

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Adaptivní řízení nelineárního systému s referenčním modelem
<b>Jméno autora:</b>	Jaroslav Průcha
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Pavel Steinbauer, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce se zabývá identifikací a řízením nelineárních dynamických systémů pomocí neuronových sítí vyšších řádů v prostředí Python. Téma řízení nelineárních kmitavých soustav vyplývá z výzkumných aktivit na školícím pracovišti. Bylo nutné zvládnout jak teoretické nástroje a koncepty moderních neuronových sítí, tak různorodé programové nástroje prostředí Python.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
Zadání je zcela splněno.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
Popsaný postup řešení problému je logický. Nejprve jsou prostudovány a popsány použité metody identifikace i řízení dynamických systémů pomocí neuronových sítí a ty implementovány a otestovány na systémech rostoucí složitosti, od lineárních a jednoduchých systémech pro identifikaci až po kmitavé systémy s více stupni volnosti a nelineárním tlumením.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
Odborně je práce na vysoké úrovni. Použité nástroje jsou pečlivě popsány a výsledky zdokumentovány. Z metodického hlediska bych ocenil porovnání výsledků s referenčním řízením systému klasického typu (ať již PID s Z-N nastavením, nebo nějakou formou optimálního řízení (LQR, MPC apod.). Není úplně zřejmé, proč jsou v kapitole 2 uvedeny další – jiné metody řízení kmitavých systémů, když pak nejsou k samotné práci vztaženy.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
Práce je graficky perfektní, obsahuje jen drobné jazykové chyby, nejčastěji chybějící čárky ve větách. I když předpokládám, že výstupy systémů v jednotlivých grafech jsou normované, osy y by měly být popsány. Tloušťka čáry v grafech je velká a zobrazené průběhy tak často splývají, i když určité rozdíly mezi křivkami jsou i podle slovního popisu. Některé formulace jsou nedotažené (například na str. 20 „Jednoduchým ověřovacím skriptem byla správnost hypotézy ověřena“ – jak?, na str. 23 „rovnice je patrně nelineární“ – tak je či není?).	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
Jsou použity vhodné prameny a tyto jsou v práci správně citovány.	

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Popsané algoritmy podle předložených výsledků velmi dobře fungují a dávají velkou naději pro další výzkum v synergii s výzkumnými záměry školicího pracoviště. Celkově je text práce přehledný, přesvědčivý a čtivý. Může tak dobře posloužit i jako úvod do problematiky identifikace a řízení pomocí neuronových sítí vyššího řádu.

Při obhajobě bych rád prodiskutoval následující otázky:

1. V kapitole 3.1 je zmíněno Eulerovo diferenční schéma (rovnice 6). Bylo opravdu použito – jak pak byla řešena otázka stability integrace? Nebo byl použit nástroj Pythonu pro integraci obyčejných diferenciálních rovnic pomocí pokročilejších integračních metod? Jaká metoda byla použita?
2. Je možné ověřit stabilitu HONU regulátoru?
3. Jaký je horizont použitelnosti identifikovaného modelu soustavy (natrénované HONU sítě) v poměru k trénovacímu horizontu?
4. Je možné srovnat výsledky nového řízení s řízením klasickým (například PID nastavené metodou Z-N) nebo moderním řízením (LQR)?
5. Jaká je časová náročnost trénování v prostředí Python, případně jaké jsou možnosti urychlení?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 20.8.2020

Ing. Pavel Steinbauer, Ph.D.