

אין צורך לבצע אימות קלט.

## 0.1 חיוג צלילים

טלפון בחיוג צלילים מעביר זיהוי לחצן פעיל בעזרת אות המורכב מסכום שני גלי סינוס בתדרים ספציפיים. דוגמה ללוח המקשים זמינה בוויקיפדיה [DTMF]. ממשו את יצירת האות באופן הבא:

1. ממשו פונקציה המקבלת זמן בשניות (כולל שברים), קצב דגימה ( $f_s$ ), ותדר  $freq$ . החזירו מערך המייצג את החישוב הבא:

$$\sin(2 \cdot \pi \cdot x \cdot freq)$$

עבור כל  $x$  בין 0, למספר השניות עם תדירות דגימה של  $1/f_s$ .

2. צרו מערכים עבור 1209 Hz ו-697 Hz. סיכמו אותם ביחד.
3. העזרו בפונקציה `play` מהסיפרייה `sounddevice` לנגן את המערך שנוצר למשך 5 שניות.

### 0.1.1 למי שרץ מהר

הרחיבו את התרגיל באופן הבא:

1. ממשו פונקציה המקבלת זמן בשניות, קצב דגימה ו-`Iterable` של תדרי `sin`. בצעו את סכימת המערכים בפונקציה זו, העזרו ב-`map`.
2. הוסיפו פונקציה נוספת המכילה שני `tuple`-ים:
 

(a) רוחב (1633, 1477, 1336, 1209)  
 (b) גובה (941, 852, 770, 697)
3. הפונקציה תקבל אינדקס סמל, ערך בין 0 ל-15 (כולל) המיצג מיקום על לוח המקשים ותחזיר את זוג התדרים המתאים.
4. הוסיפו פונקציה המקבלת אינדקס סמל, תדירות דגימה וזמן נגינה בשניות. הפונקציה תהעזר בפונקציות אותן מימשתם לשליפת התדרים, יצירת סכום הסינוסים ותחזיר את המערך המבוקש.
4. הוסיפו פונקציה אחרונה היודעת לקבל מספר טלפון, לתרגם אותו לאינדקסים הנכונים על הלוח ומשמיעה את צלילי החיוג. שימו לב לאפס בתחילת מספר. העזרו ב-`time.sleep` לניגון צליל אחרי צליל. בחרו זמן הנשמע לאוזנכם כמו חיוג.

## 0.2 תהליך גרם-שמידט

ממשו גרסה של תהליך גרם-שמידט עבור עמודות של מטריצת קלט המכילה ערכים לא מרוכבים.

1. הפונקציה תקבל מטריצה בעלת עמודות לא תלויות לינארית - אין צורך לבדוק.
2. הפונקציה תחזיר מטריצה בה העמודות הן וקטורי הפלט של ההליך. אפשר להיעזר ב-`np.zeros` עם הפרמטר `dtype=np.float64` עבור יצירתה.
3. אפשר לבצע לולאה מקוננת, החיצונית תציב כל פעם וקטור עמודה ממטריצת הקלט במטריצת הפלט. הלולאה הפנימית תבצע את החישוב

$$v = v - \frac{u^T v}{u^T u} u$$

עבור כל וקטורי העמודה  $u$  אשר קדמו לווקטור העמודה החדש  $v$ .

4. עבור הנרמול אפשר להעזר ב-`np.linalg.norm` עם הפרמטר `axis`.

בדקו את נכונות הקוד עם דוגמה שראיתם בהרצאה.  
למי שאין סיכום יכול להעזר בדוגמה:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -1 & 0 & -3 \\ 0 & -2 & 3 \end{pmatrix} \mapsto \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ 0 & -2 \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{3}} \end{pmatrix}$$

## 0.3 תרגיל הגשה עם ציון

דברים שיובילו להורדת ציון:

פורמט הגשה	השפעה על ציון
קובץ זיפ	-10
יותר מקובץ קוד אחד	-5
קוד מחוץ לקובץ py	-15
קוד ללא הזחות	-30
קוד שלא רץ	-40
קוד לא מסודר	$-d \in \{n   n \in \mathbb{N} \wedge n \geq 5 \wedge n \leq 20\}$

מה יש להגיש: המעבדה מחולקת לשלושה חלקים, כל אחד שווה עד 55 נקודות. הרחבות לתרגיל, תחת הכותרת "למי שרץ מהר", לא יזכו בנקודות נוספות, אך ביצוע נכון של קטע זה יכול לזכות על טעות שולית בקטע המקורי. ציון מקסימלי הנו 100.