

מבוא לאותות ומערכות

פרויקטון MATLAB

תאריך הגשה: 6.9.22

מגשים:

חן כהן 206335101

אופיר נגר 204340582

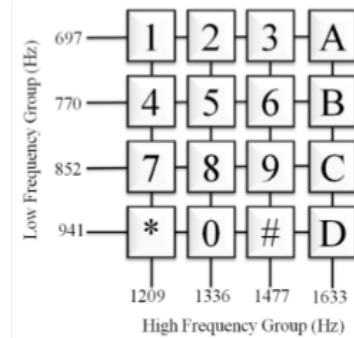
ניב גלילי 315903955

שלומי סולומון 205509664

אסף חן 205829070

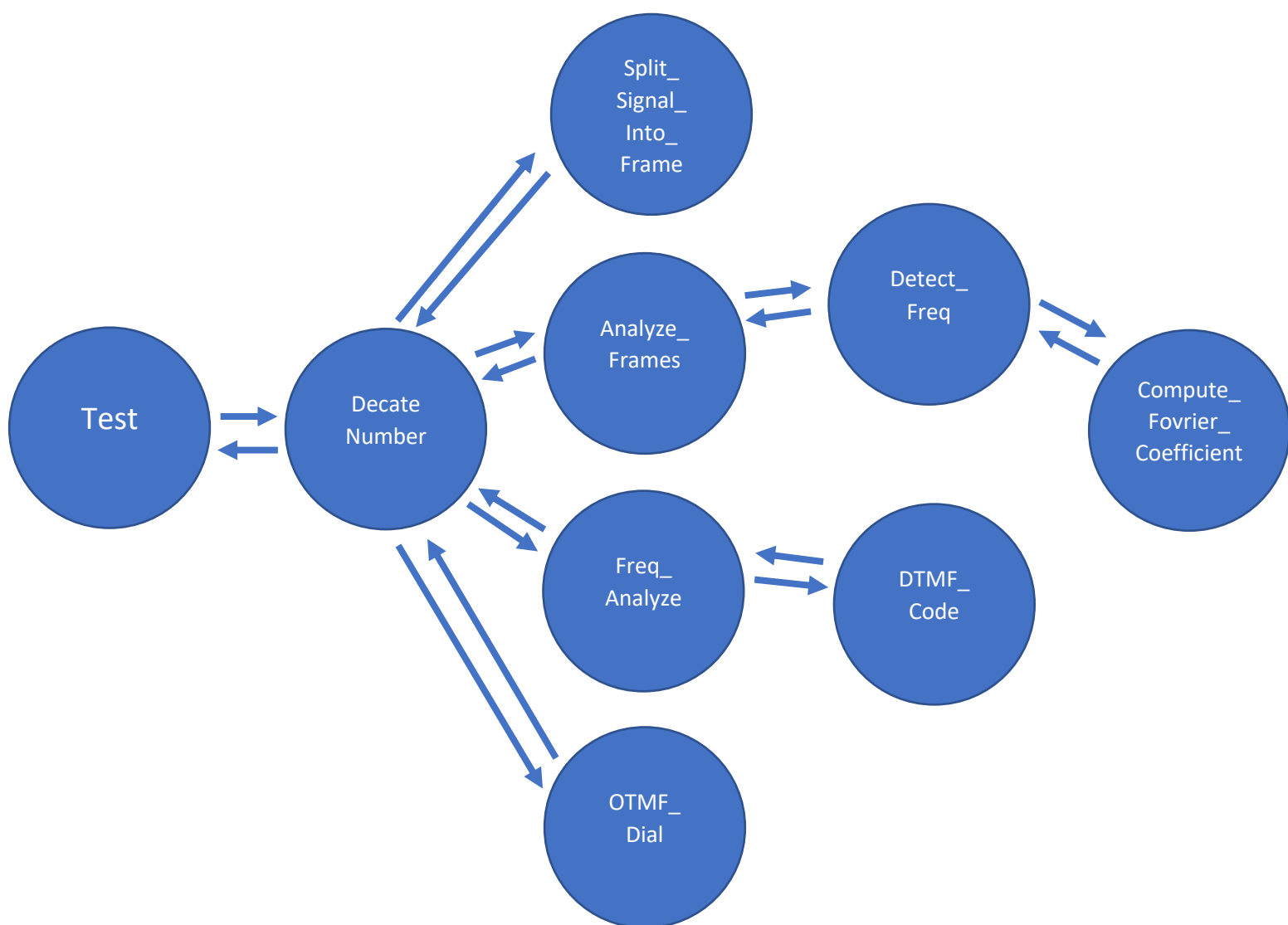
תיאור המשימה: תכנון פונקציה בתוכנת MATLAB אשר מקבלת כקלט אות רועש של חיוג מספר טלפון, ומוציאה כפלט את המספר שחויג.

חומר עזר למטלה: קידוד DTMF (Dual-tone multi-frequency signaling) של מספרי טלפון: קידוד זה ממפה לוח מקשים טלפוני למטריצה בגודל [4X4] (כמתואר בתמונה המצורפת מטה) בה כל שורה מייצגת את רכיב התדר הנמוך וכל עמודה מייצגת את רכיב התדר הגבוה של אותו המקש. באופן הזה צלילים מפוענחים על מנת לקבוע את המקשים עליהם לחץ המשתמש.



תהליך עבודה:

ראשית, נקלוט את קובץ השמע phonecall.wav. לאחר מכן, נפצל את האות הנקלט למספר שלם של מקטעים (frames) שווים באורכם לפי פרק זמן מוגדר מראש. בהמשך, נמפה כל מקטע לתדרים שמרכיבים אותו במטריצה כאשר כל עמודה מייצגת מקטע אחר. היות והאות מכיל רעשים בנוסף להקשות המספרים נרצה לסנן את הרעשים הללו. נעשה זאת בעזרת חישוב מקדמי טור פורייה של כל תדר במקטעים ובדוק מי מהתדרים דומיננטיים בכל מקטע ע"י סכימת הערכים המוחלטים של הטור על מנת לבדוק עד כמה התדר נוכח בכל מקטע. את הרעשים נסנן באמצעות קביעת אמפליטודת סף. את התוצאות נשים במטריצה שמייצגת את התדרים הדומיננטיים של כל מקטע ללא הרעשים. ניקח את הערכים הללו ונצליב אותם עם התדרים של DTMF על מנת למצוא איזה מספר הוקש. התדרים הגבוהים מאופיינים ע"י העמודות והתדרים הנמוכים מאופיינים ע"י השורות. כל תדר הנמצא בין כל אחד מהטווחים מאפיין ספרה אחרת. לאחר חילוץ הספרות שהוקשו נציג אותן כפלט.



פירוט הפונקציות למימוש הפתרון:

א. audioread: פונקציה מובנית של ה-MATLAB. הפונקציה מקבלת את קובץ השמע ומחזירה את הדגימות ואת תדר הדגימה f_s .

ב. **Decode number**: הפונקציה הראשית. פונקציה זו מקבלת כקלט את דגימות האות מה-audioread וקוראת לפונקציות המפורטות מטה ומחזירה כפלט מחרוזת המכילה את מספר הטלפון שהוקש.

ג. **Split signal into frame**: הפונקציה מקבלת כקלט את דגימות האות מה-audioread ומחלקת את האות למקטעים באורך זהה על פי פרק הזמן הרצוי, שנקרא Time_int, ותדר הדגימה הרצוי f_s . פלט הפונקציה הוא מטריצה שממפה את כל התדרים שמרכיבים כל מקטע.

PLOTS

VARIABLE

VIEW

Open ▾

Rows

Columns

1

1

Insert ▾

Delete ▾

Transpose

Sort ▾

New from Selection ▾

Print ▾

VARIABLE

SELECTION

EDIT

Frames

160x450 double

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	0.0578	0.1933	0.1024	-0.2110	-0.1797	-0.1711	-0.2768	0.0161	-0.0387	-0.3008	0.0394	-0.2678	-0.0259	-0.2378	-0.5355	0.0797	
2	-0.0657	0.2786	0.3266	0.1129	0.1742	-0.2567	-0.1415	0.0127	0.0036	-0.0262	0.0270	0.0617	0.3596	0.2351	0.0557	-0.5137	
3	0.2774	-0.0403	-0.1797	0.2443	0.0630	-0.0056	-0.0260	-0.1007	0.0042	-0.1854	-0.2039	-0.1626	-0.0694	0.1189	-0.0811	-0.3842	
4	0.1690	-0.0430	-0.3179	0.2447	0.1144	0.2420	0.1838	-0.2174	0.0824	0.0798	0.1476	0.0335	-0.1349	0.0642	0.1071	-0.4001	
5	0.2315	-0.0811	0.0198	-0.4014	0.1990	-0.0499	0.2336	-0.5976	0.1369	0.0201	0.1918	0.2986	0.3882	-0.1406	-0.3568	-0.5273	
6	-0.3618	0.0652	-0.2687	-0.1796	0.3266	0.3878	-0.2844	0.5609	0.2729	0.2875	-0.0774	-0.0714	0.1976	-0.4767	-0.5908	0.2664	
7	-0.1281	0.1224	-0.2019	-0.1236	0.1247	0.0420	0.1086	-0.3251	0.0491	0.0853	-0.2003	0.2767	0.0790	-0.1414	0.0784	0.0370	
8	-0.4324	0.3633	-0.0130	0.2010	0.0877	-0.0235	-0.1358	0.0938	-0.3372	-0.1056	0.1414	-0.1340	-0.0079	-0.0225	0.1130	-0.0426	
9	-0.0119	-0.3088	-0.2895	0.0069	-0.0747	0.1846	0.0849	0.1924	-0.1474	-0.0807	-0.1158	0.0904	-0.1533	0.1424	0.0701	-0.3279	
10	0.1301	0.0834	-0.4182	0.1973	-0.0077	-0.0956	0.1372	-0.0230	0.0786	0.0177	-0.0066	0.0841	0.2092	0.0885	0.1395	-0.2873	
11	0.3394	0.0303	0.1218	-0.0481	0.0589	0.0340	0.5514	-0.0334	0.0379	-0.1447	-0.0140	-0.1092	-0.3417	-0.0536	0.3211	-0.1475	
12	-0.0531	0.2520	-0.2456	0.0154	-0.0078	0.3761	-0.2272	0.0885	-0.3721	0.2854	0.0444	-0.2663	0.3234	-0.3687	0.1318	0.0592	
13	0.2194	0.0621	-0.0452	0.0136	-0.0759	0.1634	0.0200	-0.1302	0.0813	-0.0867	-0.0338	0.1115	0.0020	-0.2841	-0.3348	-0.0288	
14	-0.1761	0.3448	0.2248	0.2296	0.5401	0.3817	-0.0555	-0.4312	0.0316	-0.0457	-0.0285	-0.0677	0.0154	-0.1339	-0.1078	-0.3593	
15	0.2240	0.1292	0.0044	0.0697	0.0710	-0.1274	-0.2632	-0.0713	0.2342	-0.0042	-0.3792	0.1736	-0.2770	0.0595	0.0299	0.1725	
16	0.1971	0.1293	-0.0536	-0.1814	0.4102	0.2973	-0.2811	0.1324	0.1539	-0.0376	-0.0236	-0.0335	0.1783	-0.0221	0.1101	-0.2789	
17	0.0789	-0.1455	-0.2128	-0.0396	-0.1605	0.2273	-0.2440	-0.0130	-0.1870	-0.2864	-0.0476	-0.0415	-0.1555	0.1261	-0.3081	-0.0670	
18	-0.0835	-0.2758	-0.0763	0.1111	-0.1760	-0.6470	-0.0236	-0.5658	-0.1231	0.2925	0.1012	-0.2691	0.0961	-0.2293	-0.0406	0.2024	
19	-0.0353	-0.3539	0.0323	0.1306	0.0120	-0.5128	-0.0330	0.0421	0.1380	0.1236	-0.2447	-0.0691	-0.0230	0.2601	0.3717	-0.3640	
20	0.2073	0.0957	-0.0367	-0.3807	0.1469	0.4574	-0.3932	-0.0740	0.1033	0.0266	-0.1095	-0.1020	-0.2024	-0.2542	0.0718	0.0595	
21	-0.1440	0.6446	0.1098	-0.2545	-0.0864	-0.2035	0.3693	-0.4486	-0.3479	0.0482	0.0047	-0.2774	-0.2469	-0.1082	-0.0273	0.1079	
22	-0.2709	0.3171	-0.0611	0.0463	0.3002	-0.4001	0.2657	0.2128	0.0646	-0.0853	-0.3586	0.5323	-0.2345	-0.2616	-0.0039	-0.1863	
23	0.2991	0.1824	0.3338	0.1629	0.0874	0.0273	0.4471	-0.0184	-0.1721	0.0461	0.0836	-0.0455	0.0271	-0.1758	0.0574	0.5365	
24	0.0406	0.3244	0.0999	0.1926	-0.1502	-0.0206	-0.1746	0.2545	-0.1710	0.0372	0.2228	0.1348	0.1252	0.1728	-0.1750	0.5073	
25	-0.0835	-0.0158	-0.2405	0.1400	-0.4037	0.1818	-0.2752	-0.1792	-0.1179	-0.0118	-0.0285	-0.1646	-0.1335	0.2352	0.1006	-0.0419	
26	-0.0786	0.1716	0.1907	0.3554	0.0634	0.0833	-0.2409	-0.0783	-0.0617	-0.0933	0.2357	0.3377	-0.0126	-0.0501	0.0873	-0.1491	
27	-0.2416	0.3940	0.2601	-0.0020	0.4579	0.1849	0.0061	-0.1990	-0.1220	0.0623	-0.2004	-0.0854	-0.2540	0.2275	0.3838	-0.0187	
28	0.0617	0.0447	-0.2526	0.0428	-0.4356	0.0266	-0.0793	-0.1220	0.1008	0.2630	-0.1013	-0.1002	0.2924	0.0821	-0.1609	-0.2715	

ד. **Analyze frames**: פונקציה שמקבלת כקלט את המטריצה לעיל ותדר הדגימה f_s , ובאמצעות פונקציית העזר Detect Freq מחזירה כפלט את התדרים הקיימים בטווח של ה-DTMF של כל מקטע.

[illegible]

ה. **Freq Analyze**: מקבלת כקלט את מטריצת התדרים לאחר הסינון ובעזרת פונקציית העזר DTMF Code מחזירה כפלט וקטור עמודה המכיל את הקידודים של כל ספרה ב-DTMF אשר הוקש בכל מקטע.

Code	
200x1 double	
	1
1	42
2	22
3	0
4	21
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0

י. **פונקציות עזר:**

1. **Detect Freq**: מזהה את כל התדרים הנמצאים בתחום התדרים של ה-DTMF ומסננת את התדרים שלא קיימים בטווח של ה-DTMF בכל מקטע.
2. **Compute Fourier coefficient**: מקבלת כקלט את התדרים לאחר הסינון בכל מקטע ומחשבת את מקדמי טור פורייה של כל אחר מהם.
3. **DTMF Code**: פונקציה המבצעת הצלבה עם תדרי DTMF, בין התדרים הגבוהים (עמודות) והתדרים הנמוכים (שורות), לבין התדרים שנמצאו בכל מקטע.
4. **DTMF Dial**: פונקציה המקבלת כקלט את וקטור הקידודים אשר חושב בפונקציה Freq Analyze ומחזירה את וקטור Phone Number המכיל את ספרות המספר שחיוג.

חלוקת עבודה:

ראשית יש לציין שהעבודה נעשתה בשיתוף פעולה מלא של כל חברי הקבוצה.

התחלנו את תהליך העבודה בסיעור מוחות משותף על מנת להעלות רעיונות לפתרון הבעיה.

- פיתוח הרעיון למציאת מקדמי פורייה, כיצד לממש את סינון הרעשים ובניית הפונקציה הראשית DECODE NUMBER - כל הקבוצה יחדיו.
- בניית הפונקציה SPLIT SIGNAL - ניב גלילי.
- בניית הפונקציה ANALYZ FRAMES - אופיר נגר.
- בניית הפונקציה DETECT FREQ - אופיר נגר.
- בניית הפונקציה Compute Fourier coefficient - שלומי סולומון.
- בניית הפונקציה FREQ ANALYZE - חן כהן.
- בניית הפונקציה DTMF CODE - חן כהן.
- בניית הפונקציה DTMF DIAL - אסף חן.

נחדד שוב שכתיבת הפונקציות נעשתה בשיתוף פעולה בין כולם, כאשר אחד מחברי הקבוצה נתקל בבעיה נרתמנו כולנו למציאת פתרון, כך שבסופו של דבר הקוד כולו נכתב בעזרת הסיוע של כל אחד ואחד מחברי הקבוצה.