Sano

Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej

Międzynarodowa Fundacja Badawcza

Sprawozdanie roczne Sano za 2024 rok

Spis treści

Spis treści 1

1 Ogólne informacje na temat Sano 1

1.1 Dane rejestrowe 1

1.2 Misja i cele Sano 2

1.3 Zakres działalności 4

2 Struktura organizacyjna Sano 4

3 Kluczowa działalność i osiągnięcia w 2024 r. 6

3.1 Znaczące osiągnięcia naukowe 6

3.2 Nagrody 12

3.3 Granty badawcze i współpraca międzynarodowa 12

3.4 Kierunki i obszary działalności badawczo-rozwojowej 13

3.5 Budowanie kompetencji i struktura zatrudnienia 15

3.6 Promocja i popularyzacja 16

3.7 Pełny wykaz publikacji w 2024 r. 17

1 Ogólne informacje na temat Sano

1.1 Dane rejestrowe

Pełna nazwa:	Sano – Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej – Międzynarodowa Fundacja Badawcza
Skrócone nazwy (wymienione w Statucie)	Sano – Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Sano
Siedziba:	Czarnowiejska 36/C5 30-054 Kraków
Adresy e-mail:	info@sano.science legal@sano.science
Data rejestracji i numer wpisu do Krajowego Rejestru Sądowego (KRS):	5 września 2019 r. 0000797490
REGON:	384298430

Skład zarządu:	Maciej Malawski – Prezes zarządu Marian Bubak – dyrektor ds. naukowych
Skład Rady Fundacji:	Kazimierz Jerzy Murzyn Olav Zimmermann Karol Krawentek Andrew James Narracott Tanja Maria Bratan

1.2 Misja i cele Sano

Sano Centrum Medycyny Obliczeniowej to międzynarodowa fundacja badawcza założona w Małopolsce jako działający non-profit instytut badawczy, zajmujący się rozwojem medycyny obliczeniowej, opracowywaniem zaawansowanych metod komputerowych służących do profilaktyki, diagnozowania i leczenia chorób w celu zapewnienia wydajnej, skutecznej i bardziej optymalnej opieki zdrowotnej, która stanowi nadrzędną potrzebę na całym świecie. W niniejszym sprawozdaniu Sano Centrum Medycyny Obliczeniowej będzie również nazywane Sano, Centrum i Fundacja.

Celem Sano jest prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych na najwyższym poziomie naukowym w międzynarodowym środowisku naukowym, biorąc pod uwagę wysokie standardy etyczne, w szczególności dobre praktyki naukowe, oraz upowszechnianie wiedzy. Sano prowadzi działalność w zakresie badań podstawowych i badań stosowanych nad metodami obliczeniowymi, technikami i technologiami spersonalizowanej diagnostyki i leczenia pacjentów oraz badań naukowych, a także w pokrewnych dziedzinach nauki i technologii.

Cele strategiczne Centrum obejmują pięć obszarów:

- **Środowisko akademickie**: Dążenie do osiągnięcia pozycji jednej z wiodących europejskich instytucji akademickich zajmujących się identyfikowaniem, rozwijaniem i wdrażaniem technik medycyny obliczeniowej
- **Tłumaczenie**: Łączenie perspektyw akademickich, przemysłowych i klinicznych w celu objaśniania innowacyjnych procesów badawczo-rozwojowych, dostarczania konkurencyjnych produktów i usług na rynek oraz stymulowania zrównoważonego rozwoju
- **Edukacja**: Dostarczanie wewnętrznych i zewnętrznych programów szkoleniowych w celu rozwijania unikatowych umiejętności niezbędnych w medycynie obliczeniowej przez młode pokolenie innowatorów technologii stosowanych w opiece zdrowotnej
- **Zdrowie cyfrowe i opieka**: Wnoszenie znaczącego wkładu w cyfryzację opieki zdrowotnej, radzenie sobie z wyzwaniami zdrowotnymi, poprawę samopoczucia i spełnianie oczekiwań w zakresie wykorzystania danych i skuteczności leczenia
- **Przedsiębiorczość**: Propagowanie kultury przedsiębiorczości w Centrum w celu promowania objaśniania badań i poprawy potencjału innowacyjnego

Legenda do powyższej grafiki:

Science – nauka

Research excellence – doskonałość w zakresie badań

Improve scientific reputation – poprawa reputacji naukowej

Education – edukacja

Trainings and personnel development – szkolenia i rozwój personelu

Unique skill set – zestaw unikalnych umiejętności

Clinical applications – zastosowania kliniczne

Responding to health challenges – reagowanie na wyzwania zdrowotne

Collaboration with physicians – współpraca z lekarzami

Translation – tłumaczenie

Combining the academic, clinical and industrial points of view – łączenie akademickich, klinicznych i branżowych punktów widzenia

Entrepreneurship – przedsiębiorczość

Entrepreneurial mindset – przedsiębiorczy sposób myślenia

IP management awareness – świadomość w zakresie zarządzania własnością intelektualną

Sano powstało w wyniku międzynarodowej współpracy następujących instytucji:

- Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH specjalizujące się w symulacjach naukowych i infrastrukturze informatycznej na potrzeby badań naukowych,
- Klaster LifeScience Kraków - Krajowy Klaster Kluczowy reprezentujący innowacyjne firmy z branży *life science* działające w Krakowie,
- University of Sheffield i Insigneo Institute - specjaliści z zakresu modelowania *in silico* na potrzeby praktyki klinicznej,
- Forschungszentrum Jülich - specjaliści z zakresu wysokowydajnego przetwarzania i analizy danych na potrzeby nauki i przemysłu,
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI - specjaliści z zakresu rozwiązań systemowych i innowacji w badaniach medycznych.

1.3 Zakres działalności

Fundacja realizuje swoje cele poprzez:

1) prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych w sposób ciągły;
2) wdrażanie wyników badań do celów praktycznych;
3) podejmowanie współpracy z podmiotami z regionalnych, krajowych i międzynarodowych środowisk innowacyjnych, m.in. usługodawcami z zakresu opieki, firmami, organizacjami badawczymi i organizacjami pacjentów;
4) kompleksową działalność mającą na celu rozwój młodych naukowców;
5) nawiązywanie i wspieranie międzynarodowej współpracy naukowej;
6) udział w kształceniu studentów studiów licencjackich, magisterskich i doktoranckich w ramach programów oferowanych przez inne jednostki naukowe, poprzez organizowanie zajęć, angażowanie studentów w badania naukowe oraz pełnienie funkcji promotora lub współpromotora;
7) prowadzenie praktycznych szkoleń, kursów i warsztatów oraz seminariów naukowych;
8) publikowanie wyników badań prowadzonych przez Fundację;
9) udział w stowarzyszeniach polskich lub zagranicznych instytucji, których cele są zbieżne z celami Fundacji;
10) komercjalizację wyników badań naukowych Fundacji;
11) promowanie kultury pracy wspierającej jakość prowadzonych badań, w tym najwyższe standardy etyczne ich prowadzenia;
12) rozpowszechnianie osiągnięć naukowych Fundacji.

2 Struktura organizacyjna Sano

2.1.1 Informacje ogólne

Jako autonomiczna jednostka badawcza Sano przyjęło formę organizacyjną fundacji. Fundacja Sano została formalnie ustanowiona aktem notarialnym w dniu 17 lipca 2019 r., a następnie wpisana do Krajowego Rejestru Sądowego w dniu 5 września 2019 r.

Fundacja ma następujące oficjalne organy:

1) zarząd, który zajmuje się codziennym zarządzaniem działalnością Fundacji i reprezentuje Fundację na zewnątrz.
2) Międzynarodowy Komitet Naukowy, który wydaje opinie we wszystkich kwestiach dotyczących nauki, mających długofalowe konsekwencje dla Sano.
3) Rada Fundacji, która funkcjonuje jako organ nadzorczy Fundacji.

2.1.2 Zespół Sano

Sano zostało założone i było rozwijane przez kilka osób, które wniosły znaczący wkład w sferę medycyny obliczeniowej na arenie międzynarodowej i regionalnej. W działalność Centrum zaangażowanych jest również wielu naukowców o międzynarodowej renomie - członków Międzynarodowego Komitetu Naukowego i innych oficjalnych organów. Wśród uznanego kluczowego personelu w strukturze zarządzania są:

- dr hab. inż. Maciej Malawski, prof. AGH - z wykształcenia informatyk i fizyk teoretyczny, posiadający ponad 20-letnie doświadczenie w badaniach nad obliczeniami równoległymi i rozproszonymi, obliczeniami o wysokiej wydajności (HPC), technologiami *grid computing* i chmurowymi, infrastrukturą bezserwerową, naukowym przepływem pracy i zarządzaniem zasobami. Interesuje się innowacyjnymi zastosowaniami tych technologii w nauce, ze szczególnym uwzględnieniem badań biomedycznych. Jest współautorem ponad 100 publikacji, aktywnie działał w społeczności, pełniąc role kierownicze i zasiadając w komitetach głównych konferencji naukowych oraz uczestniczył w wielu projektach europejskich i krajowych.
  Dr Malawski pełni funkcję dyrektora Sano od sierpnia 2022 roku.
- dr inż. Marian Bubak - wieloletni pracownik Instytutu Informatyki AGH i Akademickiego Centrum Komputerowego Cyfronet AGH, pełniący również funkcję profesora na Uniwersytecie Amsterdamskim. Specjalizuje się w rozwoju rozproszonych systemów obliczeniowych na potrzeby nauki (w tym nauk medycznych). Koordynował i uczestniczył w licznych projektach badawczych, zarówno krajowych, jak i międzynarodowych.
  Dr Bubak pełni funkcję dyrektora ds. naukowych Sano i członka zarządu od chwili założenia Centrum w 2019 r.
- Pani Magdalena Chrzanowska – doświadczona menedżer operacyjna posiadająca ponad 10-letnie doświadczenie w zakresie zarządzania usługami biznesowymi, a także koordynowania oraz realizacji projektów; posiada ona rozległe doświadczenie w zarządzaniu projektami i wiedzą oraz projektowaniu procesów biznesowych skoncentrowanych na optymalizacji procesów. Jako kluczowy kierownik ds. zarządzania ludźmi w Sano, koncentruje się ona głównie na budowaniu wydajnych zespołów oraz współpracy z utalentowanym personelem organizacji nad jego rozwojem zawodowym.
  Magdalena Chrzanowska jest dyrektorem naczelnym i nadzoruje działalność, rozwój, utalentowany personel i finanse zespołów Sano.
- profesor Marco Viceconti - profesor na Uniwersytecie Bolońskim i profesor wizytujący na University of Sheffield, zajmuje się biomechaniką obliczeniową. Współzałożyciel i wieloletni dyrektor prestiżowego Insigneo Institute for in Silico Medicine. Uznawany za kluczowego członka międzynarodowej społeczności badawczej zajmującej się badaniami w zakresie medycyny obliczeniowej. Były dyrektor Instytutu VPH (Virtual Physiological Human) i członek zarządu Avicenna Alliance. Autor ponad 300 publikacji naukowych.
  Profesor Viceconti był przewodniczącym Międzynarodowego Komitetu Naukowego Sano pierwszej kadencji – w latach 2019 – 2024. W 2024 r. w związku z decyzją o rezygnacji z obowiązków służbowych, został zastąpiony przez prof. Alfonsa Hoekstrę.
- profesor Alfons Hoekstra – profesor nauk obliczeniowych i inżynierii w Zespole Nauk Obliczeniowych Instytutu Informatyki Uniwersytetu Amsterdamskiego. Jego badania koncentrują się na wirtualnych bliźniakach ludzkich (wraz z zastosowaniami, tj. w obszarze układu krążenia i schorzeń mózgowo-naczyniowych), wielkoskalowym modelowaniu

złożonych układów i wysokowydajnych obliczeniach. Jest wydawcą "Journal of Computational Science", członkiem Rady ds. Strategii dla Nauk Obliczeniowych NL oraz członkiem komitetu doradczego NWO w sprawie cyfryzacji badań.
W 2024 r. profesor Hoekstra zastąpił prof. Viceconti na stanowisku przewodniczącego Międzynarodowego Komitetu Sano na drugą kadencję Komitetu.

- Kazimierz Murzyn - dyrektor zarządzający Klastra LifeScience Kraków od 2006 roku, członek grupy strategicznej w SCANBALT, członek Komitetu Biotechnologii Polskiej Akademii Nauk, członek Rady Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, przewodniczący Grupy roboczej ds. małopolskich inteligentnych specjalizacji „Life Science".
  Kazimierz Murzyn pełni funkcję przewodniczącego Rady Fundacji Sano od czerwca 2022 roku.

Pełny skład organów zarządzających Sano jest następujący:

1) Zarząd
   - prof. Maciej Malawski, dyrektor, prezes zarządu
   - dr Marian Bubak, dyrektor ds. naukowych, członek zarządu
2) Rada Fundacji
   - Kazimierz Murzyn, przewodniczący, przedstawiciel Klastra LifeScience Kraków, Polska
   - Karol Krawentek, przedstawiciel ACK Cyfronet AGH, Polska
   - dr Tanja Bratan, przedstawicielka Fraunhofer Institute ISI, Niemcy
   - dr Andrew Narracott, przedstawiciel University of Sheffield, Wielka Brytania
   - dr Olav Zimmermann, przedstawiciel Forschungszentrum Jülich, Niemcy
3) Międzynarodowy Komitet Naukowy
   - prof. Alfons Hoekstra, Uniwersytet Amsterdamski, Holandia
   - prof. Rod Hose, profesor emeritus, University of Sheffield, Wielka Brytania
   - prof. Marek Behr, RWTH Aachen University, Niemcy
   - prof. Aleksander Byrski, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Polska
   - prof. Claire Chalopin, Uniwersytet Nauk Stosowanych i Sztuki, Getynga, Niemcy
   - prof. Ewa Deelman, Uniwersytet Południowej Kalifornii, USA
   - prof. Ilse Jonkers, KU Leuven, Belgia
   - prof. Dieter Kranzlmüller, Uniwersytet Ludwika i Maksymiliana w Monachium, Niemcy
   - dr Paul Morris, Sheffield Teaching Hospital NHS, Wielka Brytania
   - prof. Irena Roterman-Konieczna, Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Polska
   - prof. Rebecca Shipley, University College London, Wielka Brytania
   - prof. Peter Sloot, Uniwersytet Amsterdamski, Holandia

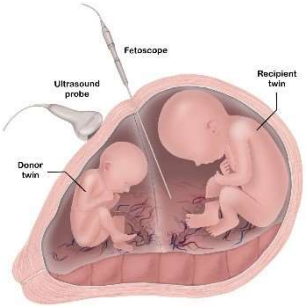
W związku z tym, że do Rady Fundacji należą osoby z trzech różnych krajów, a członkowie Rady Naukowej pochodzą z sześciu krajów, Sano podlega nadzorowi ekspertów o prawdziwie międzynarodowym doświadczeniu i uzyskuje od niego wsparcie.

3 Kluczowa działalność i osiągnięcia w 2024 r.

3.1 Znaczące osiągnięcia naukowe

Przez cały 2024 rok Fundacja kontynuowała swoją podstawową misję polegającą na prowadzeniu badań i opracowywaniu rozwiązań dla medycyny wspomaganej obliczeniowo. Poniżej przedstawiamy

wybrane, godne uwagi zmiany i osiągnięcia. W celu zapoznania się z całością wiedzy opublikowanej przez Sano w 2024 r., proszę odnieść się do pełnej listy publikacji podanej w pkt. 3.7.



Sano opracowało zaawansowane modele sztucznej inteligencji do automatycznego szacowania masy płodu na podstawie badania USG w połączeniu z danymi tabelarycznymi w celu poprawy opieki okołoporodowej. Jeśli chodzi o system wspomagania chirurgii prenatalnej skupiono się na wspieraniu chirurgów w leczeniu zespołu przetoczenia krwi między płodami w ciąży bliźniaczej (TTTS) poprzez wdrożenie opartej na sztucznej inteligencji segmentacji naczyń łożyskowych w czasie rzeczywistym, mozaikowania obrazów i internetowej wizualizacji. W 2024 roku Szymon Płotka, główny autor tych badań, obronił tytuł doktora na Uniwersytecie Amsterdamskim. Jego rozprawa doktorska zatytułowana "Poprawa opieki prenatalnej poprzez głębokie uczenie się" (“Enhancing prenatal care through deep learning”) jest dostępna online. https://doi.org/10.1016/j.media.2024.103330.

Legenda do powyższej grafiki:

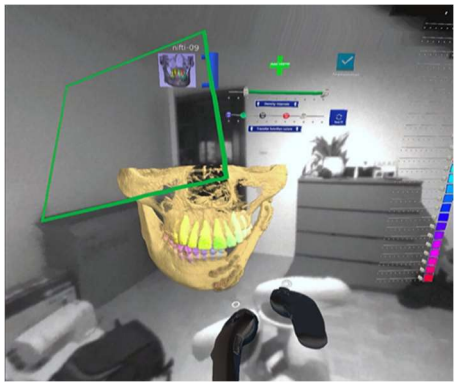
Fetoscope – fetoskop

Ultrasound probe – sonda USG

Recipient twin – bliźniak-biorca

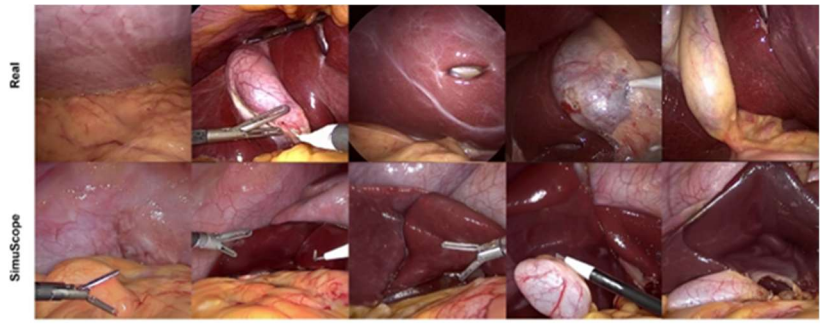
Donor twin – bliźniak-dawca

Dalszy rozwój naszego symulatora operacji naprawczej rozszczepu kręgosłupa obejmował dogłębną ocenę podczas kursu z zakresu zabiegów prenatalnych zorganizowanego przez Royal College of Obstetricians and Gynecologists w Londynie i Warszawie. Ten ważny kamień milowy dla naszych klinicznych specjalistów z zakresu rzeczywistości wirtualnej i robotyki dowiódł skuteczności symulatora w poprawie umiejętności manualnych podczas zabiegów fetoskopowych.



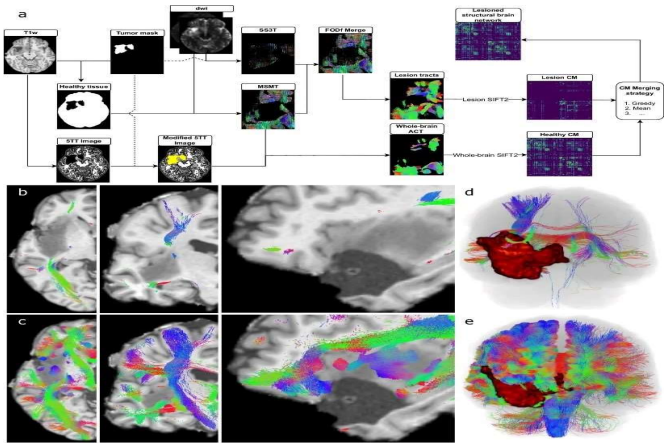
Sano opracowało również nowatorską platformę uczenia głębokiego, która obejmuje statystyczne modele kształtu, aby poprawić dokładność segmentacji zębów na podstawie skanów CBCT - DENTNet. Wczesne wyniki wskazują na doskonałą skuteczność w trudnych przypadkach. Opracowany został również prototypowy system wizualizacji danych medycznych oparty na rzeczywistości rozszerzonej/rzeczywistości wirtualnej (AR/VR) do nawigacji 3D po obrazach medycznych w kontekście planowania przedoperacyjnego i śródoperacyjnego, który integruje nasze algorytmy segmentacji CBCT i toruje ścieżkę do walidacji klinicznej.

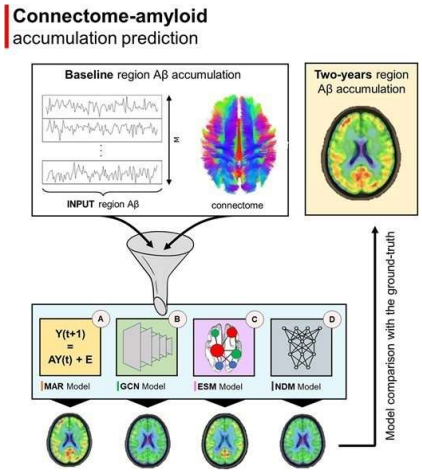
Badania Sano nad generatywną sztuczną inteligencją na potrzeby realistycznego generowania danych medycznych i wysokowydajnych wirtualnych środowisk szkoleniowych dla robotyki medycznej



doprowadziły do stworzenia syntetycznych zbiorów danych chirurgicznych i platform symulacyjnych, które przyspieszają szkolenie robotów chirurgicznych w zakresie uczenia się ze wzmocnieniem, torując drogę do skutecznego transferu wiedzy z symulacji do rzeczywistości.

Nasze badania nad patologią cyfrową zaowocowały opracowaniem w 2024 r. nowatorskiego oprogramowania do analizy histologicznej oraz nowym podejściem do wykrywania i segmentacji guzów mózgu na podstawie modalności obrazowania medycznego. To w połączeniu z zaawansowaną analizą konektomu mózgu w spersonalizowanej formie stworzy rozwiązanie służące do przedoperacyjnej oceny potencjalnej utraty funkcjonalności podczas operacji wycinania zmian w mózgu.





Kilkoro naukowców z Sano z różnych zespołów badawczych skupiło się w 2024 r. na dalszym rozwoju kilku podejść do modelowania predykcyjnego, które zapewnia narzędzia obliczeniowe do ilościowego określania postępu choroby lub odpowiedzi na leczenie. Jedna z takich metod opiera się na wzorcach funkcji poznawczych obserwowanych w obrazach mózgu. Wykorzystuje ona narzędzia uczenia maszynowego do przewidywania nieprawidłowej proliferacji białek, neurodegeneracji i odpowiedzi na leczenie. Ma to pomóc neurologom w opracowaniu spersonalizowanych terapii uciążliwych chorób przewlekłych, takich jak demencja, choroba Parkinsona i inne. Odmienne, uzupełniające podejście opiera się na idei obliczeniowego modelowania w komputerach procesu podejmowania decyzji przez ludzkiego eksperta (tutaj: diagnostę) w celu tworzenia rozwiązań, które mogą pomóc mniej doświadczonym lub nadmiernie zaangażowanym lekarzom. Metoda ta została zastosowana w 2024 r. w kilku dziedzinach medycyny.

Legenda do powyższej grafiki:

Connectome-amyloid accumulation prediction – Przewidywanie akumulacji konektom-amyloid

Baseline region Aß accumulation – Akumulacja Aβ w obszarze na początku

Two-years region Aß accumulation – Akumulacja Aβ w obszarze po 2 latach

INPUT region Aß – Wejściowa ilość Aβ w obszarze

Connectome – Konektom

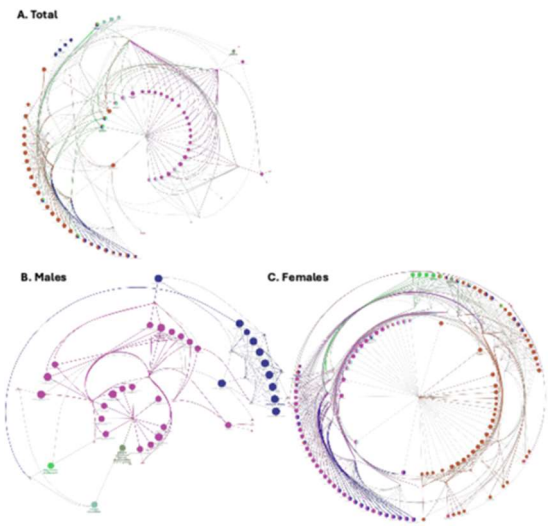
MAR Model – Model MAR

GCN Model – Model GCN

ESM Model – Model ESM

NDM Model – Model NDM

Model comparison with the ground-truth – Porównanie modeli z wykorzystaniem danych rzeczywistych



W przypadku alergii, wspólnie ze Szpitalem Dziecięcym w Ameryce zidentyfikowaliśmy zmienność cech podczas procesu diagnozowania choroby alergicznej. Może być to przykład zastosowania opracowanej metodologii w dziedzinie spersonalizowanej diagnostyki i medycyny. W przypadku raka żołądka ustalono opcję optymalizacji leczenia we współpracy z Wydziałem Lekarskim Uniwersytetu w Porto. Wersję opracowanego algorytmu zastosowano do klasyfikacji raka wątroby na zbiorze danych 140 pacjentów z Portugalii. Ponadto autorskie narzędzie klasyfikacyjne CACTUS opracowane przez Sano zostało zastosowane na Uniwersytecie Jagiellońskim w kohorcie pacjentów z nadciśnieniem tętniczym w celu stratyfikacji przypadków i optymalizacji strategii leczenia. We współpracy z naszym partnerem branżowym, firmą Randox mającą siedzibę w Wielkiej Brytanii, opracowaliśmy technikę łączenia różnych metod klasyfikacji i selekcji w celu klasyfikacji raka pęcherza moczowego. Technika ta została zastosowana do poszukiwania nowych biomarkerów. Badanie podkreśliło potencjał zaawansowanych metod analitycznych w zakresie poprawy poprawności diagnostyki w niezrównoważonych zestawach danych.

Legenda do powyższej grafiki:

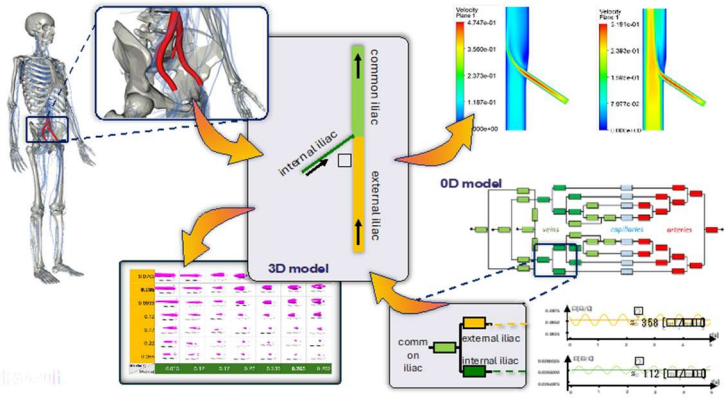
Total – ogółem

Males – mężczyźni

Females – kobiety

We współpracy z University of Sheffield i klinicystami z Royal Free Hospital w Londynie przeprowadzono szeroko zakrojoną analizę wrażliwości 50-przedziałowego modelu 0-D krążenia w kończynach dolnych, zbudowawszy zestaw alternatywnych modeli tego samego segmentu krążenia na potrzeby dokładnej analizy znaczenia złożoności modelu i warunków brzegowych. Takie cyfrowe narzędzie będzie pomocne dla przyszłych kardiologów w ocenie różnych schorzeń żylnych w całkowicie

spersonalizowanych warunkach.



Legenda do powyższej grafiki:

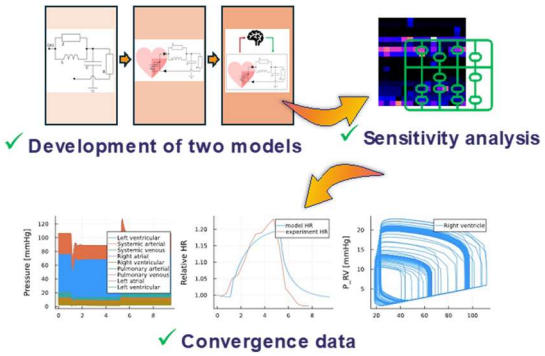
Internal iliac – wewnętrzna tętnica biodrowa

Common iliac – tętnica biodrowa wspólna

External iliac – zewnętrzna tętnica biodrowa

3D model – model 3D

0D model – model 0D



Inne badanie dotyczące możliwości wspomaganego komputerowo leczenia chorób sercowo-naczyniowych skupiało się na opracowaniu regulowanego modelu naśladującego fizjologiczną reakcję na stres ortostatyczny. Może to prowadzić do lepszego planowania leczenia, lepszej diagnostyki i prognozowania. Badamy dwa modele ludzkiego układu sercowo-naczyniowego, które uwzględniają wpływ regulacji odruchu z baroreceptorów – kluczowego neuronowego mechanizmu homeostazy odpowiadającego za kontrolowanie ciśnienia krwi w trakcie odpoczynku i ćwiczeń w krótkich odstępach czasu. Badaliśmy wpływ włączenia regulacji odruchu z baroreceptorów na klinicznie istotne wskaźniki, takie jak rzut serca. Kiedyś nie było możliwości rozwiązania tego problemu ze względu na dużą liczbę parametrów, ale teraz dzięki nowatorskim skutecznym metodom *in silico* oraz superkomputerom najnowszej generacji problem ten udaje się rozwiązać.

Legenda do powyższej grafiki:

Development of two models – opracowanie dwóch modeli

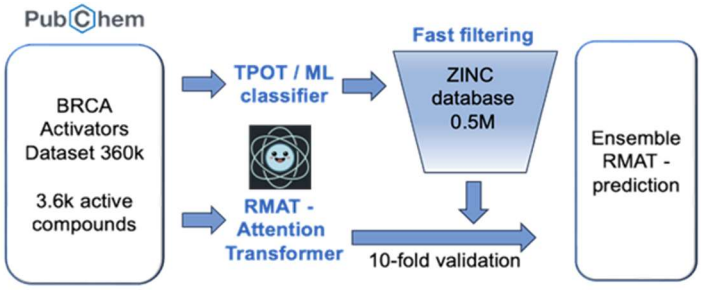
Sensitivity analysis – analiza wrażliwości

Convergence data – dane dotyczące konwergencji

W dziedzinie zastosowania sztucznej inteligencji j w medycynie, projekt MicrobiomeGPT fundacji Sano ma na celu rozwój głębokich sieci neuronowych w celu identyfikacji wzorców w taksonomii i

funkcjonowaniu mikrobiomu jelitowego. Wzorce te mogą służyć do klasyfikacji stanu zdrowia, przewidywać wiek lub BMI, potencjalnie prowadząc do strategii leczenia opartych na mikrobiomie. DeepFRI 2 integruje dane dotyczące sekwencji, struktury i kontekstu genomowego w celu poprawy możliwości interpretacji i ujmowania prognoz dotyczących funkcji białek, dając wgląd w ekologię i ewolucję mikrobów. Kompleksowe badanie klastrów strukturalnych z takich baz danych jak baza danych struktur białkowych AlphaFold zapewnia spójną reprezentację przestrzeni białkowej. Biorąc pod uwagę, że około 40% białek w ludzkim mikrobiomie jelitowym nie ma przypisanych funkcji, naszym celem jest stworzenie zintegrowanego widoku funkcji molekularnych i ról biologicznych przy użyciu głębokiego uczenia w oparciu o strukturę i przewidywanie funkcji.

W 2024 r. naukowcy z Fundacji zajmowali się badaniem roli mikrobiomu jelitowego w chorobach, w tym zaburzeniach neurodegeneracyjnych, identyfikując amyloidy funkcjonalne w mikrobiomie jelitowym i analizując ich możliwy wpływ na zdrowie człowieka poprzez oś jelitowo-mózgową. Zespół prowadzi również analizę szeregów czasowych mikrobiomu, badając dynamikę czasową mikrobioty, co ma wpływ na ukierunkowane strategie terapeutyczne, takie jak spersonalizowana dieta i probiotykoterapia. Po przeprowadzeniu oceny wpływu ogólnoustrojowego niecelowanego leczenia środkami przeciwdrobnoustrojowymi na mikrobiotę zatok i nosa, dostarczy to informacji na temat zmienności tego mikrobiomu w czasie i występowania bakterii opornych na działanie antybiotyków.



Tworzenie powtarzalnych potoków obliczeniowych do analiz mikrobiomu umożliwia metaanalizy i ułatwia dystrybucję wiedzy oraz danych wśród klinicystów i badaczy, którzy nie zajmują się obliczeniami komputerowymi. Jest to kolejny wkład Sano w wiedzę związaną z odkrywaniem nowych leków i zmianą zastosowania leków; w tym przypadku szukaliśmy małych cząsteczek chemicznych, które indukują nadekspresję białka CDT1, prowadząc do ponownej replikacji i cytotoksyczności w komórkach nowotworowych. Opracowano modele predykcyjne pozwalające określić optymalne synergie antybiotyków w oparciu o dane dotyczące interakcji bakterii E. coli i wiązania białka z lekiem.

Legenda do powyższej grafiki:

BRCA Activators – Aktywatory BRCA

Dataset 360k – Zestaw danych 360k

3.6k active compounds – Związki aktywne 3,6 k

TPOT/ML classifier – Klasyfikator TPOT/ML

RMAT Attention Transformer – Transformator uwagi RMAT

Fast filtering – Szybkie filtrowanie

ZINC database 0.5M – Baza danych ZINC 0,5M

10-fold validation – 10-krotna walidacja

Ensemble RMAT – prediction – Ensamle RMAT – przewidywanie

3.2 Nagrody

Fundacja zebrała w 2024 r. kilka nagród za swoją działalność.

	Osoba	*Nagroda*	*Miejsce*
1	Przemysław Korzeniowski	SimuScope – Nagroda za najlepszą prezentację posterową na IEEE Intelligent Robots and Systems (IROS 2024)	Abu Zabi, ZEA
2	Przemysław Korzeniowski	FF-SRL – trzecie miejsce w konkursie na najlepszą prezentację posterową na IEEE Intelligent Robots and Systems (IROS 2024)	Abu Zabi, ZEA
3	Michał Grzeszczyk	Stypendia Fundacji Kościuszkowskiej	Boston, USA
4	Sabina Martyniak	Nagroda za najlepszą prezentację posterową (pierwsze miejsce) na drugich warsztatach IROS Workshop on Machine Learning in Medical Robotics: Bridging ML Theory and Clinical Frontiers	Abu Dhabi, ZEA
5	Joan Falco-Roget	Specjalne wyróżnienie za prezentację ustną na XIII Międzynarodowej Konferencji Neuronauki NEURONUS 2024	Kraków, Polska
6	Zuzanna Karwowska	Nagroda za drugie miejsce w konkursie na najlepszą prelekcję na konferencji ISMB	Montreal, Kanada
7	Filip Schymik	Nagroda za drugie miejsce w kategorii studenckiej na iGEM 2024 Grand Jamborre	Paryż, Francja
8	Julia Machnio	Pierwsze miejsce w XXV konkursie na najlepszą pracę magisterską „Diamenty AGH" (kategoria: najlepsza praca teoretyczna)	Kraków, Polska
9	Piotr Kica	Trzecie miejsce w XVIII krajowym konkursie PTIB na najlepszą pracę magisterską z dziedziny inżynierii biomedycznej	Warszawa, Polska
10	Paulina Tworek	Pierwsze miejsce w konkursie na „CENTRUM INNOWACJI" organizowanym przez Fundację KIDS Klub Innowatorów Dziecięcych (Sano i Szpital dla Dzieci w Ameryce)	Warszawa, Polska
11	Paulina Tworek	Czwarte miejsce w kategorii „Innowacyjne produkty i usługi poprawiające jakość życia, zdrowia, dostęp do usług", Konkurs „Zdrowa przyszłość 2024"	Warszawa, Polska
12	Luca Gherardini	Nagroda za „najlepszą ogólną prezentację posterową" na World Sight Day and Pan-Ireland Ophthalmology	Belfast, Wielka Brytania

Tomasz Kościółek, lider zespołu badawczego z grupy ds. genomiki strukturalnej i funkcjonalnej w Sano, został mianowany członkiem Akademii Młodych Uczonych Polskiej Akademii Nauk (AMU PAN).

3.3 Granty badawcze i współpraca międzynarodowa

W 2024 r. Sano zakończyło sprawozdawanie i zakończyło realizację umowy grantowej w ramach Programu Międzynarodowych Agend Badawczych z Fundacją na rzecz Nauki Polskiej (grant nr MAB PLUS/2019/13; 35 mln zł) oraz zaczęło korzystać z finansowania celowego z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – *„Wsparcie działalności Centrów Doskonałości utworzonych w ramach programu Horyzont 2020*", nr umowy MEiN/2023/DIR/3796 (5,2 mln euro). Sano kontynuowało również realizację trwającego siedem lat projektu „Teaming for Excellence", w ramach którego jest koordynatorem konsorcjum (całkowity budżet 15 mln euro, budżet Sano 8,9 mln euro).

Oprócz powyższego, Sano brało udział w następujących inicjatywach na dużą skalę w 2024 roku:

	Nazwa projektu	*Pełny tytuł*	*Partnership*
1	InSilicoWorld	Redukowanie ograniczeń w zakresie powszechnego stosowania badań *in silico*	14 partnerów z Włoch, Holandii, Belgii, Węgier i Niemiec
2	NearData	Platforma skrajnych danych bliskiego zasięgu Extreme Near-Data Processing Platform	10 partnerów z Hiszpanii, Niemiec, Irlandii i Wielkiej

			Brytanii
3	Gemini	Generacja wielkoskalowych cyfrowych bliźniaków pacjentów z udarem niedokrwiennym i krwotocznym	21 partnerów z Holandii, Włoch, Irlandii, Hiszpanii, Węgier, Francji, Niemiec, Szwajcarii, Wielkiej Brytanii i Tajwanu
4	DarkMicroProt	Interpretacja funkcji białek w ludzkim mikrobiomie jelitowym w skali ewolucyjnej	Uniwersytet w Bazylei, Szwajcaria
5	One step to game changer	Leczenie skojarzone z użyciem środków przeciw drobnoustrojom oparte na sztucznej inteligencji oraz nanotechnologii w celu zwalczania wymagających infekcji stopy cukrzycowej	Krakowski Instytut Technologiczny (KIT), Sieć Badawcza Łukasiewicz, Polska

i rozpoczęło realizację kilku krajowych grantów osobistych:

	Pełny tytuł
6	Multimodalne uczenie głębokie w nieinwazyjnej diagnostyce nadciśnienia płucnego na podstawie obrazowania metodą rezonansu magnetycznego
7	Zrozumienie wpływu zmienności anatomii żył na miejscową hemodynamikę u pacjentów z zakrzepicą żył głębokich kończyny dolnej: podejście oparte na modelowaniu kształtu statystycznego
8	Obrazowanie metodą dyfuzyjnego rezonansu magnetycznego w celu dokładnego monitorowania istoty białej w tkance okołoguzowej w celu lepszego planowania leczenia chirurgicznego, poprawy precyzji i lepszego przewidywania w neuroonkologii

W 2024 r. naukowcy z Sano złożyli ponadto kilka wniosków o granty do międzynarodowych i polskich agencji. Jeżeli uzyskają finansowanie, projekty te będą realizowane w kolejnych latach.

Oprócz aktywnego zaangażowania w międzynarodowe i polskie konsorcja projektowe wymienione powyżej, Sano aktywnie współpracowało pod względem naukowym w 2024 roku z następującymi partnerami:

	Zakres	*Partnerzy*
Pod względem klinicznym	Zagraniczny	Royal College of Obstetricians and Gynecologsits (UK), University Hospital of Gent (BE), Sheffield Teaching Hospitals (UK), Canadian center for mental health (CA), University Hospital of Palermo (IT), University Of Messina (IT), Faculty of Medicine, University of Porto (PT), Portuguese Oncological Institute – IPO (PT), Multidisciplinary Institute of Ageing (PT)
	Polski	Warszawski Uniwersytet Medyczny, Uniwersytecka Klinika Stomatologii (UKS), Szpital Karowa, Collegium Medicum Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Pracownia Neurobiologii Molekularnej Instytutu Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego, Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wojewódzki Szpital Rehabilitacyjny dla Dzieci w Ameryce, Szpital w Tucholi
Pod względem technologicznym	Zagraniczny	University of Sheffield (UK), U. Glasgow (UK), U. Pennsylvania (USA), U. Indiana (USA), U. Turin (IT), EPFL (CH), U. Trento (IT), U. Baleares (ES), U. Basel (CH), U. Tartu (EE), U. Bologna (IT), U. Amsterdam (NL), Eidhoven UTe (NL), U. Valladolid (ES), U. Rovira Virgili (ES), Barcelona Supercomputing Centre (ES), Juelich Supercomputing Center (DE), Queen's University of Belfast (UK),
	Polski	Akademia Górniczo-Hutnicza, Szkoła Główna Handlowa, Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza Polskiej Akademii Nauk, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Uniwersytet Warszawski, Instytut Łukasiewicza w Krakowie, Uniwersytet Łódzki

3.4 Kierunki i obszary działalności badawczo-rozwojowej

Sano podejmuje działania badawcze w ścisłej współpracy z pracownikami medycznymi, środowiskiem

akademickim, rządami, organizacjami pozarządowymi i przemysłem w celu rozwiązywania istotnych i znaczących problemów, z którymi mierzą się systemy opieki zdrowotnej. Sano jest szczególnie aktywne w następujących pięciu obszarach:

- **Obliczenia inteligentne**: Nauka behawioralna i analityka danych na temat zdrowia społeczeństwa i innych rodzajów danych (np. elektronika do noszenia) w celu identyfikacji zagrożeń dla zdrowia, trendów, nieefektywności, osób z grup ryzyka, podgrup pacjentów i badania potencjalnych interwencji w całej społeczności (np. teoria szturchania).
- **Obrazowanie medyczne i robotyka**: Multidyscyplinarne badania na styku informatyki, technologii informacyjnej, nauk behawioralnych, interakcji człowiek-komputer i sztucznej inteligencji, skupiające się na przepływach pracy w opiece zdrowotnej, zarządzaniu danymi pacjentów, wizualizacji danych, interakcji i komunikacji stosowanej w medycynie stacjonarnej i zdalnej.
- **Dane i obliczenia w wielkiej skali**: Wydajne przetwarzanie dużych zbiorów danych z użyciem zaawansowanej infrastruktury obliczeniowej i rozwiązań obliczeniowych w miejscu kontaktu lekarza z pacjentem.
- **Neuronauka obliczeniowa**: Rozwój narzędzi sztucznej inteligencji do automatycznej analizy informacji wizualnych w opiece zdrowotnej, np. badania obrazowe, endoskopia, chirurgia i inne rodzaje informacji w formie wizualnej.
- **Grupa ds. genomiki strukturalnej oraz funkcjonalnej**: badanie ludzkiego mikrobiomu jelitowego z użyciem technik multiomiki, zwłaszcza metagenomiki. Uzyskiwanie informacji na temat tożsamości oraz stosunkowych proporcji wszystkich form życia zamieszkujących przewód pokarmowy.

Międzynarodowy program studiów doktoranckich Sano zapoczątkowany w 2021 r. jest kontynuowany, a w grudniu 2024 r. objętym nim jest 24 studentów studiów doktoranckich. Program nadal ma charakter multidyscyplinarny i łączy następujące dyscypliny:

- medycyna
- nauki o zdrowiu
- informatyka
- danologia
- nauki obliczeniowe
- inżynieria biomedyczna.

W 2024 roku rozbudowaliśmy wykaz instytucji, które wspierają nas w procesie nadawania stopni naukowych i organizacji programów stażowych:

- University of Sheffield, Wielka Brytania
- Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Polska
- Politechnika Warszawska, Polska
- Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Polska
- Uniwersytet Amsterdamski, Holandia
- Queen’s University Belfast, Wielka Brytania
- Uniwersytet w Valladolid, Hiszpania
- Uniwersytet w Weronie, Włochy

- Uniwersytet w Coimbrze, Portugalia
- Instytut Biologii Eksperymentalnej, Polska

Sano daje swoim doktorantom możliwość skorzystania ze szkoleń i programów wymiany studenckiej organizowanych wspólnie przez zagraniczne instytucje edukacyjne należące do konsorcjum Sano. Programy studiów oferowane m.in. przez University of Sheffield i innych naszych międzynarodowych partnerów obejmują zarówno krótkie wizyty, jak i dłuższe staże. Dalsze zaangażowanie University of Sheffield bazuje na wspieraniu studentów, którzy ukończyli drugi rok studiów doktoranckich, kiedy to nacisk przenosi się z ustrukturyzowanego szkolenia na kompleksowe wsparcie dla indywidualnych działań badawczych. Szczególna uwaga zostanie poświęcona studentom, którzy wkrótce ukończą studia, tak aby dać im wsparcie i informacje zwrotne w zakresie pisania prac doktorskich.

3.5 Budowanie kompetencji i struktura zatrudnienia

Aby rozwijać kompetencje i umiejętności z zakresu badań i wsparcia u personelu Sano, Fundacja realizuje kompleksowy program rozwoju zawodowego. Wewnętrzna wymiana wiedzy (w tym seminaria, warsztaty, szkoły letnie) jest uzupełniana szkoleniami organizowanymi przez naszych międzynarodowych partnerów oraz szeregiem zewnętrznych działań szkoleniowych. Specjalny zespół ds. zasobów ludzkich, na czele którego stoi doświadczony ekspert, realizuje wszystkie działania związane z tym rozbudowanym programem rozwoju zawodowego.

Na koniec 2024 r. Sano zatrudniało 78 osób - 55 członków zespołu badawczego pracujących w pełnym lub niepełnym wymiarze czasu oraz 23 członków zespołów wsparcia i rozwoju, zajmujących się m.in. finansami, działalnością operacyjną, zarządzaniem projektami, rozwojem działalności, prawem i ochroną danych oraz zarządzaniem zasobami ludzkimi.

Personel	***Liczba pracowników***	***Płeć***		***Narodowość***				
		Mężczyźni	**Kobiety**	**Polacy**	**Inne narodowości**	**20-30**	**31-40**	**41+**
Badacze	55 (71%)	40	15	46	9	28	18	9
Personel wsparcia	23 (29%)	7	16	23	0	3	9	11
Razem	78	47 60%	31 40%	69 88%	9 12%	31 40%	27 35%	20 25%

Statystyki zatrudnienia w Sano; styczeń 2025 r.

Od czerwca 2020 roku Sano organizuje cotygodniowe wydarzenia edukacyjne - seminaria Sano z zakresu medycyny obliczeniowej, które ułatwiają dzielenie się wiedzą i budowanie sieci badawczych. Do końca 2024 r. odbyło się łącznie 149 takich seminariów (w samym 2024 r. odbyło się ich 32). Większość z nich jest nagrywana i publikowana (za zgodą prelegenta) i można je oglądać na Kanale Youtube Sano. Pełny wykaz seminariów Sano można znaleźć na stronie internetowej http://sano.science/seminars. Spośród wszystkich wizyt gości i wykładów w 2024 roku chcielibyśmy wspomnieć Anthony'ego Elliotta. Profesor Elliott wygłosił wykład zatytułowany „Niech SI będzie z Wami: Zautomatyzowane życie w erze cyfrowej" (“May AI be with You: Automated Life in the Digital Age”) i poprowadził warsztaty zatytułowane „Łączność, innowacje, leczenie: SI w światowej opiece zdrowotnej“ ("Connect, Innovate, Heal: AI in Global Healthcare"), koncentrując się na integracji sztucznej inteligencji w globalnych rozwiązaniach z zakresu opieki zdrowotnej. Omówił konsekwencje etyczne, technologiczne i społeczne, zapewniając dogłębny wgląd w transformacyjny wpływ sztucznej inteligencji na naszą sferę zawodową, edukacyjną i osobistą. W wykładzie zwracał uwagę na złożoną

dynamikę naszego życia, które jest w coraz większym stopniu scyfryzowane, podkreślając zarówno możliwości, jak i wyzwania związane z postępem technologicznym.

3.6 Promocja i popularyzacja

W listopadzie 2024 roku Sano zorganizowało swoje największe coroczne wydarzenie - Dzień Nauki w Sano. Wydarzenie pod tytułem „Od innowacji do translacji - potencjał medycyny obliczeniowej w zmieniającej się opiece zdrowotnej" przedstawiało rozwój Sano i wizję, jaką Fundacja ma co do przyszłości opieki zdrowotnej dzięki postępom obliczeniowym. W wydarzeniu brali udział badacze z Sano, zaproszeni eksperci oraz goście, a celem spotkania było badanie najnowocześniejszych osiągnięć i ich potencjału translacyjnego. Rozmowy plenarne, tematyczne sesje badawcze i interaktywne prezentacje posterowe umożliwiły przemyślaną wymianę pomysłów i doświadczeń. Najważniejsi prelegenci tego dnia to Maciej Malawski, dyrektor Sano, Marian Bubak, dyrektor ds. naukowych, prof. Marco Viceconti z Uniwersytetu Bolońskiego, prof. Jim Wild z University of Sheffield oraz dr Paul Morris z Sheffield Teaching Hospitals NHS Trust. Jose Sousa, Przemysław Korzeniowski, Sabina Martyniak i Rosmary Blanco przedstawili praktyczne spojrzenie na wyzwania i możliwości w dziedzinach, którymi się zajmują, a Magdalena Otta i Dominika Ciupek zgłębiali zastosowanie technologii cyfrowego bliźniaka i federacyjnego uczenia się. Prezentacje tematyczne zakończyło wystąpienie Tomasza Kościołka na temat genomiki strukturalnej i funkcjonalnej.

Fundacja Sano kontynuowała również organizację regularnych spotkań NEUROPIZZA, które obejmują szeroki zakres dyscyplin, w tym neurobiologię, psychologię, biologię, medycynę i inżynierię biomedyczną. To cykliczne wydarzenie jest współorganizowane przez Sano oraz Laboratorium Mózgu i Zachowania Uniwersytetu Jagiellońskiego. W 2024 roku współorganizowaliśmy 8 takich wydarzeń, a wśród prezenterów znaleźli się m.in: Agata Wolna, Michał Domagała, Mateusz Hohol, Klemens Noga, Joan Falco-Roget, Marek Pędziwiatr, Rosemary Blanco, Szymon Mazurek.

Jeśli chodzi o szereg działań popularyzacyjnych podejmowanych przez Sano w 2024 r., warto wymienić następujące:

- Copernicus Festival 2024: Sano przeprowadziło warsztaty, które zgłębiały koncepcję cyfrowego bliźniaka, integrując praktyczne umiejętności programowania i dając uczestnikom praktyczny wgląd w zastosowania cyfrowych bliźniaków w opiece zdrowotnej, rozwijając ich umiejętności programowania w kontekście prawdziwego świata.
- Organizowane przez Sano warsztaty pt. „Nowoczesne narzędzia badawcze w praktyce - psycholog jako badacz próbujący zrozumieć rzeczywistość" dla studentów Instytutu

Psychologii Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Warsztaty obejmowały ćwiczenia w terenie, dając studentom praktyczne doświadczenie w korzystaniu ze współczesnych narzędzi badawczych w rzeczywistych scenariuszach.

- Śniadanie naukowe w Sano: Prezentacja zatytułowana „Obraz jako dowód i wyjaśnienie", omawiającą wizualizację danych medycznych.
- Life Science Open Space (LSOS) – konferencja skupiająca naukowców, przedsiębiorców, startupy i inwestorów z sektorów MedTech, Biotech, Digital Health i innych, odbywająca się na południu Polski. Sano było współgospodarzem tego wydarzenia, czterech ekspertów z Fundacji wystąpiło jako prelegenci, a Centrum zorganizowało panel dyskusyjny: „Pionierskie rozwiązania zdrowotne - uwalnianie mocy biotechnologii i technologii medycznych".
- Małopolska Koduje – Festiwal Kodowania: Festiwal organizowany we współpracy z Fundacją Szkoła Medialna i Małopolską Inicjatywą Cyfrowej Edukacji, łączy organizacje pozarządowe, uczelnie wyższe, instytucje kulturalne i naukowe oraz sektor technologiczny, aby rozwijać nowoczesną edukację poprzez świadome wykorzystanie technologii cyfrowych.

W ramach naszej działalności mającej na celu podnoszenie świadomości społeczeństwa w zakresie medycyny obliczeniowej, dr Katarzyna Baliga-Nicholson z Sano wzięła udział w dyskusji panelowej moderowanej przez Wojciecha Brzezińskiego z „Tygodnika Powszechnego", która dotyczyła krytycznej roli sztucznej inteligencji w naszym codziennym życiu, gospodarce i mediach.

W 2024 roku Sano rozpoczęło nową serię promocyjną pod nazwą Poznaj swojego naukowca, która wykorzystuje krótkie filmiki w celu przybliżenia pacjentom i społeczeństwu złożonego charakteru naszej nauki. W serii zaprezentowanych zostało już pięciu badaczy z Sano.

3.7 Pełny wykaz publikacji w 2024 r.

Poniższa tabela przedstawia wszystkie publikacje naukowe z 2024 r., których współautorami są naukowcy z Sano.

	Tytuł	*Autorzy z Sano*	*Czasopismo/ Konferencja*
1	Placental Vessel Segmentation and Registration in Fetoscopy: Literature Review and MICCAI FetReg2021 Challenge Findings [Segmentacja i rejestracja naczyń łożyskowych w fetoskopii; przegląd literatury oraz ustalenia z wyzwania MICCAI FetReg2021 Challenge]	Szymon Płotka, Aneta Lisowska, Arkadiusz Sitek	Medical Image Analysis
2	Real-time placental vessel segmentation in fetoscopic laser surgery for Twin-to-Twin Transfusion Syndrome [Segmentacja naczyń łożyskowych w czasie rzeczywistym podczas fetoskopowej operacji z użyciem lasera w zespole przetoczenia krwi między płodami]	Szymon Płotka, Tomasz Szczepański, Przemysław Korzeniowski	Medical Image Analysis
3	Segmenting the Inferior Alveolar Canal in CBCTs Volumes: the ToothFairy Challenge [Segmentacja kanału zębodołowego dolnego w objętościach (CBCT) – wyzwanie ToothFairy Challenge]	Tomasz Szczepański, Michal K. Grzeszczyk, Przemysław Korzeniowski	IEEE Transactions on Medical Imaging
4	Multi-Center Fetal Brain Tissue Annotation (FeTA) Challenge 2022 Results [Wyniki wieloośrodkowego wyzwania Fetal Brain Tissue Annotation Challenge 2022]	Szymon Płotka, Michał Grzeszczyk	IEEE Transactions on Medical Imaging
5	HiLoTEL: Virtual Reality Robot Interface-Based Human-in-the-Loop Task [HiLoTEL: Zadanie wirtualnej rzeczywistości oparte o interfejs robotyczny z człowiekiem w pętli]	Amanuel Ergogo, Diego Dall'Alba, Przemyslaw Korzeniowski	IEEE VR

6	Execution and Learning in the Physical World Through Its Digital Twin. [Wykonanie i uczenie się w świecie fizycznym przez cyfrowego bliźniaka.]	Joanna Kaleta	NeurIPS
7	D-MiSo: Editing Dynamic 3D Scenes using Multi-Gaussians Soup [D-MiSo: Edycja dynamicznych scen 3D za pomocą podejścia Multi-Gaussians Soup]	Michal K. Grzeszczyk, Arkadiusz Sitek	SIAM Conference on Data Mining
8	MISS: Multiclass Interpretable Scoring Systems [MISS: Multiklasowe interpretowalne systemy oceniania]	Tomasz Szczepański, Michal K. Grzeszczyk, Szymon Płotka, Przemysław Korzeniowski	MICCAI
9	Let Me DeCode You: Decoder Conditioning with Tabular Data [„Pozwól, że wykonam dla Ciebie dekodowanie": warunkowanie dekodera danymi tabelarycznymi]	Michal K. Grzeszczyk, Przemysław Korzeniowski	MICCAI
10	TabMixer: Noninvasive estimation of the mean pulmonary artery pressure via imaging and tabular data mixing. [TabMixer: nieinwazyjne szacowanie średniego ciśnienia w tętnicy płucnej za pomocą łączenia obrazowania i danych tabelarycznych]	Michal Grzeszczyk, Przemysław Korzeniowski, Arkadiusz Sitek	MICCAI
11	FF-SRL: High performance GPU-based surgical simulation for robot learning. [FF-SRL: wysoko wydajna, oparta na procesorze symulacja chirurgiczna do uczenia robotycznego]	Diego Dall'Alba, Michał Naskręt, Sabina Kamińska, Przemysław Korzeniowski	IEEE IROS
12	Deep Learning Glioma Grading with the Tumor Microenvironment Analysis Protocol for Comprehensive Learning, Discovering, and Quantifying Microenvironmental Features [Określanie stadium glejaka w technice uczenia głębokiego deep learning z wykorzystaniem protokołu analizy mikrośrodowiska guza w celu wszechstronnego uczenia, odkrywania i określania ilościowego cech mikrośrodowiskowych]	Monika Pytlarz, Alessandro Crimi	Journal of Imaging Informatics in Medicine
13	Comparing Structure-Function Relationships in Brain Networks Using EEG and fNIRS [Porównanie zależności między strukturą a funkcją w sieciach mózgowych z wykorzystaniem EEG i fNIRS]	Rosmary Blanco, Cemal Koba, Alessandro Crimi	Scientific Reports
14	Disrupting scientific podcasts. Prototype and blueprints for an ergodic neuroscientific talk [Zaburzenie podcastów naukowych. Prototyp oraz blueprinty dla ergodycznej mowy naukowej]	Jan K. Argasinski, Katarzyna Baliga-Nicholson, Anna Partyka, Kamil Pilch, Joan Falco-Roget	Association for Computing Machinery
15	Investigating the Interaction Between EEG and fNIRS: A Multimodal Network Analysis of Brain Connectivity [Badanie interakcji pomiędzy EEG a fNIRS: analiza łączności w mózgu za pomocą sieci multimodalnej]	Rosmary Blanco, Cemal Koba, Alessandro Crimi	Journal of Computational Science
16	Neural networks associated with eye movements in congenital blindness [Sieci neuronowe związane z ruchami oczu w ślepocie wrodzonej]	Cemal Koba, Alessandro Crimi	European Journal of Neuroscience
17	End-to-end Stroke imaging analysis, using reservoir computing-based effective connectivity, and interpretable Artificial intelligence. [Analiza obrazowania end-to-end stroke za pomocą skutecznej łączności komputerowej zbiornika oraz interpretowalnej sztucznej inteligencji]	Wojciech Ciężobka, Joan Falcó-Roget, Cemal Koba, Alessandro Crimi	IEEE Access
18	Functional and structural reorganization in brain tumors: a machine learning approach using desynchronized functional oscillations [Funkcjonalna i strukturalna reorganizacja w guzach mózgu: podejście wykorzystujące uczenie maszynowe z użyciem desynchronizowanych oscytacji czynnościowych]	Joan Falcó-Roget, Alessandro Crimi	Comunications Biology
19	Quaternion double random phase encoding for privacy-preserving cancelable biometrics [Kwaternionowe podwójnie losowe kodowanie fazy na potrzeby biometrii anulowalnej zachowującej prywatność]	Mahmoud Nasr	Multimedia Tools and Applications
20	Leveraging graph neural network for explainable EEG classification in epileptic patients [Wykorzystanie graficznej sieci neuronowej do wyjaśnialnej	Szymon Mazurek, Rosmary Blacno, Joan Falcó-Roget, Alessandro Crimi	IEEE International Symposium on Biomedical Imaging

	klasyfikacji EEG u pacjentów z epilepsją]		
21	Investigation of Energy-efficient AI Model Architectures and Compression Techniques for "Green" Fetal Brain Segmentation [Badanie wydajnej energetycznie architektury modelu SI oraz technik kompresji w celu „zielonej" segmentacji mózgu płodu]	Szymon Mazurek, Monika Pytlarz, Sylwia Malec, Alessandro Crimi	International Conference on Computational Science
22	Explainable Graph Neural Networks for EEG Classification and Seizure Detection in Epileptic Patients [Wyjaśnialne graficzne sieci neuronowe do klasyfikacji EEG i wykrywania napadów u pacjentów z epilepsją]	Szymon Mazurek, Rosmary Blanco, Joan Falcó-Roget, Alessandro Crimi	IEEE International Symposium on Biomedical Imaging
23	Storage estimation in morphology modeling of the human whole brain at the nanoscale [Szacowanie pojemności w modelowaniu morfologii całego mózgu ludzkiego w skali nano]	Wieslaw L. Nowinski	Journal of Computational Science
24	On human nanoscale synaptome: morphology modeling and storage estimation [Ludzki synaptom w nanoskali: modelowanie morfologii i szacowanie pojemności]	Wieslaw L. Nowinski	PLOS ONE
25	Taxonomy of acute stroke: imaging, processing, and treatment [Taksonomia ostrego udaru: obrazowanie, przetwarzanie i leczenie]	Wieslaw L. Nowinski	Diagnostics
26	Targeted isolation of Methanobrevibacter strains from fecal samples expands the cultivated human archaeome [Celowana izolacja szczepów Methanobrevibacter z próbek kału rozszerza kultywowany ludzki archeom]	Łukasz Szydłowski, Tomasz Kosciolek	Nature Communications
27	Adaptation to space conditions of novel bacterial species isolated from the International Space Station revealed by functional gene annotations and comparative genome analysis [Adaptacja do warunków kosmicznych nowych szczepów bakterii wyizolowanych z Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ujawniona w oparciu o czynnościowe przypisanie genów oraz porównawczą analizę genomu]	Lukasz Szydlowski, Tomasz Kosciolek	Microbiome
28	Transcriptomic profiling of "brain-eating amoeba" Naegleria fowleri infection in mice: the host and the protozoa perspectives [Profilowanie transkryptomiczne zakażenia „amebą zjadającą mózg" Naegleria fowleri u myszy: perspektywa gospodarza i pasożyta]	Jakub Wojciechowski	Frontiers in Cellular and Infection Microbiology
29	Refining antimicrobial photodynamic therapy: effect of charge distribution and central metal ion in fluorinated porphyrins on effective control of planktonic and biofilm bacterial forms [Doskonalenie fotodynamicznej terapii przeciwdrobnoustrojowej: wpływ rozkładu ładunku i centralnego jonu metalu we fluoryzowanych porfirynach na skuteczną kontrolę form bakterii z planktonu i biofilmu]	Adam Sułek	Photochemical & Photobiological Sciences
30	Multifunctional, Fluorene-Based Modulator of Cholinergic and GABAergic Neurotransmission as a Novel Drug Candidate for Palliative Treatment of Alzheimer's Disease [Wieloczynnościowy, oparty na fluorenie modulator neurotransmisji cholinergicznej i GABAergicznej jako nowy potencjalny lek stosowany w paliatywnym leczeniu choroby Alzheimera]	Jakub Jończyk	Angewandte Chemie – International Edition
31	Transfer Learning Approach for Predicting Protein Thermostability [Podejście Transfer Learning do przewidywania stabilności termicznej białek]	Adam Sułek, Jakub Jończyk, Amhed Abdeen Hamed	ICCS
32	MICCAI-CDMRI 2023 QuantConn Challenge Findings on Achieving Robust Quantitative Connectivity through Harmonized Preprocessing of Diffusion MRI [Wnioski z wyzwania MICCAI-CDMRI 2023 QuantConn Challenge na temat uzyskania zgrubnej ilościowej łączności za pomocą harmonizowanego	Tomasz Pieciak, Dominika Ciupek, Maciej Malawski	Machine Learning for Biomedical Imaging

	preprocesowania dyfuzyjnego obrazowania MRI]		
33	Sensitivity Analysis of Closed-Loop One-Chamber and Four-Chamber Models with Baroreflex [Analiza czułości modeli z zamkniętą pętlą jednokomorowych i czterokomorowych za pomocą Baroreflex]	Karolina Tlałka, Maciej Malawski	PLOS Computational Biology
34	The Next-Gen Federated Search Architecture for Biomedical Knowledge repositories - The LIT-FED-SEARCH Engine [Federacyjna architektura wyszukiwania następnej generacji dla repozytoriów wiedzy biomedycznej – silnik LIT-FED-SEARCH]	Filip Katulski, Maciej Malawski	Journal of Computational Science
35	Local Sensitivity Analysis of a Closed-Loop in silico Model of the human baroregulation [Analiza czułości lokalnej zamkniętej pętli w modelu in silico ludzkiej baroregulacji]	Karolina Tlałka, Maciej Malawski	ICCS
36	Optimizing STAR Aligner for High Throughput Computing in the Cloud [Optymalizacja alignera STAR na potrzeby wysokowydajnych obliczeń w chmurze]	Piotr Kica, Sabina Lichołai, Michał Orzechowski, Maciej Malawski	IEEE Int. Conf. on Cluster Computing
37	Quantifying Similarity: Text-Mining Approaches to Evaluate ChatGPT and Google Bard Content in Relation to BioMedical Literature [Ilościowe określanie podobieństwa: podejścia Text-Mining do oceny treści ChatGPT i Google Bard w powiązaniu z literaturą biomedyczną]	Jakub Klimczak, and Ahmed Abdeen Hamed	ICCS
38	Signature genes selection and functional analysis of Astrocytoma phenotypes: a comparative study [Wybór genów sygnaturowych oraz analiza czynnościowa fenotypów Astrocytoma: badanie porównawcze]	Anna Drozdz, Jose Sousa	Cancers
39	CACTUS: a Comprehensive Abstraction and Classification Tool for Uncovering Structures [CACTUS: Comprehensive Abstraction and Classification Tool for Uncovering Structures, czyli wszechstronne narzędzie abstrakcyjne i klasyfikacyjne do odkrywania struktur]	Luca Gherardini, Varun Ravi Varma, Karol Capała, Jose Sousa	ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology
40	Stratifying risk of disease in haematuria patients using machine learning techniques to improve diagnostics [Stratyfikacja ryzyka choroby u pacjentów z krwiomoczem, z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego w celu poprawienia diagnostyki]	Anna Drożdż, Jose Sousa	Frontiers in Oncology
41	Reinforcement Explainability of ChatGPT Prompts by Embedding Breast Cancer Self-Screening Rules into AI Responses [Wzmocnienie wyjaśnialności promptów na potrzeby ChataGPT przez włączenie zasad samooceny w raku piersi do odpowiedzi SI]	Yousef Khan, Ahmed Abdeen Hamed	IEEE Int. Conf. on Medical Artificial Intelligence