

Půlsemestrální zkouška ZRE - 11. 3. 2024

Login: Příjmení a jméno: Podpis:

Příklad 1 Vypočtete bitovou rychlost fonetické formy řeči, předpokládejte, že fonémy jsou ekvivalentní písmenům anglické abecedy (je jich tedy 26), jejich pravděpodobnosti jsou stejné: $\frac{1}{26}$ a mluvní vysloví průměrně 10 fonémů za sekundu. Pomůcka: $\frac{1}{26} = 0.038$, $\log_2 \frac{1}{26} = -4.7$.

Příklad 2 Ukažte, že diskretní Fourierova transformace (DFT) se dá získat navzorkováním Fourierovy transformace s diskretním časem $\tilde{X}(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-j\omega n}$.

Příklad 3 Je dán číslicový filtr 4. řádu s přenosovou funkcí $H(z) = \frac{1+b_1z^{-1}+b_2z^{-2}+b_3z^{-3}+b_4z^{-4}}{1+a_1z^{-1}+a_2z^{-2}+a_3z^{-3}+a_4z^{-4}}$. Pro jeho implementaci máte k dispozici jen bloky 2. řádu, které můžete řetězit za sebou. Jeden blok 2. řádu má přenosovou funkci $H_k(z) = \frac{1+b_{k1}z^{-1}+b_{k2}z^{-2}}{1+a_{k1}z^{-1}+a_{k2}z^{-2}}$. Kolik takových bloků budete potřebovat a jak určíte jejich koeficienty a_{ki} , b_{ki} ? Není potřeba psát veškerou matematiku, stačí základní myšlenka.

Příklad 4 On-line odhad střední hodnoty se dá realizovat jako $\bar{x}[n] = \gamma\bar{x}[n-1] + (1-\gamma)x[n]$, kde $x[n]$ je vstupní signál a $\gamma \rightarrow 1$. Nakreslete tento odhad jako IIR filtr a určete jeho impulsní odezvu.

Příklad 5 Řečový signál má vzorkovací frekvenci $F_s = 8000$ Hz. Je rozdělen na rámce s délkou 200 vzorků s překrytím 120 vzorků. Jaké je trvání signálu v sekundách?

Příklad 6 Ve vektoru $\mathbf{x}$ o délce $N = 200$ jsou vzorky jednoho rámce řečového signálu. Napište kód v Python/Numpy nebo pseudokód pro výpočet cepstrálních koeficientů $c_1 \dots c_{10}$. Pro odhad spektrální hustoty výkonu signálu použijte FFT.

Příklad 7 Proč můžeme tvrdit, že výpočet Mel-cepstra se přibližuje lidskému slyšení?

Příklad 8 Napište vztah pro výpočet energie E signálu chyby lineární predikce $e[n]$ z řečového signálu $x[n]$ a z koeficientů prediktoru $a_1 \dots a_P$. Pak proveďte parciální derivaci $\frac{\partial E}{\partial a_4}$ a zapište výslednou rovnici (4. rovnice ze soustavy rovnic vedoucí k výpočtu koeficientů prediktoru $a_1 \dots a_P$.)

Příklad 9 Je dán rámec “řečového signálu” o délce $N = 200$ vzorků, ve kterém jsou všechny vzorky stejné: $x[n] = 1$. Vypočítejte autokorelační koeficienty $R[0], R[1]$ a z nich koeficient prediktoru 1. řádu a_1 . Zkontrolujte pomocí intuice “jak má vypadat prediktor signálu, který je pořád stejný?”

Příklad 10 Jaký problém může nastat při kvantování koeficientů LPC filtru a_i ?