

Pingponglabda megfigyelése akusztikus jelek alapján

Msc önálló labor II. BME MIT

Frenyó Péter

konzulens: Orosz György

2013. december 12.

Feladat:

A pingpong mint játék akusztikus megfigyelése:

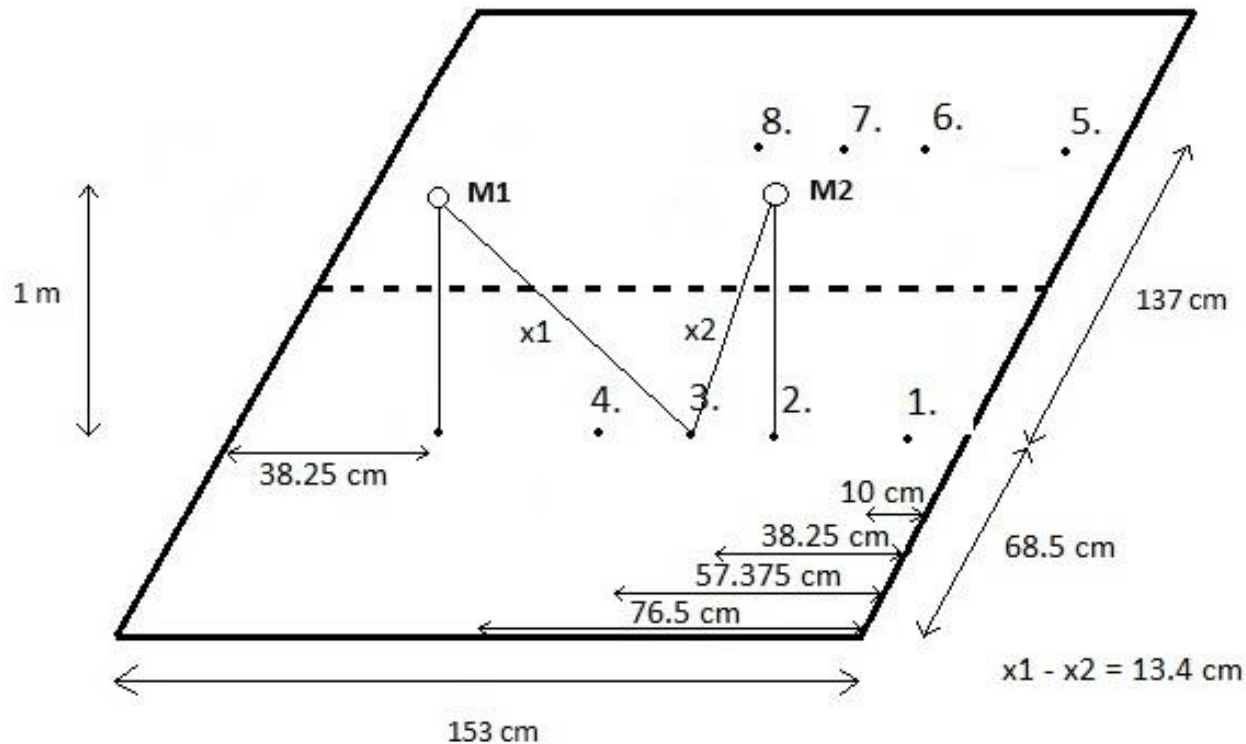
- A labdapattanás pozíciójának meghatározása
- A legjobb mérési elrendezés kialakítása
- Mérési módszer tesztelése

A lokalizáció

- Széles körben felmerülő feladat
 - Radar – meteorológia, haditechnika, közlekedés, térképészet, navigáció
- Milyen jelek alapján lehetséges a lokalizáció:
 - Rádió
 - Optikai (triggerelés nehézsége, lassú v. drága)
 - Hang (a jelet az esemény generálja)

A hanganyag gyűjtése:

- 2 szinkron mikrofon
- Fix elrendezés (ismert mikrofonpozíciók és a pattintás helye)
- A futási idő különbségeit számoljuk (hiperbola)



Mérési elrendezés:



Jelfeldozási feladatok

- A labdapattanás érzékelése
 - 10 pattintás, véges hosszú ablak
 - A labdapattanás detektálásához az eseményt a jel maximumával jellemeztük
- Jel-zaj viszony javítása
 - Szűrés (nagy frekvencia)
- Korrelációs számítás
 - Eltolt időfüggvények szorzatainak integrálja
 - Mennyire hasonlók a jelek bizonyos eltolás mellett
 - Csúcs -> annyival vannak időben eltolva

Beamforming

- A síkhullámmal modellezett hang irányától függően az a két mikrofonba különböző késleltetéssel jut el
- Feltételezzük, hogy az összeg akkor a legnagyobb, ha a késleltetés mínusz egyszeresével toljuk el a jelet, tehát a késleltetést kompenzálva azonos fázisban adtuk össze. Az eltolást frekvenciatartományban végezzük
- Adott felbontással minden irányban meghatározzuk az eltolt jelek összegének teljesítményét
- Így egy iránykarakterisztikát kapunk, ennek a maximuma a kérdéses szög

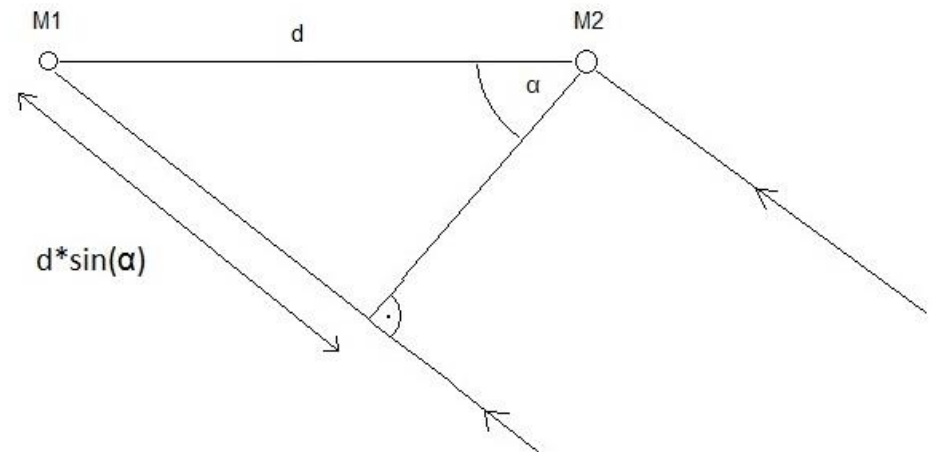
$$X_1(t) = x(t)$$

$$X_2(t) = A * e^{j\omega t} * e^{-j\omega T}$$

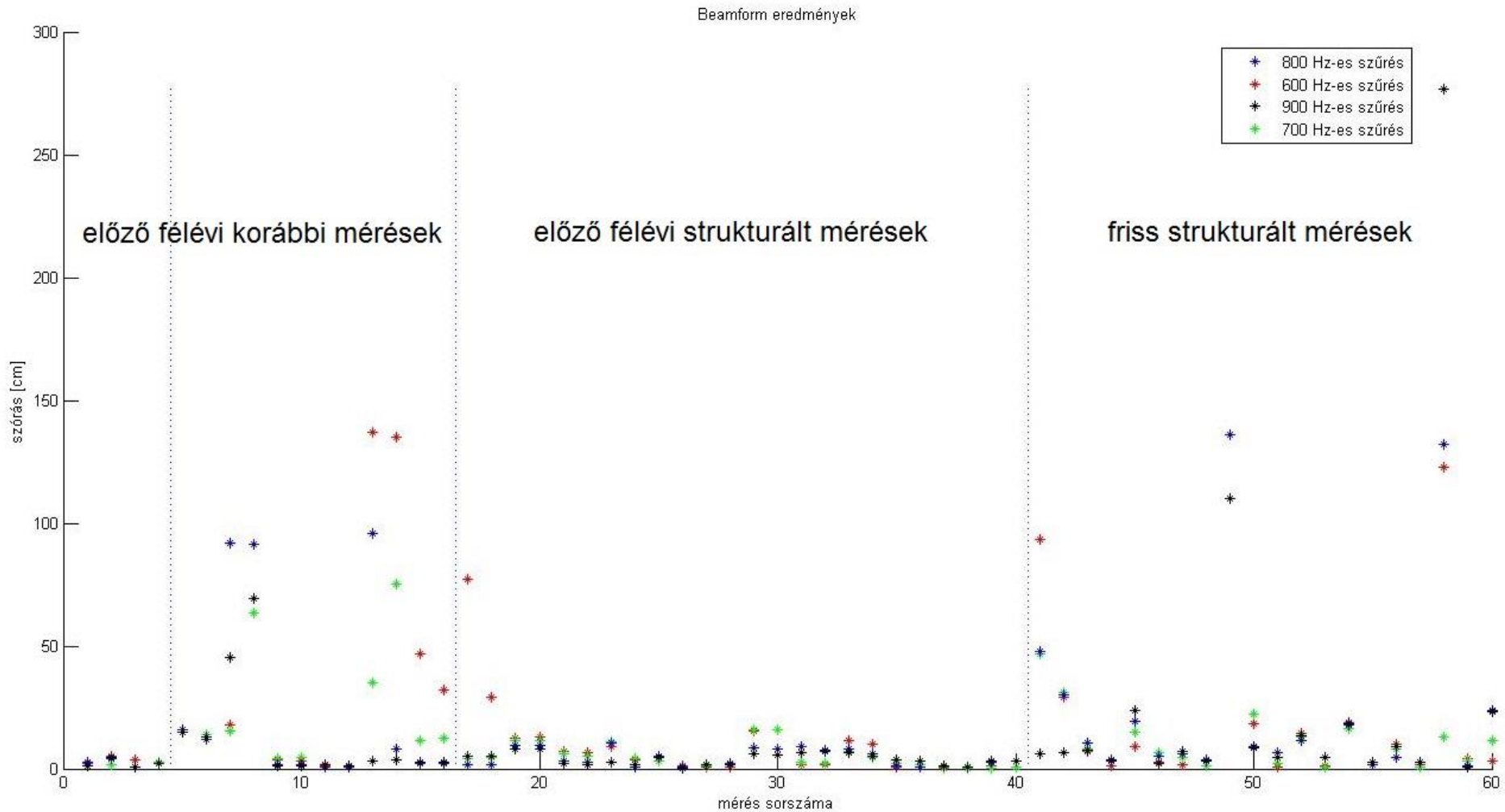
$$X_2(t) = A * e^{j\omega t} * e^{-j\omega d * \sin(\alpha) / c}$$

$$P = \text{abs}(X_1(t) + X_2(t))$$

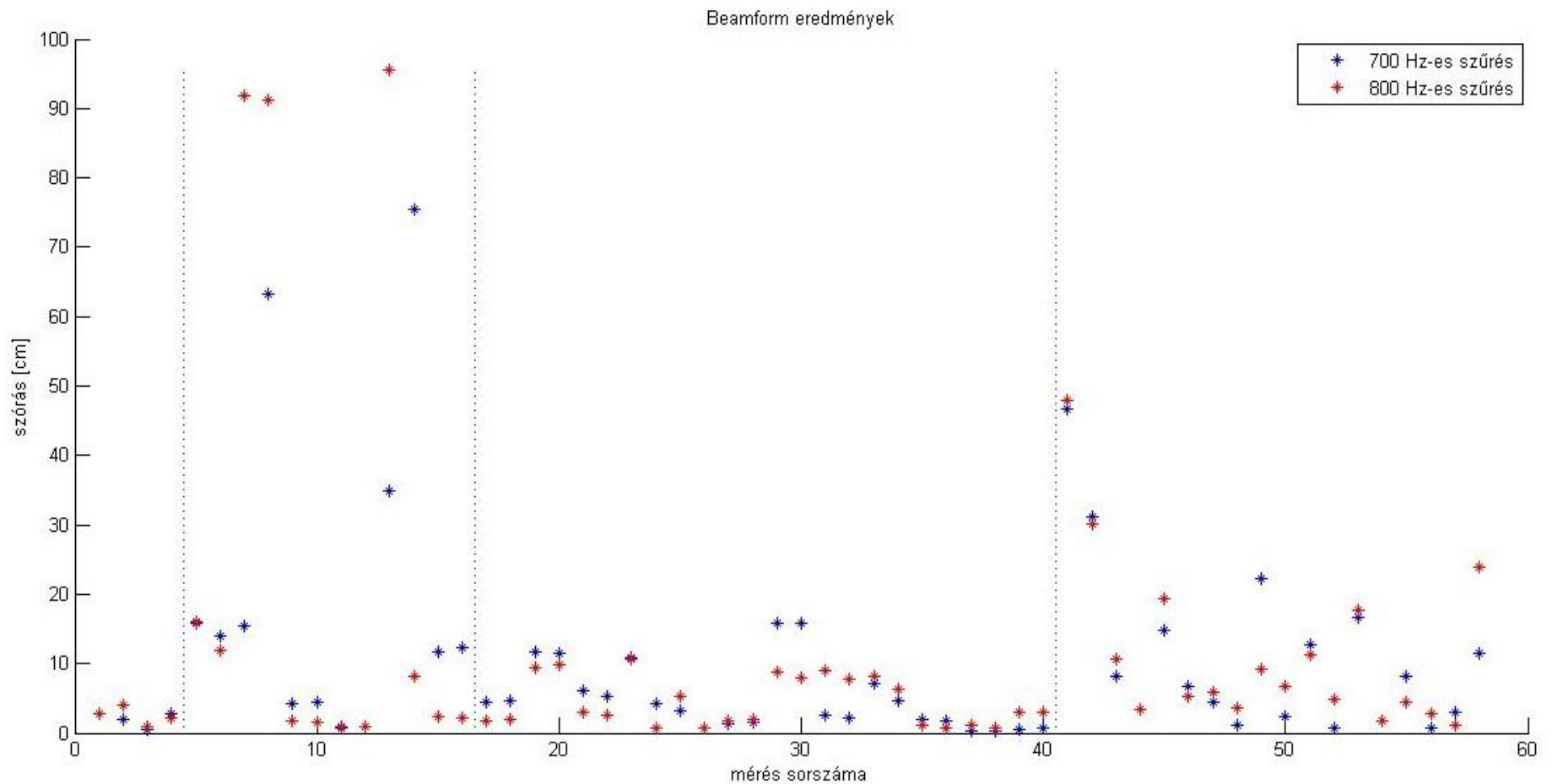
$$P_{\text{dir}} = \text{sqrt}(\text{sum}(P.^2))$$



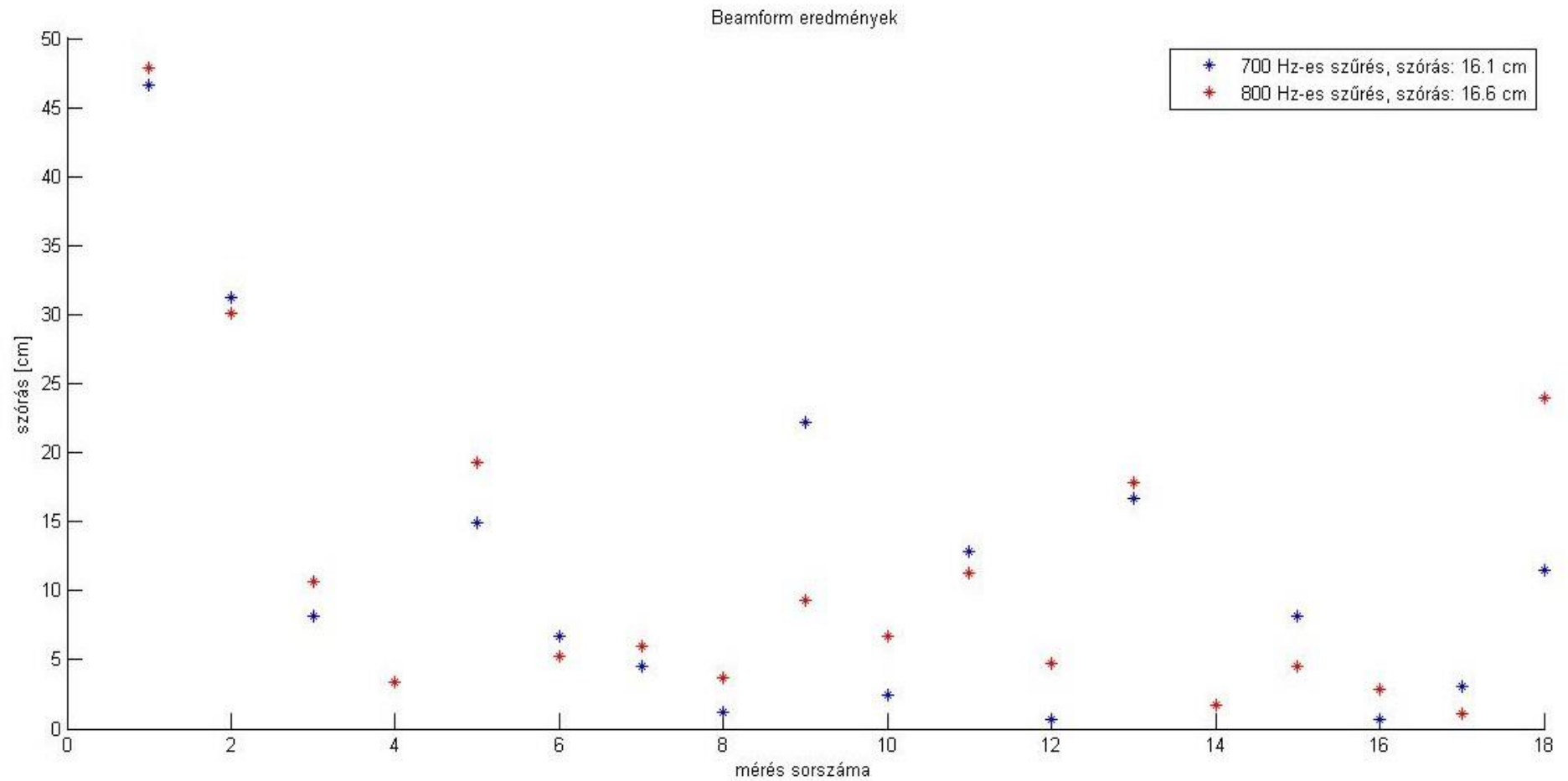
Aluláteresztő szűrések összehasonlítása



Szűrések összehasonlítása



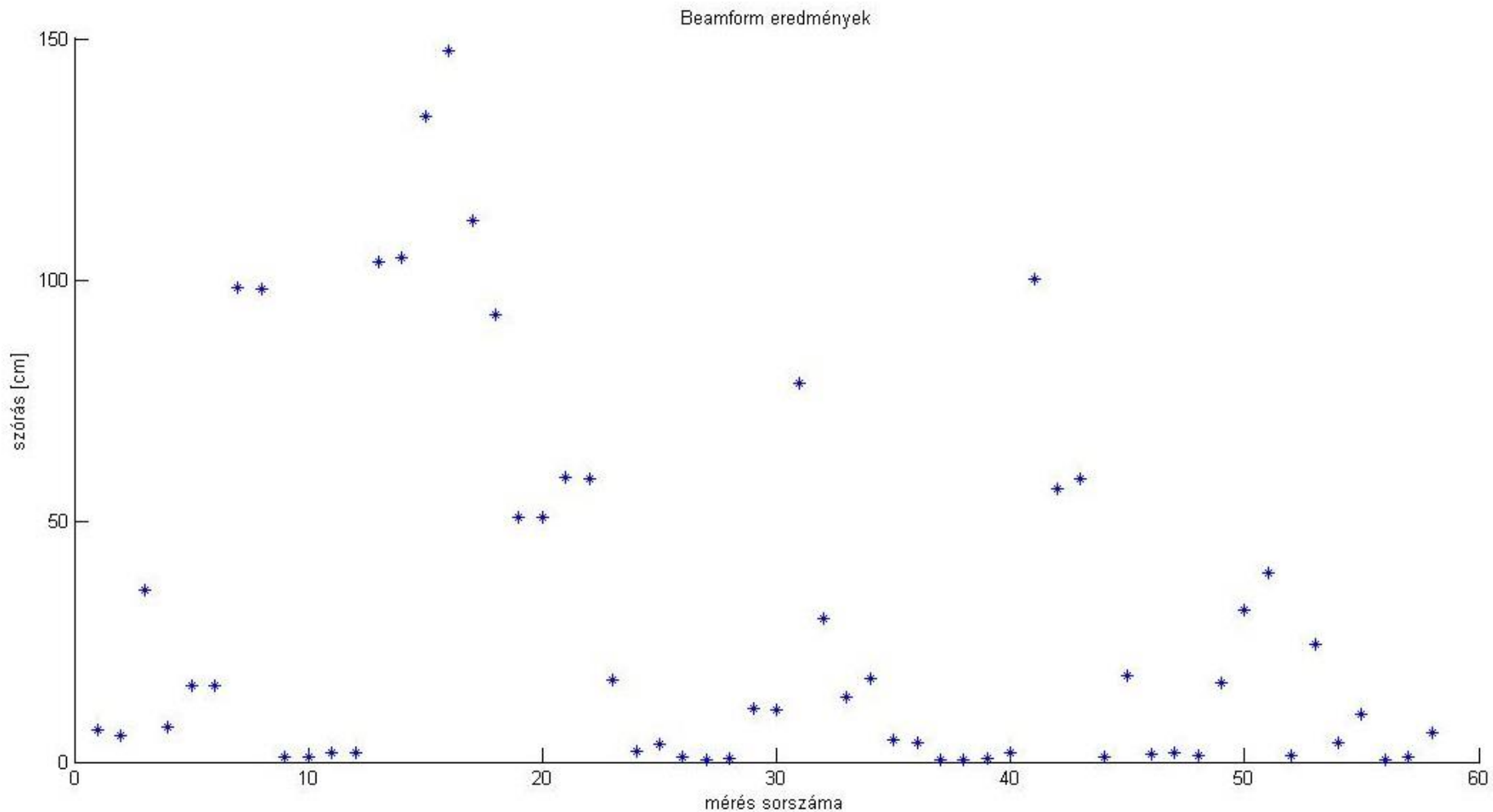
Szűrések összehasonlítása-idei mérések



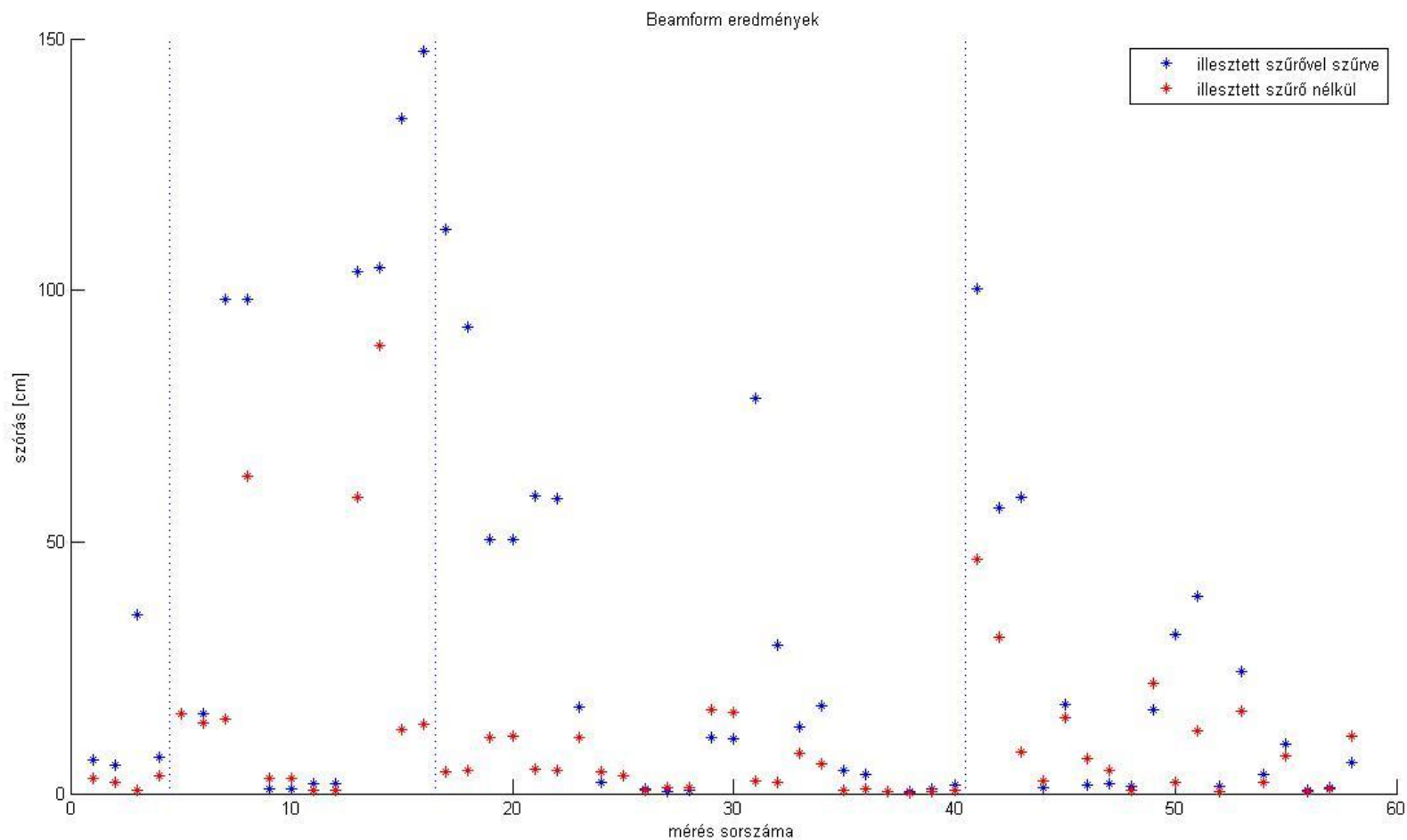
Illesztett szűrő

- Külső zajok hatását csökkenti
- A frekvenciamenete illeszkedik a jel spektrumához
- Optimális jel-zaj viszonyt alakít ki
- Sok mérés \rightarrow fft átlag \rightarrow ifft \rightarrow impulzusválasz

Beamforming illesztett szűrővel



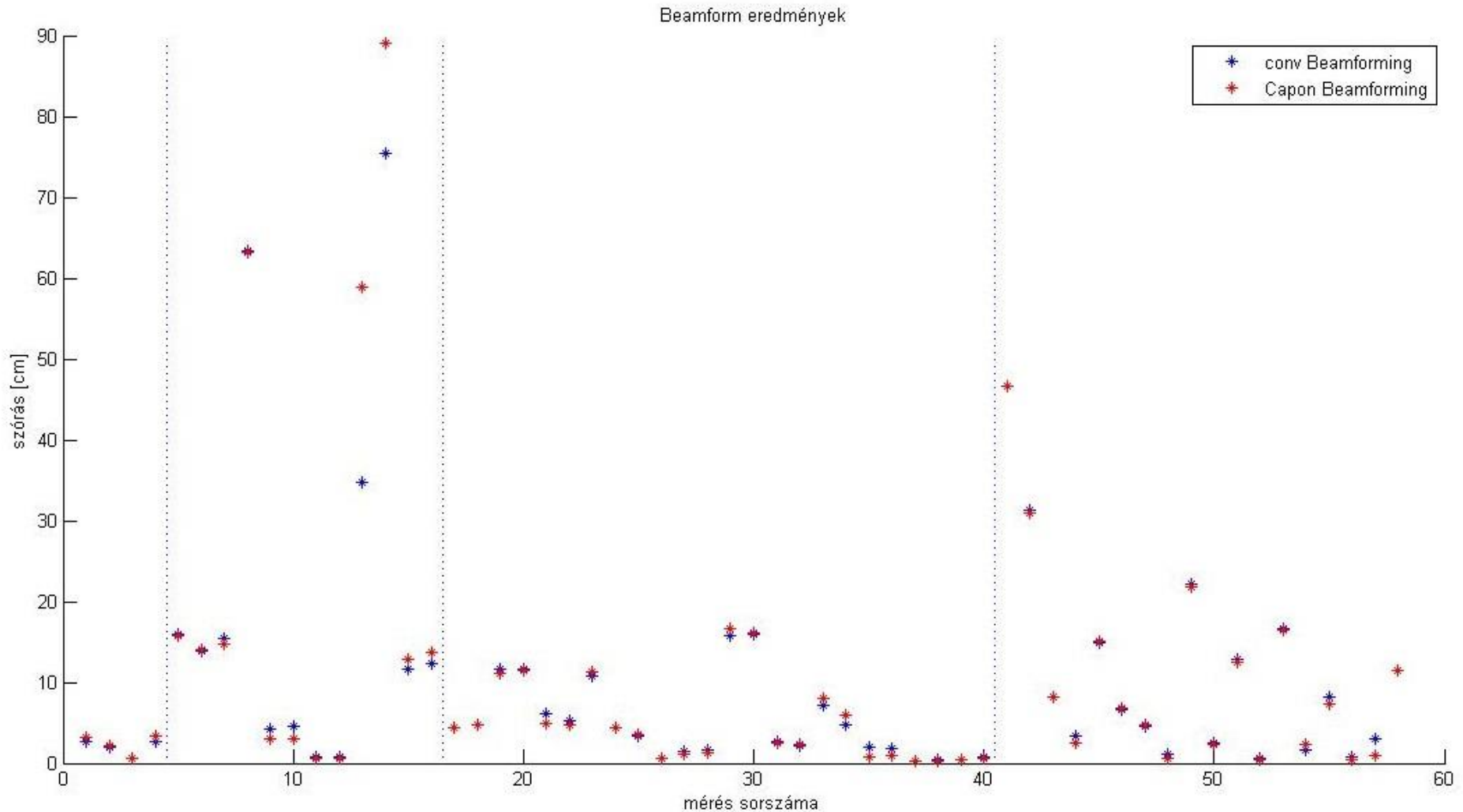
Beamforming illesztett szűrővel



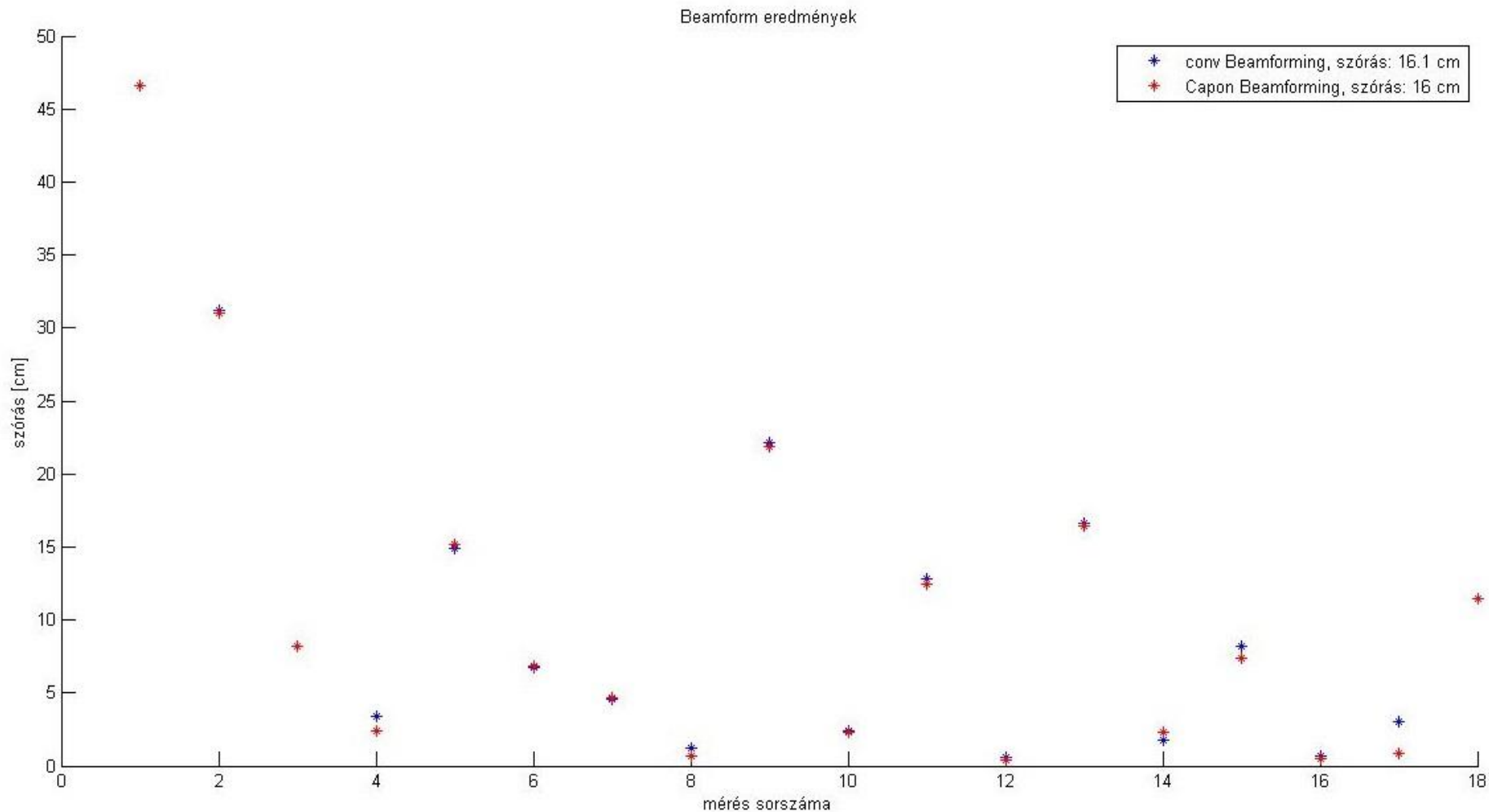
Capon beamforming

- Az autokorrelációs mátrix felhasználása
- A mikrofonok súlyozása olyan, hogy egységnyi az erősítés a vizsgált irányban
- Minimalizálja a zajteljesítményt

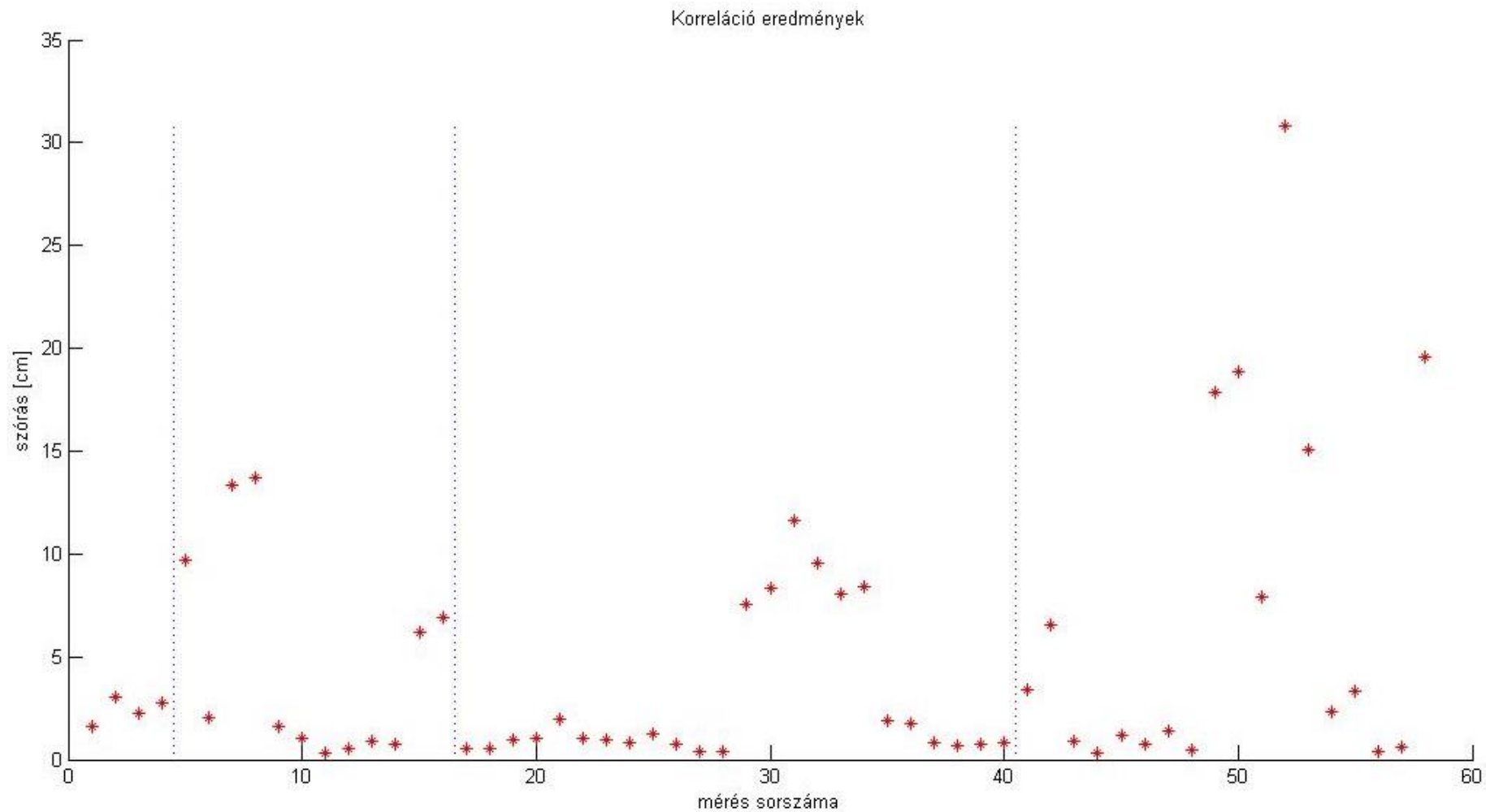
Hagyományos – Capon beamforming



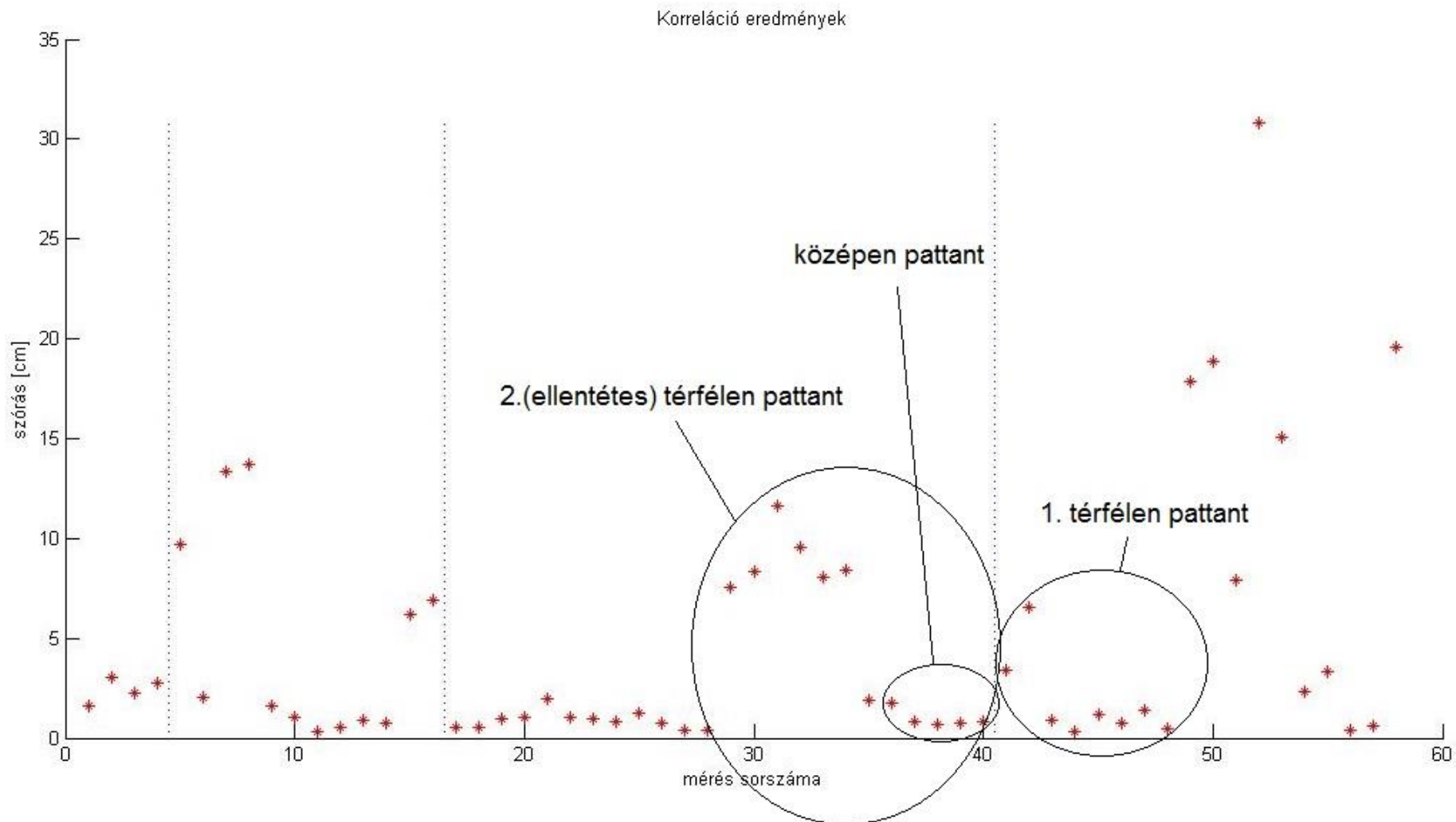
Hagyományos – Capon beamforming



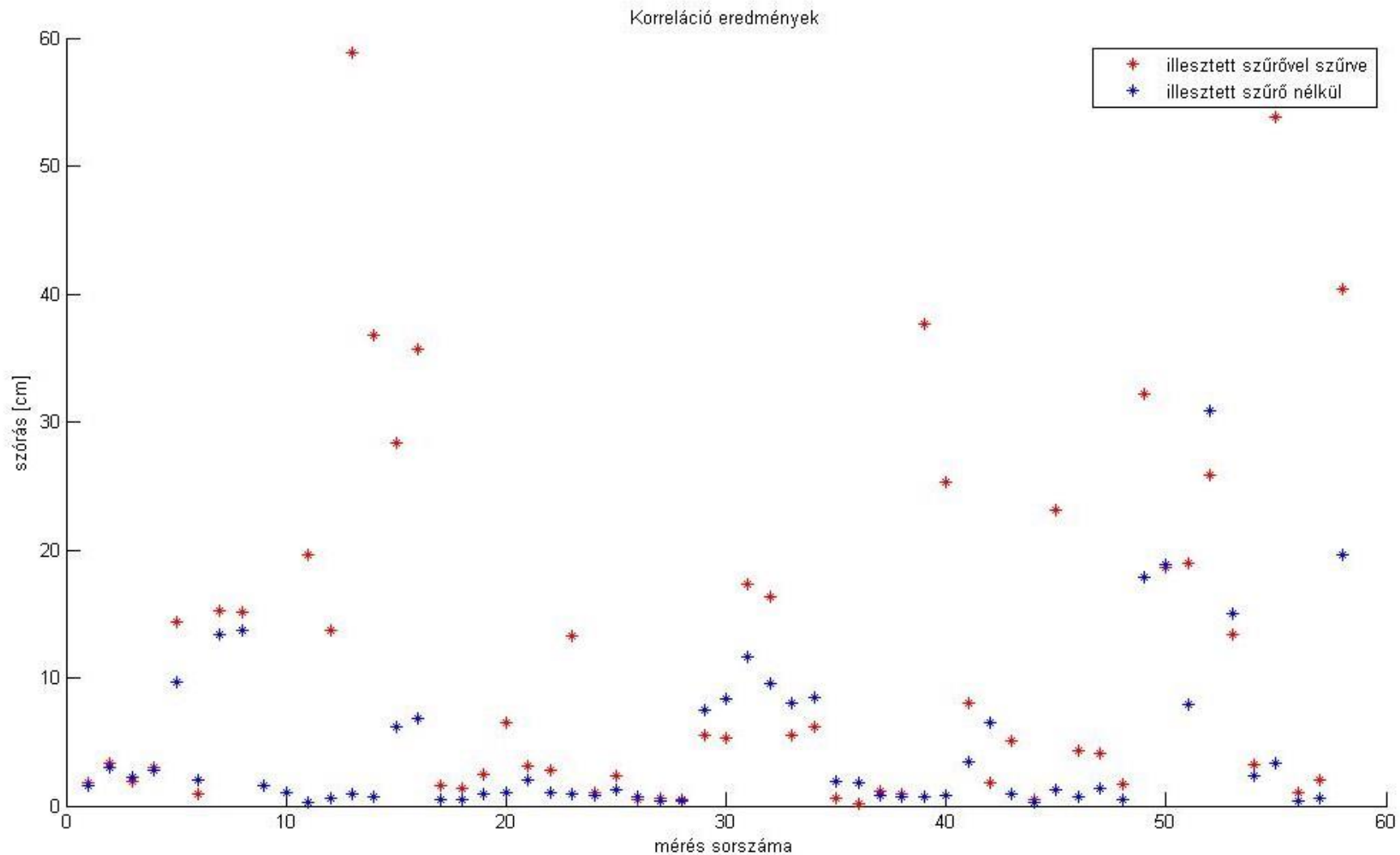
Korreláció eredmények



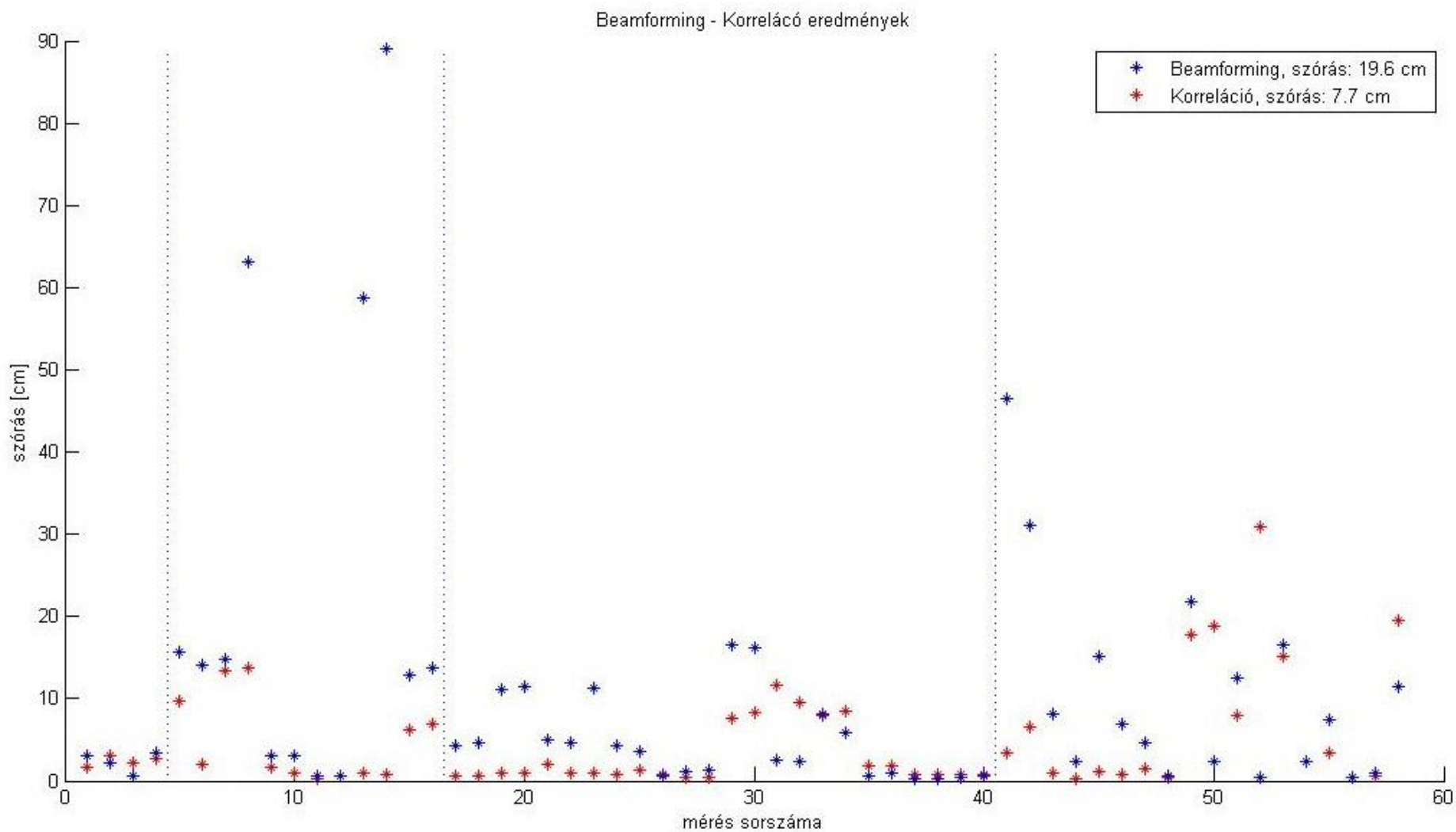
Korreláció eredmények



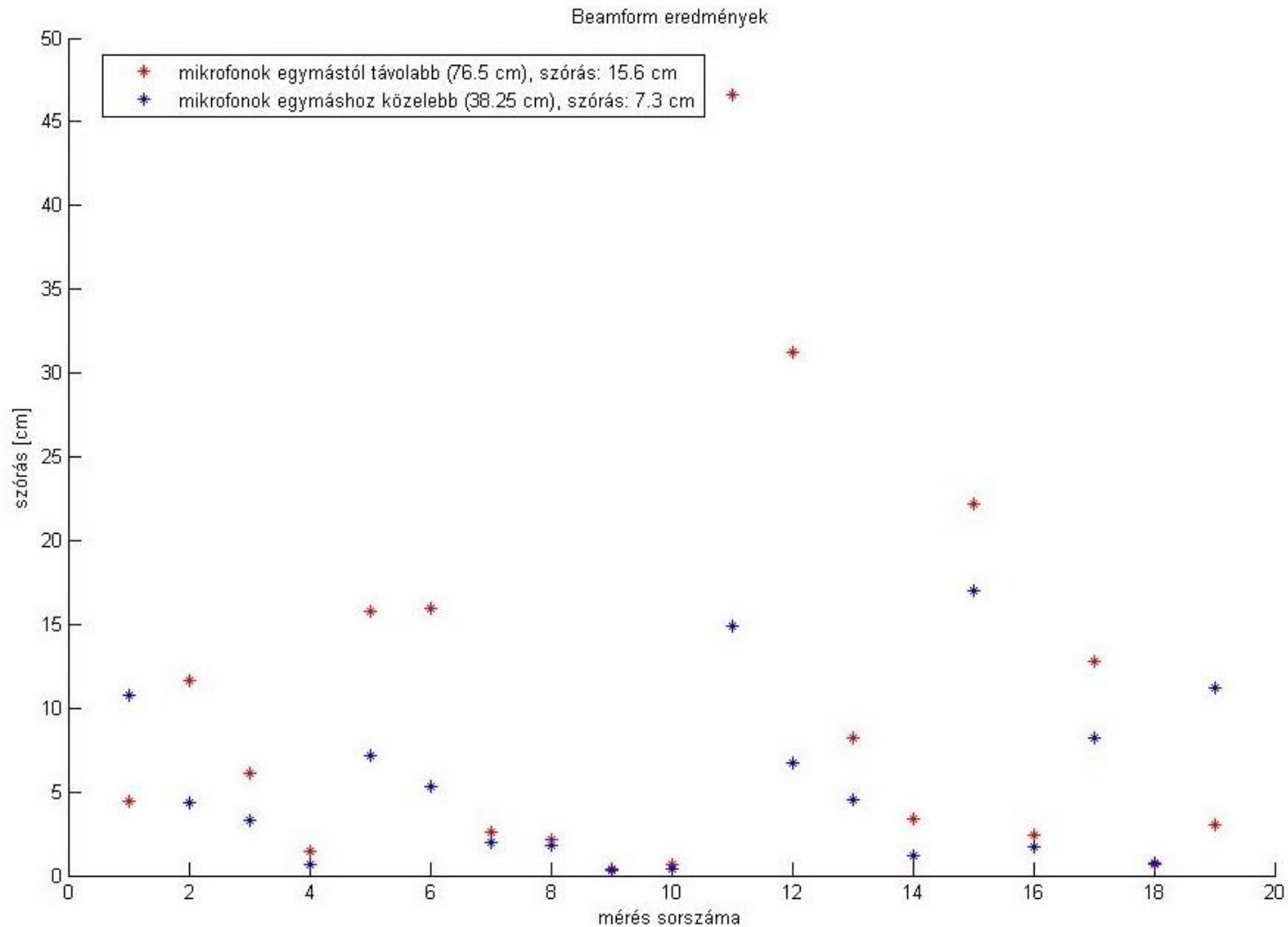
Korreláció illesztett szűrővel



Beamforming - korreláció összehasonlítása



Mikrofontávolság beállítása



A kiértékelés nehézségei:

- Megfelelő jel-zaj viszony kialakítása (beszéd, zaj)
- Pattintás pontatlansága
- Mikrofonok helyének pontatlansága
- Mikrofonok elrendezése nem feltétlenül ideális

Összefoglalás

- Mérések
- Futási idők különbségeinek számítása
 - Korreláció és burkoló alapján
 - Beamforming
 - Capon beamforming
 - Illesztett szűrő
- Kiértékelés

További tervek

- A labda hangjának mélyebb elemzése
- Tényleges lokalizáció több mikrofonnal
- A játék automatizálása és levezérlése

Köszönet Orosz Györgynek

Köszönöm a figyelmet!