

STRESZCZENIE ROZPRAWY W JĘZYKU POLSKIM

Niniejsza praca jest zapisem działań mających na celu przeprowadzenie badań MR w zakresie spektroskopii oraz czasów relaksacji hodowli komórkowych. Badania były prowadzone z wykorzystaniem klinicznego systemu rezonansu magnetycznego MR OPTIMA 360MR prod GEHC o sile pola magnetycznego 1.5T. W związku z ograniczeniami systemu MR koniecznym stało się już na samym początku opracowanie szeregu cewek – obwodów odbiorczych które mogłyby pracować z wykorzystywanym systemem i jednocześnie zapewniałyby zwiększenie czułości jak również rozdzielczości prowadzonej diagnostyki.

W czasie realizacji pracy zaprojektowano i wykonano wiele prototypowych cewek odbiorczych z których kilka znalazło zastosowanie w pracy. Każda z tych konstrukcji była dopasowywana wielkością i kształtem do badanych struktur. Opracowanie każdej wiązało się z przeprowadzeniem jej badań w kontekście pasma oraz obrazowania. Zbudowane cewki były konstrukcjami jednokanałowymi o charakterystyce cewki powierzchniowej oraz objętościowej. Do pomiarów spektroskopowych została przygotowana konstrukcja solenoidalna zapewniająca największą jednorodność wewnątrz cewki. Działania te pozwoliły na otrzymywanie obrazów których rozdzielczość dochodziła do górnej granicy mikroskopii MR. Będąc częścią pracy artykuły zawierają opisy zarówno konstrukcji jak również pokazują charakterystyki otrzymane w wyniku badania analizatorem widma.

Integralną częścią pracy było opracowanie aplikacji której zadaniem było tworzenie map rozkładu czasów relaksacji T1 i T2 w badanych obiektach. Do tego celu wykorzystano język programowania wysokiego poziomu jakim jest MATLAB prod. The MathWorks. Ten pakiet programowy jest jednym ze standardowych narzędzi w arsenale inżynierskim. Przez swoją możliwości znajduje zastosowanie w znakomitej większości nauk nie tylko technicznych ale i biologiczno-chemicznych czy też nawet ekonomicznych. Opracowana aplikacja pobiera dane bezpośrednio w plików DICOM3.0 będących zapisem obrazów danych medycznych. Realizuje obrazowanie dla metod SR (saturation recovery) i IR (inversion recovery) określenia czasów T1 oraz T2. Pozwala na generowanie map ukazujących rozkład czasów relaksacji podłużnej i poprzecznej wraz mapami rozkładu współczynnika R2 dla określenia jakości dopasowania krzywych aproksymujących. Dodatkowo możliwe jest obrazowanie danych jako histogramy wartości T1 i T2 w zadanych obszarach. Aplikacja pozwala na uzyskiwanie oprócz map współczynników również wykresów będących przekrojami badanych obszarów. Do oprogramowania została również włączona analiza przy pomocy sztucznej inteligencji (SI).

Zastosowanie sztucznej sieci neuronowej do usuwania szumu pozwoliło na znaczącą optymalizację prowadzonych obliczeń i znacznie przyspieszyło pracę aplikacji. Ważną funkcjonalnością tej aplikacji jest możliwość eksportu danych do wielu formatów graficznych zarówno rastrowych jak i wektorowych.

W skład pracy wchodzi 10 publikacji krajowych i zagranicznych mówiących o badaniach komórek nowotworowych – MCF-7, raka płuc – A549, oraz raka nerki – ACHN. Wybór czasopism był ściśle dopasowany do badanych i analizowanych aspektów pracy.

Każda z prac opisuje wyniki działań w określonym zakresie tematyki związanej z czasami T1 i T2. Pierwsze 3 z nich stanowią opis pomiarów czasów relaksacji oraz wyniki związane z pomiarami spektroskopowymi.

W pozostałych 7 publikacjach zostały zawarte wyniki prac związanych z potencjalnymi źródłami błędów oraz z możliwościami w zakresie optymalizacji czasu analizy. W czasie prac pochyłono się nad wpływem objętości cząstkowej na wynik pomiaru. Zaprojektowano eksperyment który pokazał jednoznacznie, iż zjawisko wpływu objętości cząstkowej na wynik pomiaru jest bardzo duży. Kolejnym parametrem którego zależność została wykreślona była lepkość. W tym przypadku wykazano iż czas relaksacji T1 maleje ze wzrostem lepkości. Zakres tych zmian ma niewielkie znaczenie dla analiz z uwagi z względnie niską wartość tego parametru, nie zmienia się on również w znaczący sposób w czasie pomiarów.

Jak już wcześniej napisano w czasie badań powstało kilka cewek prototypowych których budowa uwzględniała parametry badanych obiektów. Te aspekty zostały również uwzględnione w czasie badań. Te konstrukcje przyczyniły się bezsprzecznie do poprawy jakości uzyskiwanych widm MRS. Należy dodać, iż uzyskiwane widma w systemie o indukcji pola magnetycznego 1.5T należą do bardzo złożonych. Wynika to z charakterystyki samego zjawiska rezonansu magnetycznego. Nie mniej jednak wykazano iż możliwa jest analiza metabolitów w hodowlach komórkowych. Przykładem jest tutaj mleczan mówiący o przemianie glukozy w badanej hodowli.

Dodatkowo zwrócono uwagę na wpływie samej temperatury na możliwe wyniki pomiarów oraz jakości sygnału. Wpływ temperatury badanego obiektu został przedstawiony na podstawie literatury i dostępnych danych numerycznych które to zostały przekształcone do postaci graficznej. W codziennej praktyce klinicznej zmiany tego parametru nie wpływają znacząco (poza wybranymi przypadkami) na wyniki obrazowania z uwagi na względną stałość temperatury w ciele człowieka. Jednakże badania in vitro charakteryzują się znaczną zmiennością tego parametru. Ma to szczególne znaczenia dla badań MRS in vitro gdzie brak korekty temperatury może doprowadzić do błędnej identyfikacji sygnału. Pogorszenie jakości

sygnału będące konsekwencją np.: oddalenia obiektu badanego od elementów odbiorczych cewki skutkuje znacznym wzrostem szumu na płaszczyce akwizycji co przekłada się również na zwiększenie szumu już w obrazach będących mapami czasów relaksacji. Wykazano bezsprzecznie, iż może to zafałszować wynik oceny tych parametrów.

Praca przedstawia badania wybranych hodowli komórkowych oraz obszerne badanie wpływu różnych czynników na określenie czasów relaksacji. Wiele czynników znajdujących się na liście zakłócających nie występuje w codziennej praktyce MR i badaniach klinicznych przez co może zostać zbagatelizowanych czy też pominiętych co ma szczególne znaczenie w trybie in vitro.

Kliniczne systemy MR pozwalają na badania hodowli komórkowych. Trzeba jednakże w pracy z nimi uwzględniać specyfikę i ograniczenia tychże systemów w łączności z charakterystyką badanych zjawisk