



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výukové texty

pro předmět

Automatické řízení výrobní techniky

(KKS/ARVT)

na téma

Podklady k využití "smart materiálů", fuzzy logiky

Autor: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Podklady k využití "smart materiálů", fuzzy logiky

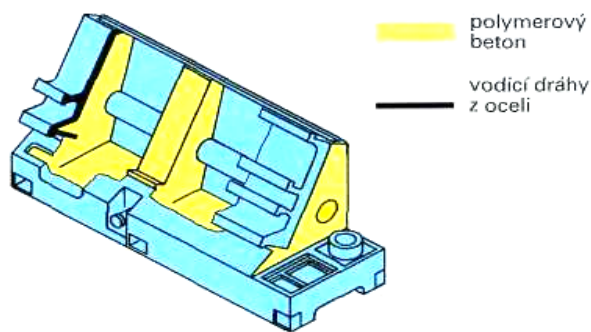
Nové konstrukční materiály a zvýšení přesnosti technického zařízení

Přesnost opracování na NC nebo CNC stroji je velmi závislá na chování jednotlivých částí obráběcího stroje, které jsou při činnosti staticky i dynamicky zatěžovány. Při konstrukci výrobního stroje je možné vycházet z matematických modelů a při návrhu jednotlivých dílů spojených s pevnostními výpočty se používá metoda konečných prvků FEM (Finite Elements Method) v kombinaci s počítačovým navrhováním např. v systému CAD (Computer Aided Design = návrh s podporou počítače). Při takovém navrhování je možné optimalizovat některé vlastnosti jednotlivých částí a ušetřit tak zdoluhavé zkoušky a úpravy prototypů.

Chyby při skokových změnách ovlivňující výsledný tvar obrobku lze kromě opatření při řízení (zmenšení rychlosti) a regulaci (optimalizace nastavení regulátorů) zmenšit také zmenšením setrvačných hmotností pohyblivých částí stroje. Toho lze dosáhnout odlehčením konstrukce nebo částečnou náhradou železa lehčími kovy nebo nekovovými materiály (kompozity nebo vyztuženými plasty). Litina a ocel je v případě masivních částí stroje jako podstavců a nosných rámců často nahrazována polymerovým betonem (polymerbeton) s pojivem z umělých pryskyřic, který má jakostní hladký a tvrdý povrch (obr. 2). Výroba těchto dílů je energeticky málo náročná a tyto díly mají dobrou schopnost tlumit otřesy, tj. pohlcovat jejich energii.



Obr. 1 Příklad polymerbetonu



Obr. 2 Lože stroje z polymerbetonu [1]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

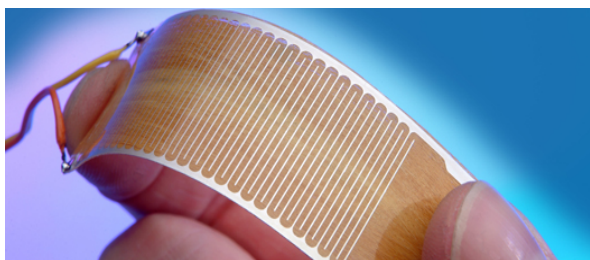
Inteligentní materiály - „smart materiály“

Nová generace technologií - technologie smart materiálů a struktur představuje sofistikovanou síť snímačů a akčních členů, schopnost vyhodnocování a řízení v reálném čase a hostitelskou strukturu. Nutnost syntézy materiálů a struktur se samoadaptabilními a samokorekčními charakteristikami je dána požadavkem dosažení optimálního chování během proměnných podmínek provozu. Existuje několik vlastností smart materiálů a struktur, které se staly cílem výzkumů. Jsou to: změna rozložení a hmotnosti, tuhosti a disipačních charakteristik, např. za účelem řízeného kmitání. Lze tak navrhovat soustavy s říditelnou amplitudou kmitání, velikostí frekvence a přechodovou charakteristikou. Dalším cílem je změna geometrické struktury.

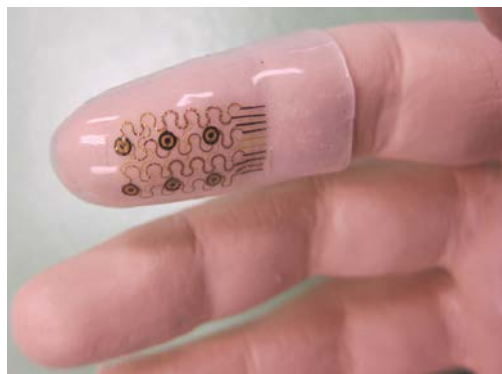
Smart struktury a inteligentní materiálové systémy

Smart materiál je materiál, který zabezpečuje funkci snímání a akčního působení, přitom jednotlivé prvky jsou velmi dobře integrovány v rámci samotné materiálové struktury. Jde vlastně o biologicky inspirovaný materiál, který dokáže detekovat stav okolního prostředí. Informace o něm zpracovává v řídicím obvodu a reaguje na něj daným způsobem, který zlepšuje chování struktury s ohledem na cíl, kterým je řízení. Je to vysoký stupeň integrace na mikromateriálové úrovni, který činí smart materiály zajímavou komoditou. Koncepce smart materiálů se úspěšně prosazuje ve strojírenství i nestrojírenských disciplínách, přitom jednou ze slibných oblastí je aplikace různých materiálů, jako jsou např. slitiny a polymery s tvarovou pamětí, piezoelektrické materiály, magnetostrikční a elektroreologické kapaliny.

Smart struktury představují soustavy, které umožňují snímat vnější podněty a aktivním řízením na ně reagovat v reálném čase. Představují integraci akčních členů, snímačů a řízení do materiálů nebo konstrukčních prvků.



Obr. 3 Struktura smart snímače [7]



Obr. 3 Velikost smart senzorů pro haptiku [6]



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

V současnosti jsou ve vývoji tyto smart materiály a struktury:

- Syntéza nových materiálů na molekulární úrovni s cílem produkovat nové materiály se smart funkcí.
- Vývoj nových materiálů syntézou kompozitních materiálů ze známých prvků. Aktivní prvky jsou buď implementovány, nebo připojeny na běžný skelet (strukturální smart).

Elektroreologické kapaliny a jejich magnetické analogie fero kapalin představují pokročilou třídu kompozitních materiálů se samoladícími vlastnostmi. Viskozita těchto kyselin se mění při aplikaci elektrického pole. Typickým představitelem smart senzorů jsou piezokeramické materiály, optická vlákna a polymery.

Smart struktury často pozůstávají z tenkých komponent jako jsou nosníky, desky, skořepiny, kompozitní materiály, které mají v mezivrstvách piezokeramické listy, vodiče pamatující si tvar nebo dutiny naplněné elektroreologickou kapalinou [4].

Základní pojem o fuzzy logice

Fuzzy logika se poprvé objevila v roce 1965 v článku, jehož autorem byl profesor Lotfi A. Zadeh. Tehdy byl definován základní pojem fuzzy logiky a to fuzzy množina. Slovo fuzzy znamená neostrý, matný, mlhavý, neurčitý, vágní. Odpovídá tomu i to, čím se fuzzy teorie zabývá: snaží se pokrýt realitu v její nepřesnosti a neurčitosti.

Důležitost fuzzy logiky je potřeba pracovat s vágními daty a jednak používání přesných popisů nás vede k idealizování skutečností reálného světa a tedy k odklonu od reality.

Striktní popis vede k popisu skutečnosti pouze pomocí dvouprvkové množiny {0,1}. Pokud problém nelze jednoznačně určit, rozkládá se na menší podproblémy, ale za cenu místa a opět lze použít jen dvouprvkovou množinu. V případech, kdy je již nemožné nebo neúnosné takto problém rozdělit, dopouštíme se jisté chyby a tím je dán odklon od reality.

S tím souvisí i princip inkompability, který vyslovil v roce 1973 L. A. Zadeh: „S rostoucí složitostí systému klesá naše schopnost formulovat přesné a významné vlastnosti o jeho chování, až je dosáhnuta hranice, za kterou je přesnost a relevantnost prakticky vzájemně se vylučující jevy.“



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Fuzzy systémy v technických systémech

Fuzzy přístup bývá v technických systémech využíván zejména v aplikacích vyžadujících klasifikaci signálů s cílem vyhodnocení technického systému nebo stavu objektu resp. určení diagnózy [6, 7]. Fuzzy systémy umožňují:

- modelovat lidské usuzování, obvykle uvažování experta (expert své diagnostické zkušenosti může vyjádřit přirozeným jazykem, přičemž použitá slova jsou nositeli pojmové neurčitosti a tu lze formalizovat pomocí fuzzy přístupu),
- provádět přibližné usuzování, když není znám nebo je obtížné získat přesný model systému,
- usuzování pomocí přibližných, odhadnutých dat.

Naopak fuzzy přístup je nevhodný v případech, kdy existuje přesný model úlohy a data jsou získávána měřením a nikoliv odhadem.

Fuzzy množiny

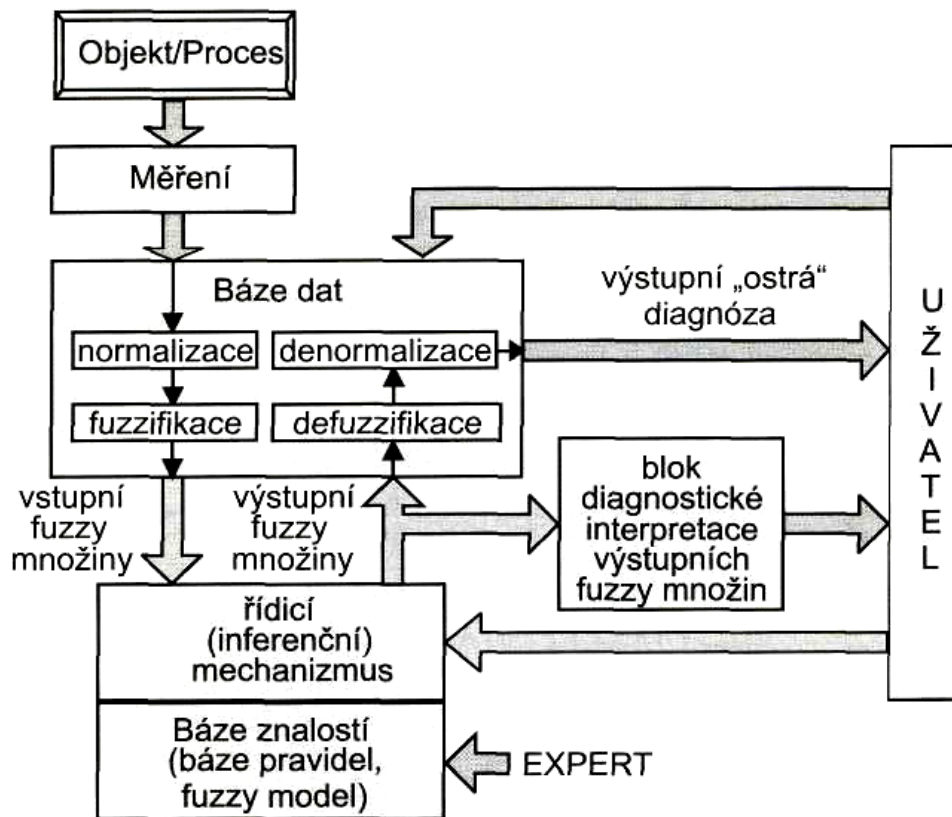
Fuzzy množina (označovaná také jako mlhavá nebo neurčitá množina) je charakteristická tím, že prvek do množiny může patřit částečně, a tedy částečně do ní nepatřit. Míru zařazení do množiny vyjadřujeme prostřednictvím míry příslušnosti (degree of membership). V klasické dvouhodnotové logice může nabývat pouze hodnot 1 (prvek do množiny patří) nebo 0 (prvek do množiny nepatří). Obdobně při použití v popisu logických výroků lze fuzzy přístup modelovat pojmy jako částečná pravda apod.

Fuzzy expertní systémy

Fuzzy expertní systémy obvykle umožňují volit dotazy a odpovědi ve formě lingvistické, fuzzy množinové nebo numerické. Výhodou lingvistické formy je, že expert využívá základní vlastnost člověka analyzovat stav objektu slovy a ne čísly.

Příklad blokového uspořádání fuzzy expertního systému je uveden na obr. 1. Z obrázku je patrná podobnost se standardním expertním systémem. Znalosti uložené v bázi znalostí jsou tvořeny souborem fuzzy pravidel včetně hodnot vah. Aktuální model bývá na rozdíl od klasického expertního systému označován jako fuzzy model.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 4 Fuzzy expertní systém

Hodnoty nezávislých proměnných bývají nejprve normalizovány, tj. transformovány do jednotného univerza např. (0,1), a pak fuzzifikovány. Při zvoleném optimálním počtu termů, tj. jazykových hodnot příslušné jazykové proměnné se míra fuzzifikace postupně zvyšuje (zvětšováním fuzzy intervalů např. rozšiřováním základny trojúhelníkové funkce příslušnosti) tak, aby se funkce příslušnosti navzájem alespoň částečně překrývaly a aby ani jeden prvek univerza nenabyl nulovou míru příslušnosti.

Je nutné si uvědomit, že vhodný počet termů je omezen vyjadřovací a rozlišovací schopností člověka. Obvykle se uvádí, že člověk rozliší maximálně 7 ± 2 termů s tím, že optimální počet je 5 ± 2 . Počet zvolených termů, tj. hodnot pro jednotlivé lingvistické fuzzy proměnné rozdělují fuzzy prostor na jednotlivé fuzzy podprostory. Báze dat je založena na definici funkcí příslušnosti fuzzy množin reprezentujících jazykové proměnné vstupních a výstupních proměnných. Vlastní inferenční proces lze obdobně jako u klasického expertního systému znázornit fuzzy inferenční sítí.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



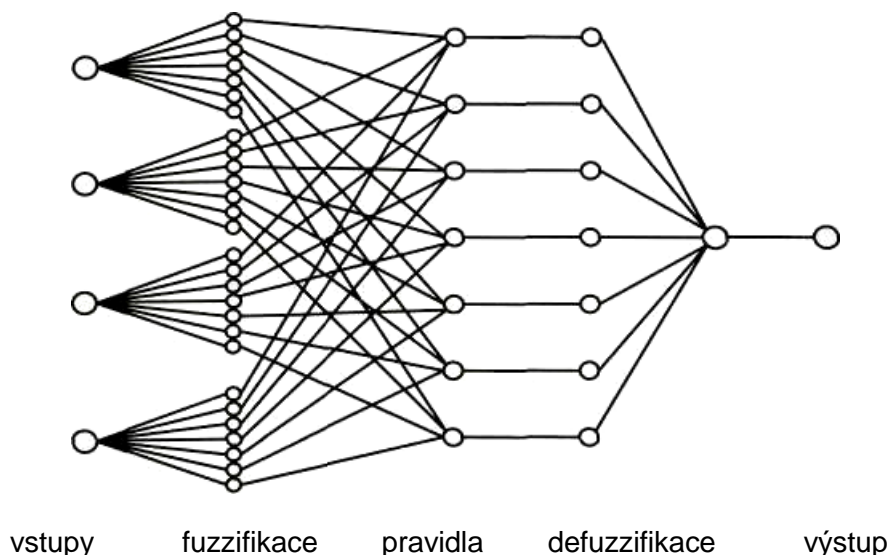
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Adaptivní neuro-fuzzy inferenční systém

Adaptivní neuro-fuzzy inferenční systém (ANFIS) umožňuje podobně jako neuronové sítě modelovat a generalizovat mapování z množiny vstupních dat (příznaků) do množiny indikátorů tříd. Vnitřní struktura systému je však odvozena od struktury obecného fuzzy inferenčního systému.

Vytvoření fuzzy systému vyžaduje určení jednotlivých pravidel a tvaru funkcí příslušnosti, které probíhá většinou empiricky, neboť cílem fuzzy přístupu je modelovat expertní uvažování a znalosti.



Obr. 5 Ukázka struktury adaptivního neuro-fuzzy inferenčního systému

S využitím trénovací multimnožiny lze však částečně nebo plně automatizovat proces vytvoření a nastavení fuzzy systému. Jeden z přístupů založený na použití algoritmů učení známých z neuronových sítí je rozšířen pod názvem ANFIS (dnes obvykle *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*, původně *Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System*).

ANFIS může používat pro optimalizaci parametrů funkcí příslušnosti hybridní učení, které kombinuje odhad parametrů metodou nejmenších čtverců v antecedentu při přímém průchodu a metodou gradientního klesání v konsekventu při průchodu zpětném (alternativou může být metoda podobná zpětnému šíření (*backpropagation*)).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.

Literatura

- [1] Häberle, H.: *Průmyslová elektronika a informační technologie*, Europa-Sobotáles, Praha, 2003, ISBN 80-86706-04-4
- [2] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [3] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [4] Schmidt, D.: *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*, Europa-Sobotáles, Praha, 2005, ISBN 80-86706-10-9
- [5] Fuzzy logika, <http://www.rydval.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2005061701>
- [6] Smart senzory, www.ksl.com
- [7] Smart sensorické systémy, www.fraunhofer.de