



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Ing. Petr Volf, Ph.D.

Využití MoCap systému v biomedicínském inženýrství

Úkoly měření:

- Naměřte kinematická data klasické chůze za využití akcelerometrického systému umístěného v oblasti kotníku subjektu.
- Naměřte kinematická data Parkinsonovy choroby v simulovaném režimu za využití akcelerometrického systému umístěného v oblasti kotníku subjektu.
- Popište jednotlivé segmenty průběhu obou typů chůzí za využití výsledného vektoru lineárního zrychlení.
- Aplikujte metody nelineární analýzy na výsledný vektor lineárního zrychlení pro potřeby hodnocení.

Pomůcky:

- Bezdrátový akcelerometrický systém (BMEMS-6-V1)
- Počítačová souprava pro zpracování měřených dat a řízení laboratorních měřících systémů (PC)
- Upevňovací pásky

Teoretický základ pro řešení úloh:

Akcelerometr umožňuje měření lineárního zrychlení za využití technologie mikroelektromechanického systému tzv. MEMS. V některých aplikacích se stanovuje tzv. výsledný vektor zrychlení, který je možné vypočítat dle rovnice (1):

$$a_v = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}, \quad (1)$$

kde a_v je výsledný vektor zrychlení, a_x je zrychlení v ose „X“, a_y je zrychlení v ose „Y“ a a_z je zrychlení v ose „Z“.

Výhodou využití výsledného vektoru zrychlení je zejména nezávislost na dokonalém umístění daného senzoru vzhledem k souřadnému systému, jelikož se pro následné zpracování využívá pouze velikost daného vektoru. Z výše uvedeného vyplývá i jeho hlavní omezení.

Základní ideou rekurentní analýzy je určení rekurence neboli opakování dat. Tato metoda je vhodná pro grafické zobrazení nestacionárních dat.

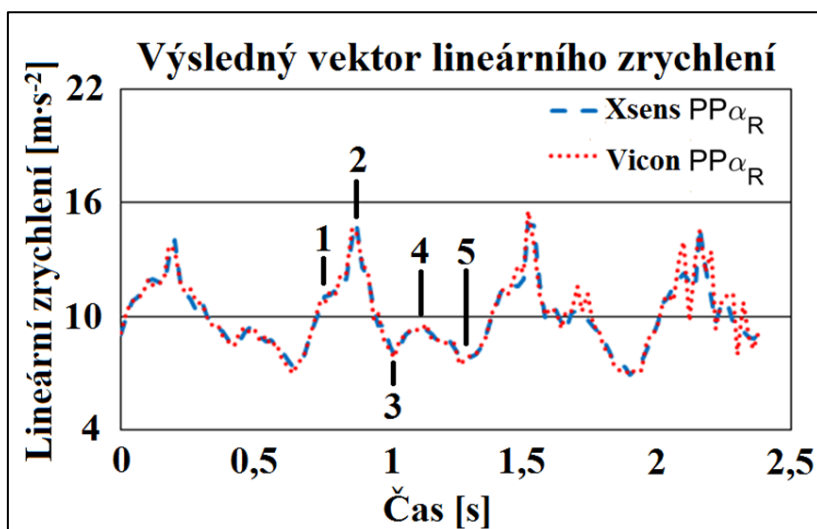
Rekurentní graf vychází z definice rov. (2):

$$R_{i,j}^{m,\varepsilon_i} = \Theta(\varepsilon_i - \|\vec{x}_i - \vec{x}_j\|) \quad (2)$$

kde:

ε – definovaný práh

\vec{x}_i, \vec{x}_j – prostorové trajektorie v m -dimenzionálním prostoru, které lze rekonstruovat z jednoho časového vektoru u_i za využití zpoždění τ .



Obr. 1: Výsledný vektor lineárního zrychlení – umístění akcelerometru na helmici pro studium vestibulárního aparátu: kontakt paty s podložkou (1), kontakt plosky chodidla s podložkou (2), odraz druhého chodidla od podložky (3), mid-stance fáze (4), push-off fáze (5).



A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému

Úkol 1 - Naměřte kinematická data klasické chůze za využití akcelerometrického systému umístěného v oblasti kotníku subjektu.

Postup:

1. Připojte na dvojici měřících jednotek BMEMS-6-V1 upevňovací pásky dle Obr. 2.



Obr. 2: Body Microelectromechanical System – 6 s upevňovací páskou

2. Připevněte dvojici měřících jednotek BMEMS-6-V1 do oblasti cca 5-10 cm proximálně od kotníku levé a pravé dolní končetiny dle Obr. 3.



Obr. 3: Pozice měřící jednotky BMEMS-6-V1 cca 5-10 cm proximálně od kotníku levé dolní končetiny



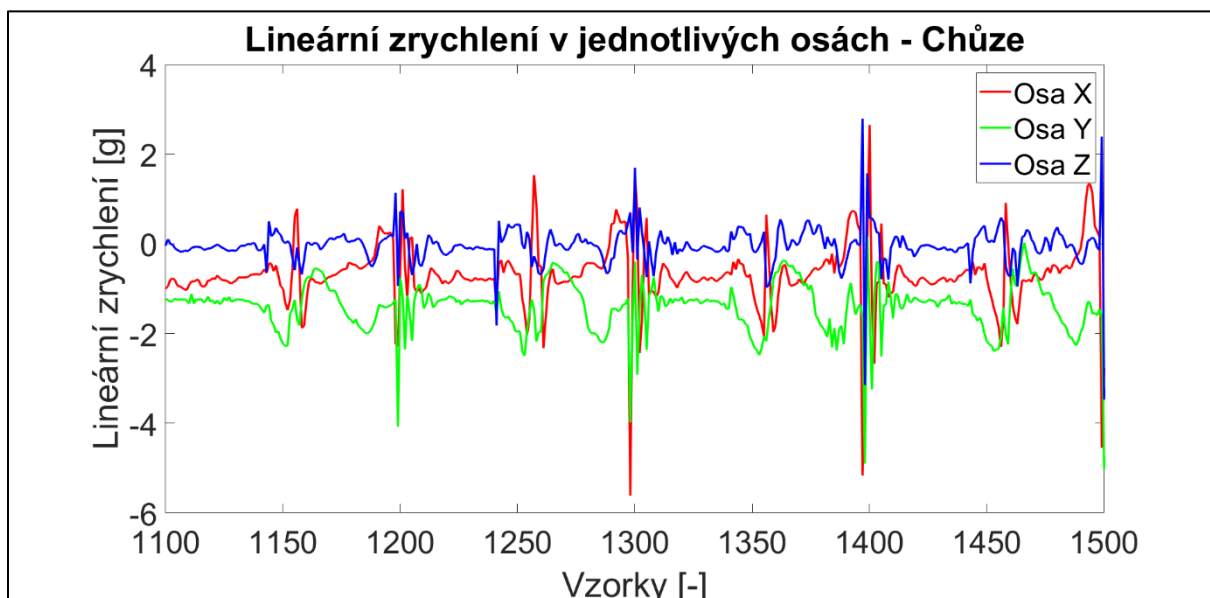
3. Zapněte jednotku BMEMS-6-V1.
4. Zapněte záznam jednotky BMEMS-6-V1 a proveďte klasickou chůzi (alespoň 5 kroků), kdy první kontaktní plocha s podložkou je pata chodidla.
5. Připojte Záznamovou jednotku BMEMS-6-V1 a přeneste soubor *ZAZNAM0.txt* do PC.

Úkol 2 - Naměřte kinematická data Parkinsonovy choroby v simulovaném režimu za využití akcelerometrického systému umístěného v oblasti kotníku subjektu

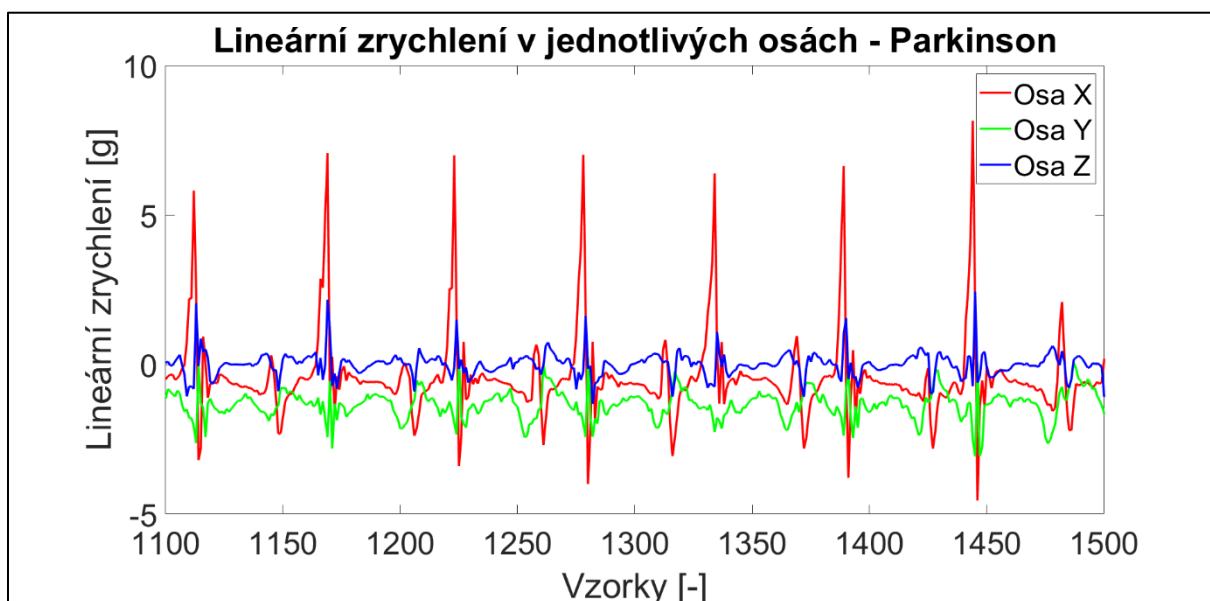
1. Postupujte dle Úkolu 1 (část 1-3). Oproti části 4 simulujte chůzi pacientů s Parkinsonovou chorobou. Pro tyto účely využijte např. zrychleného „cupitání“ přes špičky chodidla.
2. Připojte Záznamovou jednotku BMEMS-6-V1 a přeneste soubor *ZAZNAM1.txt* do PC.

Úkol 3 - Popište jednotlivé segmenty průběhu obou typů chůzí za využití výsledného vektoru lineárního zrychlení.

1. Připojte Záznamovou jednotku BMEMS-6-V1 k PC a otevřete data *ZAZNAM0.txt* a *ZAZNAM1.txt* v prostředí Matlab za využití skriptu *akcelerometr.m*.
2. Zobrazte lineární průběh lineárního zrychlení klasické chůze viz Obr. 4 a simulované Parkinsonovy choroby viz Obr. 5.

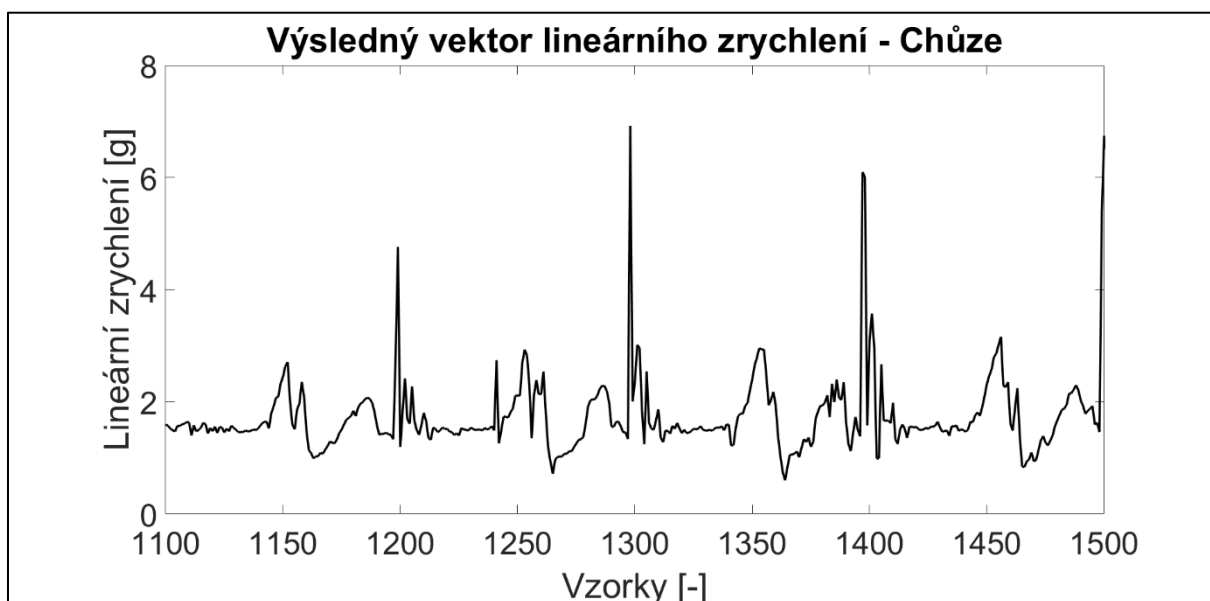


Obr. 4: Lineární zrychlení při klasické chůzi – pravá dolní končetina

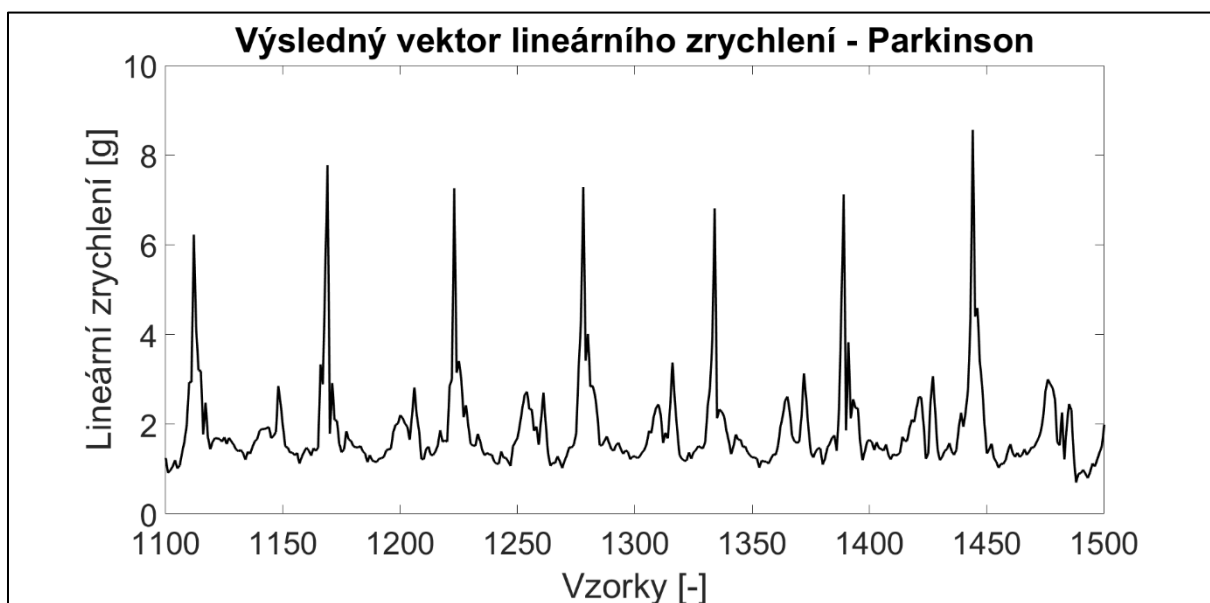


Obr. 5: Lineární zrychlení při simulované Parkinsonově chorobě – pravá dolní končetina

3. V prostředí Matlab aplikujte algoritmus pro potřeby výpočtu výsledného vektoru lineárního zrychlení dle rov. 1. viz Obr. 6 a Obr. 7.
4. Popište jednotlivé segmenty průběhu obou typů chůzí na základě Obr. 1.



Obr. 6: Výsledný vektor lineární zrychlení při klasické chůzi – pravá dolní končetina

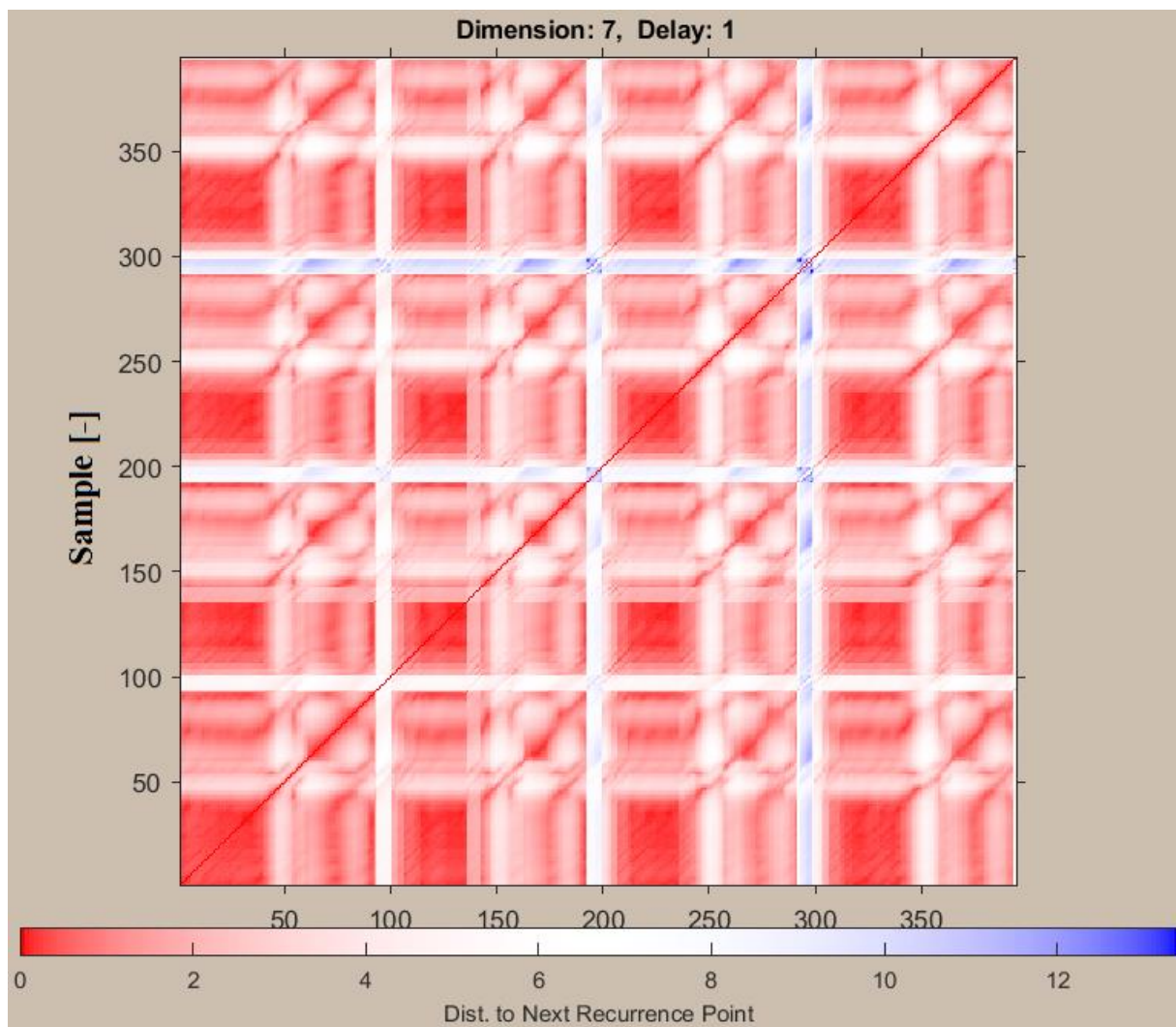


Obr. 7: Výsledný vektor lineární zrychlení při simulované Parkinsonově chorobě – pravá dolní končetina

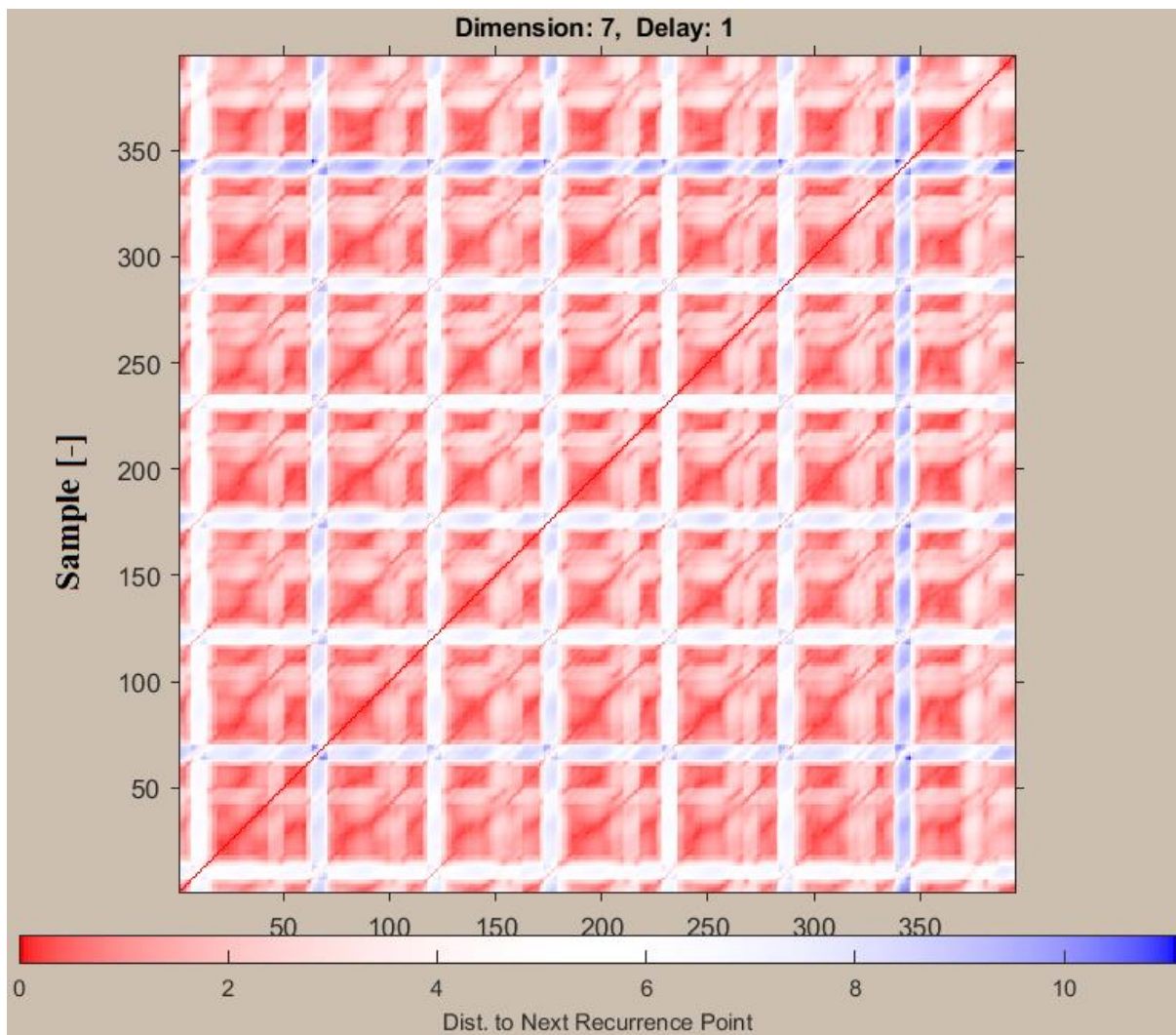
A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému

Úkol 4 - Aplikujte metody nelineární analýzy na výsledný vektor lineárního zrychlení pro potřeby hodnocení.

1. Aplikujte na výsledné vektory lineárního zrychlení obou typů chůzí algoritmus rekurentní analýzy za využití funkce *crp_big.m*. Vnořená dimenze $m = 7$, zpoždění $\tau = 1$.
2. Popište rozdíl mezi klasickou chůzí viz Obr. 8 a simulovanou Parkinsonovou chorobou viz Obr. 9 z pohledu vyhodnocení metodou nelineární analýzy.



Obr. 8: Rekurentní analýza výsledného vektoru lineárního zrychlení při klasické chůzi – pravá dolní končetina



Obr. 9: Rekurentní analýza výsledného vektoru lineárního zrychlení při simulované Parkinsonově chorobě – pravá dolní končetina