

Výsledky analýz potřeb a požadavků na monitorování zdravotního stavu pacientů na automobilovém trenážeru

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. Andrea Šíchová, Mgr. Anna Francová, Mgr. Michaela Vlasáková Charyparová, Mgr. Hana Gruntová Kolingerová, Mgr. Hana Růžička, Bc. Sára Havlíková, Ing. Michaela Hourová, Ing. et Ing. Jan Hejda Ph.D., Bc. Jan Hýbl, Ing. Petr Volf

Mentori: Ing. Mgr. Jiří Remr Ph.D., Mgr. Bc. Alena Kožušková, MUDr. Veronika Ibarburu Lorenzo Y Losada Ph.D., doc. Ing. Patrik Kutílek M.Sc., Ph.D.

T A

Č R

Anotace: Tato technická zpráva popisuje první etapu vývoje Funkčního vzorku diagnostického a tréninkového zařízení pro osoby po poškození mozku zaměřenou na volbu technologií pro záznam parametrů ke kvantitativnímu hodnocení zdravotního stavu monitorovaných subjektů. V rámci této etapy byly zevrubně analyzovány možnosti a způsoby monitoringu fyzikálních a medicínských dat potřebných pro určení zdravotního stavu a řídičských schopností testovaného subjektu. Zpráva popisuje výběr a návrh vlastností tréninkového a výukového softwaru, softwaru pro sběr a simulaci dat a softwaru pro zpracování dat. Výběr je zaměřen na volbu vhodných fyzikálních a medicínských veličin, které požadované zařízení, resp. software, musí umožnit zaznamenat a následně předzpracovat a zpracovat pro následné odborné zhodnocení. Je tedy podrobněji popsána, s ohledem na aplikaci v praxi, podoba, resp. možnosti systémů pro monitoring fyziologických dat, pohybů končetin a pohybů očí.

I. Přehled monitorovaných fyzikálních a medicínských dat

Analýzou současného stavu problematiky monitorování fyzického a psychického stavu (včetně výkonnosti) osob na simulátorech dopravních prostředků bylo zjištěno, že monitoring je možné provádět těmito prostředky:

1. **Výukový a tréninkový trenažér**
2. **Monitorovací systém fyziologických dat**
3. **Gyroakcelerometrický systém pro monitorování pohybu horních končetin**
4. **EyeTracking systém**

1. Výukový a tréninkový trenažér

Trenažér může prostřednictvím senzorů a sw poskytovat data, z kterých lze určit kondici měřeného subjektu. SW poskytují informaci o pozici simulovaného prostředku v čase, včetně časových značek proběhlých událostí. Uvedená data je možné synchronizovat s jinými měřicími přístroji. Základní informace o prostředku je v podobě polohy a orientace prostředku (X, Y, Z koordináty) a rychlosti pohybu. SW obvykle umožňuje zaznamenat chování prostředku, které je důsledkem chování subjektu, který prostředek ovládá. Ve virtuálním prostředí trenažéru automobilu se obvykle jedná o záznam:

- poloha pedálů
- poloha volantu
- poloha brzdy
- zařazená rychlost
- poloha blinkrů
- aktivované stěrače
- aktivace funkčních tlačítek na volantu
- odchylka od "ideální trasy"

2. Monitorovací systém fyziologických dat

Pro monitorování fyzického a psychického stavu se nabízí zaznamenávání biologických dat. Analýzou současných možností se nabízí záznam těchto fyziologických dat:

- tepová frekvence
- vzdálenosti R-R intervalů
- variabilita srdeční frekvence
- impedance mezi elektrodami určující dechovou frekvenci
- teplota na příložené části těla pacienta/řidiče
- teplota na vzdálené části pod oděvem nebo okolního prostředí
- lineární zrychlení ve třech osách
- úhlová rychlost ve třech osách
- relativní vlhkost pod oděvem nebo okolního prostředí

T A

Č R

3. Gyroakcelerometrický systém pro monitorování pohybu horních končetin

Pohybová data jsou využívána v klinické praxi k určení zdravotního a fyzického stavu subjektů. Uvedené se uplatňuje také pro studium subjektů během výkonu pracovních úkolů, mezi které patří také řízení automobilu. Parametry obvykle hodnocené jsou

- lineární zrychlení ve třech osách
- úhlová rychlost ve třech osách
- atmosférický tlak
- osvětlení okolního prostředí
- teplota okolního prostředí

4. EyeTracking systém

Experimentálně se uplatňuje pro určení fyzického a psychického stavu subjektů monitoring chování očí. Pro monitorování pohybu očí se využívá Eye Tracking systém umístěný v PC monitoru nebo ve speciálních brýlích. Mezi měřená data patří především:

- Koordináty pohledu očí na monitor
- Frekvence mrkání

II. Návrh diagnostického a rehabilitačního nástroje pro osoby po poškození mozku pro monitoring chování a stavu řidiče/pacienta

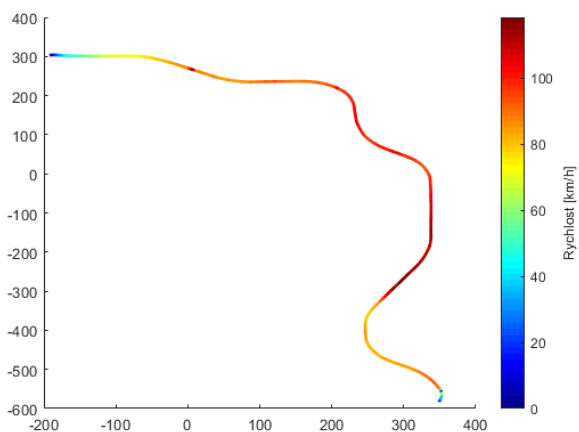
V rámci projektu je navržen diagnostický a rehabilitační nástroje pro osoby po poškození mozku. Ve spolupráci s partnery z klinické praxe proběhl návrh požadavků na sw a hw a diagnostického a rehabilitačního nástroje. Pro využití v praxi jsou navrženy tyto nástroje:

- 1. Výukový a tréninkový sw, sw pro sběr dat a simulaci a sw pro zpracování dat**
- 2. Monitorovací systém fyziologických dat**
- 3. MoCap systém pohybu končetin**
- 4. EyeTracking systém**

1. Výukový a tréninkový sw, sw pro sběr dat a simulaci a sw pro zpracování dat

Pro simulaci řízení s možností zpracování trenažerových dat je navržen automobilový trenažer typu 3. splňující podmínky zákona č. 247/2000 Sb. Trenažer poskytuje informaci o situacích ve virtuálním prostředí v závislosti na čase, včetně časových značek. Data je možné synchronizovat s jinými měřicími přístroji. Základní informace o vozidle je v podobě polohy a orientace auta (X, Y, Z koordináty) a rychlosti jízdy.

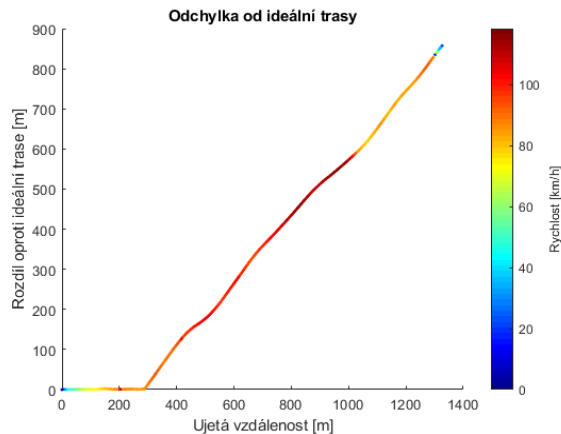
T A Č R



Navržený SW dále umožňuje zaznamenat chování řidiče/pacienta ve virtuálním prostředí, jedná se o záznam:

- poloha pedálů
- poloha volantu
- poloha ruční brzdy
- zařazená rychlost
- poloha blinkrů
- aktivované stěrače
- aktivace funkčních tlačítek na volantu
- odchylka od "ideální trasy"

Odchylku od "ideální trasy" je možné dopočítávat vytvořeným sw na základě předem naprogramované nebo ve virtuálním prostředí překonané trasy jízdy automobilu.



Finální v praxi použitá trenažerová data pro monitoring stavu subjektu budou dána konkrétními podmínkami řízení trenažeru a vzájemnou zástupností.

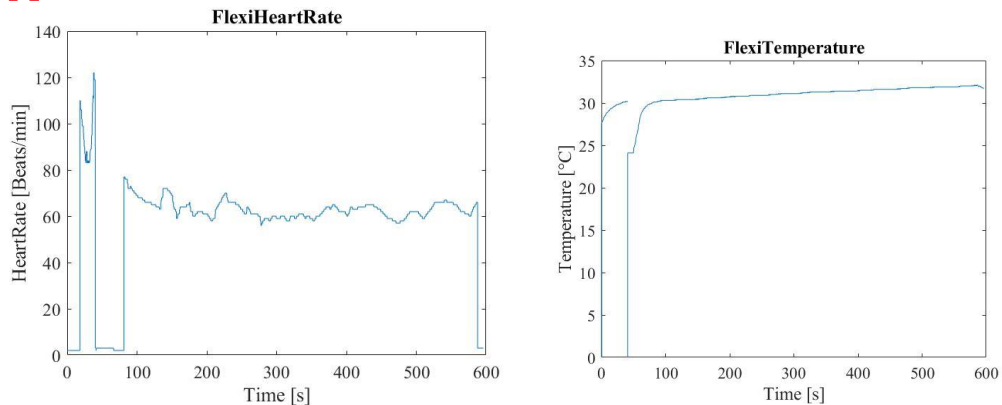
2. Monitorovací systém fyziologických dat

Pro monitorování biologických dat byl navržen systém umístěný na hrudník řidiče/pacienta. Způsob přenosu dat do PC je navržen pomocí streamingu/Xbee s intervalem 3s. Průběžně systém nabízí záznam do vnitřní paměti (10 Hz) a následně přenos přes USB. Navržený monitorovací systém zaznamenává fyziologická data souběžně s daty z virtuálního prostředí trenažeru a řídicích prvků automobilu. Mezi navržená měřené fyziologické parametry patří:

- tepová frekvence
- vzdálenosti R-R intervalů
- impedance mezi elektrodami určující dechovou frekvenci
- teplota na příložené části těla pacienta/řidiče
- teplota na vzdálené části pod oděvem nebo okolního prostředí
- lineární zrychlení ve třech osách
- úhlová rychlost ve třech osách
- relativní vlhkost pod oděvem nebo okolního prostředí



T A Č R

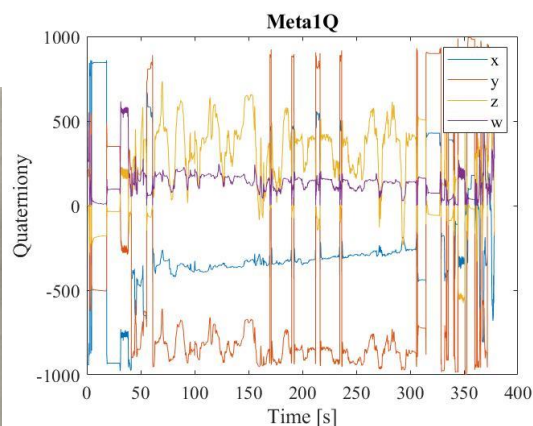


Finální v praxi použité fyziologické parametry pro monitoring stavu subjektu budou dány konkrétními podmínkami řízení trenažéru a vzájemnou zástupností.

3. Gyroakcelerometrický systém pro monitorování pohybu horních končetin

Pro monitorování pohybových dat byl navržen 2x systém umístěný na levém a pravém zápěstí řidiče/pacienta, kde se pohybová aktivita subjektu při řízení automobilu nejvíce projevuje. Způsob přenosu dat do PC je navržen pomocí streamingu/mobilního telefonu s frekvencí až 800 Hz v závislosti na počtu přednastavitelných měřených parametrů. Je navrženo průběžně zaznamenávání do vnitřní paměti (až 800 Hz) a následně přenos bezdrátově do PC/mobilního telefonu. MoCap systém by měl zaznamenávat pohybová data souběžně s daty z virtuálního prostředí trenažéru a řídicích prvků automobilu. Systém by měl umožnit přímý export do Quaternionu a Eulerových úhlů. Mezi navržené měřené pohybové parametry patří:

- lineární zrychlení ve třech osách
- úhlová rychlost ve třech osách
- atmosférický tlak
- osvětlení okolního prostředí
- teplota okolního prostředí

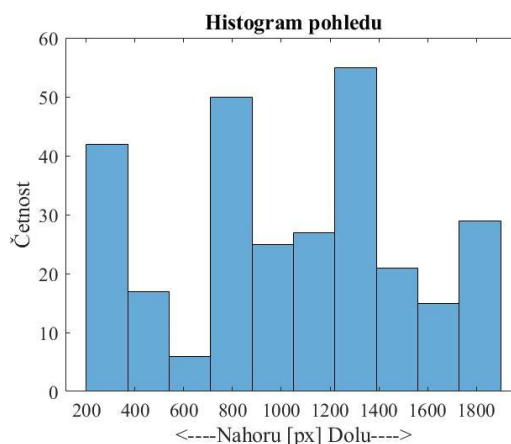
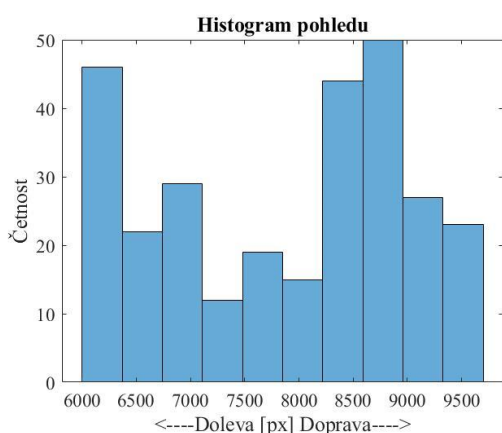
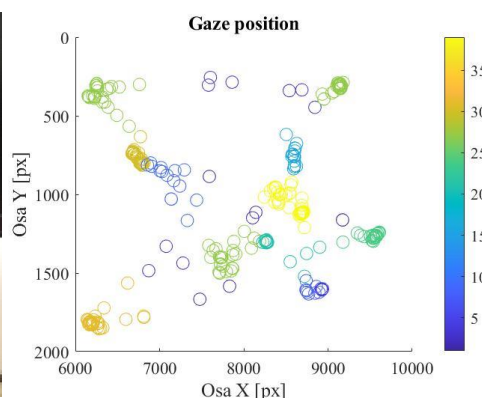


Finální v praxi použité pohybové parametry pro monitoring stavu subjektu budou dány konkrétními podmínkami řízení trenažéru a vzájemnou zástupností.

4. EyeTracking systém

Pro monitorování pohybu očí je navržen Eye Tracking systém umístěný na PC monitoru v jeho dolní části. Způsob přenosu dat do PC je doporučen pomocí USB. Přenos dat by měl probíhat kontinuálně do PC. Eye Tracking systém zaznamenává data o pohybu očí souběžně s daty z virtuálního prostředí trenažéru a řídicích prvků automobilu. Mezi navržené měřené pohybové parametry patří:

- Koordináty pohledu očí na monitor



III. Zpracování a interpretace dat.

Pro měření fyzického a psychického stavu subjektu lze využít dat z výše uvedených navržených nástrojů. Pro hodnocení dat jsou navrženy metody hodnocení v časové a frekvenční metody, a metody nelineární analýzy. Mezi metody hodnocení dat v časové oblasti patří určování minimálních,

průměrných a maximálních hodnot, směrodatná odchylka atp. V případě využití frekvenční analýzy se určují frekvence odpovídající maximálním amplitudám atp. Navržené metody nelineární analýzy pro hodnocení dat jsou uvedeny v tabulce.

	Nelineární metoda	určovaný parametr
1.	Vybrané parametry Rekurentní kvantifikační analýzy	Determinism DET
		Laminarity LAM
		Traping time TT
		Longest diagonal line Lmax
		Longest vertical line Vmax
		Divergence DIV
2.	Metoda výpočtu Největšího Lyapunovského koeficientu	Největší Lyapunovský koeficient (LLE – Largest Lyapunov Exponent)
3.	Metoda výpočtu Shannonovy entropie	Shannonova entropie
4.	Numerická metoda odhadu Hurstova exponentu	Hurstův exponent (HurstRS – Hurst rescaled range exponent)
5.	Metoda výpočtu Aproximační entropie	Aproximační entropie
6.	Parametry Detrendované fluktuakční analýzy	Alfa
7.	Poincaré plot analýza	SD1 – standard derivation (krátkodobá variabilita)
		SD2 – standard deviation (dlouhodobá variabilita)
		SD1SD2 – poměr SD1 a SD2
		SDRR – standard deviation RR intervalu
		CEA – plocha elipsy u Poincarého (95 % confidence elipsa)

Finální v praxi použité ukazatele kvantitativního hodnocení stavu subjektu budou dané konkrétními podmínkami řízení trenažéru a možnou vzájemnou zástupností.

IV. Životnosti a praktické využití systémů

T A

Č R

Výše uvedené navržené HW a SW se již samostatně využívají v oblasti diagnostiky osob na trenažérech. Určuje se fyzický a psychický stav osob podstupujících trénink. Zařízení a jejich dlouhodobé využívání tedy není nějak omezeno a může nalézt uplatnění jako prostředek pro monitoring osob po mozkové příhodě.