

Prednáška 10: ZÁKLADNÉ SPÔSOBY ZAPOJENIA NEURÓNOVÝCH SIETÍ V RIADIACICH ŠTRUKTÚRACH

Riadenie a Umelá Inteligencia

doc. Ing. Anna Jadlovská, PhD.,

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Technická univerzita v Košiciach

LS 2015/2016

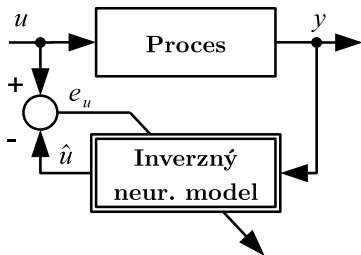
Základné spôsoby zapojenia neurónových sietí v riadiacich štruktúrach

Ak nadviažeme na časť - **Identifikačné štruktúry** s NS môžeme z hľadiska riadiacich štruktúr s NS sa orientovať na modelovo-orientované štruktúry:

- I. štruktúry, ktoré majú priamy vzťah s paralelnými, sériovo-paralelnými a inverznými modelmi
- II. štruktúry adaptívneho riadenia založené na odhade parametrov modelu
- III. štruktúry optimálneho a prediktívneho riadenia

Základné spôsoby zapojenia neurónových sietí v riadiacich štruktúrach

Najjednoduchšie zapojenie s NS je zapojenie bez spätnej väzby (Obr. 2). Toto zapojenie vyžaduje vopred naučenú NS ako **INVERZNÝ MODEL PROCESU** podľa Obr. 1.

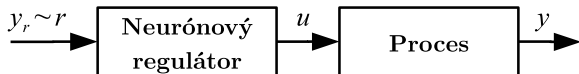


Obr. 1: Učenie NS v zapojení 'General training'

- vo fáze učenia sú náhodne určené dvojice V/V v pracovnom rozsahu procesu
- algoritmus BPA je použitý na minimalizáciu odchýlky medzi akčným zásahom u pôsobiacim na proces a výstupom NS (\hat{u})

Základné spôsoby zapojenia neurónových sietí v riadiacich štruktúrach

- učenie siete MLP prebieha v **off-line režime**
- po naučení (natrénovaní) → je NS zapojená podľa Obr. 2



Obr. 2: Neurónová sieť v zapojení bez spätnej väzby

r - riadiaca veličina,

u - akčná veličina,

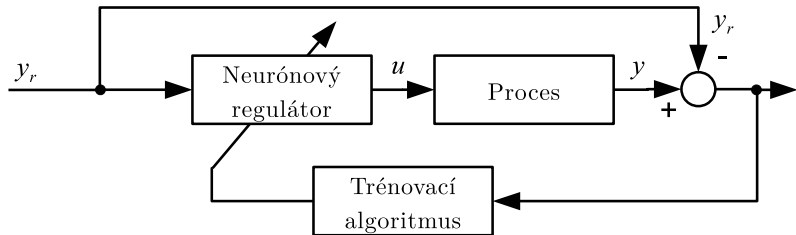
y - výstupná veličina procesu,

Základné spôsoby zapojenia neurónových sietí v riadiacich štruktúrach

Obvod na Obr. 2 **neobsahuje spätnú väzbu** \Rightarrow nemôže byť **adaptívny**, pretože NS nemá žiadne informácie o **výstupe z procesu**.

Toto zapojenie nie je použiteľné pre procesy s integračným charakterom (neobsahuje kompenzáciu porúch) \rightarrow využíva sa v robotických aplikáciách \rightarrow pri sledovaní trajektórií robotom.

I.1. Priame inverzné riadenie (Direct Inverse Control)



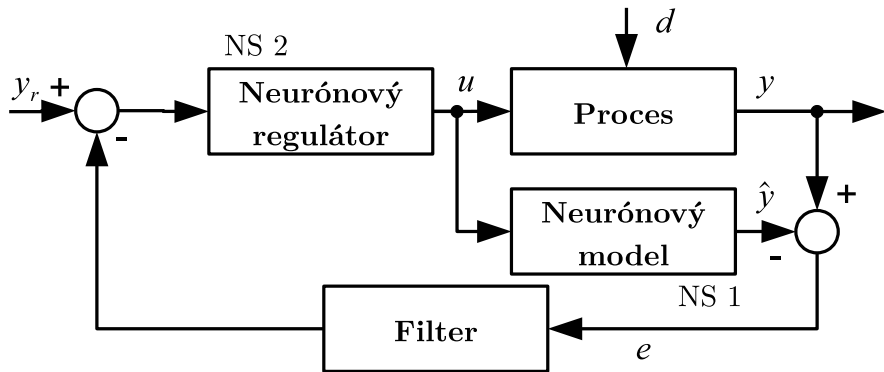
Obr. 3: Riadiaca štruktúra pre priame inverzné riadenie

- DIC je založené na použití **inverzného modelu procesu** (neurónový regulátor), kt. tvorí kaskádne zapojenie s regulovaným procesom
- **nevýhoda DIC** - je nutnosť poznať presný inverzný model procesu, kt. je použitý vo funkcii regulátorom
- problém robustnosti DIC môžeme prekonať **on-line učením** pri nastavovaní parametrov inverzného modelu (regulátora)

I.2. Riadenie s vnútorným modelom (Internal Model Control)

- táto riadiaca štruktúra spája úlohu **paralelných a inverzných modelov**
- neurónový model procesu (NS 1) je pripojený paralelne s procesom (rozdiel medzi výstupom procesu y a neurónovým modelom - $\hat{y} \rightarrow e = y - \hat{y} \rightarrow$ tvorí spätnoväzobný signál spracovávaný regulátora)
- neurónový regulátor (NS 2) je založený na inverznom modeli procesu
- nevýhoda IMC \rightarrow obmedzené použitie pre procesy nestabilné v otvorenej slučke
- subsystém **Filter** sa navrhuje kvôli zavedeniu žiadanej robustnosti danej štruktúry

I.2. Riadenie s vnútorným modelom (Internal Model Control)



Obr. 4: Riadenie s vnútorným modelom (IMC)

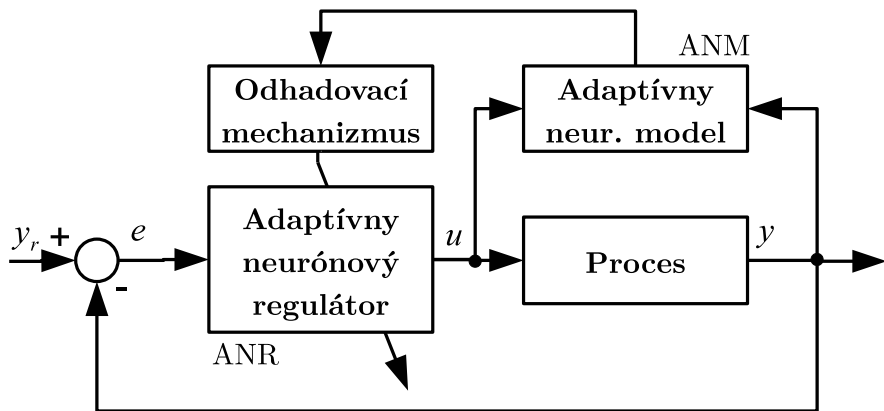
II. Štruktúry adaptívneho riadenia založené na odhade parametrov procesu

- tento typ riadenia je vhodný pre procesy, kt. **parametre sa menia v čase** a môže byť použitý pre **on-line implementáciu**
- štruktúra **adaptívneho neurónového regulátora (ANR)** pozostáva z **dvoch subsietí** (kt. význam odpoďadá úlohám návrhu AR:
 - ▶ odhad parametrov procesu
 - ▶ výpočet zákona riadenia ako funkcie zmien parametrov procesu)

ANM - adaptívny neurónový model → používa sa na parametrickú identifikáciu nelineárneho procesu (stratégia BPA)

ANR - adaptívny neurónový regulátor → umožňuje on-line meniť svoje parametre na základe výstupu ANM, ktorého adaptované váhy reprezentujú odhadnuté parametre procesu

II. Štruktúry adaptívneho riadenia založené na odhade parametrov procesu



Obr. 5: Schéma adaptívneho riadenia na báze NS

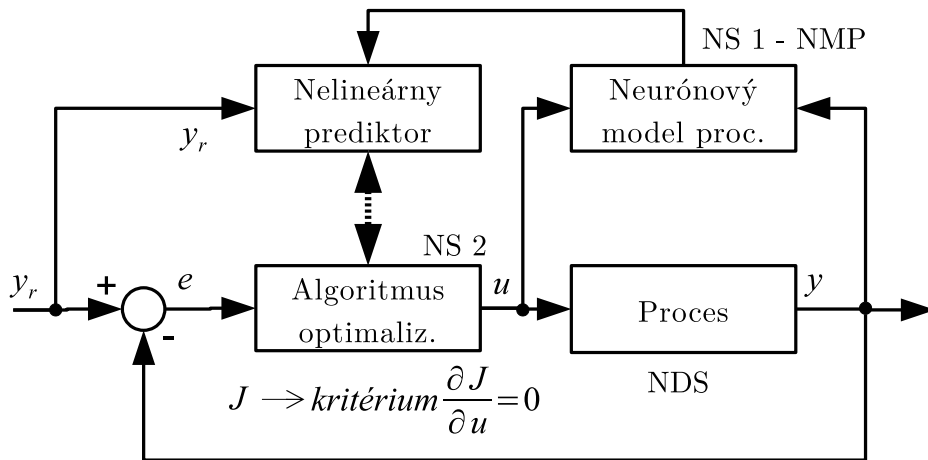
II. Štruktúry adaptívneho riadenia založené na odhade parametrov procesu

- nevýhoda riadiacej štruktúry → podobne ako pri klasickom lineárnom adaptívnom riadení → týka sa **STABILITY** a **trvalého nasýtenia** (excitácie) identifikačného algoritmu
- **Najväčší problém** → garantovanie **konvergenzie** obidvoch neurónových sietí (ANM, ANR)

III. Prediktívne riadenie založené na neurónovom modeli procesu (Model Based Predictive Control)

- najfrekvencovanejší typ riadenia v súčasnosti
- základnou myšlienkou riadiacej štruktúry pre prediktívne riadenie je použitie algoritmu na báze metód nelineárnej optimalizácie s využitím neurónového modelu procesu
- k minimalizácii riadiaceho kritéria je nutné mať k dispozícii neurónový model procesu ~ predikujúci výstup procesu pre celý predikčný horizont
- NMP → plní funkciu viackrokového prediktora → jeho výstup slúži ako vstup do optimalizačného algoritmu, kt. je použitý na generovanie vektora optimálneho riadenia pre riadiaci horizont

III. Prediktívne riadenie založené na neurónovom modeli procesu (Model Based Predictive Control)



Obr. 6: Štruktúra MPC s NS