

Stan sztucznej inteligencji w diagnostyce medycznej: innowacje i spostrzeżenia

© **Benjamin Justice**, Badacz AI, Business Doer, 2 września 2024 [dostęp: 30.X.2025]

Postęp w generatywnej sztucznej inteligencji (AI) i uczeniu maszynowym (ML) rewolucjonizuje diagnostykę medyczną, znacząco zwiększając dokładność i efektywność wykrywania chorób oraz planowania leczenia. Wykorzystując zaawansowane algorytmy, technologie te analizują ogromne zbiory danych, w tym dane z obrazowania medycznego i elektronicznej dokumentacji medycznej, umożliwiając pracownikom służby zdrowia podejmowanie świadomych decyzji szybciej niż w przypadku tradycyjnych metod. [1][2] Integracja generatywnej sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego nie tylko poprawia możliwości diagnostyczne, ale także personalizuje opiekę nad pacjentem, co czyni ją znaczącym trendem we współczesnej opiece zdrowotnej. [3]

Generatywna sztuczna inteligencja w szczególny sposób przyczynia się do diagnostyki medycznej poprzez syntezę wysokiej jakości obrazów i generowanie szczegółowych raportów radiologicznych, pomagając w ten sposób lekarzom w dokonywaniu bardziej precyzyjnych ocen. [4][5] Techniki uczenia maszynowego, w szczególności uczenie nadzorowane i nienadzorowane, dodatkowo zrewolucjonizowały praktyki diagnostyczne, ujawniając ukryte wzorce w danych pacjentów i korelując różne wskaźniki zdrowotne z wynikami leczenia. [6][7]

Wdrażanie tych technologii nie jest jednak pozbawione wyzwań, w tym potrzeby rozbudowanych, oznaczonych zestawów danych, stroniczości algorytmicznej oraz obaw o prywatność danych i zgodę pacjenta. [8][9] Do istotnych kontrowersji związanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w opiece zdrowotnej należą kwestie etyczne związane z przejrzystością i odpowiedzialnością, a także potencjalne wzmocnienie istniejących dysproporcji zdrowotnych poprzez stronicze algorytmy. [10][11]

W miarę jak organizacje opieki zdrowotnej dążą do wdrożenia tych zaawansowanych technologii, trwające dyskusje na temat ram regulacyjnych i najlepszych praktyk mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia odpowiedzialnego i sprawiedliwego korzystania z nich. [12] Przyszłość diagnostyki medycznej opiera się na sprostaniu tym wyzwaniom przy jednoczesnym maksymalizowaniu korzyści płynących z generatywnej sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego, torując drogę transformacyjnej zmianie w opiece nad pacjentem i wynikach klinicznych. [13][14]

Kontekst historyczny

Ewolucja diagnostyki medycznej przeszła znaczące transformacje na przestrzeni wieków, napędzane postępującą technologią i metodami klinicznymi. Sztuka i nauka diagnostyki klinicznej wywodzą się ze starożytnych praktyk, które opierały się głównie na obserwacjach klinicznych, palpacji i osłuchiowaniu pacjentów.

Te podstawy położyły podwaliny pod późniejszy rozwój technik i narzędzi diagnostycznych[1][2].

Okres od XVII do XIX wieku był przełomowy w diagnostyce klinicznej. Był to czas niezwykłych odkryć, które wyniosły nowoczesne praktyki diagnostyczne na pierwszy plan. Do najważniejszych innowacji w tym czasie należał mikroskop, który otworzył nowe możliwości badania próbek biologicznych, oraz różnorodne laboratoryjne techniki analityczne. Postępy te zostały uzupełnione wprowadzeniem precyzyjnych narzędzi do badania fizykalnego, takich jak stetoskop, oftalmoskop, rentgen i elektrokardiogram[1][3]. Łącznie te fundamentalne osiągnięcia zrewolucjonizowały podejście klinicystów do diagnozy, umożliwiając dokładniejszą i obiektywniejszą ocenę stanu pacjentów.

W dzisiejszym świecie integracja sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego z diagnostyką medyczną stała się przełomem. Chociaż zasady diagnostyki pozostały zakorzenione w praktyce opartej na dowodach, pojawienie się głębokiego uczenia pokazało ogromny potencjał automatyzacji interpretacji obrazów medycznych, takich jak zdjęcia rentgenowskie klatki piersiowej (CXR) i skany tomografii koherentnej optycznej (OCT), w celu zwiększenia szybkości i dokładności wykrywania chorób[4][5]. Jednak wdrażanie technologii sztucznej inteligencji (AI) nie jest pozbawione wyzwań, szczególnie w dziedzinie medycyny, gdzie pozyskanie wystarczającej ilości oznaczonych danych treningowych stwarza znaczne trudności[4].

Do 2023 roku postęp w dziedzinie AI znacząco wpłynął na medycynę, rozszerzając możliwości rozwiązań w zakresie opieki zdrowotnej i usprawniając procesy podejmowania decyzji klinicznych. Algorytmy AI wykazały zdolność do analizowania ogromnych zbiorów danych, w tym elektronicznej dokumentacji medycznej (EHR) i obrazowania medycznego, w celu uzyskania spostrzeżeń, które mogą prowadzić do szybszej diagnozy i spersonalizowanych planów leczenia.

Pomimo tych przełomów, kwestie etyczne dotyczące prywatności danych, niezawodności systemu i uczciwości pozostają kluczowe, ponieważ organizacje opieki zdrowotnej dążą do odpowiedzialnego wdrażania tych technologii [6][7].

Generatywna sztuczna inteligencja w diagnostyce medycznej

Sztuczna inteligencja generatywna szybko zmienia oblicze diagnostyki medycznej, usprawniając analizę i interpretację danych obrazowych. Wykazuje ona znaczący potencjał w zakresie poprawy dokładności diagnostyki, wydajności i spersonalizowanego planowania leczenia.

Zastosowania generatywnej sztucznej inteligencji w obrazowaniu medycznym

Generatywna sztuczna inteligencja jest wykorzystywana do wspomagania różnych zadań obrazowania medycznego, w tym do augmentacji danych, syntezy obrazów i generowania raportów radiologicznych. Poprzez syntezę realistycznych obrazów i zastosowanie techniki odsumiania, algorytmy sztucznej inteligencji wspomagają pracowników służby zdrowia w analizie badań obrazowych, takich jak

zdjęcia rentgenowskie, rezonans magnetyczny, ultrasonografia i tomografia komputerowa, z większą precyzją [8][9].

Technologia ta umożliwia lekarzom uzyskanie dodatkowych informacji i wskazówek wizualnych, co ostatecznie prowadzi do trafniejszych diagnoz i szybszej identyfikacji chorób [9].

Co więcej, generatywna sztuczna inteligencja może optymalizować gromadzenie i raportowanie informacji medycznych. Angażując pacjentów w konwersację, systemy sztucznej inteligencji mogą gromadzić kompleksowe historie medyczne, ułatwiając tym samym lepsze świadczenie opieki zdrowotnej. Ta możliwość obejmuje również wykorzystanie wymiany informacji medycznych do porównywania danych pacjentów i identyfikowania potencjalnych problemów w przestrzeganiu zaleceń lekarskich lub zgodności leczenia [10].

Wyzwania i rozważania etyczne

Pomimo swoich zalet, integracja sztucznej inteligencji generatywnej z diagnostyką medyczną wiąże się z szeregiem wyzwań. Do kluczowych problemów należą brak wystarczającej ilości danych szkoleniowych, problemy z dokładnością modeli i halucynacje oraz złożoność integracji przepływów pracy w ramach istniejących systemów opieki zdrowotnej [11]. Modele generatywnej sztucznej inteligencji wymagają rozległych i zróżnicowanych zbiorów danych do efektywnego szkolenia, które nie zawsze są łatwo dostępne. Ponadto tendencja modeli do generowania niedokładnych lub wprowadzających w błąd informacji wymaga rygorystycznych procesów oceny i walidacji w celu zapewnienia niezawodności [2].

Należy również zwrócić uwagę na implikacje etyczne związane z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w opiece zdrowotnej. Aby budować zaufanie i rozliczalność systemów sztucznej inteligencji, należy uwzględnić takie kwestie, jak prywatność danych, świadoma zgoda, stroniczość algorytmiczna i potrzeba przejrzystości. Ramy regulacyjne i strategie zarządzania ryzykiem są niezbędne do ograniczenia tych zagrożeń i zwiększenia bezpieczeństwa i skuteczności zastosowań sztucznej inteligencji w diagnostyce medycznej [2][12].

Przyszłe kierunki rozwoju sztucznej inteligencji (AI)

Patrząc w przyszłość, oczekuje się, że badania nad generatywną sztuczną inteligencją (AI) w obrazowaniu medycznym skoncentrują się na pokonywaniu istniejących wyzwań, przy jednoczesnym usprawnieniu etycznego i praktycznego zastosowania tych technologii. Przyszłe postępy mogą obejmować poprawę interpretowalności modeli, zapewnienie możliwości wnioskowania w czasie rzeczywistym oraz promowanie współpracy między interesariuszami w celu sprostania wyzwaniom regulacyjnym i społecznym [12][13]. Potencjał generatywnej AI w zakresie rewolucjonizowania diagnostyki medycznej jest znaczący, ale należy podchodzić do niego z ostrożnością i odpowiedzialnością, aby zmaksymalizować korzyści płynące z jego zastosowania w opiece nad pacjentem.

Uczenie maszynowe w diagnostyce medycznej

Uczenie maszynowe (ML) stało się rewolucyjną technologią w dziedzinie diagnostyki medycznej, oferując nowe możliwości wykrywania chorób i optymalizacji leczenia. Zdolność algorytmów ML do analizy ogromnych zbiorów danych pozwala na identyfikację złożonych wzorców, które mogą nie być od razu widoczne dla lekarzy, ułatwiając tym samym wcześniejsze i dokładniejsze diagnozy [14][15].

Uczenie nadzorowane w diagnostyce

Uczenie nadzorowane, powszechny paradygmat w uczeniu maszynowym, polega na trenowaniu modeli na oznaczonych zestawach danych, gdzie dane wejściowe są parowane ze znanymi wynikami. W kontekście medycznym może to oznaczać korelację cech pacjenta – takich jak wiek, masa ciała i historia choroby – z konkretnymi wynikami zdrowotnymi, takimi jak wystąpienie chorób, takich jak cukrzyca czy rak [16]. Po wytrenowaniu modele te mogą formułować prognozy na podstawie nowych, niewidocznych danych, dostarczając wyniki dyskretne (np. obecność lub brak choroby) lub ciągłe (np. wyniki oceny ryzyka) [16].

Jednak poleganie na wcześniej adnotowanych danych budzi obawy dotyczące możliwości generalizacji tych modeli w różnych populacjach pacjentów.

Błędy w danych treningowych mogą prowadzić do niedokładnych prognoz, ponieważ algorytmy mogą nie działać dobrze u pacjentów spoza grup demograficznych reprezentowanych w zestawie treningowym [15][11].

Uczenie się bez nadzoru i jego zastosowania

W przeciwieństwie do tego, uczenie się bez nadzoru dąży do odkrycia ukrytych wzorców w nieoznakowanych danych. To podejście eksploracyjne może ujawnić skupiska lub anomalie w danych pacjentów, które mogą wskazywać na leżące u ich podstaw problemy zdrowotne [16]. Techniki takie jak analiza głównych składowych i stochastyczne osadzanie sąsiadów z rozkładem t są powszechnie stosowane do redukcji wymiarowości danych, pomagając badaczom w identyfikacji istotnych cech w złożonych zbiorach danych medycznych [16].

Wyzwania i kwestie etyczne

Pomimo obiecujących możliwości technologii uczenia maszynowego w zakresie poprawy dokładności diagnostycznej i podejmowania decyzji, istnieje kilka wyzwań utrudniających ich powszechne wdrożenie. Istotną przeszkodą jest nieprzejrzystość wielu algorytmów uczenia maszynowego, którym często brakuje przejrzystości w zakresie sposobu podejmowania decyzji. Ta złożoność może prowadzić do braku zaufania zarówno wśród pracowników służby zdrowia, jak i pacjentów [17][15]. Co więcej, wiele algorytmów uczenia maszynowego wykazuje nadmierną pewność co do swoich prognoz, co może dodatkowo komplikować proces podejmowania decyzji klinicznych [17].

Ważne są również kwestie etyczne, szczególnie dotyczące prywatności danych i potencjalnego błędu w modelach uczenia maszynowego.

Nadzór ludzki ma kluczowe znaczenie w rozwoju i wdrażaniu tych systemów, aby ograniczyć ryzyko związane z algorytmami obciążonymi błędami i zapewnić zgodność z zasadami etycznymi w placówkach opieki zdrowotnej [11].

Kierunki rozwoju

Patrząc w przyszłość, postępy, takie jak uczenie federacyjne i uczenie się ze wzmocnieniem na podstawie informacji zwrotnej od człowieka (RLHF), stanowią obiecujące strategie radzenia sobie z niektórymi z tych wyzwań. Uczenie federacyjne umożliwia trenowanie modeli w zdecentralizowanych źródłach danych, zachowując jednocześnie prywatność pacjenta, co potencjalnie prowadzi do bardziej niezawodnych i reprezentatywnych algorytmów [1][11]. Ponadto RLHF włącza wiedzę specjalistyczną do procesu uczenia, zwiększając dokładność prognoz poprzez integrację wiedzy dziedzinowej z uczeniem algorytmów [11].

W miarę rozwoju badań nad uczeniem maszynowym (ML), integracja tych technologii z procesami klinicznymi może znacząco poprawić wyniki leczenia pacjentów, przesuwając punkt ciężkości opieki zdrowotnej z leczenia na profilaktykę dzięki ulepszonym możliwościom predykcyjnym [17][15].

Studia przypadków

Kliniczne zastosowania głębokiego uczenia się

Niedawne badania wykazały skuteczność algorytmów głębokiego uczenia się (DL) w zwiększaniu dokładności i wydajności analizy obrazów medycznych. Na przykład zastosowanie technik głębokiego uczenia się (DL) w interpretacji zdjęć rentgenowskich klatki piersiowej (CXR) dało obiecujące rezultaty w diagnostyce chorób klatki piersiowej i płuc, znacznie skracając czas potrzebny na diagnozę w porównaniu z metodami tradycyjnymi [1]. Co więcej, optyczna tomografia koherentna (OCT) i obrazy całych preparatów (WSI) zostały również z powodzeniem przeanalizowane za pomocą tomografii optycznej (DL), szczególnie w chorobach i patologiach okulistycznych [4].

Metryki oceny / ewaluacji

Oceniając wydajność tych algorytmów tomografii optycznej (DL), wykorzystano różne metryki, takie jak czułość, swoistość, precyzja, odtworzenie i wynik F1. Czułość mierzy odsetek wyników prawdziwie dodatnich, a swoistość ocenia odsetek wyników prawdziwie ujemnych. Precyzja i odtworzenie dostarczają informacji o wydajności predykcyjnej algorytmu, szczególnie w zadaniach klasyfikacji binarnej. Wynik F1 łączy precyzję i odtworzenie w jedną metrykę, umożliwiając bardziej holistyczną ocenę skuteczności algorytmu [1][13]. Metryki te łącznie przyczyniają się do rzetelnej oceny skuteczności diagnostycznej w zastosowaniach klinicznych, zapewniając utrzymanie wysokiej dokładności w celu zapobiegania błędnym diagnozom i poprawy opieki nad pacjentem [1].

Obiecujące rezultaty

Jedną z podkreślanych korzyści wynikających z wdrożenia narzędzi diagnostycznych opartych na sztucznej inteligencji (DL) jest ich potencjał w zakresie oferowania spersonalizowanych zaleceń terapeutycznych, dostosowanych do indywidualnego stanu zdrowia pacjenta [1].

Wykorzystując duże zbiory danych i zaawansowane algorytmy, narzędzia te nie tylko zwiększają dokładność diagnostyczną, ale także wspierają pracowników służby zdrowia w podejmowaniu świadomych decyzji terapeutycznych.

Możliwość ta jest szczególnie istotna w warunkach klinicznych, gdzie terminowe interwencje mogą znacząco wpłynąć na wyniki leczenia pacjentów [13].

Wyzwania i rozważania

Pomimo obiecujących rezultatów, istnieją istotne wyzwania związane z wdrażaniem algorytmów DL w opiece zdrowotnej. Potrzeba obszernych, oznaczonych danych szkoleniowych pozostaje istotną barierą, ponieważ ich pozyskiwanie w medycynie może być czasochłonne i kosztowne [4]. Ponadto koszty wdrożenia i utrzymania związane z tymi technologiami stanowią wyzwanie dla systemów opieki zdrowotnej działających z niskimi marżami finansowymi. Średnie koszty opracowania i integracji narzędzi sztucznej inteligencji (AI) z procesami klinicznymi mogą wynosić od 15 000 do 1 miliona dolarów, w zależności od złożoności systemu [3]. Co więcej, zakres refundacji za narzędzia diagnostyczne oparte na sztucznej inteligencji wciąż się rozwija, co wymaga solidnych ram ubezpieczeniowych, aby zachęcić do ich wdrażania wśród dostawców usług opieki zdrowotnej [18]. Ogólnie rzecz biorąc, chociaż postęp w dziedzinie generatywnej sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego w diagnostyce medycznej stwarza ekscytujące możliwości, dokładne rozważenie związanych z nimi wyzwań jest niezbędne dla pomyślnego wdrożenia.

Rozważania etyczne

Zgoda pacjenta i prywatność danych

W integracji generatywnej sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego w diagnostyce medycznej uzyskanie świadomej zgody od pacjentów ma kluczowe znaczenie. Pacjenci muszą być w pełni świadomi sposobu wykorzystywania, przechowywania i udostępniania swoich danych [19][20]. Złożoność technologii sztucznej inteligencji może komplikować proces uzyskiwania świadomej zgody, ponieważ pacjenci mogą mieć trudności ze zrozumieniem związanego z tym ryzyka i korzyści, co potencjalnie podważa zasadność ich zgody [21].

Zasady etyczne opowiadają się za autonomią pacjenta, sugerując, że jednostki powinny mieć swobodę podejmowania świadomych decyzji dotyczących opieki zdrowotnej w oparciu o jasne i wyczerpujące informacje [2].

Błędy algorytmiczne

Błędy algorytmiczne stanowią poważne wyzwanie etyczne w diagnostyce medycznej. Chociaż sztuczna inteligencja ma potencjał ograniczania błędów ludzkich i błędów poznawczych w decyzjach terapeutycznych, może również utrwalać istniejące błędy, jeśli dane bazowe odzwierciedlają historyczne nierówności [11][22]. Na przykład, stronnicze dane szkoleniowe mogą prowadzić do dyskryminacyjnych wyników, pogłębiając nierówności zdrowotne w populacjach. Naukowcy podkreślają potrzebę czujności w identyfikowaniu i łagodzeniu uprzedzeń w algorytmach sztucznej inteligencji (AI), aby zapewnić sprawiedliwe świadczenie opieki zdrowotnej [11][22].

Ramy etyczne i zgodność z przepisami

Aby sprostać tym wyzwaniom etycznym, niezbędne są solidne ramy łączące wartości etyczne, zasady i przepisy. Wartości etyczne kierują formułowaniem zasad etycznych, które stanowią podstawę wytycznych regulacyjnych, zapewniając odpowiedzialne opracowywanie i wdrażanie technologii AI [2]. Zgodność z obowiązującymi przepisami, takimi jak Ogólne Rozporządzenie o Ochronie Danych (RODO) i Ustawa o Przenoszalności i Odpowiedzialności w Ubezpieczeniach Zdrowotnych (HIPAA), ma kluczowe znaczenie dla ochrony danych i prywatności pacjentów [20]. Wdrożenie rygorystycznych środków bezpieczeństwa danych, w tym solidnych technik szyfrowania i anonimizacji, może dodatkowo chronić poufne informacje medyczne przed naruszeniami i niewłaściwym wykorzystaniem [19][20].

Wpływ społeczny i dylematy etyczne

Wdrożenie sztucznej inteligencji (AI) w diagnostyce medycznej rodzi szersze rozważania społeczne. Dylematy etyczne, takie jak te zilustrowane przez „problem wózka”, pojawiają się podczas programowania systemów AI do podejmowania decyzji w sytuacjach wysokiego ryzyka, takich jak reagowanie kryzysowe [2]. Wymaga to gruntownej dyskusji etycznej, aby zapewnić, że postęp technologiczny jest zgodny z dobrostanem człowieka i zobowiązaniami etycznymi. Różnica między orientacją etyczną a praktycznym zastosowaniem uwydatnia potrzebę ciągłego dialogu i udoskonalania wytycznych etycznych w obliczu szybko rozwijających się technologii AI [2][19].

Ramy regulacyjne

Przegląd przepisów

Regulacje dotyczące sztucznej inteligencji (AI) w opiece zdrowotnej są obecnie dynamicznym obszarem dyskusji, napędzanym przede wszystkim potrzebą przejrzystości, wyjaśnialności i rozliczalności we wdrażaniu tych technologii. Agencja Regulacyjna ds. Leków i Produktów Opieki Zdrowotnej (MHRA) nadzoruje regulacje dotyczące AI i wyrobów medycznych, w tym oprogramowania, jednak toczy się ciągła debata na temat skuteczności tych przepisów w nadążaniu za szybkim postępem technologii AI [11]. Komisja Europejska zaproponowała zharmonizowane przepisy

dotyczące sztucznej inteligencji (AI), nawiązujące do zasad zawartych w ogólnym rozporządzeniu o ochronie danych (RODO) dotyczących odpowiedzialności organizacyjnej i prywatności. [23]

Kwestie zgodności

Ramy prawne w opiece zdrowotnej muszą priorytetowo traktować interes publiczny, bezpieczeństwo pacjentów i względy etyczne. Przepisy mogą wymagać od twórców AI uzasadniania swoich decyzji, zwiększając w ten sposób przejrzystość przy jednoczesnej ochronie praw własności intelektualnej. [11]

Jednak nakładanie się istniejących przepisów, takich jak ustawa o przenoszalności i odpowiedzialności w ubezpieczeniach zdrowotnych (HIPAA), z technologiami AI rodzi złożone problemy dotyczące własności danych, odpowiedzialności za naruszenia i zgodności w kontekście międzynarodowym. [5]

Nadzór FDA

W Stanach Zjednoczonych Federalna Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) podjęła znaczące kroki w celu ustanowienia ram regulacyjnych dla sztucznej inteligencji (AI) w urządzeniach medycznych. W 2019 roku FDA opublikowała projekt wytycznych dotyczących regulacji technologii AI, który został sfinalizowany w 2021 roku. Ramy te umożliwiają iteracyjną aktualizację aplikacji AI, zapewniając jednocześnie monitorowanie bezpieczeństwa i prywatności pacjentów. [5][6] Proces zatwierdzania urządzeń medycznych AI został usprawniony, a większość ostatnich zatwierdzeń koncentruje się na takich obszarach, jak diagnostyka obrazowa i monitorowanie pacjentów, co dowodzi potencjału sztucznej inteligencji do zrewolucjonizowania praktyki klinicznej. [6]

Aspekty etyczne i społeczne

Chociaż zgodność z przepisami jest niezbędna, względy etyczne związane ze sztuczną inteligencją w opiece zdrowotnej pozostają istotne. Kwestie takie jak autonomia pacjenta, zgoda i skuteczność anonimizacji danych mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia etycznego wdrażania technologii AI. Wraz ze wzrostem popularności generatywnych aplikacji AI wzrasta ryzyko znacznego narażenia na regulacje, zwłaszcza jeśli zostaną one zaklasyfikowane jako urządzenia medyczne. [24] Uwzględnienie tych aspektów etycznych ma kluczowe znaczenie dla budowania zaufania społecznego i zapewnienia, że wdrażanie sztucznej inteligencji w opiece zdrowotnej jest zgodne z wartościami i normami społecznymi. [11]

Trendy przyszłości

Przewiduje się, że integracja sztucznej inteligencji generatywnej i uczenia maszynowego w diagnostyce medycznej będzie dynamicznie ewoluować, kształtując przyszłość opieki zdrowotnej. W obliczu narastających wyzwań, przed którymi stoją systemy opieki zdrowotnej na całym świecie, w tym zarządzania kosztami i alokacji

zasobów, technologie sztucznej inteligencji oferują obiecujące rozwiązania zwiększające wydajność i poprawiające wyniki leczenia pacjentów [25].

Nowe technologie

Pojawia się wiele paradygmatów technologicznych, które ułatwiają udostępnianie danych, jednocześnie priorytetowo traktując prywatność pacjentów. Uczenie federacyjne, prywatność różnicowa i uczenie maszynowe oparte na szyfrowaniu homomorficznym znajdują się na czele tych innowacji.

Uczenie federacyjne umożliwia szkolenie modeli uczenia maszynowego w wielu placówkach bez przysyłania poufnych danych pacjentów na serwer centralny, co chroni prywatność i umożliwia uczenie się w trybie współpracy [15][1].

Prywatność różnicowa zapewnia maskowanie wkładu każdego pojedynczego punktu danych, chroniąc indywidualne informacje nawet w trakcie procesu szkolenia modelu [15]. Szyfrowanie homomorficzne umożliwia wykonywanie obliczeń na zaszyfrowanych danych, co dodatkowo zwiększa bezpieczeństwo udostępniania danych [15]. Oczekuje się, że podejścia te odegrają kluczową rolę we wdrażaniu narzędzi sztucznej inteligencji (AI) w opiece zdrowotnej.

Wdrożenie strategiczne

Wdrożenie sztucznej inteligencji (AI) w opiece zdrowotnej jest postrzegane jako złożona interwencja socjotechniczna, wymagająca dogłębnego zrozumienia zarówno możliwości technologicznych, jak i dynamiki organizacyjnej. Interesariusze podkreślają znaczenie współpracy między pracownikami służby zdrowia, twórcami technologii i organami regulacyjnymi w celu wspierania skutecznego wdrażania AI [25][26]. Elastyczne i adaptacyjne podejście do wdrażania technologii będzie kluczowe, szczególnie biorąc pod uwagę szybki postęp w dziedzinie sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego, który może sprawić, że istniejące systemy szybko staną się przestarzałe [25].

Kierunki badań

Przyszłe badania będą koncentrować się na przewyżczeniu obecnych ograniczeń technologii AI w opiece zdrowotnej. Kluczowe obszary badań obejmują zwiększenie interpretowalności modeli AI – określanej jako AI wyjaśnialna – tak aby lekarze mogli zrozumieć i zaufać rekomendacjom generowanym przez te systemy [23]. Ponadto prowadzone będą ciągłe badania w sprawie etycznych implikacji korzystania ze sztucznej inteligencji, mające na celu zapewnienie zgodności z przepisami, takimi jak ustawa o przenoszalności i odpowiedzialności w ubezpieczeniach zdrowotnych (HIPAA) w Stanach Zjednoczonych, która reguluje prywatność pacjentów [1].

Wyzwania związane z komercjalizacją

Komercjalizacja technologii AI również stwarza wyzwania, ponieważ wiele innowacji powstaje w wyniku badań akademickich i wymaga partnerstwa z

podmiotami prywatnymi w celu ich praktycznego zastosowania [23]. Przejście od badań do rozwiązań gotowych do wprowadzenia na rynek wymaga stałej współpracy z organami regulacyjnymi w celu zapewnienia bezpieczeństwa i skuteczności zastosowań AI w warunkach klinicznych [27]. W miarę rozwoju tych technologii spodziewane jest przejście w kierunku konstrukcji modułowych, umożliwiających ciągłe aktualizacje zarówno sprzętu, jak i oprogramowania, a tym samym zwiększających zdolność adaptacji w stale ewoluującym krajobrazie opieki zdrowotnej [27].

Moje przemyślenia końcowe

Gdy łączymy wnioski z tych przełomowych osiągnięć w dziedzinie generatywnej AI i uczenia maszynowego w diagnostyce medycznej, staje się jasne, że choć technologie te oferują potencjał transformacyjny, wymagają one również przemyślanego i rozważnego wdrożenia. Zapewnienie, że te innowacje służą poprawie opieki nad pacjentem bez naruszania standardów etycznych, wymaga zrównoważonego podejścia, łączącego entuzjazm technologiczny z silnym zaangażowaniem w opiekę skoncentrowaną na pacjencie.

W przypadku pytań, uwag lub opinii na temat niniejszej analizy zachęcam do bezpośredniego kontaktu ze mną. W [Twoja Organizacja] specjalizujemy się w pomaganiu zespołom w zarządzaniu gotowością danych i komercjalizacji zaawansowanych technologii, takich jak sztuczna inteligencja. Jeśli zastanawiasz się, jak te narzędzia mogą znaleźć zastosowanie w Twoim konkretnym przypadku, chętnie pomogę Ci zbadać te możliwości.

Możesz skontaktować się ze mną na LinkedIn lub napisać na adres mail@benjaminjustice.com.

Jak zawsze, pamiętaj, że wdrażając sztuczną inteligencję w kontekście medycznym, nie tylko przetwarzasz dane – wpływasz na ludzkie życie. Podchodź do tych możliwości z uważnością, na jaką zasługują.

Benjamin Justice

Badania wspierane przez Stanford University Open Virtual Assistant Lab

Źródła

- [1]: [Medical image analysis using deep learning algorithms](#)
- [2]: [Ethics and governance of trustworthy medical artificial intelligence ...](#)
- [3]: [Meeting the Moment: Addressing Barriers and Facilitating Clinical ...](#)
- [4]: [Disease Classification and Impact of Pretrained Deep Convolution Neural ...](#)
- [5]: [Updating HIPAA Security to Respond to Artificial Intelligence](#)
- [6]: [Top 5 Trends and Breakthroughs in Medical AI: Exploring the Frontier](#)
- [7]: [Gen AI's impact on healthcare: Cutting-edge applications \(and their ...](#)
- [8]: [Generative AI in Medical Imaging: Applications, Challenges ... - PubMed](#)
- [9]: [Generative AI in Medical Imaging Benefits and its Application - XenonStack](#)

- [10]: [Generative AI in health care: Opportunities, challenges, and policy](#)
- [11]: [Applications of Generative AI in Healthcare: algorithmic, ethical ...](#)
- [12]: [Medical Image Classifications Using Convolutional Neural Networks: A ...](#)
- [13]: [Deep learning for the harmonization of structural MRI scans: a survey ...](#)
- [14]: [Artificial Intelligence in Health Care: Benefits and Challenges of ...](#)
- [15]: [Ethical Issues Arising Due to Bias in Training A.I. Algorithms in ...](#)
- [16]: [Machine learning in medicine: a practical introduction | BMC Medical ...](#)
- [17]: [On the ethics of algorithmic decision-making in healthcare](#)
- [18]: [Generative AI for Medical Imaging: extending the MONAI Framework](#)
- [19]: [Generative AI Transforming Healthcare Diagnostics | ACL Digital](#)
- [20]: [Optimizing double-layered convolutional neural networks for efficient ...](#)
- [21]: [Generative AI and medical ethics: the state of play](#)
- [22]: [Integrating machine learning and artificial intelligence in life-course ...](#)
- [23]: [Privacy and artificial intelligence: challenges for protecting health ...](#)
- [24]: [Generative AI: Healthcare Innovations and Legal Challenges](#)
- [25]: [Challenges to implementing artificial intelligence in healthcare: a ...](#)
- [26]: [A Comprehensive Review of Generative AI in Healthcare](#)
- [27]: [Benefits of Generative AI in Medtech | BCG](#)