



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

2η Εργαστηριακή Άσκηση

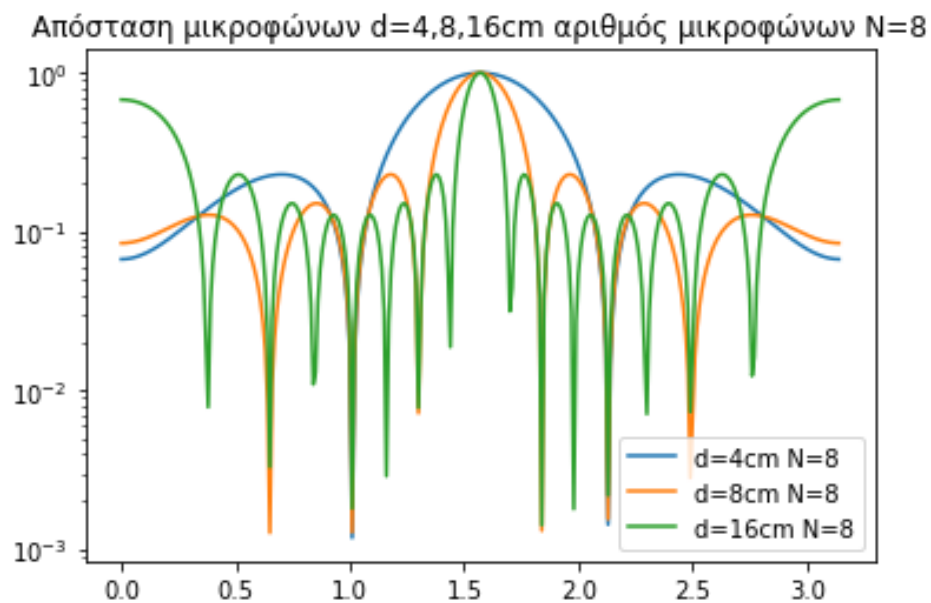
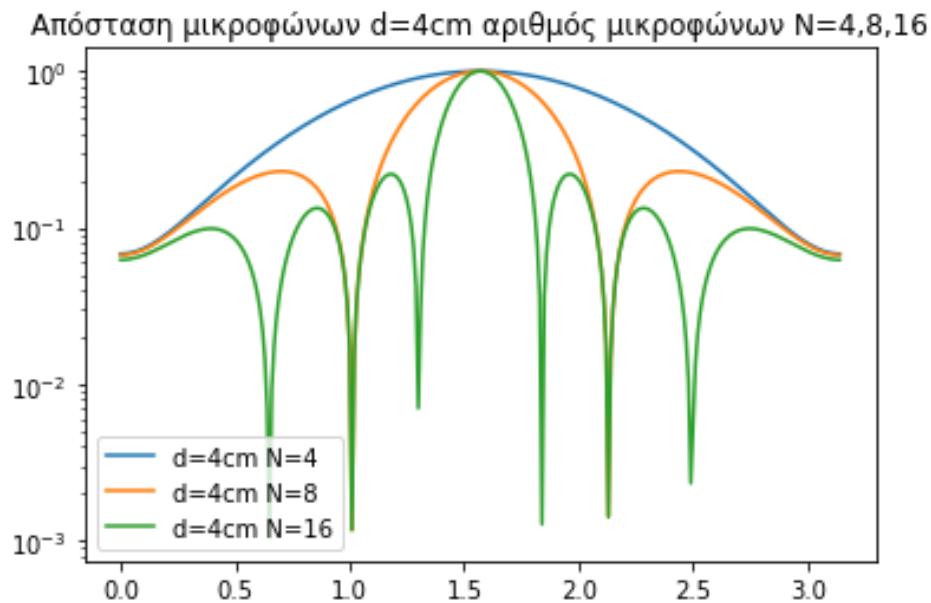
Συστοιχίες Μικροφώνων και Πολυκαναλική Επεξεργασία Σημάτων

Στέφανος Κοντόπουλος
AM: 03114617

Μέρος 1: Συστοιχίες Μικροφώνων και Χωρικό Φιλτράρισμα

Μελέτη χαρακτηριστικών του delay-and-sum beam για ομοιόμορφες γραμμικές συστοιχίες

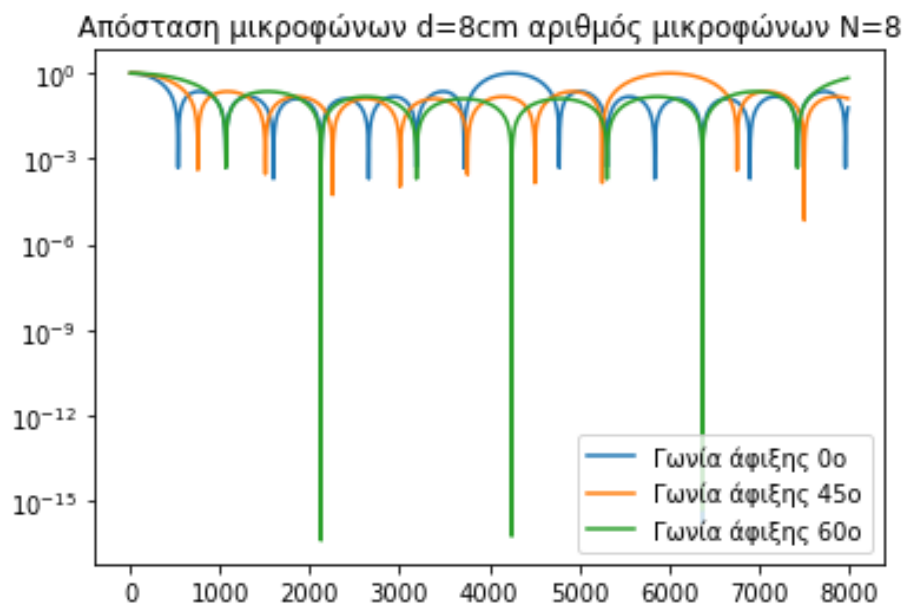
Θεωρούμε, αρχικά, ότι το επιθυμητό μας σήμα φτάνει στην συστοιχία μικροφώνων με γωνία $\theta_s = 90^\circ$. Παρακάτω θα δούμε το μέτρο του delay-and-sum beam pattern, όπως προκύπτει από την εξίσωση (19), σε λογαριθμική κλίμακα, για δύο διαφορετικές περιπτώσεις.



Στην πρώτη περίπτωση, όπου η απόσταση των μικροφώνων είναι 4cm και αλλάζουμε τον αριθμό αυτών σε 4, 8 και 16 παρατηρούμε ότι ο beamformer έχει μέγιστο για $\theta = \pi/2$ (\cong δεξιότερα του 1.5) κάτι που από την θεωρία είναι αναμενόμενο. Δηλαδή το μέτρο του beam pattern γίνεται 1 στο steering direction.

Το σήμα μας φτάνει με γωνία $\theta = 90^\circ$ και έτσι ικανοποιείται το χωρικό θεώρημα δειγματοληψίας, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει το φαινόμενο των grating lobes. Αυτό βέβαια ισχύει μόνο για $d = 4, 8cm$, καθώς για $d = 16cm$ είναι προφανές ότι έχουμε grating lobes.

Έστω τώρα ότι η συστοιχία μας αποτελείται από $N = 8$ μικρόφωνα σε απόσταση $d = 8cm$, με το επιθυμητό σήμα να φτάνει υπό γωνία $\theta_s = 90^\circ$.



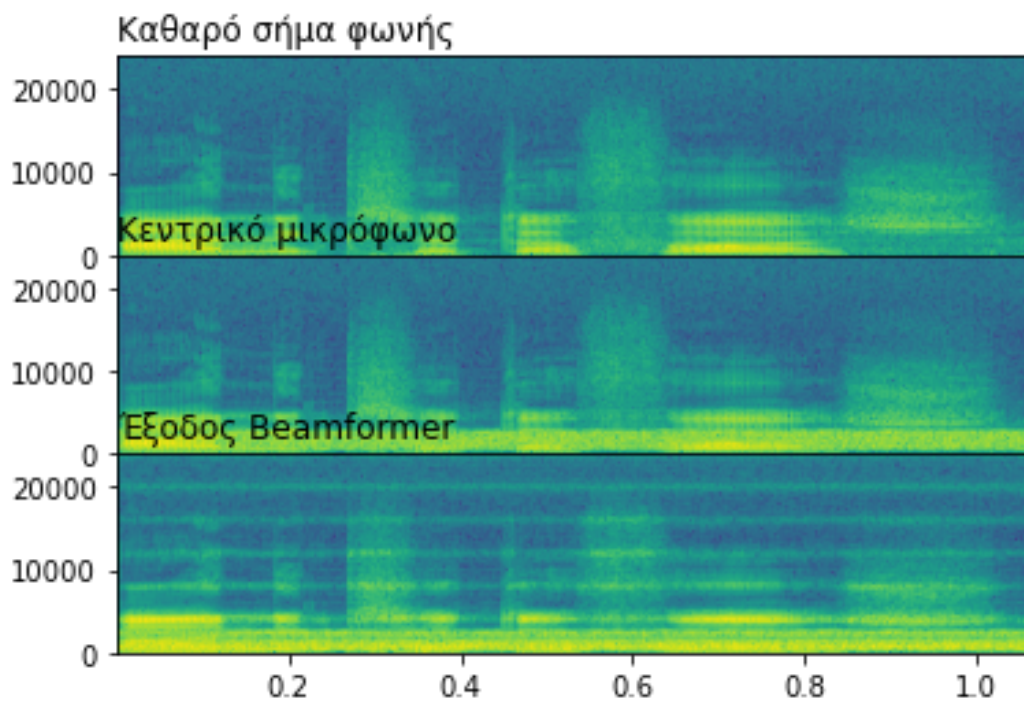
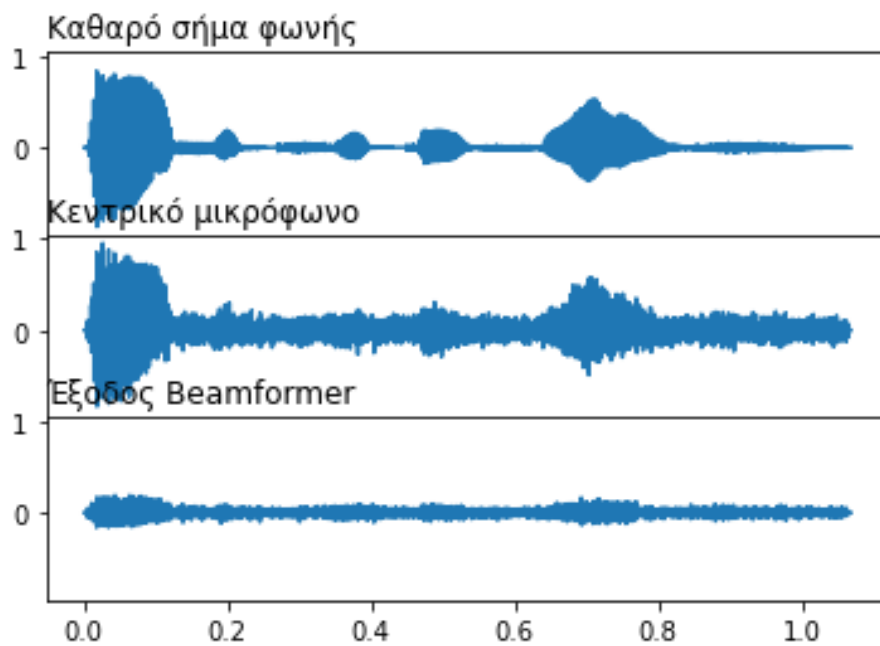
Εδώ παρατηρούμε πως η αλλαγή της γωνίας μετατοπίζει τον κυρίαρχο λοβό αλλά επίσης είναι εντονότερο και το φαινόμενο των grating lobes.

Μέρος 2: Εφαρμογή Beamforming για Speech Enhancement

Beamforming σε προσομοιωμένα σήματα

Delay-and-sum beamforming

Μετά τον υπολογισμό των βαρών και την εφαρμογή του beamforming προέκυψε η έξοδος του beamformer που φαίνεται παρακάτω μαζί με το σήμα καθαρής φωνής και το θορυβώδες σήμα του κεντρικού μικροφώνου.



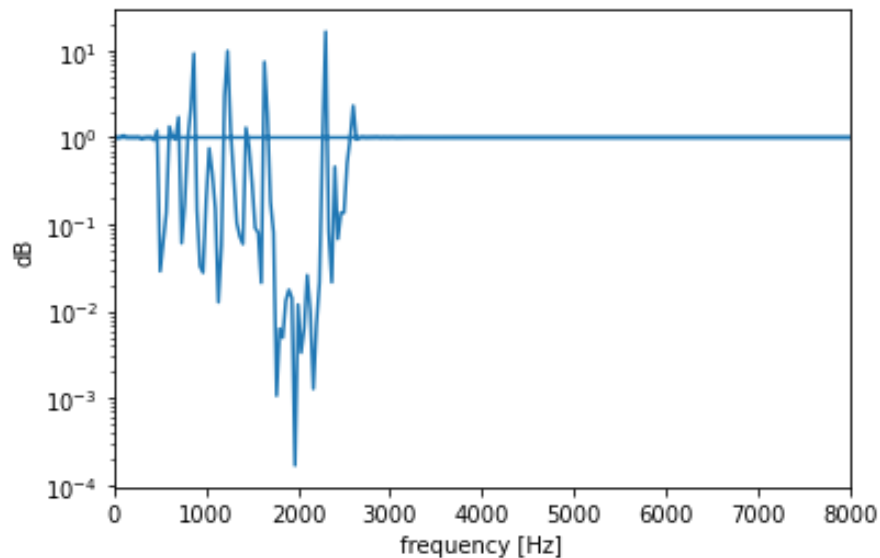
Παρατηρούμε ότι το αποτέλεσμα του beamformer είναι ένα θορυβώδες σήμα μικρής έντασης. Το snr του beamformer μας βγαίνει μεγαλύτερο από αυτό του κεντρικού μικροφώνου, δηλαδή πετυχαίνει κάποια αποθορυβοποίηση, αλλά δεν είναι ιδανική.

Αφαιρώντας από το καθαρό σήμα την έξοδο του beamformer θα έπρεπε κανονικά να μας αφήνει μόνο θόρυβο.

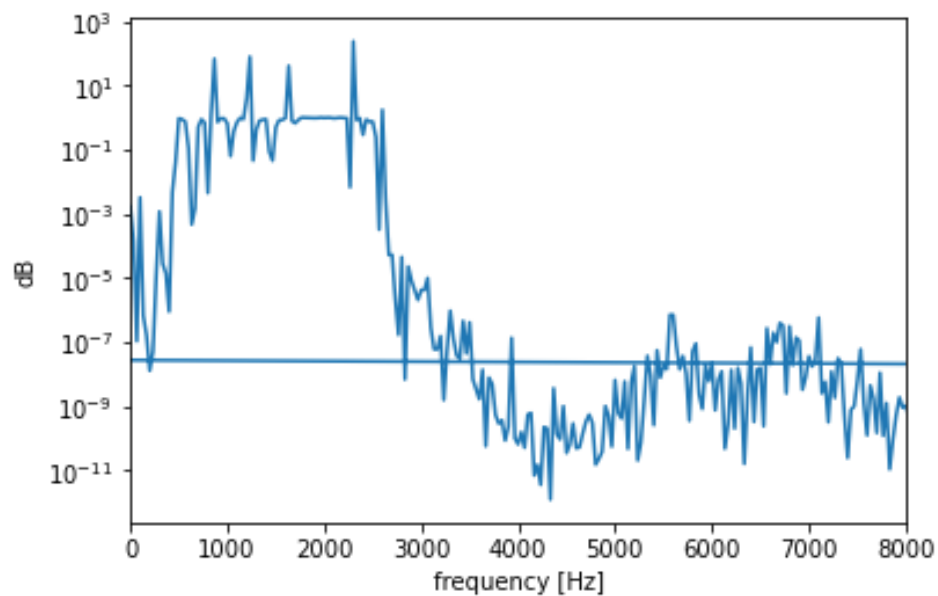
Μονοκαναλικό Wiener φιλτράρισμα

Σε αυτό το στάδιο θα εφαρμόσουμε μονοκαναλική μέθοδο αποθορυβοποίησης Wiener και θα συγκρίνουμε με το προηγούμενο αποτέλεσμα.

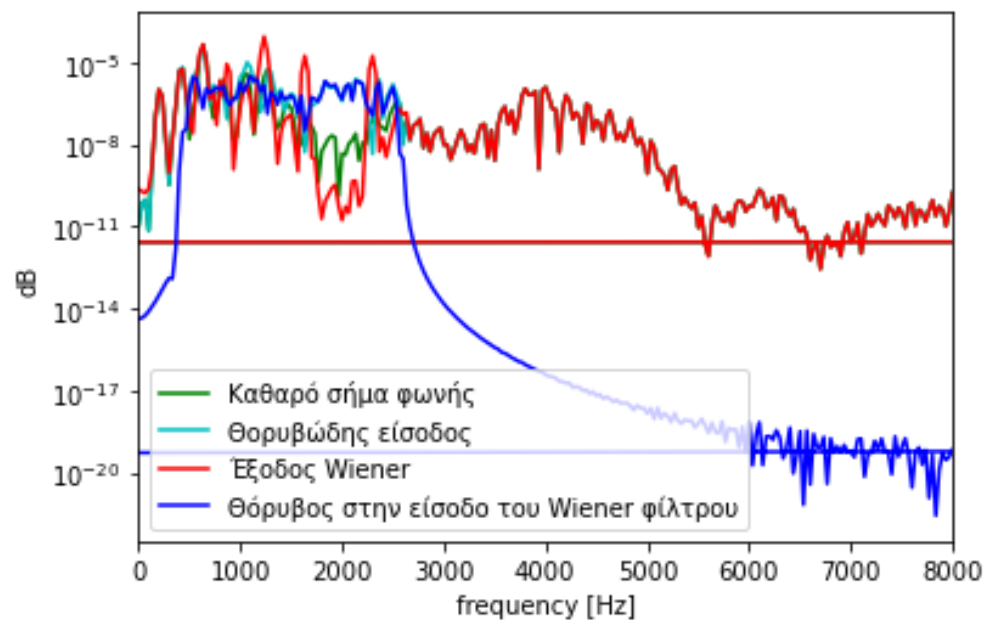
Απόκριση συχνότητας του Wiener φίλτρου:



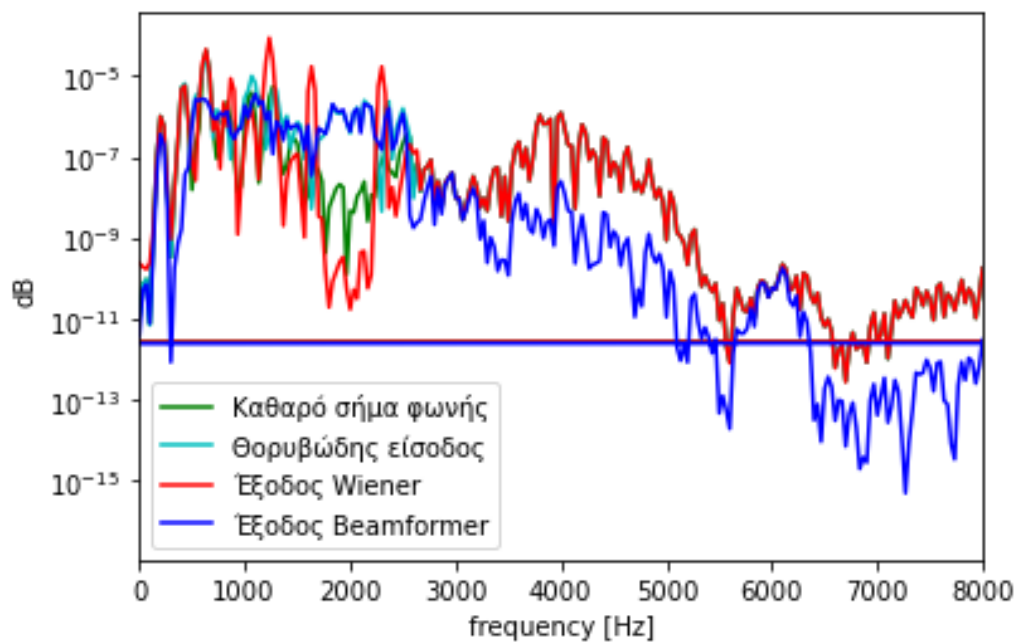
Παραμόρφωση του σήματος φωνής:



Αφού εφαρμόσουμε το φίλτρο Wiener βλέπουμε το αποτέλεσμα του σε σχέση με τα φάσματα ισχύος των σημάτων καθαρής φωνής, θορυβώδες σήμα, έξοδος Wiener, θορυβώδες είσοδος Wiener.



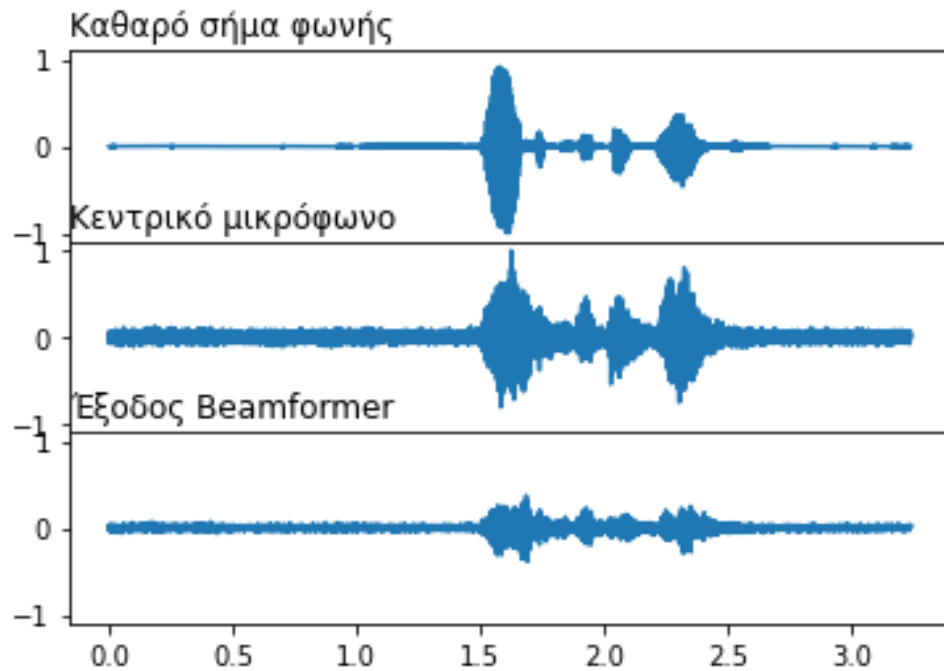
Συγκριτικά με την έξοδο του beamformer:

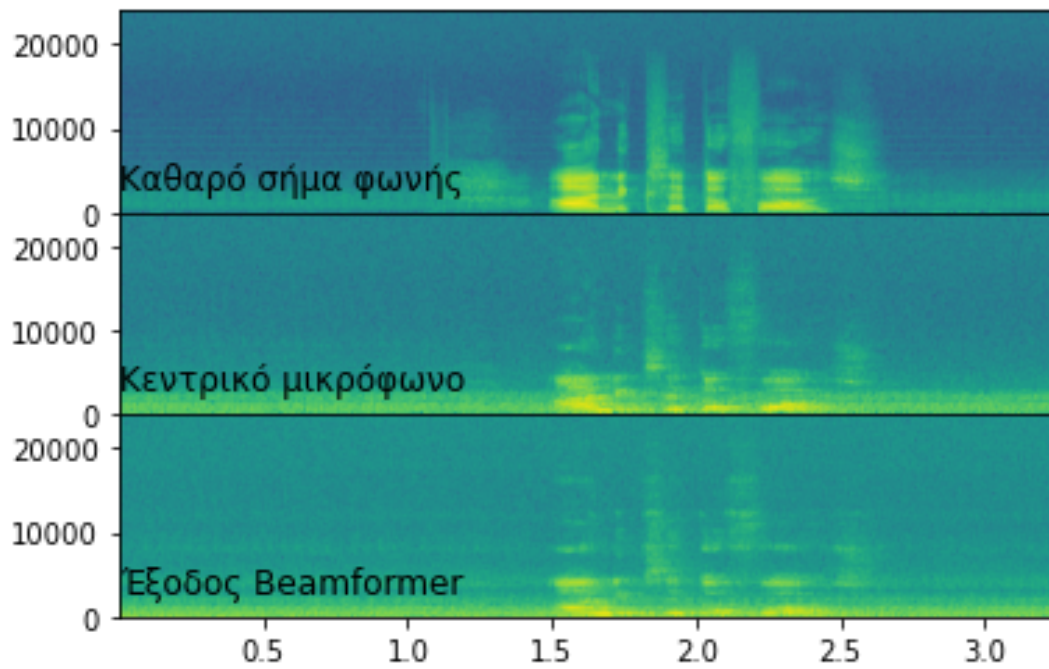


Παρατηρούμε ότι και οι δύο μέθοδοι προσομοιάζουν ικανοποιητικά το καθαρό σήμα φωνής με το Wiener φιλτράρισμα να έχει καλύτερη απόδοση σε όλο το συχνотικό εύρος. Επίσης υπάρχει βελτίωση του SNR με το Wiener φιλτράρισμα.

Beamforming σε πραγματικά σήματα

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με προηγούμενο ερώτημα, μόνο που τώρα χρησιμοποιούμε σήματα που έχουν ηχογραφηθεί σε πραγματικές συνθήκες.





Παρατηρούμε ότι το αποτέλεσμα του beamformer είναι ένα θορυβώδες σήμα μικρής έντασης. Πετυχαίνει κάποια αποθορυβοποίηση, αλλά δεν είναι ιδανική.

Μετά τον υπολογισμό του SSNR βλέπουμε ότι όντως υπάρχει ικανοποιητική βελτίωση στην μείωση του θορύβου του σήματος.