

a
Nagyjéleli

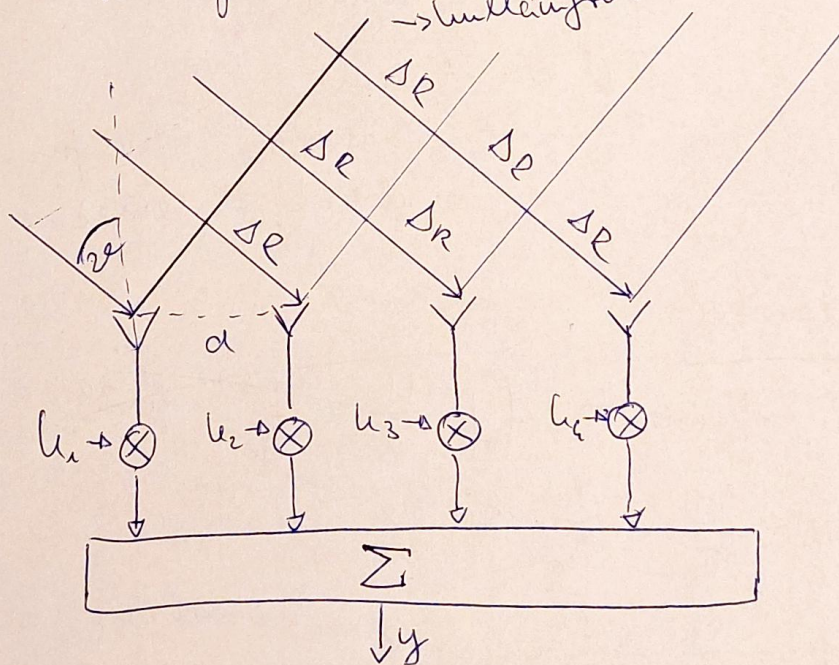
9.

Elektronikus yalébfornálási antenna (DBF)
alappai

A modellről:

- elvidisztálás antennáson
 - = lineáris elvidisztálás elhelyezkedés
 - N db elem
 - azonos irányjelenerősítőkészletű és orientációjú elemi antennák

• beeső jel = síkhullám
→ hullámfront



a: antennák távolsága

ΔR : egyikvel több utat tesz meg a jel szomszédos antennákkal

$$\Delta R = d \cdot \sin \vartheta$$

$$\Delta \phi = \Delta R \cdot \beta_0 = d \cdot \sin \vartheta \cdot \beta_0 = d \cdot \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot \sin \vartheta$$

↳ enyi fáziseltéréssel érzék a jel egy
szomszédos (jobbna k'or) antennához

$$\Delta \phi_2 = \beta \cdot \Delta \phi = \beta \cdot 2\pi \cdot \frac{d}{\lambda_0} \cdot \sin \vartheta$$

$$\Rightarrow \mathbf{z}^T = \mathbf{s}^T(\vartheta) = \left[1 \quad e^{-j\Delta\phi} \quad e^{-2j\Delta\phi} \quad \dots \quad e^{-j(N-1)\Delta\phi} \right]$$

↑
beeső jel vektora

• 1. antenna = Referencia!

• fontos: $\Delta\phi$ szerint lineáris, de

ϑ szerint nem

→ szög tartomány sávkörűre
dolgoz történelem

Térbeli mintavétel:

- térbeli frekvencia: ~~$f_d = \frac{u}{d} = \frac{1}{\lambda_0} \cdot \sin \vartheta$~~

$$u = \frac{\Delta\phi}{2\pi} = \frac{d}{\lambda_0} \cdot \sin \vartheta$$

$$f_d = \frac{u}{d} = \frac{1}{\lambda_0} \cdot \sin \vartheta \quad \text{„méterenként hány mintát veszünk a jelből?”}$$

ϑ : ninc'leges iránytól való eltérés!

Mintavételi tétel:

legyen $z = \frac{\bar{u}}{2} \rightarrow$ maximális frekvencia amitt
névelhetünk
 \rightarrow ha erre jó, mindig jó

$$\int ds \geq z \int d = \frac{2}{\lambda_0}$$

$$\boxed{ds = \frac{1}{ds} \leq \frac{\lambda_0}{2}}$$

↑
mintavételi
felbontás

Autómagrendszer, mint térbeli FIR csúró:

$$y = z^T \cdot u = u^T \cdot z = \sum_{i=1}^N h_i z_i$$

$$s^T(z) = \left[1 \quad e^{-j\Delta\phi} \quad e^{-2j\Delta\phi} \quad \dots \quad e^{-j(N-1)\Delta\phi} \right]$$

- becsü sűrű hullám esetén

$$F(z) = y(z) = \sum_{i=1}^N h_i \cdot s_i(z)$$

$$\Rightarrow \left[F(z) = \sum_{i=1}^N h_i \cdot e^{-j(i-1)\Delta\phi} = \sum_{i=0}^{N-1} h_{i+1} \cdot e^{-j \cdot i \cdot \Delta\phi} \right]$$

$$\boxed{F(z) = \mathcal{F}\{h\}}$$

Párelőállítás:

$\Gamma(\theta)$ max. Θ_0 irányban, ha

$$\mathbf{r}^T = [e^{j0\Delta\psi} \quad e^{j\Delta\psi} \quad \dots \quad e^{j(N-1)\Delta\psi}]$$

- a későbbi antennák jeleit szellettjük
onyira, hogy kompenzáljuk a
fáziseltérést

$$\Delta\psi = d \cdot \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot \sin \Theta_0$$

\mathbf{r}^T : „fázisvektor”

- az eredeti \mathbf{u}^T vektort praktikus bontani

→ amplitúdó és fázis

↓
beállításra
fázist lehet
vele beállítani

↓
irányt lehet vele beállítani
 \mathbf{r}^T

Multi-beam: Ugyanazon antennarendszer egyszerre több
irányt is vizsgálhat, mert az csak a
jelkezelésben különbözik.

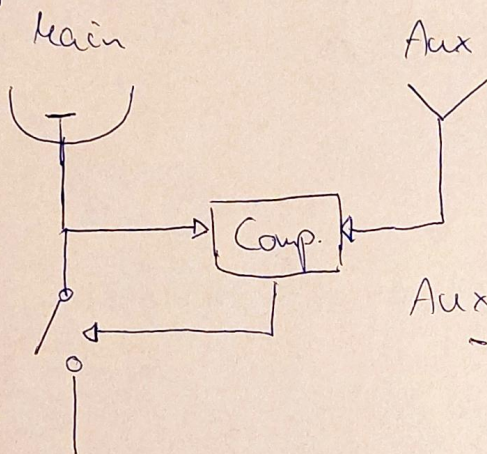
10

Wagypireli

10.

Interferencia sínes (SLC) DBF alkalmazásával
(MSINR)

Impulzus zavarok ellen: Sidelobe Blanking



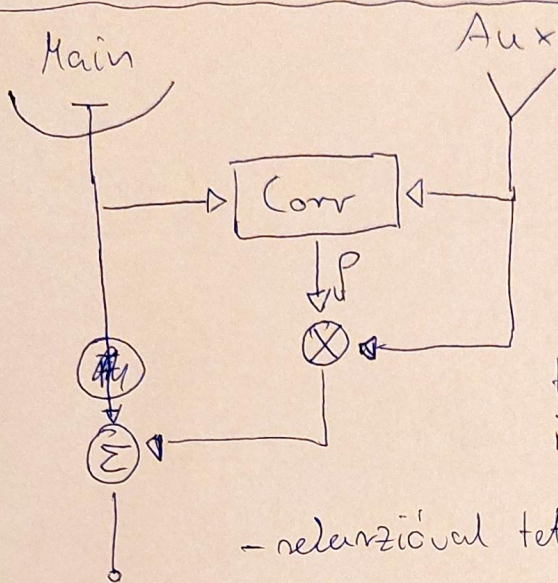
Aux:

- erősítő, minden irányból azonosan vesz
- gain-je kisebb a főyaleb-
nál, de nagyobb a mellé-
yalebál

=> amikor Aux nagyobb jelet vesz mint a fő
antenna, az melléyalebi zavar
-> kikapcsolja a vételt

~~COV zavarok ellen: Sidelobe Cancellation~~

CW zavarok ellen: Side-lobe Cancellation



- az Aux antenna jelét
 ellenjéves pont olyan
 fázisban összegezi a főan-
 tennával, hogy kioltsa az
 interferenciát

- relatívíval tetszőleges számú mellhely
 illeszthető be

MSINR: Maximum Signal to Interference-plus-Noise Ratio

- kérdés: hogyan $\max \left\{ \frac{S}{I+N} \right\}$, $h_{opt} = ?$

$$\bar{z} = \bar{s} + \bar{u} \rightarrow \text{zaj}$$

↓
hasznos jel

$$\text{érintet: } y = \sum_{i=1}^N h_i z_i = \bar{h}^T \bar{z} = \bar{z}^T \cdot \bar{h}$$

$$\text{hasznos telj: } P_s = S = |y_s|^2 = |\bar{h}^T \cdot \bar{s}|^2$$

$$\text{zaj + interferencia telj: } P_u = N + I = \mathcal{E}\{|y_u|^2\} =$$

$$\mathcal{E}\{|\bar{h}^T \cdot \bar{u}|^2\} = \mathcal{E}\{(\bar{h}^T \cdot \bar{u})(\bar{h}^T \cdot \bar{u})^*\} = \mathcal{E}\{$$

$$\mathcal{E}\{(\bar{h}^T \cdot \bar{u})(\bar{u}^T \cdot \bar{h})\} \quad \text{⊖}$$

2. |

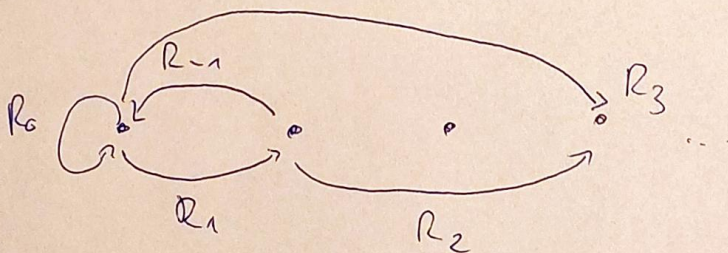
$$\textcircled{=} \mathcal{M} \{ \bar{u}^T \cdot \bar{u} \cdot \bar{u}^H \cdot \bar{h}^* \} =$$

$$= \boxed{\bar{u}^T \mathcal{M} \{ \bar{u} \bar{u}^H \} \bar{u}^* = N + I}$$

$\mathcal{M} \{ \bar{u} \bar{u}^H \} = \underline{\underline{R}}$: autokorrelációs mátrix

$$\mathcal{M} \left\{ \begin{array}{cccc} u_1 u_1^* & r_{12} & \dots & r_{1N} \\ u_2 u_1^* & & \dots & \\ \vdots & & \dots & \\ r_{N1} & & & u_N u_N^* \end{array} \right\} = R = \begin{bmatrix} R_0 & R_1 & \dots & R_{N-1} \\ R_1 & R_0 & R_1 & \dots & R_{N-2} \\ \vdots & & \dots & & \\ R_{-(N-1)} & \dots & & & R_0 \end{bmatrix}$$

R jelentése: az egyes antennák zajai ill. interferenciái közötti korrelációt mutatja



Ezzel a jelöléssel:

$$\boxed{P_n = N + I = \bar{h}^T \cdot \bar{R}_n \cdot \bar{h}^*}$$

$$\text{Max} \left\{ \frac{S}{N+I} \right\} = \text{Max} \left\{ \frac{|\bar{u}_T \bar{s}|^2}{\bar{u}^T \bar{R}_u \bar{u}} \right\}$$

levezetés részüül: $\bar{u}_{\text{opt}} = \mu \cdot \bar{R}_u^{-1} \cdot \bar{s}^*$

$$\left. \frac{S}{I+N} \right|_{\text{max}} = \bar{s}^H \bar{R}_u^{-1} \cdot \bar{s}$$

- "automatikus" működés, de a vett jelet ismerünk kell (\bar{s}^* vektor benne van \bar{u}_{opt} -ban)

- N db antenna \Rightarrow max. N-1 db null hely a karakterisztikában

Nagyfalu

11.

Iránymérés DBF alkalmazásával (Fourier, Capon)

$S(z)$: PAD (Power Angular Density)

- antenna által vett teljesítmény a szög függvényében
- ↑
előlag!

Bartlett/ Fourier módszer:

- a foyalákkal letapogattjuk a vizsgálandó szögterületet, közben regisztráljuk a vett átlagteljesítményt

Jegyzékvektor:

$$\bar{r}^T = [e^{j0\Delta\gamma} \quad e^{j1\Delta\gamma} \quad \dots \quad e^{j(N-1)\Delta\gamma}]$$

$$\Delta\gamma = d \cdot \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot \Theta_0 \quad \Theta_0: \text{foyaláb iránya}$$

$$\boxed{u(z) = r(z) = s^*(z)}$$

$S^T(z)$: adott irányból beérő sírhullám által keltett vételi vektor

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{kimenet: } y(z) &= z^T \cdot u = u^T \cdot z = \underbrace{z^T \cdot s^*(z)} \\ &= \underbrace{S^H(z)} \cdot z \end{aligned}$$

volt átlagteljesítmény:

$$S(z\omega) = \mathcal{M}\{|y(z\omega)|^2\} = \mathcal{M}\{(s^H(z\omega) \cdot z)(z^T \cdot s^H(z\omega))^*\}$$

$$= \mathcal{M}\{s^H(z\omega) \cdot z \cdot z^H \cdot s(z\omega)\} = s^H(z\omega) \cdot \mathcal{M}\{z z^H\} \cdot s(z\omega)$$

4

$$\Rightarrow \boxed{S(z\omega) = s^H(z\omega) \cdot R_z \cdot s(z\omega)}$$

matrix szorzást kifejtve:

$$S(z\omega) = \sum_{i=-(N-1)}^{N-1} q_i R_i \cdot e^{-j \cdot i \cdot \Delta\phi}$$

$$\text{ahol } q_i = \begin{cases} N-|i|, & |i| < N \\ 0, & i \geq N \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boxed{S(z\omega) = \bar{\sigma} \{ \bar{R}_z \}}$$

analógia: ~~az~~ PSD is az autokorreláció's fu. Fourier transzformáltja volt

- tulajdonságok:

- főnyelábról belül összemósódnak a bejövő jelek
- melléjelelábólon keresztül is szivároghat be teljesítmény

- lehetne abszolút függetlennek, de az még a főnyelábról szelvéti

\Rightarrow kis dínancia, gyenge felbontás

2.

CAPON irányítás:

Rayleigh - limit:

$$J_{\varphi} = \phi_{3dB} \approx \frac{\lambda_0}{L_x}$$

↳ szögfelbontás (Bartlett)

- a vizsgálandó tartományon minden szögre elvégzi az MSINR adaptációt

→ „minimum variancia módszer”

- az MSINR-hez „jeltőló jellet” használ

- azaz mi mondjuk neki hogy melyik irányra optimalizáljon (alapsól ez is a módszerből jönne ki)

$$\text{MSINR: } k_{\text{opt}} = \mu \cdot R_u^{-1} \cdot s^*$$

$$\frac{S}{I+N} \Big|_{\text{max}} = S^H \cdot R_u^{-1} \cdot S \quad \&$$

$$S \stackrel{!}{=} 1 \text{ (jeltőló jel)}$$

$$\rightarrow \frac{S}{I+N} \Big|_{\text{max}} - \frac{1}{I+N} \Big|_{\text{max}} = S^H \cdot R_u^{-1} \cdot S$$

$$\text{névt teljesítmény: } S(z) = I(z) + N(z)$$

• „minden interferencia”

• MSINR szempontból a névt zajra vagyunk most kíváncsiak

$$\Rightarrow S(z) = \frac{1}{S^H(z) \cdot R_u^{-1} \cdot S(z)}$$

Adaptív!

- tulajdonságok (fejöl):
 - jóval jobb irányélesség és dinamika
 - amplitúdókat helyesen mér!

MEM: (de még nem kell a tételbe)

- még nagyobb dinamika
de nem mér helyesen jeleroösséget

MRA: kevesebb antennával töltjük ki a korrelációs
mátrixot