

Házi feladat az ultrahangos tolatóradar vizsgálata témalabor-foglalkozáshoz

Fiala Péter

2019. december 6.

A kidolgozandó feladat síklapba ágyazott rezgő forrás iránykarakterisztikájának számítása a Rayleigh-integrál numerikus kiértékelésével. A Rayleigh-integrál alakja

$$p(\mathbf{y}) = \frac{-j\omega\rho}{2\pi} \int v(\mathbf{x}) \frac{e^{-jk r}}{r} dS(\mathbf{x}), \quad r = |\mathbf{y} - \mathbf{x}|, \quad (1)$$

ahol \mathbf{x} a síklap egy pontja, \mathbf{y} a háromdimenziós tér egy pontja, $v(\mathbf{x})$ a síklap normális irányú sebessége, $p(\mathbf{y})$ a lesugárzott hangnyomás, ρ a levegő sűrűsége, $k = \omega/c = 2\pi f/c$ az akusztikai hullámszám, f a sugárzás frekvenciája, c pedig a hangsebesség.

A Rayleigh-integrál numerikus kiértékelése során a síklapot egy véges kiterjedésű téglalappal közelítjük, melyen d szélességű négyzet-elemeket veszünk föl. Ezeknek ismerjük középpontját, illetve $dS = d^2$ területét, és feltételezzük, hogy a $v(\mathbf{x})$ sebesség minden négyzet fölött konstans. A Rayleigh-integrál diszkrétizált formája ezután

$$p(\mathbf{y}) = \frac{-j\omega\rho d^2}{2\pi} \sum_i v_i \frac{e^{-jkr_i(\mathbf{y})}}{r_i(\mathbf{y})}, \quad r_i(\mathbf{y}) = |\mathbf{y} - \mathbf{x}_i|. \quad (2)$$

Ez a szumma egyszerű számítógépes programmal kiértékelhető.

A mellékelt Matlab szkript a fenti szummát számítja négyzet alakú síklap középpontja körül elhelyezett két félkör \mathbf{y} pontjaira, így alkalmas a síklapon felvett sebességeloszlások iránykarakterisztikáinak vizsgálatára.

Feladatok:

1. Vizsgáld meg az iránykarakterisztikák frekvenciafüggését. Növeld a frekvenciát, és figyelj meg az iránykarakterisztika főnyílájának változását!
2. Vizsgáld meg az iránykarakterisztika gerjesztésalak-függését! Módosítsd a körmenti konstans gerjesztést úgy, hogy az ellipszis alak fölött vegyen fel konstans értéket. Hogyan változik a vízszintes és függőleges iránykarakterisztika?