

Číslo projektu: TJ02000036

Název projektu: „Zpátky za volant – Diagnostický a rehabilitační nástroj pro osoby po poškození mozku“

Autoři: Ing. Michaela Hourová, Ing. et Ing. Jan Hejda Ph.D., Bc. Jan Hýbl, Ing. Petr Volf, doc. Ing. Patrik Kutílek, Ph.D.

Řešitelský tým: Mgr. Kristýna Bernášková – hlavní řešitelka, Mgr. Anna Francová, Mgr. Michaela Vlasáková Charyparová, Mgr. Hana Gruntová Kolingerová, Mgr. Hana Růžička, Bc. Sára Havlíková, Bc. Eliška Burdová, Ing. Michaela Hourová, Ing. et Ing. Jan Hejda Ph.D., Bc. Jan Hýbl, Ing. Petr Volf

T A

Č R

Anotace: Tato technická zpráva popisuje finální etapu vývoje Funkčního vzorku diagnostického a tréninkového zařízení pro osoby po poškození mozku. Součástí zprávy je popis výsledků dané etapy vývoje, tj. konečné verze funkčního vzorku, tj. specifikaci úprav elektronických snímačů, dalších elektronických součástí, parametrů výpočetní techniky pro předzpracování a zpracování měřených dat, konstrukčního uspořádání, a to v souladu s předpokladem sériové výroby.

T A

Č R

I. Vytvořený funkční vzorek

Funkční vzorek diagnostického a tréninkového zařízení pro osoby po poškození mozku (Identifikační číslo výsledku: TJ02000036-V1) byl vyvinut v rámci projektu v rámci spolupráce mezi Českým vysokým učením technickým v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, ERGO Aktiv, o.p.s. a INESAN, s.r.o. Jde o zařízení, které umožňuje souběžně monitorovat biomedicínská a trenažérová data. Trenažérová část umožňující monitorování řídičských dat poskytuje prostřednictvím senzorů a sw poskytuje informaci o:

- poloha plynového pedálu,
- poloha spojkového pedálu,
- poloha brzdového pedálu,
- natočení volantu,
- zařazená rychlostního stupně,
- poloha blinkrů,
- aktivace funkčních tlačítek na volantu,
- aktivované stěrače,

Dále umožňuje sledovat charakteristiky chování vozu ve virtuálním prostředí, jedná se o:

- otáčky motoru
- koordináty polohy vozu ve virtuálním prostředí
- orientace vozu ve virtuálním prostředí
- rychlost vozu

Pro záznam biomedicínských dat za účelem následného hodnocení a určení psychického stavu a řídičských schopností řidiče-pacienta jsou použity tyto senzory/systémy:

- systém měření tepové frekvence,
- elektronický teploměr pro měření teploty těla pacienta/řidiče,
- akcelerometry pro měření akcelerace předloktí,
- systém pro záznam koordinátů pohledu očí na monitor.

Hardwarová část simulátoru sestává ze struktury tří 32" širokoúhlých monitorů. Hlavní (středový monitor) je umístěn kolmo na polohu řidiče, což je zajištěno sedem řídiče-

T A

Č R

pacienta v sedadle Next Level Racing GT. Boční monitory jsou nakloněny v úhlu 45° k středovému monitoru. Sedadlo lze nastavit vodorovně a svisle, což zajišťuje ideální polohu řidiče-pacienta za volantem. Konstrukce pro nastavení posunu sedadla je spojena s konstrukcí pro montáž monitorů pomocí šroubů s ohledem na možné oddělení pro přepravní potřeby. Sedadlo je vybaveno zvedacím zařízením, které umožňuje jeho polohování osobám starajícím se o pohybově handicapované osoby.

Volant typu Thrustmaster T500 RS GT je pevně připevněn ke stejné konstrukci stejně jako sedadlo. Výhodou tohoto volantu je sada tlačítek, která lze použít pro potřeby hodnocení aktivity subjektů v souladu se scénáři. Volant je dále doplněn ovládacími prvky stěračů a směrových světel.

Kompletní pedálový systém je upraveným typem Thrustmaster T3PA-Pro (plyn, brzda a spojka) je namontován na konstrukci pod monitory a upraven rozšířením původní plochy pedálů.

Řadicí páku typu Thrustmaster TH8A, která je umístěna na pravé straně montážní konstrukce sedadla, lze nastavit na daný počet rychlostních stupňů s ohledem na typ automobilu a je konstrukčně upravena pro pevnější uchycení ke konstrukci trenážéru.

Součástí trenážéru je také ruční brzda Thrustmaster TSSH Sparco, která je z pohledu řidiče umístěna na pravé straně.

Trenažer je konstrukčně také vybaven robustním opěradlem před volantem, které uzpůsobuje trenažér k lepšímu usedání do sedadla osobám s pohybovým handicapem.

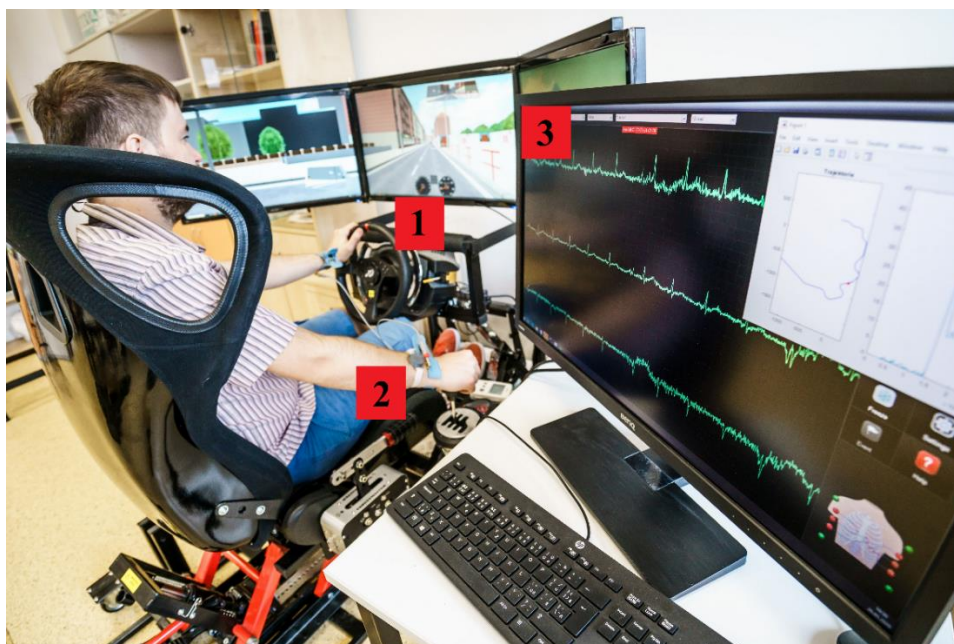
Část hardware pro záznam biomedicínských dat umožňuje synchronizovaný záznam dat. Pro potřeby záznamu srdeční aktivity se používá bezdrátové 12vodičové EKG EDAN SE-1515 DX12 PC se vzorkovací frekvencí 500 Hz. Pro účely měření se používají vodiče Einthoven s použitím svorky nebo standardních elektrod Ag / AgCl. Pro záznam koordinátů pohledu oka je využito modulu Tobii Eye Tracker 4C s frekvencí záznamu 90Hz a operační monitorovací vzdáleností 50 - 95 cm. Pro účely sledování pohybu horních končetin a teploty se používá dvojice bezdrátových 9-IMU jednotek MbientLab MetaMotionC umístěných v 3D tištěném pouzdře. Pouzdro využívá pásy se suchým zipem pro účely fixace na hřbetní straně zápěstí. Tyto jednotky umožňují záznam na 8MB NOR Flash paměť a asynchronní přenos dat v reálném čase na stanici pro vyhodnocení dat biometrického záznamu a dat z trenažéru pomocí Bluetooth Low Energy (BLE).

Stanice pro vyhodnocení biometrických dat a data ze simulátoru slouží k synchronizaci, záznamu a vyhodnocení naměřených dat. Vytvořená aplikace umožňuje záznam dat do souboru CSV s posix časy pro účely synchronizace záznamů.

T A Č R



Obr. 1: Celkový pohled na funkční vzorek diagnostického a tréninkového zařízení pro osoby poškození mozku včetně polohovatelného sedadla.



Obr. 2: Pohled na hardware trenažeru: 1-hardwarová část s monitory a kontrolními rozhraními simulátoru, 2-hardwarová část pro monitorování biomedicínských dat na předloktí ruky řidiče/pacienta, 3-stanice pro ukládání a zobrazování měřených dat.

T A

Č R

Funkční vzorek diagnostického a tréninkového zařízení pro osoby po poškození mozku je realizovaný původní výsledek výzkumu a vývoje charakteristický novostí.

II. Software zařízení

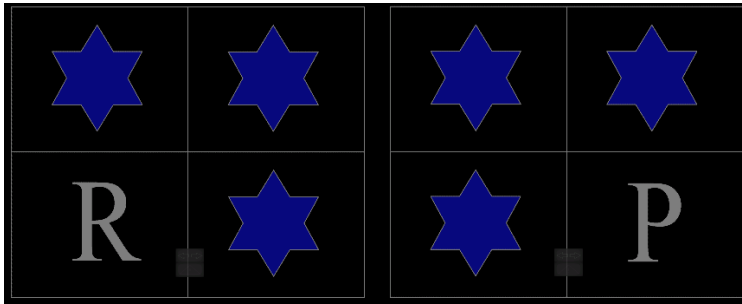
Softwarová část simulátoru je tvořena aplikací pro simulaci silničního provozu a záznam a ukládání biomedicínských a trenažérových dat. Výhodou tohoto řešení je schopnost vytvářet vlastní objekty, mapy a scénáře, včetně spouštěčů jednotlivých scénářů. Jako spoušť se používá aktuální poloha vozu. Výstupem ze software je v reálném čase prezentace záznamu a ukládání biomedicínských a trenažérových dat pro další hodnocení instruktorem nebo zdravotnickým personálem. Součástí funkcionality aplikace je také možnost vytvářet vlastní objekty, mapy a scénáře, včetně spouštěčů jednotlivých scénářů. Vytvořená aplikace také obsahuje sadu scénářů pro screening a preselekcii řidičů-pacientů. Vytvořené scénáře simulace provozu se sledovanými a hodnocenými charakteristikami jízdy a chování řidiče jsou:

- Jízda na parkovišti (hodnocení základních dovedností ovládnání vozu - rozjezd, jízda vpřed, zatáčení, řazení atd.).
- Dálnice (testování zorného pole, schopnost udržovat vůz v jízdním pruhu, schopnost udržovat rychlost atd.).
- Jízda bez provozu ve městě (reakce řidiče na semaforey, schopnost udržovat jízdu v jízdním pruhu při odbočování atd.).
- Sledování druhého vozu (schopnost udržovat bezpečnou vzdálenost od vozu).
- Řízení vozu ve městě s hustým provozem (reakce na jiná auta a schopnost dodržovat pravidla silničního provozu).
- Krizová/nebezpečná situace (reakční doba řidiče).

Trenažér poskytuje informaci o situacích ve virtuálním prostředí v závislosti na čase, včetně časových značek. Data je možné synchronizovat s jinými měřicími přístroji. Údaje o jízdě je možné dopočítávat vytvořeným software.

V prostředí MATLAB je implementována aplikace s GUI pro záznam a synchronizaci dat. Tato aplikace také umožňuje nastavení jednotlivých scénářů a výběr a načasování vhodných instruktážních zvukových záznamů, které se používají k vedení řidiče-pacienta. V rámci vytvořených výše uvedených scénářů jsou vytvořeny instruktážní zvukové záznamy, které se používají k vedení řidiče-pacienta ve scénářích. Do vytvořeného software je také implementován Go/No go test podle [1].

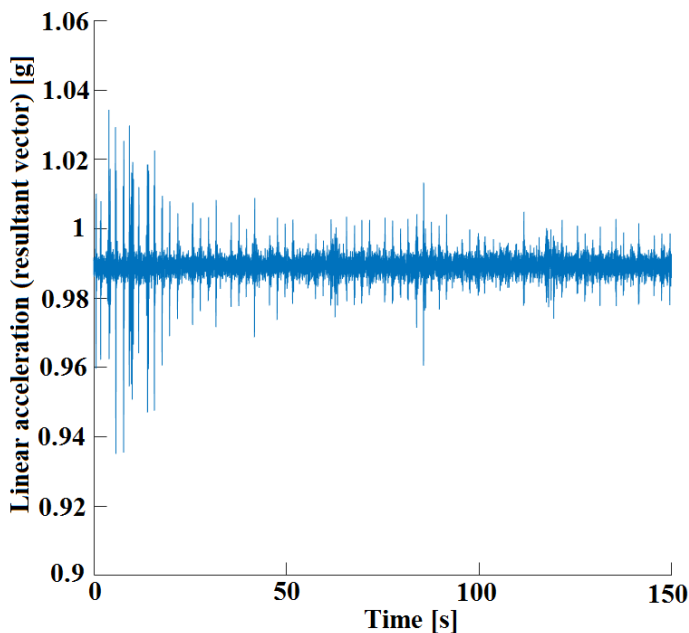
T A
Č R



Obr. 3: Ukázka Go/No go testu softwarové aplikace.

III. Implementované metody interpretace dat.

Pro vyhodnocení fyzického a psychického stavu subjektu jsou použity data z výše uvedených nástrojů. Pro další analýzu jsou data ve vytvořeném software předzpracována. Například u záznamu 3-D prostorového pohybu paže akcelerometrem jsou získány tři hodnoty na sebe kolmých akcelerací a z těchto je určována velikost výsledného vektoru akcelerace.



Obr. 4: Ukázka výstupu vypočtené hodnoty výsledného vektory akcelerace pohybu předloktí.

Software umožňuje provádět výpočet parametrů pro hodnocení psychického stavu a řídicích schopností pacientů. Za tímto účelem jsou navrženy metody hodnocení dat v časové a frekvenční oblasti a metody nelineární analýzy. Software umožňuje určit rozsah měřených hodnot, průměrné hodnoty a směrodatné odchylky. Pro nelineární analýzu

T A

Č R

jsou implementovány metody určující největší Lyapunovův koeficient, Hurstův exponent a Multiscale Poincaré plot analýzu s funkcí rozptylu hustoty s výpočtem parametrů SD1 a SD2.

Výše uvedené návrhy jsou původní. Jedná se o návrh unikátního zařízení, které v takto komplexním a současně cenově dostupném návrhu nebylo do současnosti prezentováno.