methods: A quantitative keyword association analysis and a qualitative approach, utilizing critical content analysis and a systematic literature review, served as the basis for identifying and characterizing these areas. Subject literature recorded in the Scopus database was analyzed, comprising publications published between 2019 and 2024, representing topics indexed with the most frequently used and most strongly associated keywords and publications most frequently cited.

Conclusions: The analysis identified six problem areas that can be considered as the main areas of impact of the developing AI technology on research in the broad field of information architecture: (1) AI applications to support IA and UX design; (2) design of applications and web services with AI-based functionalities; (3) use of IA to organize data for AI/ML/DL; (4) education of IA and UX designers in AI; (5) human-AI interaction, explainable AI and human-centered AI; (6) theoretical foundations and methodologies for the design of IA, UX and intelligent digital products.

Keywords: content analysis, information architecture, research areas, UX design, literature review, artificial intelligence.