

لطفا پاسخ های خود را به صورت یک فایل pdf به [has.shariat@gmail.com](mailto:has.shariat@gmail.com) ایمیل کنید. فایل ارسالی شامل پاسخ به کلیه سوالات، کدهای برنامه نویسی، نتایج و شکل ها باشد. پاسخ هر قسمت می بایستی شامل توضیح کامل و شرح کلیه مراحل انجام گرفته باشد (نوشتن پاسخ نهایی کافی نیست).

موفق باشید، شریعت

سه میکروفن (M1, M2, M3) صدای یک فرد که در مکان  $(x_s, y_s)$  قرار داشته را ضبط کردند. میکروفن M1، M2 و M3 به ترتیب در مختصات  $P_{M1} = (0,0)$ ،  $P_{M2} = (1.5,0)$  و  $P_{M3} = (0.5, -0.5)$  (اعداد بر حسب متر هستند) قرار داشتند.

#### قسمت A: یافتن میکروفن با بهترین کیفیت صدا

صدای ثبت شده توسط همه میکروفن ها با نویز سفید گوسی (Gaussian white noise) آلوده شده اند. توان نویز در طول مدت ضبط ثابت بوده، اما میزان توان نویز جمع شونده و همچنین بهره میکروفن ها با یکدیگر متفاوت می باشند. فایل های ضمیمه شده از نمونه برداری از صداهای ضبط شده توسط میکروفن ها حاصل شده اند. فرکانس نمونه گیری 32KHz (3200 نمونه در ثانیه) است. در قسمت اول هدف ما این هست که میکروفن با کیفیت صدای بهتر را بیابیم.

**A1** نویز سفید گوسی چیست؟ (یک پاراگراف توضیح کافیت).

**A2** شکل سیگنال های نمونه گیری شده از میکروفن ها را رسم کنید و با توجه به شکل سیگنالها توضیح دهید چگونه می توان توان نویز جمع شونده در میکروفن ها را یافت. تقریبی از توان نویز جمع شده با سیگنال صدا در هر میکروفن را بیابید.

(روش دیگری برای یافتن میزان توان نویز در ادامه بررسی شده است.)

در گام بعدی هدف ما اعمال فیلتر  $h[n]$  بر روی صداهای ضبط شده است (فیلتر  $h[n]$  فیلتر FIR به طول 82 است که در فایل txt ضمیمه شده ضرایب فیلتر ذکر شده اند).

**A3** پاسخ فرکانسی  $h[n]$  را بیابید و آن را رسم کنید (اندازه و فاز).  $h[n]$  چه نوع فیلتری هست؟ فرکانس قطع آن چقدر میباشد؟

**A4** فیلتر را روی صدای میکروفن ها اعمال کنید و به صداهای فیلتر شده گوش دهید. با مقایسه ورودی و خروجی فیلتر و با توجه به محدوده فرکانسی صدای انسان، تقریبی از نسبت انرژی صوت به انرژی نویز بیابید (توضیح کامل در مورد روش پیشنهادی لازم است). کدام میکروفن صدا را با کیفیت بهتری ثبت کرده است؟

#### قسمت B: یافتن مکان منبع صدا

با توجه به اینکه سرعت صدا در هوا حدود 343m/s است، صدای منبع صوتی در زمانهای مختلفی به میکروفن ها میرسد. یک روش برای یافتن محل منبع، استفاده از تاخیر بین زمان رسیدن صدا به میکروفن ها است.

برای یافتن اختلاف بین زمان رسیدن صدا به میکروفن ها میتوان یک قسمت کوتاه از صدای یکی از میکروفن ها را (مثلا میکروفن با بهترین کیفیت) را انتخاب کرد و سپس بررسی کرد که آن قسمت در چه زمانی در دو صدای دیگر ظاهر شده است. به این طریق می توان تاخیر زمان رسیدن صدا به میکروفن ها را یافت.

**B1** یک قسمت کوتاه (مثلا 0.2s) از صدای با کیفیت خوب را انتخاب کنید (قسمت قرمز رنگ)؛ آن را انعکاس زمانی دهید (منحنی سیاه رنگ) و کانولوشن سیگنال حاصل را با صدای میکروفن دیگر بیابید. از روی حداکثر مقدار کانولوشن، جایی که قسمت انتخاب شده در صدای دوم ظاهر شده را مشخص کنید (مستطیل سبز رنگ). اختلاف زمان رسیدن صدا به سه میکروفن را با این روش به دست آورید.

**B2** برای کاهش نویز صدا ها، 1- آن ها را به اندازه مناسب شیفت زمانی دهید تا هم فاز بشوند (اختلاف زمان ناشی از فاصله متفاوت میکروفن تا منبع صدا را حذف کنید)، 2- توان صداهای هم فاز شده را با مقیاس کردن یکسان کنید و میانگین صداهای هم فاز و هم توان شده را به دست آورید. شکل صدای حاصل و صدای میکروفن اول را رسم کنید و توان نویز را در آن ها تخمین بزنید و با هم مقایسه کنید.

**B3** با استفاده از تفاوت بین زمان رسیدن صدا به میکروفن ها، مکان منبع صدا را تخمین بزنید.

**C** مباحثی که با انجام این تکلیف آموختید را در یک پاراگراف توصیف کنید.

