

Projekt badawczy nr N N509 501338

Symulator jazdy pojazdów szynowych do optymalizacji zużycia energii podczas ruchu pociągów, projektowania nowych tras kolejowych oraz szkolenia maszynistów

W ramach projektu badawczego wykonano wiele zadań cząstkowych, w szczególności:

- przeprowadzono analizę porównawczą dostępnych na rynku symulatorów pod kątem ich realizacji technicznej, a w szczególności zastosowanych układów wykonawczych systemu ruchu oraz systemu wizyjnego
- opracowano sprzętowo- programową strukturę uproszczonej i pełnej wersji symulatora ze szczególnym uwzględnieniem komunikacji pomiędzy poszczególnymi jednostkami obliczeniowymi symulatora
- opracowano model matematyczny lokomotywy i pociągu oraz zaimplementowano go w środowisku Matlab Simulink[®].
- opracowano sprzętowo- programową strukturę symulatora ruchu
- dokonano wyboru i zakupu siłowników z osprzętem i urządzeniami niezbędnymi do sterowania platformy
- opracowano projekt i wykonano platformę Stewarta-Gougha w oparciu o siłowniki elektryczne
- opracowano i zaimplementowano algorytm sterowania siłownikami
- opracowano przykładowe modele 3D obiektów znajdujących się w pobliżu torów, wraz z teksturami
- opracowano strukturę programu w C++ realizującego wizualizację oraz jej interakcję z pozostałymi podsystemami oraz opracowano programu w C++ realizującego wizualizację
- opracowano strukturę programu w C++ realizującego dźwięk oraz jej interakcję z pozostałymi podsystemami, dokonano wyboru przykładów dźwięku tła oraz wydarzeń realizowanych w symulatorze i opracowano program w C++ realizującego dźwięk
- wykonano uproszczony pulpit maszynisty z wykorzystaniem rzeczywistych oraz uproszczonych elementów razem ze sterownikiem pulpitu
- wykonanie wersję uproszczonej symulatora z wykorzystaniem utworzonych wcześniej elementów, uruchomiono ją i przeprowadzono jej badania.

Celem, dla którego został zaprojektowany i uruchomiony symulator uproszczony było przybliżone określenie nakładów pracy dla budowy symulatora pełnowymiarowego. Nie było konieczne, aby na tym etapie był on symulatorem w pełni funkcjonalnym, musiał jednak zawierać wszystkie podsystemy, które występować będą w symulatorze pełnowymiarowym, co miało przyczynić się do rozpoznania wszystkich zagadnień technicznych związanych z jego realizacją. Tak postawiony cel projektu został w pełni osiągnięty:

- wykonano wszystkie elementy symulatora i osiągnięto ich współpracę zgodną z zamierzeniami
- została opracowana struktura, która z niewielkimi modyfikacjami może służyć do budowy symulatora pełnowymiarowego
- budowa i uruchomienie symulatora w wersji uproszczonej pozwoliły określić nakład pracy niezbędny dla zaprojektowania symulatora pełnowymiarowego.

Struktura opracowana i zrealizowana w ramach niniejszego projektu badawczego potwierdziła swoją funkcjonalność i, z uwzględnieniem modyfikacji i uogólnień, zostaje zaproponowana do realizacji symulatora w wersji pełnowymiarowej.

Uproszczona sprzętowo-programowa struktura symulatora pełnowymiarowego przedstawiona jest poglądowo na rys. 1.

Kolorem żółtym zaznaczone są podsystemy sprzętowe, kolorem czerwonym – programowe. Poszczególne podsystemy funkcjonalne opisane są poniżej.

System wizji służyć będzie do wytworzenia na ekranie realistycznego animowanego obrazu drogi i otoczenia. Do wytwarzania obrazu mogą zostać zastosowane rzutniki oraz ekrany do tylnej projekcji lub ekrany LCD. Jest to system, który w największym stopniu jest odpowiedzialny za realistyczne odwzorowanie warunków panujących w kabinie i w związku z tym mający zasadniczy wpływ na jakość szkolenia.

System ruchu wykonany będzie z wykorzystaniem systemu od 2 do 6 siłowników i służyć będzie do odwzorowania nisko- i wysokoczęstotliwościowych przyspieszeń oddziałujących na maszynistę. Zastosowanie systemu ruchu, choćby w wersji najprostszej, zapobiega występowaniu u osób szkolonych choroby symulatorowej oraz zapobiega nabieraniu błędnych nawyków podczas prowadzenia pociągu.

System dźwięku służyć będzie do wytwarzania dźwięków słyszalnych w kabinie maszynisty w warunkach rzeczywistych. Będą to głównie dźwięki wytwarzane przez układ napędowy, hamulcowy i jezdny lokomotywy, sprzężarki, syreny i otoczenie. Oprócz tego wytwarzane

będą dźwięki towarzyszące specjalnym wydarzeniom, takim jak np. awarie i zderzenia pojazdów.

Pulpit maszynisty stanowić będzie wierną replikę rzeczywistego pulpitu maszynisty. Dzięki temu podczas szkolenia maszyniści nabywać będą prawidłowych nawyków.

Matematyczny model pojazdu umożliwi wyznaczenie rzeczywistego zachowania pojazdu na szlaku. Model umożliwiać będzie obliczenie wysoko- i niskoczęstotliwościowych przyspieszeń oddziałujących na maszynistę oraz prędkości i położenia pojazdu względem toru. Model umożliwiać będzie również wyznaczenie stanu poszczególnych podzespołów pojazdu.

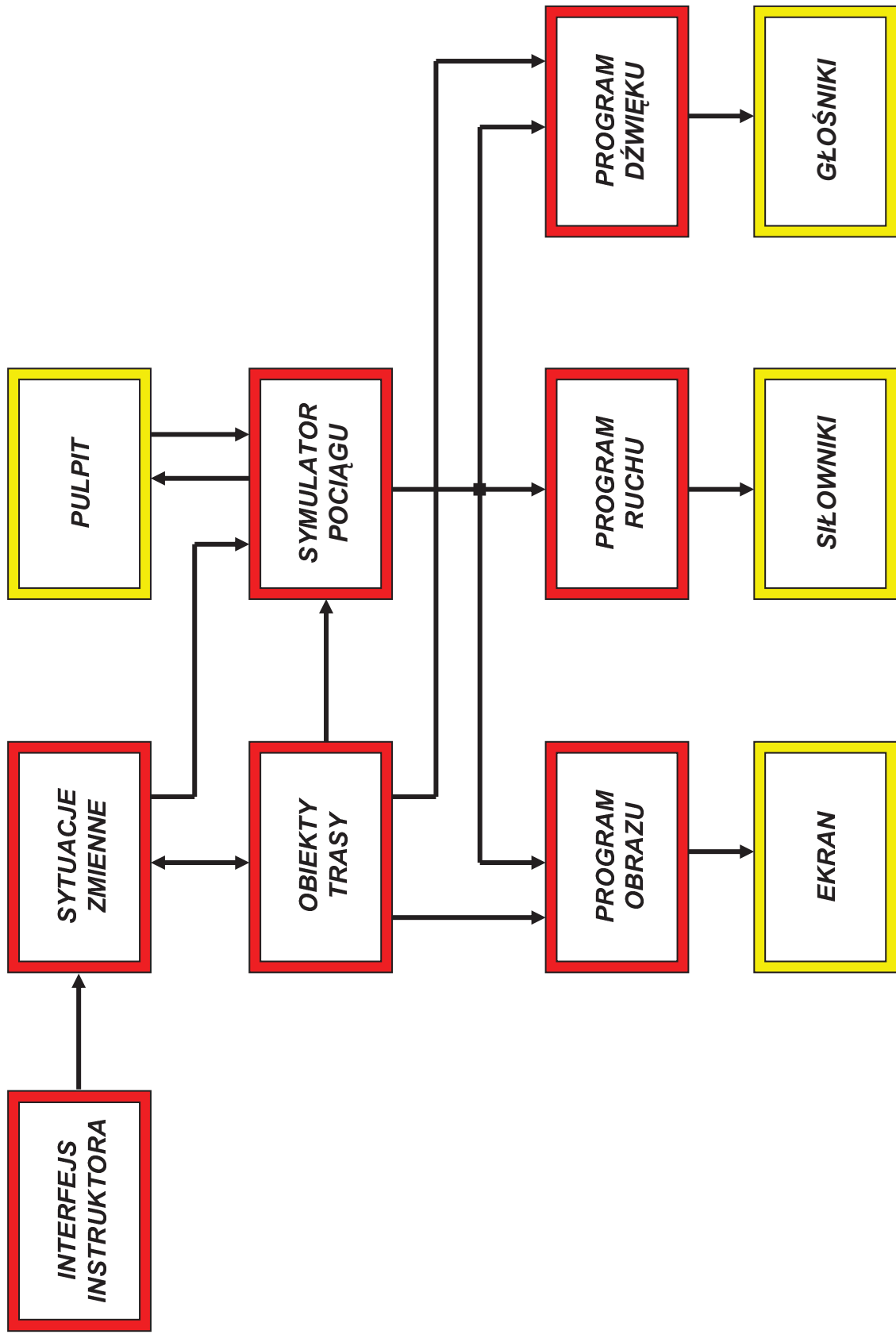
Trasa i scenerie – dla symulatora zaprojektowana zostanie trasa szkoleniowa odzwierciedlająca wybrana trasę rzeczywistą. Odzworowanie uwzględnić będzie min. rzeźbę terenu, charakterystyczne elementy środowiska naturalnego, budynki i inne obiekty wytworzone przez człowieka, elementy infrastruktury kolejowej. Obejmować będą również zdarzenia, które występują podczas rzeczywistej eksploatacji pojazdu, np. przejazd pociągu na torze obok lub zmiana stanu semaforów. Dla danej trasy możliwy będzie wybór jej parametrów, takich jak: pora roku, pora dnia, warunki atmosferyczne, oświetlenie, opady, itp.

Sytuacje wyjątkowe będą obejmować zdarzenia nietypowe, które mogą wystąpić podczas prowadzenia pociągu, np. uszkodzenie rogatek, kolizja z obiektem znajdującym się na przejeździe, zadziałanie systemu Radiostop, awaria wybranego podsystemu pojazdu, niekorzystne warunki oświetlenia.

Interfejs instruktora składa się z ekranów oraz konsoli. Interfejs umożliwi przykładowo:

- ustalanie parametrów pojazdu i warunków środowiskowych
- ustalanie scenariusza szkolenia
- monitorowanie działań osoby szkolonej
- komunikację z osobą szkoloną.

Możliwe jest rozszerzenie symulatora o dodatkowe funkcje.



Rys. 1 Ogólna struktura funkcjonalna symulatora pociągu

Symulator w wersji docelowej (pełnowymiarowej) obejmuje, jak opisano powyżej, system wizji, system ruchu, system dźwięku, model pulpitu maszynisty, matematyczny model pojazdu, bazy danych obejmującej trasy, scenerie i sytuacje wyjątkowe, oraz interfejs instruktora. Są to zagadnienia należące do wielu dziedzin, np. elektroniki, mechaniki, automatyki, informatyki, akustyki, programowania gier i grafiki komputerowej. W celu zbudowania symulatora pełnowymiarowego konieczne jest wykonanie następnego kroku, którym będzie stworzenie interdyscyplinarnego zespołu specjalistów ze wszystkich wymienionych powyżej dziedzin. Takie podejście, połączone z doświadczeniem zdobytym podczas realizacji niniejszego projektu, pozwala na dobre rokowania dotyczące realizacji symulatora pełnowymiarowego.

Publikacje:

1. Wittenbeck L., Milecki Sz., Barna G.: „Platforma Stewarta-Gougha jako układ ruchu symulatora jazdy pojazdu szynowego”, *Pojazdy Szynowe*, 3/2012, s. 64-70.
2. Barna G., Stypka M.: „Symulator pojazdu szynowego do celów szkolenia maszynistów”, *Pojazdy Szynowe*, nr 4/2012, s. 49-53.
3. Bejenka K., Stegenta P.: „Uproszczony model pulpitu maszynisty dla symulatora pojazdu szynowego do celów szkolenia maszynistów”, *Pojazdy Szynowe*, 1/2013, s. 23-29.