

# Obsah

<b>Osnova přednášek</b>	<b>1</b>
<b>1. Přehled metod odhadování</b>	<b>2</b>
1.1 Statistika - opakování	3
1.1.1 Příklady statistik	4
1.1.2 Normální rozdělení	5
1.2 Kvadraticky optimální odhady	7
1.2.1 Odhad minimalizující střední kvadratickou chybu	7
1.2.2 Lineární odhad minimalizující střední kvadratickou chybu	10
1.2.3 MS a LMS odhad pro normálně rozdělené veličiny	12
1.3 Maximálně věrohodný odhad	15
1.3.1 Základní vlastnosti ML odhadů	17
1.3.2 Porovnání ML a MS odhadů	19
1.3.3 Příklady ML odhadů	21
<b>2. Bayesovské metody</b>	<b>24</b>
2.1 Klasické a bayesovské odhady	25
2.2 Bayesovský přístup k popisu neurčitosti	26
2.3 Volba apriorní hustoty pravděpodobnosti	29
2.4 Odhad parametrů normálního rozdělení $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$	31
2.5 Postačující statistiky	35
2.6 Informativní apriorní hustota pravděpodobnosti $\sigma$	36
<b>3. Identifikace ARX modelu</b>	<b>37</b>
3.1 Model dynamického systému	38
3.2 Struktura a parametry modelu	39
3.3 Přehled používaných struktur lineárních modelů	41
3.3.1 ARX model	43
3.3.2 ARMAX model	45
3.3.3 Model s chybou výstupu	47
3.3.4 Polohové a přírůstkové modely	48
3.4 Identifikace parametrů ARX modelu	49
3.4.1 Jednorázová identifikace	49
3.4.2 Rekurzivní identifikace konstantních parametrů	52
3.4.3 Sledování časově proměnných parametrů	55
3.4.4 Problémy při sledování parametrů	62
3.4.5 Omezené zapomínání	63
3.5 Numerická implementace algoritmu nejmenších čtverců	66

3.6	Konvergence metody nejmenších čtverců . . . . .	72
3.7	Zabudování apriorní informace . . . . .	75
3.8	Adaptivní řízení . . . . .	80
3.8.1	LQ regulátor pro minimální stav . . . . .	80
3.8.2	LQ regulátor s neminimálním stavem . . . . .	81
<b>4.</b>	<b>Kalmanův filtr</b>	<b>83</b>
4.1	Lineární stochastický systém . . . . .	84
4.2	Kalmanův filtr . . . . .	86
4.2.1	Stochastické vlastnosti Kalmanova filtru . . . . .	91
4.2.2	Kalmanův filtr pro barevný šum . . . . .	93
4.2.3	Rozšířený Kalmanův filtr . . . . .	95
4.3	Vyrovnávání (smoothing) . . . . .	99
4.4	Současné odhadování stavu a parametrů pro ARMAX model . . . . .	102
<b>5.</b>	<b>Vícenásobné modely</b>	<b>111</b>
5.1	Vícenásobné modely vývoje stavu nebo měření . . . . .	112
5.2	Paralelní modely vývoje stavu . . . . .	113
5.3	Alternativní modely . . . . .	114
5.4	Interagující modely . . . . .	116
<b>6.</b>	<b>Numerická implementace bayesovských metod</b>	<b>118</b>
6.1	Problému optimálního rozhodování . . . . .	119
6.2	Neparametrický odhad hustoty pravděpodobnosti (vizualizace) . . . . .	120
6.2.1	Empirická hustota pravděpodobnosti . . . . .	120
6.2.2	Histogram . . . . .	120
6.2.3	Jádrový odhad . . . . .	121
6.3	Generování náhodných čísel . . . . .	122
6.3.1	Rovnoměrné rozdělení . . . . .	122
6.3.2	Normální rozdělení $\mathcal{N}(0, 1)$ . . . . .	122
6.3.3	Obecné rozdělení . . . . .	123
6.3.4	Metody převzorkování . . . . .	124
6.4	Numerická integrace . . . . .	125
6.4.1	Kvadrurní vzorce . . . . .	125
6.4.2	Integrace metodou Monte Carlo – přímé vzorkování (perfect MC sampling) . . . . .	125
6.4.3	Nepřímé vzorkování – vážená metoda Monte Carlo (importance sampling) . . . . .	127
6.5	Rekurzivní algoritmy . . . . .	129
6.5.1	Použití zamítací metody pro datový krok algoritmu odhadování . . . . .	129

6.5.2	Metoda váženého bootstrapu (weighted bootstrap algorithm) . . . .	130
6.5.3	Implementace Kalmanova filtru metodou váženého bootstrapu . . .	131
6.6	Implementace Kalmanova filtru – shrnutí . . . . .	133
6.6.1	Bayesovský popis . . . . .	133
6.6.2	Reprezentace p.h.p. pomocí vzorku . . . . .	134
6.7	Metody MCMC (Markov Chain Monte Carlo) . . . . .	137
6.7.1	Metropolisův algoritmus . . . . .	137
6.7.2	Gibbsův vzorkovač . . . . .	138

Poznámka: v obsahu jsou uvedeny čísla slidů, nikoli čísla stránek.