

Strategia POB DigiWorld na lata 2020-2025

Aktualne światowe trendy w obszarze badawczym DigiWorld, najważniejsze wyzwania oraz problemy badawcze

Truizmem jest stwierdzenie, że cyfryzacja jest zjawiskiem postępującym w coraz szybszym tempie. Istotne jest, w jaki sposób wpływa to na rozmaite dyscypliny naukowe – zarówno z zakresu nauk technicznych, przyrodniczych, jak i społecznych czy humanistycznych. Działania prowadzone w ramach POB DigiWorld będą dotyczyły „miejsc styku” technologii i dyscyplin naukowych, które wywierają największy wpływ na obecny stan wiedzy naukowej oraz na społeczeństwo i gospodarkę; będą również poświęcone poszukiwaniu nowych, dotąd niedostatecznie przebadanych obszarów, oraz będą nakierowane na zwiększenie jakości badań poprzez wykorzystanie najnowszych osiągnięć techniki.

Rozwój technologiczny procesorów graficznych ogólnego przeznaczenia od 2007 roku doprowadził nie tylko do przyspieszenia obliczeń dzięki ich zrównoleganiu, ale także – w połączeniu z wykładniczym przyrostem ilości danych – do boomu metodologicznego: w ostatnim dziesięcioleciu głębokie sztuczne sieci neuronowe zrewolucjonizowały m.in. przetwarzanie obrazu, dźwięku i tekstu, przekraczając kolejne granice wyobraźni (ekstrakcja i przenoszenie stylów malarskich, barwy głosu czy ekspresji mimicznych; symultaniczne tłumaczenie rozmów lub czytanie z ruchu warg; wygrywanie z mistrzami świata w najbardziej złożone gry strategiczne; autonomiczne uczenie się poruszania maszyn w złożonym środowisku i manipulowania obiektami). Stosuje je wielu gigantów technologicznych, jak Google, Microsoft, Facebook, IBM, Baidu, Apple, Adobe, Netflix czy NVIDIA, ale z gotowych narzędzi korzysta ogromna liczba firm i instytucji (systemy rekomendacyjne, targetowanie reklam, automatyzacja pracy) z czym wiąże się ogromna skala oddziaływania na społeczeństwo i gospodarkę.

Głębokie uczenie sieci neuronowych – ale także klasyczne metody uczenia maszynowego i inne zaawansowane metody obliczeniowe – są przydatnym narzędziem do przetwarzania wielkich zbiorów danych również w wielu dziedzinach nauki. Przykładowo w ciągu ostatnich sześciu lat pojawiły się jakościowo nowe narzędzia przetwarzania języka naturalnego (tzw. zanurzenia słów), które można wykorzystywać w badaniach języko-, literaturo- i medioznawczych, historycznych, prawnych, komunikacji społecznej itd. Podobnie postęp w przetwarzaniu obrazów można stosować w diagnostyce z użyciem wszelkich technik obrazowania medycznego, mikroskopii itp. Pokrewne metody wykorzystuje się do projektowania leków, przewidywania własności nowych cząsteczek czy poszukiwania cząstek elementarnych, ale też do śledzenia i przewidywania zachowań rynków. Pod względem technologicznym, tworzy się obecnie układy logiczne FPGA, stanowiące fizyczną implementację sztucznych sieci neuronowych. Równocześnie nastąpił rozwój teorii i technologii związanych z informacją kwantową, w tym kwantowych algorytmów kryptograficznych, które z kolei dotyczą wszelkich kwestii bezpieczeństwa cyfrowego.

Wyzwaniem, ważnym ze względu na ogromny zasięg oddziaływania takich metod, jest tworzenie systemów interpretowalnych (tzw. *explainable AI*); istotne są badania teoretyczne nad konceptualizacją i reprezentacją wiedzy oraz uczeniem i projektowaniem takich systemów. Z kolei dostosowanie ich do analizy niewielkich, bardzo szczególnych zbiorów danych jest istotne z punktu widzenia humanistyki cyfrowej. W naukach społecznych podlegać nieustannym badaniom musi wieloaspektowy wpływ transformacji cyfrowej na człowieka i społeczeństwo (na etykę, prawo, politykę, bezpieczeństwo, gospodarkę itd.).

Silne strony UJ w zakresie obszaru badawczego DigiWorld

Duża różnorodność partycypujących wydziałów oraz rosnąca współpraca pomiędzy należącymi do nich zespołami stanowi znaczący potencjał interdyscyplinarności badań.

Wydziały te prowadzą wysokiej jakości badania (posiadają kategorie A/A+; zatrudniają wybitnych naukowców o indeksie $h > 20$, zasiadających przy tym w ważnych gremiach redakcyjnych i recenzenckich; w kategoriach POB-u publikują w Q1 czasopism Scopusa powyżej średniej UJ), co przejawia się we wzrastającej efektywności ich pracowników w zdobywaniu grantów krajowych i międzynarodowych (w latach 2014-2018 kierowali 16 projektami międzynarodowymi; zdobyli np. dwa granty FNP TEAM-Net w tematyce AI oraz komputerów kwantowych).

Pod względem umiędzynarodowienia badań: wzrasta liczba studentów z Europy Wschodniej i Azji; wzrasta liczba wyjeżdżających za granicę i przyjeżdżających z zagranicy na dłuższe wizyty (> 3 mies.) studentów, doktorantów i nauczycieli akademickich; ponad połowa artykułów pisana jest we współpracy międzynarodowej. Pracownicy uczestniczą w sieciach uczelni partnerskich (UNA EUROPA, Coimbra Group, The GUILD i in.).

Dostępna jest istniejąca infrastruktura obliczeniowa (np. superkomputery na WFAIS), eksperymentalna (np. fMRI, EEG, TMS na WZiKS, WFiloz. i WFAIS), oraz dydaktyczna (III Kampus oraz nowe budynki II Kampusu). Dodatkowym atutem jest bliskość Krakowskiego Parku Technologicznego i istniejące związki z firmami high-tech. Pracownicy wydziałów mają też doświadczenie w zakresie edukacji masowej i działalności popularyzacyjnej.

Słabe strony UJ w zakresie obszaru badawczego DigiWorld

Główne słabości upatrujemy w istniejących przeszkodach w rozwijaniu kapitału ludzkiego badaczy, w tym: polityką zatrudnienia skutkującą niewielkim odsetkiem grup badawczych wywodzących się z zewnętrznych (światowych lub krajowych) środowisk badawczych; zbyt dużym obciążeniem pracą dydaktyczną i obowiązkami administracyjnymi; relatywnie niskim wynagrodzeniem w porównaniu do płac rynkowych; brakiem programów mentoringu młodych naukowców. Wynika z tego struktura wiekowa kadry ze zbyt małą liczbą młodych i dynamicznych badaczy.

Negatywnie na rozwój POB wpłynie również brak mechanizmów nawiązywania współpracy interdyscyplinarnej, skłonność części pracowników do prowadzenia w pojedynkę tematycznie

wąskich badań o niewielkim znaczeniu dla postępu nauki światowej oraz rzadkie ubieganie się o prestiżowe granty międzynarodowe.

W zakresie potencjału współpracy zagranicznej słabościami są: mała atrakcyjność UJ dla zagranicznych naukowców i mała rozpoznawalność istniejących na UJ grup badawczych związana z systemowo nieefektywnymi kanałami promowania wyników badań na arenie międzynarodowej; brak zintegrowanego mechanizmu inicjowania i rozwijania współpracy (również krajowej) na jej początkowym etapie; niewystarczające kompetencje w nawiązywaniu stosunków międzynarodowych i niewielki odsetek badaczy w zespołach międzynarodowych

Pod względem rozwoju naukowego studentów i doktorantów (których włączanie w prace badawcze jest kluczowe dla tworzenia dynamicznych grup badawczych) występuje: brak oferty stypendialnej i programu aktywności, które przyciągałoby najlepszych kandydatów na studia; brak narzędzi motywacji zwiększania jakości pracy dydaktycznej; na części wydziałów brak angażowania studentów w prowadzone prace badawcze; niewielkie finansowanie badań będących częścią prac dyplomowych; pasywność części kadry naukowej w popularyzacji badań oraz brak nowoczesnych otwartych kursów online, które mogłyby przyciągać lepszych studentów i promować uczelnię.

Dodatkowo obserwujemy niewielki zakres współpracy z korporacjami międzynarodowymi; brak programów wsparcia zawodowego w organizacjach pozaakademickich.

Kierunku rozwoju i strategiczne cele DigiWorld

Zasadniczym celem DigiWorld jest wzmocnienie pozycji Uczelni (a w szczególności rozpoznawalności grup badawczych) w nauce światowej w zakresie tworzenia, stosowania i badania technologii cyfrowych, dopóki ta dziedzina odnotowuje najdynamiczniejsze zmiany w nauce i gospodarce. Warunkiem niezbędnym prowadzenia we wskazanym obszarze badań na światowym poziomie jest istnienie zespołów o dużym doświadczeniu w tworzeniu, analizie, eksploracji i modelowaniu dużych baz danych, środki na rozwijanie potrzebnej do tego infrastruktury, oraz zaangażowanie ekspertów w poszczególnych domenach badawczych. Strategiczny cel chcemy zatem osiągnąć poprzez:

- wypracowanie i wdrożenie instrumentów sprzyjających rozwojowi naukowemu pracowników, doktorantów i studentów oraz zwiększenie atrakcyjności zatrudnienia,
- wewnątrzuczelnianą interdyscyplinarną integrację zespołów badawczych,
- zwiększenie widoczności badań prowadzonych na UJ, zwiększenie udziału pracowników UJ w międzynarodowych zespołach,
- ułatwienie nawiązywania współpracy naukowej, inicjacji projektów i pozyskiwaniu finansowania zewnętrznego,
- wypracowanie nowoczesnych formatów edukacyjnych uwzględniającym najnowsze trendy w dziedzinie (kursy online, rozwiązania oparte o *blended learning* itp.),
- poszerzenie współpracy z ekosystemem społeczno-biznesowym w zakresie kluczowych zmian społecznych i gospodarczych, wywołanych rozwojem technologicznym.

Priorytetowe domeny obszaru badawczego DigiWorld

1. Zaawansowane metody obliczeniowe i sztuczna Inteligencja (AI)

Domena ta obejmuje zarówno badania podstawowe, jak i stosowane, prowadzące do rozwoju i tworzenia nowych technik obliczeniowych dostosowanych do różnego typu danych, w tym – ale nie wyłącznie: niestandardowe rodzaje uczenia maszynowego (*machine learning*, ML; np. uczenie częściowo nadzorowane, wielozadaniowe, wielomodalne); nieliniowe metody rozdzielania źródeł sygnału; zaawansowane metody optymalizacji ML; ML na niewielkich zbiorach danych; interpretowalność takich metod (*explainable AI*); projektowanie sieci neuronowych wzorowanych na sieciach biologicznych, budowa układów neuromorficznych; algorytmy kwantowe i kwantowe cyberbezpieczeństwo; obliczeniową teorię wyboru społecznego; analizy obrazu, mowy, strumieni danych itd.

2. Transformacja cyfrowa społeczeństwa i gospodarki

Domena ta obejmuje zagadnienia dotyczące transformacji cyfrowych oraz człowieka i społeczeństwo w cyfrowym świecie, w tym, ale nie wyłącznie: interfejsy człowiek-maszyna, interfejsy mózg-komputer, *affective computing*; zagadnienia psychologicznych skutków cyfryzacji, jak i wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji w analizie eksperymentów psychologicznych; etykę, prawo i politykę związane z rozwojem, wdrażaniem i wykorzystaniem technologii informacyjnych i komunikacyjnych (np. maszyny autonomiczne), ale też wspomaganie uczeniem maszynowym procesów prawno-decyzyjnych; kwestie cyberbezpieczeństwa (sekurytyzację cyberprzestrzeni, dehumanizację pola walki); gospodarkę cyfrową i ryzyko makroekonomiczne i finansowe w cyfrowym świecie (w tym wykorzystanie sieci neuronowych w analizie danych z rynków finansowych, walutowych itp.); wpływ najnowszych technologii na media i komunikację społeczną (w tym ich ilościowa analiza, np. w celu tworzenia strategii zwalczania *fake newsów*).

3. Humanistyka cyfrowa

Domena ta obejmuje między innymi, ale nie wyłącznie: *cyfrowe badania nad językiem, literaturą, kulturą i sztuką*: analiza ilościowa i jakościowa danych tekstowych i multimedialnych, wykorzystanie metod obliczeniowych (uczenia maszynowego, *information retrieval*, *text mining*, przetwarzania języka naturalnego) w badaniach literackich, językoznawczych i kulturoznawczych (np. stylometria, lingwistyka komputerowa, w tym językoznawstwo korpusowe, badania nad tłumaczeniem maszynowym, itd.); *cyfrowe archiwa dziedzictwa kulturowego (tekst, obraz, dźwięk, film, mapy i modele 3D)*: tworzenie i utrzymywanie zasobów cyfrowych, w tym cyfryzację tekstu i materiałów multimedialnych, tworzenie skanów architektonicznych i archeologicznych i in.; *człowiek, kultura, sztuka i społeczeństwo w cyfrowym świecie*: wpływ cyfryzacji na życie społeczne i kulturalne; komunikacja/teksty kultury w cyfrowym świecie (np. gry komputerowe, nowe media, literatura elektroniczna), narzędzia i metody cyfrowe w dydaktyce i przekładzie.

4. AI w naukach ścisłych i przyrodniczych

Domena ta obejmuje stosowanie i dostosowywanie różnorodnych metod sztucznej inteligencji do dużych zbiorów danych w konkretnych problemach badawczych dyscyplin ścisłych i przyrodniczych, w tym – ale nie wyłącznie – do: przetwarzania i analizy makro- i mikroskopowych obrazów z misji kosmicznych, tworzenia i interpretacji cyfrowych modeli terenu; przetwarzania społecznych, gospodarczych, geograficznych i innych danych przestrzennych (satelitarnych, lotniczych, ze skaningu laserowego itd.) w celu modelowania złożonego systemu człowiek – środowisko; analizy obrazów medycznych i biologicznych; modelowanie i predykcja własności i reaktywności związków chemicznych, substancji bioaktywnych itp., badanie procesów samoorganizacji złożonych układów w skali mikro; optymalizacji detekcji cząstek elementarnych w eksperymentach LHC.

Działania mające na celu wsparcie obszaru badawczego będą wspólne dla wszystkich powyższych domen († – na drodze otwartych konkursów; * – z zapewnieniem minimalnego udziału każdej domeny).

- **Nowa kadra* – zatrudnienie nowych, wybitnych naukowców (adiunktów i /lub profesorów) mających stworzyć zespoły badawcze
- †**Program motywacyjny* – utworzenie systemu minigrantów oraz zachęt i nagród za publikacje w wysoko punktowanych czasopismach dla pracowników naukowych
- **R2R* – finansowanie wyjazdów, warsztatów, badań wstępnych i innych działań mających na celu zawiązanie nowej współpracy międzynarodowej, w tym w ramach sieci uczelni
- *Strategiczna Infrastruktura #1* – zakup brakującej infrastruktury obliczeniowej
- *Strategiczna Infrastruktura #2* – zakup dostępu do baz danych oraz licencji i oprogramowania
- †*Otwarty dostęp* – dofinansowanie publikacji wydawanych w trybie Open Access
- **Program Stypendiów Jagiellońskich* – czasowe zatrudnianie ekspertów o uznanej pozycji międzynarodowej, w tym finansowanie profesur wizytujących
- **Konferencje i seminaria* – dofinansowanie warsztatów i konferencji naukowych
- †**Fundusz wyjazdowy* – finansowanie wyjazdów konferencyjnych oraz zagranicznych staży badawczych
- *EduPrograms for the Future* – organizacja szkół letnich
- *Kompetencje#1* – finansowanie kursów modułowych i wypracowanie nowoczesnych formatów kształcenia opartych o kursy publikowane na platformach MOOC
- †*Zarządzanie talentami* – minigranty badawcze dla doktorantów oraz studentów I i II stopnia; stypendia dla studentów zagranicznych
- †*R2B* – finansowanie m.in. postępowań patentowych i współpracy wdrożeniowej w postaci minigrantów, staży i akredytacji laboratoriów
- *R2S* – finansowanie działań edukacyjnych skierowanych do młodzieży oraz działań popularyzacyjnych
- *Labs* – powołanie centrów badawczych skupiających zespoły ze wskazanych domen