

Cele projektu: Głównym celem proponowanego projektu badawczego jest opracowanie spersonalizowanego sterownika, który może być używany w procesie całkowitego znieczulenia dożylnego. Koncepcja badawcza zaproponowana w projekcie Personal_TIVA ma szeroki cel, który łączy obszary nauk technicznych i medycznych. Proponowane badania wymagają podejścia multidyscyplinarnego, ponieważ czerpią z wiedzy naukowej dotyczącej obszarów technologicznych i medycznych, a także z wiedzy eksperckiej niezbędnej do zapewnienia perspektywy klinicznej. Cele te wpisują się w zakres medycyny personalizowanej, prewencyjnej i precyzyjnej (znanej również jako Medycyna 3P lub Medycyna 4.0). W tym kontekście praca skupi się na opracowaniu zorientowanego na pacjenta spersonalizowanego automatycznego systemu sterowania procesem znieczulenia, którego celem jest zapewnienie precyzyjnego i optymalnego dawkowania leków. W związku z tym zautomatyzowany system będzie priorytetowo traktował bezpieczeństwo pacjenta, zapewniając środki zapobiegawcze w celu uniknięcia niepożądanych skutków niedodawkowania lub przedawkowania leków. Jednocześnie system zmniejszy obciążenie anestezjologa, ograniczając jednocześnie wpływ czynników ludzkich związanych ze stresującymi warunkami pracy i zmęczeniem, które są szczególnie istotne w przypadku długotrwałych interwencji chirurgicznych.

Opis badań: Celem działalności badawczej jest opracowanie zoptymalizowanych ram do stosowania zindywidualizowanej metodologii systemu sterowania, wykorzystującej innowacyjne i interdyscyplinarne podejście; będzie ono koncentrować się na spersonalizowanym podejściu do dawkowania leków, które spełnia wymagania anestezjologiczne w sposób efektywny, przy jednoczesnym priorytetowym traktowaniu bezpieczeństwa pacjenta poprzez redukcję powikłań pooperacyjnych. Wszystkie te zadania wymagają opracowania zaawansowanych ram sterowania, które można stosować w czasie rzeczywistym w rygorystycznych warunkach klinicznych (eksplorując najnowocześniejsze techniki i wykorzystując je w zupełnie nowy sposób). W ostatnich latach byliśmy świadkami bezprecedensowego międzynarodowego wysiłku na rzecz poprawy jakości i dostępności opieki medycznej. Naukowcy zajmujący się automatyzacją kliniczną skupili się na nowatorskich rozwiązaniach w dziedzinie fizjologicznych układów sterowania w pętli zamkniętej. Ten obszar naukowy wymaga podejścia multidyscyplinarnego, które łączy specjalistyczną wiedzę, aby rozwiązać problem w sposób holistyczny. Zautomatyzowana kontrola stosowana w terapiach spersonalizowanych jest jednym z najbardziej obiecujących obszarów naukowych, w którym zastosowanie nowych technik badawczych i najnowocześniejszych technologii, takich jak AI, może poszerzyć granice tej trudnej dziedziny.

Powód podjęcia tematu badawczego: Inżynieria sterowania automatycznego stała się ważną technologią wspomagającą w wielu dziedzinach medycyny i technologii biomedycznej. Wybitne przykłady obejmują sztuczną trzustkę, znieczulenie w pętli zamkniętej i spersonalizowane strategie dawkowania leków w neurologii, onkologii, endokrynologii i psychiatrii. Jest to dowód mocy systemów sterowania, które umożliwiają indywidualizację leczenia poprzez zapewnienie mechanizmów łączenia celów leczenia ze schematami leczenia, osiągając w ten sposób pożądaną efekt terapeutyczny. Ponadto ciągły postęp w zakresie czujników medycznych, sprzętu medycznego i sztucznej inteligencji stworzył sprzyjające warunki do włączania systemów pętli zamkniętej. Modele dynamiki pacjenta mogą być używane do przewidywania farmakologicznej/biologicznej odpowiedzi pacjenta na podany lek/substancję i mogą być włączone do projektu i dostrajania zindywidualizowanego systemu sterowania opartego na sztucznej inteligencji w celu obliczenia właściwej dawki leku i właściwego czasu jej podania, co skutkuje pożądanym optymalnym efektem. Ta kwestia jest jednym z otwartych pytań badawczych, które zostaną zbadane w projekcie Personal_TIVA w kontekście indywidualizacji systemu sterowania opartego na modelu i wykorzystania danych specyficznych dla operacji obsługiwanych przez narzędzia sztucznej inteligencji. Aby ocenić tę pracę, protokół kardioneuroablacji (chirurgii kardiologicznej) będzie stanowić poligon doświadczalny, ponieważ jest to trudny proces z punktu widzenia anestezjologa. Na podstawie tego protokołu wszystkie wymagania kliniczne i ograniczenia zostaną zmapowane i włączone do zaawansowanego systemu sterowania w celu uzyskania informacji a priori, które można wykorzystać w opracowanej metodologii. Już ugruntowana współpraca naukowa z 4. Szpitalem Wojskowym (Wrocław, Polska) zapewni chirurgiczne dane wejściowe do badania. Wykorzystując te dane kliniczne, opracowany system sterowania zostanie przetestowany i zweryfikowany przy użyciu symulatora pacjenta, aby zbadać realistyczny model nieliniowy i dostępne zestawy danych klinicznych. W ten sposób spersonalizowane sterowniki, które opracowujemy, zostaną ocenione pod kątem najbardziej rygorystycznych protokołów i standardów klinicznych za pomocą badań in silico.

Oczekiwane wyniki: Pomyślne osiągnięcie celów projektu badawczego pozwoli nam zaprojektować spersonalizowany system kontroli znieczulenia całkowicie dożylnego, który z jednej strony zwiększy bezpieczeństwo pacjenta dzięki dostosowanemu schematowi kontroli i optymalnemu dawkowaniu leków, a z drugiej strony pomoże rozwiązać poważne problemy, z którymi boryka się sektor zdrowia publicznego, zmniejszając liczbę możliwych powikłań pooperacyjnych, a tym samym czas hospitalizacji.