vol. 9 | 6/2020 | 15,50 zł (w tym 8% VAT) | ISSN 2300-1410 | ICV 2018: 61.26

Inżynier Medyczny Fizyk

inżynieria | fizyka medyczna | technika | elektroradiologia | radiologia

Focus where it matters.
elekta.com/chooseVersaHD
Elekta

Pomiar czasu relaksacji T1
uCT ATLAS – tomografia komputerowa
The Next MR Wave – rezonans magnetyczny
Medyczna pracownia rentgenowska
Zatorowość w TK
Inżynieria kliniczna w Polsce
Kontrola jakości symulatora TK w radioterapii
Rozwój technologii SGRT w Polsce
Specjalizacja w dziedzinie fizyki medycznej. Cz. 2
Analiza wielkości guzów OUN – Gamma Knife
Adaptacyjna radioterapia
Diatermia chirurgiczna
Miejscowe podawanie leków do struktur ośrodkowego układu nerwowego
Wydłużanie kości długich

ISSN 2300-1410 1 2

Stereotactic precision
for any anatomy

s. 420
s. 434

Szybkość
Precyzja
Synchronizacja

SYSTEM CYBERKNIFE® S7™

Nowy standard
w Radioterapii Stereotaktycznej (SBRT)
i Radiochirurgii (SRS)

SYNCHRONY®

(AI)
radioterapia
bez kompromisów

53-81%
skrócenie czasu
napromieniania

~50%
obniżenie kosztów
leczenia

Oparte na sztucznej inteligencji nieinwazyjne napromienianie zmian nowotworowych z najwyższą dokładnością i szybkością leczenia.

www.tms.com.pl

CyberKnife S7™
ACCURAY®

TMS

TMS Sp. z o.o. | ul. Wiertnicza 84, 02-952 Warszawa | tel. +48 22 858 28 19/20 | e-mail: tms@tms.com.pl

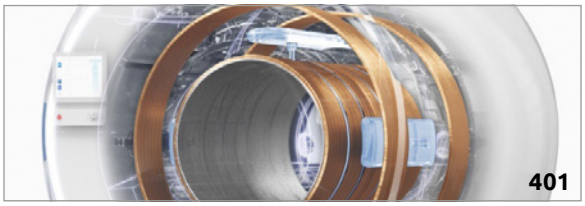
ACCURAY® Authorized Distributor

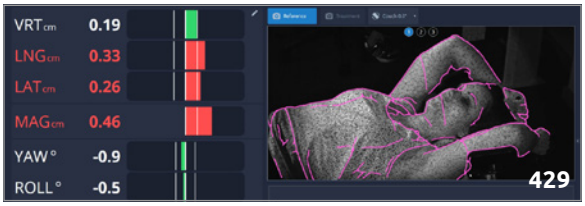
RaySearch Laboratories

SIT Sordina IORT Technologies

iba

W numerze 6/2020...





387 Kongres radiologiczny

391 Składowe ośrodka jako czynnik zakłócający wynik pomiaru czasu relaksacji T1

397 uCT ATLAS – Poszerzamy horyzonty w tomografii komputerowej

401 The Next MR Wave – nowa fala rezonansu magnetycznego w roku 2020

409 Jak uruchomić medyczną pracownię rentgenowską dla stomatologii i nie zwariować

413 Zatorowość w TK – problemy, propozycje, rozwiązania

417 Inżynieria kliniczna w Polsce – jak przeskoczyć lukę pokoleniową

421 Kontrola jakości symulatora TK w radioterapii

429 Rozwój technologii SGRT w Polsce

431 Specjalizacja w dziedzinie fizyki medycznej – rafy, na jakie natrafiamy. Część 2

435 Analiza wielkości guzów OUN jako weryfikacja efektów leczenia radiochirurgicznego nerwiaków techniką Gamma Knife – badanie pilotażowe

441 Adaptacyjna radioterapia u chorych z powodu raka pęcherza moczowego

445 Elektromagnetyczne aspekty użytkowania diatermii chirurgicznych – pilotowe badania modelowe ekspozycji pracowników

456 Miejscowe podawanie leków do struktur ośrodkowego układu nerwowego

458 Wydłużanie kości długich – metody i zastosowanie

Znajdź nas:
Inżynier i Fizyk Medyczny
www.inzynier-medyczny.pl

– artykuł naukowy – artykuł firmowy

stopka redakcyjna

KOMITET NAUKOWY / SCIENTIFIC COMMITTEE
prof. dr hab. inż. Tadeusz Pałko
prof. dr hab. inż. lek. med. Grzegorz Pawlicki
prof. dr hab. inż. Ewa Zalewska
dr hab. n. med. Paweł Kukołowicz
dr inż. Dominika Oborska-Kumaszyńska

RADA NAUKOWA / SCIENTIFIC COUNCIL
mgr Bartosz Bąk, PTE, WCO, Poznań
dr hab. inż. Maciej Budzanowski, IFJ PAN, Kraków
dr hab. Wojciech Bulski, Centrum Onkologii, Warszawa
dr n. fiz. hab. n. med. Armand Cholewka, Uniwersytet Śląski, Chorzów
dr hab. Arkadiusz Derkacz, UM, Wrocław
prof. dr hab. n. med. Maciej Dobrzyński, UM Wrocław
dr n. med. Wojciech Glinkowski, PTT, Warszawa
prof. Natalia Golnik, PW, Warszawa
dr n. med. Marzena Janiszewska, Dolnośląskie Centrum Onkologii we Wrocławiu
mgr Monika Jędrzejewska, PTIK, Poznań
mgr Aleksandra Kaczmarek, PTE, WCO, Poznań
dr hab. inż. Jolanta Karpowicz, CIOP-PIB, Warszawa
dr inż. Renata Kopeć, IFJ PAN, Kraków
prof. Danuta Koradecka, CIOP-PIB, Warszawa
mgr inż. Ryszard Kowski, PTIK, Łódź
prof. Leszek Królicki, UM, Warszawa
dr hab. n. med. Paweł Kukołowicz, PTFM, Warszawa
prof. Roman Maniewski, IBIB PAN, Warszawa
prof. dr hab. Rafał Matkowski, UM, Wrocław
dr n. fiz. Łukasz Matulewicz, Katowice
dr hab. n. med. Robert Krzysztof Mlosek, WUM w Warszawie
prof. dr hab. Andrzej Nowicki, IPPT, PAN
dr inż. Dominika Oborska-Kumaszyńska, NCHospital, Wolverhampton Royal Hospitals, UK
prof. Tadeusz Pałko, PW, Warszawa
mgr Maria Paroń, NWSM, Wrocław
prof. Grzegorz Pawlicki, PW, Warszawa
mgr Elżbieta Pater, Wrocław
dr n. med. Tomasz Piotrowski, WCO, Poznań
Czesław Pływacz, PSTE, Piekary Śląskie
prof. Halina Podbielska, PWR, Wrocław
prof. Marek Sąsiadek, UM, Wrocław
mgr Grzegorz Sieradzki – TMS Polska
dr. inż. Jakub Słowiński – Politechnika Wrocławska
prof. dr hab. n. fiz. Krzysztof Ślosarek, Centrum Onkologii, Gliwice
prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz, AGH, Kraków
prof. Andrzej Urbanik, CM UJ, Kraków
prof. dr hab. med. Jerzy Walecki, CMKP, Warszawa
prof. dr hab. inż. Ewa Zalewska, IBIB PAN, Warszawa

REDAKCJA / EDITORIAL BOARD
Redaktor Naczelny / Editor-in-Chief
prof. dr hab. inż. Tadeusz Pałko
Honorowy Redaktor Naczelny / Honorary Editor-in-Chief
prof. dr hab. inż. lek. med. Grzegorz Pawlicki
Z-ca Redaktora Naczelnego / Editor
prof. dr hab. inż. Ewa Zalewska
Z-ca Redaktora Naczelnego / Editor
mgr inż. Jacek Lewandowski
j.lewandowski@zahir.pl
Redaktor techniczny / Technical Editor
mgr Agnieszka Smolarek-Lewandowska

ADRES REDAKCJI INDYGO Media
ul. Mariana Haisiga 2/2, 54-705 Wrocław
tel. + 48 604 586 979
e-mail: *j.lewandowski@zahir.pl*

PRENUMERATA / SUBSCRIPTION
Cena egzemplarza – **15,50 zł**
Prenumerata roczna – **90 zł**
www.inzynier-medyczny.pl
j.lewandowski@zahir.pl

WYDAWNICTWO / PUBLISHING HOUSE
INDYGO Media
Dyrektor Wydawnictwa
Jacek Lewandowski
DTP
Tomasz Brończyk

Inżynieria kliniczna jako filar ochrony zdrowia – perspektywa w Polsce

Ewa Zalewska
Prof. dr hab. inż.

Aktywna działalność w międzynarodowym środowisku inżynierów klinicznych i pełnienie funkcji konsultanta wojewódzkiego w dziedzinie inżynierii medycznej, od 10 lat, upoważnia mnie do przedstawienia oceny stanu inżynierii klinicznej w Polsce w szerokiej perspektywie, na tle sytuacji w innych krajach, a także zaproponowania konkretnych działań, które doprowadzą do tego, że specjaliści inżynierii klinicznej w Polsce będą mieli kompetencje i umiejętności spełniające standardy i wymagania międzynarodowe, a inżynieria kliniczna będzie pełniła właściwą rolę w ochronie zdrowia – rolę filaru.

Współczesna medycyna nie może funkcjonować bez wsparcia inżynierii klinicznej ze względu na rosnące wykorzystanie aparatury medycznej, jej zaawansowanie technologiczne, ale także ze względu na zachodzące szybko zmiany organizacyjne zarówno w diagnostyce, jak i terapii. Poza tradycyjnym modelem, w którym w centrum leczenia jest szpital, wprowadzane są rozwiązania telemedycyny wykorzystujące urządzenia mobilne, np. smartfony, tablety. Zmiany te zachodzą na płaszczyznach poziomych przecinających tradycyjne struktury pionowe. Pociąga to za sobą zapotrzebowanie na profesjonalny nadzór techniczny oraz innowacyjne rozwiązania organizacyjne. A to mogą zapewnić wyłącznie dobrze wykształceni specjaliści mający wymaganą wiedzę i umiejętności i działający w ramach kompetencji zarezerwowanych dla inżynierii klinicznej, będącej odrębnym obszarem zadań, jednym z filarów w nowoczesnym systemie ochrony zdrowia.

Ale trzeba zdawać sobie sprawę, że współczesna rola inżynierii klinicznej jest całkowicie inna niż 30 lat temu, o czym pisaliśmy w nr. 4/2019. Obszar jej działania i odpowiedzialności jest bez porównania większy i obejmuje zupełnie nowe dziedziny takie jak zarządzanie, planowanie strategiczne, analizę kosztów, zarządzanie ryzykiem, zarządzanie zasobami części i akcesoriów zapasowych, systemy informatyczne, automatyzację wspartą systemami sztucznej inteligencji. Ale najważniejsze jest to, że na skutek rozległego działania w wielu aspektach ochrony zdrowia zatrudnianie specjalistów inżynierów klinicznych przynosi, poza oczywiście podniesieniem jakości usług i ich bezpieczeństwa, również zysk ekonomiczny – a nie jest kosztem. Zrozumienie, jak funkcjonuje współcześnie inżynieria kliniczna i jak należy ją zorganizować od nowa w Polsce, wymaga przede wszystkim oderwania się od myślenia stereotypowego, w którym jest ona kojarzona z serwisem aparatury medycznej, a zatrudnianie inżynierów w placówkach medycznych z kosztem.

Rosnący udział techniki i technologii w ochronie zdrowia powoduje, że specjaliści inżynierii klinicznej są fundamentem i siłą napędową rozwoju opieki zdrowotnej i tylko ta grupa zawodowa mająca kwalifikacje nabyte w szkoleniu podyplomowym (specjalizacja w dziedzinie inżynierii klinicznej zakończona egzaminem państwowym) może zapewnić efektywne i bezpieczne stosowanie aparatury i technologii medycznych w całym cyklu eksploatacji od zakupu do utylizacji.

Nie ma żadnego powodu, a jest wręcz niebezpieczne i niekorzystne, żeby ochrona zdrowia w naszym kraju była pozbawiona wsparcia inżynierii klinicznej na takim poziomie, jaki został wypracowany na świecie w ciągu ostatnich 20-30 lat. Wynika to wprost z tego, że globalizacja rynku aparatury i technologii medycznych wymaga równoważnych kompetencji specjalistów we wszystkich krajach i współpracy międzynarodowej.

Współczesna inżynieria kliniczna na świecie kształtowała się ewolucyjnie w ciągu ostatnich 20-30 lat, nadążając za innowacyjnym postępem technicznym i technologicznym, powszechną digitalizacją i informatyzacją, ale także rozwojem nowoczesnych metod zarządzania. Organizacyjnie przebiegała różnie w poszczególnych krajach. Ale w zakresie kształcenia i uzyskiwania kompetencji specjalistów inżynierów klinicznych – rozwijała się spójnie dzięki współpracy międzynarodowej. Międzynarodowe środowisko inżynierów klinicznych skupione jest wokół Clinical Engineering Division (CED IFMBE), bardzo aktywne i dobrze zorganizowane. Przez dwie kadencje, w latach 2012-2018 byłam członkiem CED IFMBE, a od 2018 r. jestem stałym współpracownikiem. Brałam udział w realizowanych projektach, w szczególności dotyczących standaryzacji kompetencji i międzynarodowej certyfikacji inżynierów klinicznych.

W latach 2016-2018 byłam członkiem zespołu powołanego przez CED IFMBE, którego zadaniem było opracowanie standardów i wymagań w zakresie kompetencji, wiedzy i umiejętności dla uzyskania międzynarodowego certyfikatu w dziedzinie inżynierii klinicznej. Po przyjęciu tych dokumentów w 2018 r. została powołana komisja, której jestem członkiem, zajmująca się przygotowaniem procedur uzyskiwania międzynarodowego certyfikatu przez inżynierów klinicznych.

Celem tych działań jest wyznaczenie zakresu wiedzy, umiejętności i doświadczenia, który musi mieć specjalista inżynier kliniczny, niezależnie od kraju, w którym pracuje. Uzyskanie międzynarodowego certyfikatu stanowi potwierdzenie najwyższych kwalifikacji w tym zawodzie.

A jaka jest sytuacja i perspektywa w Polsce?

Faktycznie, w placówkach służby zdrowia nie funkcjonuje inżynieria kliniczna w wymiarze, który odpowiadałby współczesnym standardom i potrzebom, również z powodu braku kadry specjalistów inżynierów klinicznych.

Zbieg dwóch niekorzystnych okoliczności, a mianowicie luka pokoleniowa oraz organizacyjna w inżynierii klinicznej, która pogłębia się od lat 90. oraz katastrofa spowodowana pandemią Covid-19, która uwypukliła konsekwencje tej luki, powoduje, że wnioski z nich płynące w jasny i spójny sposób definiują działania, które muszą być podjęte. A jednym z najważniejszych elementów nowej organizacji musi być zapewnienie należytej pozycji i obszaru działania inżynierii klinicznej. Prace nad organizacją systemu ochrony zdrowia, w którym inżynieria kliniczna jest filarem, a jej działalność przynosi zyski również ekonomiczne, muszą być równoległe i spójne – zmiany legislacyjne w zakresie zadań przynależnych inżynierii klinicznej oraz wykształcenie specjalistów o kompetencjach spełniających międzynarodowe standardy. W artykule zamieszczonym w tym numerze „Inżynieria kliniczna w Polsce – jak przeskoczyć lukę pokoleniową" piszę o tym bardziej szczegółowo.

Prof. dr hab. inż. Ewa Zalewska
Członek Clinical Engineering Division IFMBE 2012-2018,
stały współpracownik CED od 2018,
Konsultant wojewódzki w dziedzinie inżynierii medycznej
województwa kujawsko-pomorskiego od 2010

Kongres radiologiczny

Ryszard Kowski

Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego
Łódzki Ośrodek Szkoleniowo-Konsultacyjny ŁOŚ, Sp. z o.o., ul. Lecznicza 6, 93-173 Łódź, tel. +48 42 632 89 23, e-mail: rkowski@wp.pl

106. kongres RSNA trwał od 29 listopada do 5 grudnia 2020 roku. RSNA – Radiological Society of North America organizuje od ponad wieku największe kongresy radiologiczne na świecie. Od wielu lat są one wspólne z AAPM, czyli American Association Physicists in Medicine. Wspólne kongresy, przenikające się sesje i tematy pokazują, jak wielkie możliwości tkwią w ścisłej współpracy zespołów radiolog, technik, fizyk, inżynier. Poza tym kongresy te obejmują wiele dziedzin obrazowania medycznego, jednolicie traktując zasady ich realizacji i wymagania dotyczące dobrej praktyki, niezależnie od nośnika informacji (ultradźwięki, promieniowanie jonizujące, fale radiowe czy promieniowanie elektromagnetyczne o innych długościach fali). To niezwykle logiczne i efektywne podejście.

Jak wszystko w Ameryce, i one muszą być największe. W najlepszych latach ogólna liczba uczestników przekraczała 70 tysięcy, ostatnio – ponad 50 tysięcy, z czego profesjonalistów (radiologów, fizyków medycznych, techników, informatyków, etc.) ponad 30 tysięcy, ostatnio ok. 27 tysięcy. Wystawa sprzętu i oprogramowania gromadzi ponad 700 wystawców.

Ten rok jest inny niż wszystkie – całym światem tkwimy w pandemii. Hasło tegorocznego kongresu brzmiało: Human inside/ Visionery Medicine. Ten kongres był inny niż wszystkie dotychczasowe. Przede wszystkim był całkowicie wirtualny. Niewątpliwie ogromnie straciło na tym Chicago, w którym po każdym dorocznym radiologicznym święcie zostawało ponad 100 milionów dolarów. Cóż, skutki covidowego kryzysu odczuwa i będzie jeszcze długo odczuwał cały świat. Ale nie to jest najważniejsze w niniejszym doniesieniu. Popatrzmy na liczby. Nie liczy się już wszystkich uczestników (bo nikt na Kongres nie przyjechał), a jedynie profesjonalistów, którzy uczestniczyli w sesjach. Było ich tym razem 26 318. Oczywiście nie ma w tej liczbie współsłuchaczy wykładów i doniesień oraz współoglądaczy posterów. Ta ukryta liczba będzie się jeszcze przez parę miesięcy zwiększać, bo dostęp do zarejestrowanych sesji będzie możliwy aż do kwietnia.

Uczestnicy reprezentowali 133 państwa, ponad 40% słuchaczy było spoza Ameryki Północnej. Przeprowadzono i zarejestrowano ponad 1600 naukowych i edukacyjnych wykładów i doniesień (w tym 476 prezentacji prowadzonych „na żywo"), zaproszonych wykładowców było 1 048. Zgromadzono 2 859 cyfrowych posterów. 74 sesje poświęcone były problematyce związanej z COVID-19.

Dość statystyki – przejdźmy do zagadnień merytorycznych. Wystawa jeszcze doczeka się swojej analizy – na razie ważniejsze były sesje i ich tematyka. Warte bliższego omówienia będą: rozwijające się w szybkim tempie obrazowanie dwuenergetyczne lub spektralne, nowe algorytmy i zastosowania w rezonansie magnetycznym i ultrasonografii i jeszcze parę nowinek technicznych (na razie nie spotkałem jakichś spektakularnie nowatorskich doniesień). To będą tematy na później, po dokładniejszej analizie programu wykładów. Jednak na pierwsze miejsce wysuwa się zdecydowanie problem dynamicznego rozwoju, wręcz zmasowanej ofensywy sztucznej inteligencji. AI, skrót angielskiego pojęcia Artificial Intelligence, przewijał się w co najmniej 20% tematów sesji, doniesień i wykładów. Postaram się krótko omówić ten problem w dalszej części.

Współpraca radiologicznego zespołu multidyscyplinarnego

Najpierw chciałbym streścić ciekawy wykład plenarny, poprowadzony w formie retrospektywnej dyskusji między dwoma profesorami (radiologiem i fizykiem) z Uniwersytetu Wisconsin, dotyczący niezwykle ważnego, a dalekiego jeszcze od polskiej

codzienności, tematu, jakim jest ścisła współpraca radiologów klinicznych oraz fizyków i inżynierów medycznych. Nieocenioną wartość takiej współpracy pokazali oni na przykładzie rozwoju badań naczyniowych w rentgenodiagnostyce (DSA) i tomografii metodą rezonansu magnetycznego (MRA).

Początkowo lata 50. i 60. XX wieku to czas analogowej subtrakcji statycznych obrazów naczyń wypełnionych środkiem kontrastującym. Prace doskonalące obrazy cyfrowe doprowadziły do opracowania cyfrowego procesora rejestrującego obraz video w czasie rzeczywistym, co w efekcie zaowocowało stworzeniem procedury DSA czasu rzeczywistego. Systemy tego typu wprowadzone zostały na rynek w roku 1980. Upowszechnienie i doskonalenie tej metody pozwoliło na realizację diagnostyki DSA nie tylko w fazie żylnej, ale i tętniczej. W efekcie nastąpił szybki rozwój zabiegów wewnątrznaczyniowych z procedurą *road mapingu*, co z kolei pozwoliło na bardzo precyzyjne zabiegi w obszarze ośrodkowego układu nerwowego.

Prace prowadzące do osiągnięcia podobnych możliwości diagnostycznych w metodzie rezonansu magnetycznego wymagają już dużo dalej idącej współpracy, gdyż jest to metoda tomograficzna, a zatem prowadząca do uzyskania rekonstrukcji przestrzennej. W obrazowaniu MR istnieje konieczność respektowania balansu między rozdzielczością przestrzenną wynikającą z wartości SNR i CNR a rozdzielczością czasową. Wielkości te są w ciągłym konflikcie wynikającym z samej fizycznej podstawy obrazowania MR. Jakość obecnie uzyskiwanych tą metodą obrazów wynika właśnie ze ścisłej współpracy i wzajemnego respektowania wiedzy i umiejętności radiologów i fizyków.

Wykorzystanie wielu energii w rentgenodiagnostyce

Zanim przejdę do spraw związanych ze sztuczną inteligencją, chciałbym jeszcze zwrócić uwagę na dwie ścieżki, którymi podąża wykorzystanie w nowoczesnym obrazowaniu rentgenowskim podstawowego prawidła, jakim jest sterowanie kontrastem obrazowania przy pomocy zmian energii kwantów promieniowania X. Mówi się dziś o badaniach dwuenergetycznych i spektralnych. Czym różnią się te dwie metody? I gdzie się je stosuje?

Badania dwuenergetyczne wykorzystuje się od co najmniej kilkunastu lat w radiografii rentgenowskiej. Polegają one na rejestrowaniu obrazów uzyskanych przy pomocy dwóch znacząco różniących się energii kwantów uzyskiwanych przy pomocy dwóch różnych wartości wysokiego napięcia lub przy pomocy wiązki promieniowania filtrowanej różnymi materiałami. Najczęściej wykorzystuje się dodatkowe filtry miedziane. Wyższe energie kwantów powodują uzyskanie obrazów niskokontrastowych, niższe energie – obrazów wysokokontrastowych. Następnie, odpowiednio ważone, obrazy odejmuje się od siebie, uzyskując wzmocnienie kontrastu interesujących nas struktur tkankowych. Pierwsze takie badania dotyczyły obszaru klatki piersiowej i jamy brzusznej, potem zastosowano je w mammografii, a obecnie również w tomografii komputerowej.

Metoda ta, jak wspomniałem powyżej, bazuje na różnej energii dostarczanych kwantów. Badania takie wiążą się najczęściej z trochę większą dawką niż badania jednoenergetyczne. Konieczne są tu dwie ekspozycje (z wyjątkiem metody dwóch płyt CR w jednej kasecie), co może skutkować (poza zwiększoną dawką) artefaktami wynikającymi z czasu upływającego między tymi ekspozycjami (ruch pacjenta, procesy fizjologiczne etc.).

Metoda druga (zwana spektralną) polega na pojedynczej ekspozycji wiązką o szerokim spektrum energetycznym oraz wykorzystaniu do rejestracji obrazów detektorów selektywnie reagujących na różne energie (np. liczników fotonów). Warto nadmienić, że pierwszy raz liczniki fotonów (stosowane w CERN-ie) wykorzystano w szwedzkim skanującym mammografie SECTRA Microdose. W tej metodzie różne elementy detektora rejestrują kwanty o różnych energiach, tworząc dwa obrazy podczas jednej ekspozycji. Wyeliminowane są zatem artefakty wynikające z dwuczasowości uzyskania odejmowanych później obrazów.

Jeśli ponadto można sterować detektorem tak, by regulować czułość jego elementów na różne energie, tworzą się nowe możliwości wzmacniania kontrastu precyzyjnie wybieranych tkanek, narządów oraz struktur patologicznych.

Sztuczna inteligencja

Nie będę w tym artykule pisał o możliwościach sztucznej inteligencji i najnowszych osiągnięciach w tym zakresie. Po pierwsze myślę, że (jak to się kiedyś mówiło o obrazowaniu MR) obecnie jesteśmy w stanie wykorzystać 5% możliwości tej metody, a przewidzieć zapewne nie więcej, jak 30% jej możliwości. Po drugie zaś chciałbym przekazać, jakie tematy poruszane były podczas Kongresu. Oczywiście były i wykłady oraz doniesienia o wielu sposobach jej wykorzystania. Ale chyba dziś nie to jest najważniejsze.

Na początek spróbujmy zdefiniować podstawowe pojęcia związane z AI. Wydaje się, że jedną z kluczowych spraw jest coś, co określa się jako „deep learning", czyli „głębokie uczenie". Cóż to jest takiego? To funkcja naśladująca działanie ludzkiego mózgu, podczas którego człowiek uczy się przetwarzania danych, określania pojęć, artykułowania wymagań i skojarzeń oraz zasad wnioskowania, tworzenia wzorców, na podstawie których podejmowane są decyzje.

Głębokie uczenie w odniesieniu do AI dzieje się bez udziału człowieka, wykorzystując wielkie nieuporządkowane, nieusystematyzowane i nieindeksowane zbiory danych. Zatem muszą takie zbiory być dostępne. Muszą zawierać możliwie kompletne i komplementarne dane, a więc, w wypadku systemów medycznych i dane wrażliwe lub bardzo bliskie wrażliwym. Bo nie tylko dane kliniczne, ale informacje o narodowości, miejscu zamieszkania, strukturze pokarmowej, warunkach życia, klimatycznych,

mieszkaniowych, nawykach i zwyczajach… Jeśli działanie AI ma być skuteczne i pomocne, zbiory danych wykorzystywane do „głębokiej nauki" muszą być możliwie szerokie i wieloaspektowe. A skoro na podstawie trójwymiarowego obrazu czaszki można odtworzyć wygląd twarzy (nie mówiąc już o algorytmach MIP), to gdzież tu anonimowość, skoro programy rozpoznawania twarzy są już tak precyzyjne?

Samodostosowujące się algorytmy zapewniają coraz bardziej precyzyjne i trafne wnioskowanie.

Skoro jednak zbiory danych muszą być tak szerokie i wieloaspektowe, jak ich gromadzenie i dostęp do nich pogodzić z poufnością danych? Jak świadomość dostępu do danych systemów niezależnych pogodzić z zaufaniem pacjenta do lekarza i poczucia bezpieczeństwa pacjenta?

Z drugiej strony, jak, z punktu widzenia lekarza, wyrobić w sobie zaufanie do działania AI? Działanie to w radiologii można z grubsza podzielić na oprogramowanie:

– **CAR** – computer assisted radiology
– **CAD** – computer assisted diagnosis
– **CADe** – computer aided detection
– **CADx** – computer aided diagnosis.

Nie jest to jedyny podział, jaki funkcjonuje w tym zakresie.

Idąc dalej – jeśli lekarz już wyrobi w sobie zaufanie do programów AI i uwierzy w ich rzetelność, to gdzie powinien zatrzymać się z tym zaufaniem i wiarą w nieomylność i wyższość „komputera nad człowiekiem"?

Tu zaczynają się niezwykle ważne dylematy moralne.

Bo AI będzie działała tym lepiej, im większe i szersze będą zbiory danych. Tym bardziej i lepiej będzie pomagała pacjentom. Zatem czy pacjenci, których dane będą podstawą do uczenia maszynowego, powinni obowiązkowo te dane udostępnić? Czy też mogą się na to nie zgodzić i czy ten brak zgody będzie z ich strony moralnie dopuszczalny? A może należy te dane odkupić? A może wystarczy poinformować pacjenta o wszelkich aspektach przekazania danych, by mógł wyrazić „świadomą zgodę"? Ale taka informacja, jeśli ma być kompletna, to będzie parę stron „drobnym druczkiem", których nikt nie jest w stanie (na dokładkę w stresie) przeczytać. A skoro zdajemy sobie sprawę, że nie będzie to przeczytane, to czy moralnym z naszej strony jest, że przyjmiemy zgodę pacjenta jako „świadomą"?

Z drugiej strony silnie zaznacza się konieczność permanentnego, dogłębnego szkolenia radiologów. Lekarz bowiem musi być świadomy własnej odpowiedzialności za podejmowane decyzje, za stawianie diagnozy, za losy pacjenta. Musi również być świadomy ograniczeń własnych i ograniczeń systemów AI. Dziś trudno przewidzieć, jak wyglądać będzie interakcja między radiologiem a systemem informatycznym. Jedno jest pewne – brak wystarczającej wiedzy o zasadach działania narzędzia może prowadzić do nieprawidłowego jego wykorzystania. A stawką jest tu zdrowie, a często i życie pacjenta. Luneta i lufa pistoletu może czasami wyglądać podobnie. Ale efekty zaglądania do podobnych do siebie metalowych rurek mogą być dramatycznie różne!

Jak widzimy, zakres wiedzy i tematyki kongresu radiologicznego daleko odbiega od utartego schematu. A to tylko „delikatne nakłucie" wierzchołka góry lodowej.

Postaram się w niedługim czasie przekazać jeszcze inne ciekawe problemy poruszane podczas tegorocznego Kongresu.

reklama

SZKOLENIA SPECJALISTYCZNE
IOR, ORP, OA

Inspektor Ochrony Radiologicznej
w pracowniach stosujących aparaty rentgenowskie
w celach medycznych, szkolenia typu: R, S

Ochrona Radiologiczna Pacjenta
LR, LMN, LRZ, LIX, LST, FT, PMN,LRT

Operator Akceleratora
typu A-A i S-A

Copyright © LADIS

INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
im. H. Niewodniczańskiego PAN
ul. Radzikowskiego 152
31-342 Kraków
e-mail: szkolenia@ifj.edu.pl
tel.: 12 662 84 57
12 662 83 32
fax: 12 662 81 58

Szanowny Internauto

To, że znalazłeś się na tej stronie oznacza,
że zainteresowały Cię tematy z okładki!

Jeśli już dziś chciałbyś zapoznać się z czasopismem
wystarczy zadzwonić tel. ***604 586 979***
i zamówić wydanie bieżące lub prenumeratę.

Czasopismo dotrze do Ciebie w ciągu 3 dni
roboczych od dokonania wpłaty na konto.

64 1020 5226 0000 6202 0459 0420

Jeśli chcesz mieć je już dziś
– odwiedź najbliższy salon sieci
EMPIK.

empik

Jeśli masz czas i lubisz naszą stronę,

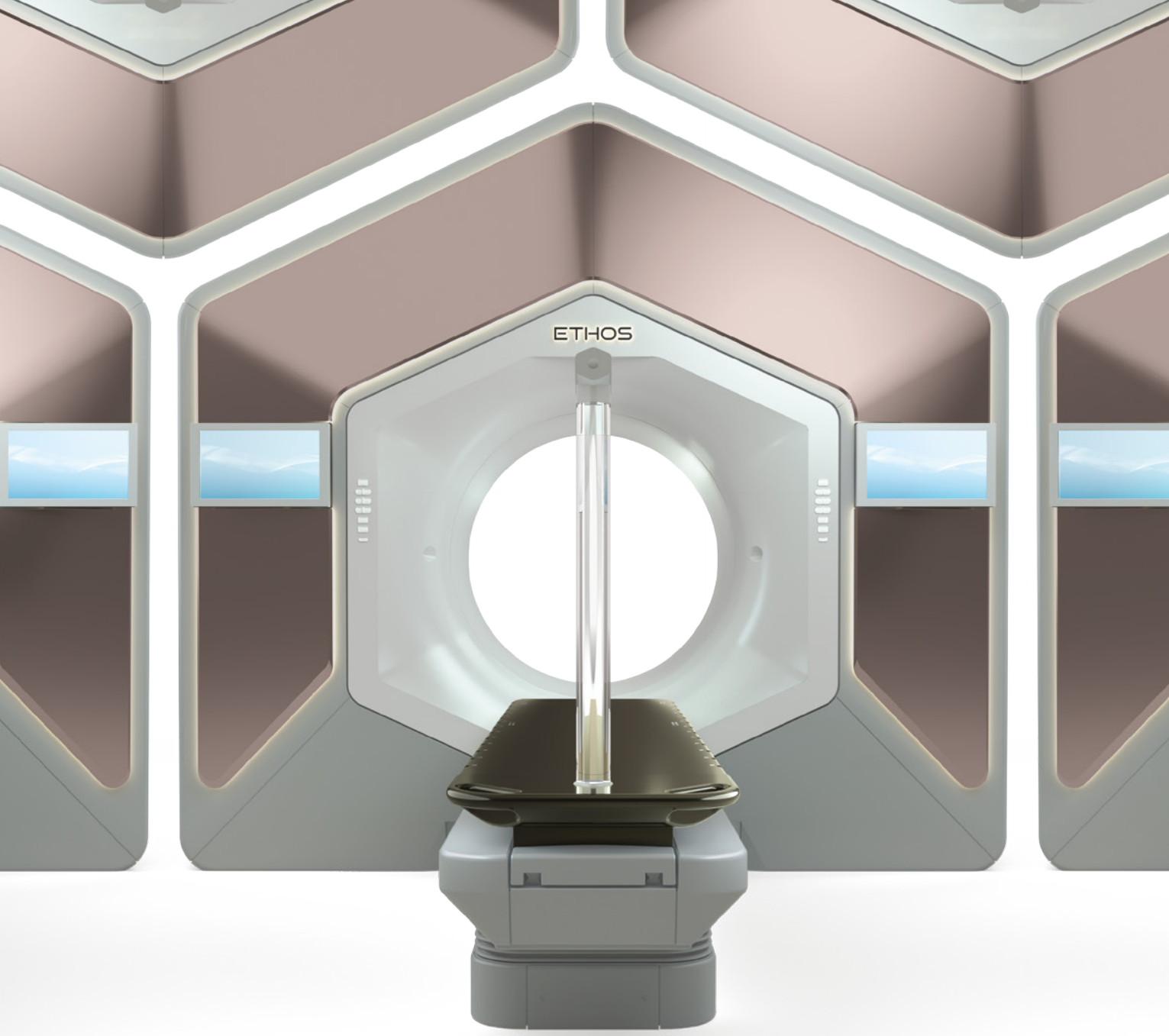
facebook

http://www.facebook.com/pages/Inżynier-i-Fizyk-Medyczny/333684476715616

regularnie ją odwiedzaj
– wersja elektroniczna zostanie udostępniona wkrótce.

Redakcja dwumiesięcznika
Inżynier i Fizyk Medyczny

Inżynier Fizyk Medyczny



The more efficient, flexible, personal

& intelligent way to outsmart cancer.

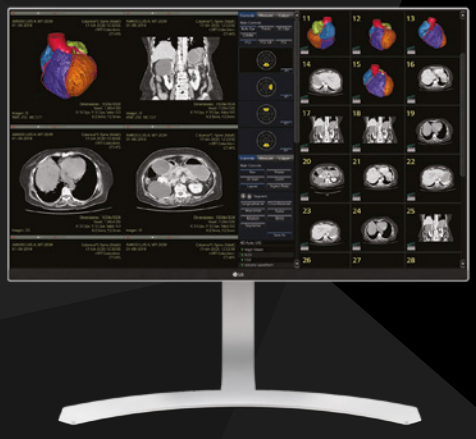
With Ethos™ therapy, you can adapt treatment plans daily while transforming your cancer fight completely.

Ethos therapy is our AI-driven holistic solution that lets you choose the most appropriate treatment option based on daily changes in patient anatomy. It also delivers an entire adaptive treatment in a typical 15-minute timeslot, from setup through delivery. Redefine how you fight cancer—experience Ethos therapy at varian.com/ethos today.

Safety Information: Radiation may cause side effects and may not be appropriate for all cancers.

© 2020 Varian Medical Systems, Inc. Varian is a registered trademark of Varian Medical Systems, Inc.

varian | ETHOS™



Monitor przeglądowy 27 cali 8 MP

| 27HJ712C |

- 27 cali 3840 × 2160 Matryca IPS
- 350 cd/m^2
- Tryb Super Resolution+
- Zgodny z Dicom
- Funkcje PBP i Dual Controller

Cena specjalna dla stomatologii
Zapytaj o cenę w Alstor SDS

LG Business Solutions