

Task_image_audio

July 2, 2025

1 Task_image_audio

1.1 Task description

For each variant, students must: - Synthetically generate the specified grayscale image and audio signal. - Perform multidimensional signal analysis including Fourier transform, filtering, and visualization. - Compare time and frequency domain representations.

Important: The image and audio must be generated in Python using NumPy, OpenCV, or other standard libraries.

Variant 6: - Image: Diagonal stripes pattern. - Audio: Square wave at 500 Hz (use harmonics).

1.2 Python code

Installation of the necessary Python libraries

```
[2]: ! pip install opencv-python
      ! pip install librosa
```

Collecting opencv-python

Downloading opencv_python-4.11.0.86-cp37-abi3-win_amd64.whl.metadata (20 kB)

Requirement already satisfied: numpy>=1.21.2 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from opencv-python) (1.26.4)

Downloading opencv_python-4.11.0.86-cp37-abi3-win_amd64.whl (39.5 MB)

```
----- 0.0/39.5 MB ? eta -:--:--
----- 0.3/39.5 MB ? eta -:--:--
- ----- 1.0/39.5 MB 3.3 MB/s eta 0:00:12
-- ----- 2.1/39.5 MB 4.2 MB/s eta 0:00:09
-- ----- 2.9/39.5 MB 4.2 MB/s eta 0:00:09
--- ----- 3.7/39.5 MB 4.0 MB/s eta 0:00:09
---- ----- 4.2/39.5 MB 3.9 MB/s eta 0:00:10
----- 4.7/39.5 MB 3.6 MB/s eta 0:00:10
----- 5.2/39.5 MB 3.4 MB/s eta 0:00:11
----- 5.5/39.5 MB 3.3 MB/s eta 0:00:11
----- 5.8/39.5 MB 3.1 MB/s eta 0:00:12
----- 6.0/39.5 MB 2.9 MB/s eta 0:00:12
----- 6.3/39.5 MB 2.7 MB/s eta 0:00:13
----- 6.6/39.5 MB 2.6 MB/s eta 0:00:13
----- 6.8/39.5 MB 2.4 MB/s eta 0:00:14
```

```

----- 7.1/39.5 MB 2.3 MB/s eta 0:00:15
----- 7.1/39.5 MB 2.3 MB/s eta 0:00:15
----- 7.3/39.5 MB 2.2 MB/s eta 0:00:15
----- 7.6/39.5 MB 2.1 MB/s eta 0:00:16
----- 7.6/39.5 MB 2.1 MB/s eta 0:00:16
----- 7.9/39.5 MB 1.9 MB/s eta 0:00:17
----- 7.9/39.5 MB 1.9 MB/s eta 0:00:17
----- 8.1/39.5 MB 1.8 MB/s eta 0:00:18
----- 8.1/39.5 MB 1.8 MB/s eta 0:00:18
----- 8.4/39.5 MB 1.7 MB/s eta 0:00:19
----- 8.4/39.5 MB 1.7 MB/s eta 0:00:19
----- 8.4/39.5 MB 1.7 MB/s eta 0:00:19
----- 8.7/39.5 MB 1.5 MB/s eta 0:00:21
----- 8.7/39.5 MB 1.5 MB/s eta 0:00:21
----- 8.7/39.5 MB 1.5 MB/s eta 0:00:21
----- 8.7/39.5 MB 1.5 MB/s eta 0:00:21
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 8.9/39.5 MB 1.3 MB/s eta 0:00:24
----- 9.2/39.5 MB 1.0 MB/s eta 0:00:30
----- 9.2/39.5 MB 1.0 MB/s eta 0:00:30
----- 9.2/39.5 MB 1.0 MB/s eta 0:00:30
----- 9.2/39.5 MB 1.0 MB/s eta 0:00:30
----- 9.2/39.5 MB 1.0 MB/s eta 0:00:30
----- 9.2/39.5 MB 1.0 MB/s eta 0:00:30
----- 9.4/39.5 MB 917.5 kB/s eta 0:00:33
----- 9.4/39.5 MB 917.5 kB/s eta 0:00:33
----- 9.4/39.5 MB 917.5 kB/s eta 0:00:33
----- 9.4/39.5 MB 917.5 kB/s eta 0:00:33
----- 9.4/39.5 MB 917.5 kB/s eta 0:00:33
----- 9.7/39.5 MB 831.9 kB/s eta 0:00:36
----- 9.7/39.5 MB 831.9 kB/s eta 0:00:36
----- 9.7/39.5 MB 831.9 kB/s eta 0:00:36
----- 10.0/39.5 MB 791.8 kB/s eta 0:00:38
----- 10.0/39.5 MB 791.8 kB/s eta 0:00:38
----- 10.0/39.5 MB 791.8 kB/s eta 0:00:38
----- 10.0/39.5 MB 791.8 kB/s eta 0:00:38

```

		10.2/39.5	MB	768.1	kB/s	eta	0:00:39
		10.2/39.5	MB	768.1	kB/s	eta	0:00:39
		10.2/39.5	MB	768.1	kB/s	eta	0:00:39
		10.5/39.5	MB	752.9	kB/s	eta	0:00:39
		10.5/39.5	MB	752.9	kB/s	eta	0:00:39
		10.5/39.5	MB	752.9	kB/s	eta	0:00:39
		10.5/39.5	MB	752.9	kB/s	eta	0:00:39
		10.7/39.5	MB	720.8	kB/s	eta	0:00:40
		10.7/39.5	MB	720.8	kB/s	eta	0:00:40
		10.7/39.5	MB	720.8	kB/s	eta	0:00:40
		10.7/39.5	MB	720.8	kB/s	eta	0:00:40
		10.7/39.5	MB	720.8	kB/s	eta	0:00:40
		10.7/39.5	MB	720.8	kB/s	eta	0:00:40
		10.7/39.5	MB	720.8	kB/s	eta	0:00:40
		11.0/39.5	MB	670.4	kB/s	eta	0:00:43
		11.0/39.5	MB	670.4	kB/s	eta	0:00:43
		11.0/39.5	MB	670.4	kB/s	eta	0:00:43
		11.0/39.5	MB	670.4	kB/s	eta	0:00:43
		11.0/39.5	MB	670.4	kB/s	eta	0:00:43
		11.0/39.5	MB	670.4	kB/s	eta	0:00:43
		11.0/39.5	MB	670.4	kB/s	eta	0:00:43
		11.3/39.5	MB	629.1	kB/s	eta	0:00:45
		11.3/39.5	MB	629.1	kB/s	eta	0:00:45
		11.3/39.5	MB	629.1	kB/s	eta	0:00:45
		11.3/39.5	MB	629.1	kB/s	eta	0:00:45
		11.3/39.5	MB	629.1	kB/s	eta	0:00:45
		11.3/39.5	MB	629.1	kB/s	eta	0:00:45
		11.3/39.5	MB	629.1	kB/s	eta	0:00:45
		11.5/39.5	MB	592.8	kB/s	eta	0:00:48
		11.5/39.5	MB	592.8	kB/s	eta	0:00:48
		11.5/39.5	MB	592.8	kB/s	eta	0:00:48
		11.5/39.5	MB	592.8	kB/s	eta	0:00:48
		11.5/39.5	MB	592.8	kB/s	eta	0:00:48
		11.5/39.5	MB	592.8	kB/s	eta	0:00:48
		11.5/39.5	MB	592.8	kB/s	eta	0:00:48
		11.8/39.5	MB	561.4	kB/s	eta	0:00:50
		11.8/39.5	MB	561.4	kB/s	eta	0:00:50
		11.8/39.5	MB	561.4	kB/s	eta	0:00:50
		11.8/39.5	MB	561.4	kB/s	eta	0:00:50
		11.8/39.5	MB	561.4	kB/s	eta	0:00:50
		12.1/39.5	MB	549.1	kB/s	eta	0:00:50
		12.1/39.5	MB	549.1	kB/s	eta	0:00:50
		12.1/39.5	MB	549.1	kB/s	eta	0:00:50
		12.1/39.5	MB	549.1	kB/s	eta	0:00:50
		12.3/39.5	MB	539.7	kB/s	eta	0:00:51
		12.3/39.5	MB	539.7	kB/s	eta	0:00:51
		12.3/39.5	MB	539.7	kB/s	eta	0:00:51
		12.3/39.5	MB	539.7	kB/s	eta	0:00:51

		12.6/39.5	MB	532.1	kB/s	eta	0:00:51
		12.6/39.5	MB	532.1	kB/s	eta	0:00:51
		12.6/39.5	MB	532.1	kB/s	eta	0:00:51
		12.8/39.5	MB	526.0	kB/s	eta	0:00:51
		12.8/39.5	MB	526.0	kB/s	eta	0:00:51
		12.8/39.5	MB	526.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.1/39.5	MB	522.9	kB/s	eta	0:00:51
		13.1/39.5	MB	522.9	kB/s	eta	0:00:51
		13.1/39.5	MB	522.9	kB/s	eta	0:00:51
		13.4/39.5	MB	522.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.4/39.5	MB	522.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.4/39.5	MB	522.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.4/39.5	MB	522.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.6/39.5	MB	513.6	kB/s	eta	0:00:51
		13.6/39.5	MB	513.6	kB/s	eta	0:00:51
		13.6/39.5	MB	513.6	kB/s	eta	0:00:51
		13.6/39.5	MB	513.6	kB/s	eta	0:00:51
		13.6/39.5	MB	513.6	kB/s	eta	0:00:51
		13.9/39.5	MB	502.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.9/39.5	MB	502.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.9/39.5	MB	502.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.9/39.5	MB	502.0	kB/s	eta	0:00:51
		13.9/39.5	MB	502.0	kB/s	eta	0:00:51
		14.2/39.5	MB	495.9	kB/s	eta	0:00:52
		14.2/39.5	MB	495.9	kB/s	eta	0:00:52
		14.2/39.5	MB	495.9	kB/s	eta	0:00:52
		14.4/39.5	MB	493.4	kB/s	eta	0:00:51
		14.4/39.5	MB	493.4	kB/s	eta	0:00:51
		14.4/39.5	MB	493.4	kB/s	eta	0:00:51
		14.4/39.5	MB	493.4	kB/s	eta	0:00:51
		14.4/39.5	MB	493.4	kB/s	eta	0:00:51
		14.7/39.5	MB	483.4	kB/s	eta	0:00:52
		14.7/39.5	MB	483.4	kB/s	eta	0:00:52
		14.7/39.5	MB	483.4	kB/s	eta	0:00:52
		14.7/39.5	MB	483.4	kB/s	eta	0:00:52
		14.7/39.5	MB	483.4	kB/s	eta	0:00:52
		14.7/39.5	MB	483.4	kB/s	eta	0:00:52
		14.9/39.5	MB	341.0	kB/s	eta	0:01:12
		14.9/39.5	MB	341.0	kB/s	eta	0:01:12
		14.9/39.5	MB	341.0	kB/s	eta	0:01:12
		15.2/39.5	MB	290.5	kB/s	eta	0:01:24
		15.2/39.5	MB	290.5	kB/s	eta	0:01:24
		15.2/39.5	MB	290.5	kB/s	eta	0:01:24
		15.2/39.5	MB	290.5	kB/s	eta	0:01:24
		15.5/39.5	MB	273.0	kB/s	eta	0:01:28
		15.5/39.5	MB	273.0	kB/s	eta	0:01:28

					15.5/39.5	MB	273.0	kB/s	eta	0:01:28
					15.5/39.5	MB	273.0	kB/s	eta	0:01:28
					15.5/39.5	MB	273.0	kB/s	eta	0:01:28
					15.7/39.5	MB	255.3	kB/s	eta	0:01:34
					15.7/39.5	MB	255.3	kB/s	eta	0:01:34
					15.7/39.5	MB	255.3	kB/s	eta	0:01:34
					15.7/39.5	MB	255.3	kB/s	eta	0:01:34
					15.7/39.5	MB	255.3	kB/s	eta	0:01:34
					15.7/39.5	MB	255.3	kB/s	eta	0:01:34
					16.0/39.5	MB	245.8	kB/s	eta	0:01:36
					16.0/39.5	MB	245.8	kB/s	eta	0:01:36
					16.0/39.5	MB	245.8	kB/s	eta	0:01:36
					16.0/39.5	MB	245.8	kB/s	eta	0:01:36
					16.0/39.5	MB	245.8	kB/s	eta	0:01:36
					16.3/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:01:35
					16.3/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:01:35
					16.3/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:01:35
					16.3/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:01:35
					16.3/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:01:35
					16.5/39.5	MB	255.2	kB/s	eta	0:01:31
					16.5/39.5	MB	255.2	kB/s	eta	0:01:31
					16.5/39.5	MB	255.2	kB/s	eta	0:01:31
					16.5/39.5	MB	255.2	kB/s	eta	0:01:31
					16.8/39.5	MB	256.8	kB/s	eta	0:01:29
					16.8/39.5	MB	256.8	kB/s	eta	0:01:29
					16.8/39.5	MB	256.8	kB/s	eta	0:01:29
					17.0/39.5	MB	262.4	kB/s	eta	0:01:26
					17.0/39.5	MB	262.4	kB/s	eta	0:01:26
					17.0/39.5	MB	262.4	kB/s	eta	0:01:26
					17.0/39.5	MB	262.4	kB/s	eta	0:01:26
					17.0/39.5	MB	262.4	kB/s	eta	0:01:26
					17.3/39.5	MB	262.1	kB/s	eta	0:01:25
					17.3/39.5	MB	262.1	kB/s	eta	0:01:25
					17.3/39.5	MB	262.1	kB/s	eta	0:01:25
					17.3/39.5	MB	262.1	kB/s	eta	0:01:25
					17.3/39.5	MB	262.1	kB/s	eta	0:01:25
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.6/39.5	MB	265.0	kB/s	eta	0:01:23
					17.8/39.5	MB	248.6	kB/s	eta	0:01:28
					17.8/39.5	MB	248.6	kB/s	eta	0:01:28
					17.8/39.5	MB	248.6	kB/s	eta	0:01:28

```

----- 17.8/39.5 MB 248.6 kB/s eta 0:01:28
----- 17.8/39.5 MB 248.6 kB/s eta 0:01:28
----- 17.8/39.5 MB 248.6 kB/s eta 0:01:28
----- 17.8/39.5 MB 248.6 kB/s eta 0:01:28
----- 18.1/39.5 MB 247.9 kB/s eta 0:01:27
----- 18.1/39.5 MB 247.9 kB/s eta 0:01:27
----- 18.1/39.5 MB 247.9 kB/s eta 0:01:27
----- 18.1/39.5 MB 247.9 kB/s eta 0:01:27
----- 18.1/39.5 MB 247.9 kB/s eta 0:01:27
----- 18.4/39.5 MB 249.6 kB/s eta 0:01:25
----- 18.4/39.5 MB 249.6 kB/s eta 0:01:25
----- 18.4/39.5 MB 249.6 kB/s eta 0:01:25
----- 18.6/39.5 MB 256.6 kB/s eta 0:01:22
----- 18.6/39.5 MB 256.6 kB/s eta 0:01:22
----- 18.6/39.5 MB 256.6 kB/s eta 0:01:22
----- 18.9/39.5 MB 259.5 kB/s eta 0:01:20
----- 18.9/39.5 MB 259.5 kB/s eta 0:01:20
----- 18.9/39.5 MB 259.5 kB/s eta 0:01:20
----- 19.1/39.5 MB 266.3 kB/s eta 0:01:17
----- 19.1/39.5 MB 266.3 kB/s eta 0:01:17
----- 19.1/39.5 MB 266.3 kB/s eta 0:01:17
----- 19.1/39.5 MB 266.3 kB/s eta 0:01:17
----- 19.4/39.5 MB 267.9 kB/s eta 0:01:15
----- 19.4/39.5 MB 267.9 kB/s eta 0:01:15
----- 19.4/39.5 MB 267.9 kB/s eta 0:01:15
----- 19.4/39.5 MB 267.9 kB/s eta 0:01:15
----- 19.7/39.5 MB 275.0 kB/s eta 0:01:13
----- 19.7/39.5 MB 275.0 kB/s eta 0:01:13
----- 19.7/39.5 MB 275.0 kB/s eta 0:01:13
----- 19.7/39.5 MB 275.0 kB/s eta 0:01:13
----- 19.7/39.5 MB 275.0 kB/s eta 0:01:13
----- 19.9/39.5 MB 273.0 kB/s eta 0:01:12
----- 19.9/39.5 MB 273.0 kB/s eta 0:01:12
----- 19.9/39.5 MB 273.0 kB/s eta 0:01:12
----- 19.9/39.5 MB 273.0 kB/s eta 0:01:12
----- 20.2/39.5 MB 272.6 kB/s eta 0:01:11
----- 20.2/39.5 MB 272.6 kB/s eta 0:01:11
----- 20.2/39.5 MB 272.6 kB/s eta 0:01:11
----- 20.2/39.5 MB 272.6 kB/s eta 0:01:11
----- 20.4/39.5 MB 272.7 kB/s eta 0:01:10
----- 20.4/39.5 MB 272.7 kB/s eta 0:01:10
----- 20.4/39.5 MB 272.7 kB/s eta 0:01:10
----- 20.4/39.5 MB 272.7 kB/s eta 0:01:10
----- 20.7/39.5 MB 271.3 kB/s eta 0:01:10
----- 20.7/39.5 MB 271.3 kB/s eta 0:01:10
----- 20.7/39.5 MB 271.3 kB/s eta 0:01:10

```

[illegible]

			23.1/39.5	MB	245.6	kB/s	eta	0:01:07
			23.1/39.5	MB	245.6	kB/s	eta	0:01:07
			23.1/39.5	MB	245.6	kB/s	eta	0:01:07
			23.1/39.5	MB	245.6	kB/s	eta	0:01:07
			23.1/39.5	MB	245.6	kB/s	eta	0:01:07
			23.1/39.5	MB	245.6	kB/s	eta	0:01:07
			23.3/39.5	MB	243.7	kB/s	eta	0:01:07
			23.3/39.5	MB	243.7	kB/s	eta	0:01:07
			23.3/39.5	MB	243.7	kB/s	eta	0:01:07
			23.3/39.5	MB	243.7	kB/s	eta	0:01:07
			23.3/39.5	MB	243.7	kB/s	eta	0:01:07
			23.6/39.5	MB	244.9	kB/s	eta	0:01:05
			23.6/39.5	MB	244.9	kB/s	eta	0:01:05
			23.6/39.5	MB	244.9	kB/s	eta	0:01:05
			23.6/39.5	MB	244.9	kB/s	eta	0:01:05
			23.9/39.5	MB	245.4	kB/s	eta	0:01:04
			23.9/39.5	MB	245.4	kB/s	eta	0:01:04
			23.9/39.5	MB	245.4	kB/s	eta	0:01:04
			23.9/39.5	MB	245.4	kB/s	eta	0:01:04
			24.1/39.5	MB	245.2	kB/s	eta	0:01:03
			24.1/39.5	MB	245.2	kB/s	eta	0:01:03
			24.1/39.5	MB	245.2	kB/s	eta	0:01:03
			24.1/39.5	MB	245.2	kB/s	eta	0:01:03
			24.4/39.5	MB	243.8	kB/s	eta	0:01:02
			24.4/39.5	MB	243.8	kB/s	eta	0:01:02
			24.4/39.5	MB	243.8	kB/s	eta	0:01:02
			24.4/39.5	MB	243.8	kB/s	eta	0:01:02
			24.4/39.5	MB	243.8	kB/s	eta	0:01:02
			24.6/39.5	MB	244.9	kB/s	eta	0:01:01
			24.6/39.5	MB	244.9	kB/s	eta	0:01:01
			24.6/39.5	MB	244.9	kB/s	eta	0:01:01
			24.6/39.5	MB	244.9	kB/s	eta	0:01:01
			24.9/39.5	MB	246.2	kB/s	eta	0:01:00
			24.9/39.5	MB	246.2	kB/s	eta	0:01:00
			24.9/39.5	MB	246.2	kB/s	eta	0:01:00
			25.2/39.5	MB	258.8	kB/s	eta	0:00:56
			25.2/39.5	MB	258.8	kB/s	eta	0:00:56
			25.2/39.5	MB	258.8	kB/s	eta	0:00:56
			25.4/39.5	MB	261.4	kB/s	eta	0:00:54
			25.4/39.5	MB	261.4	kB/s	eta	0:00:54
			25.4/39.5	MB	261.4	kB/s	eta	0:00:54
			25.4/39.5	MB	261.4	kB/s	eta	0:00:54
			25.4/39.5	MB	261.4	kB/s	eta	0:00:54
			25.7/39.5	MB	265.3	kB/s	eta	0:00:53
			25.7/39.5	MB	265.3	kB/s	eta	0:00:53
			25.7/39.5	MB	265.3	kB/s	eta	0:00:53
			25.7/39.5	MB	265.3	kB/s	eta	0:00:53
			25.7/39.5	MB	265.3	kB/s	eta	0:00:53

		25.7/39.5	MB	265.3	kB/s	eta	0:00:53
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.0/39.5	MB	263.4	kB/s	eta	0:00:52
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.2/39.5	MB	248.9	kB/s	eta	0:00:54
		26.5/39.5	MB	239.3	kB/s	eta	0:00:55
		26.5/39.5	MB	239.3	kB/s	eta	0:00:55
		26.5/39.5	MB	239.3	kB/s	eta	0:00:55
		26.5/39.5	MB	239.3	kB/s	eta	0:00:55
		26.5/39.5	MB	239.3	kB/s	eta	0:00:55
		26.5/39.5	MB	239.3	kB/s	eta	0:00:55
		26.5/39.5	MB	239.3	kB/s	eta	0:00:55
		26.7/39.5	MB	235.2	kB/s	eta	0:00:55
		26.7/39.5	MB	235.2	kB/s	eta	0:00:55
		26.7/39.5	MB	235.2	kB/s	eta	0:00:55
		26.7/39.5	MB	235.2	kB/s	eta	0:00:55
		26.7/39.5	MB	235.2	kB/s	eta	0:00:55
		27.0/39.5	MB	233.5	kB/s	eta	0:00:54
		27.0/39.5	MB	233.5	kB/s	eta	0:00:54
		27.0/39.5	MB	233.5	kB/s	eta	0:00:54
		27.0/39.5	MB	233.5	kB/s	eta	0:00:54
		27.3/39.5	MB	236.4	kB/s	eta	0:00:52
		27.3/39.5	MB	236.4	kB/s	eta	0:00:52
		27.3/39.5	MB	236.4	kB/s	eta	0:00:52
		27.3/39.5	MB	236.4	kB/s	eta	0:00:52
		27.5/39.5	MB	236.9	kB/s	eta	0:00:51
		27.5/39.5	MB	236.9	kB/s	eta	0:00:51
		27.5/39.5	MB	236.9	kB/s	eta	0:00:51
		27.8/39.5	MB	238.7	kB/s	eta	0:00:50
		27.8/39.5	MB	238.7	kB/s	eta	0:00:50
		27.8/39.5	MB	238.7	kB/s	eta	0:00:50
		27.8/39.5	MB	238.7	kB/s	eta	0:00:50
		27.8/39.5	MB	238.7	kB/s	eta	0:00:50
		28.0/39.5	MB	243.0	kB/s	eta	0:00:48
		28.0/39.5	MB	243.0	kB/s	eta	0:00:48
		28.0/39.5	MB	243.0	kB/s	eta	0:00:48

				28.0/39.5	MB	243.0	kB/s	eta	0:00:48
				28.0/39.5	MB	243.0	kB/s	eta	0:00:48
				28.0/39.5	MB	243.0	kB/s	eta	0:00:48
				28.3/39.5	MB	248.1	kB/s	eta	0:00:46
				28.3/39.5	MB	248.1	kB/s	eta	0:00:46
				28.3/39.5	MB	248.1	kB/s	eta	0:00:46
				28.3/39.5	MB	248.1	kB/s	eta	0:00:46
				28.3/39.5	MB	248.1	kB/s	eta	0:00:46
				28.3/39.5	MB	248.1	kB/s	eta	0:00:46
				28.3/39.5	MB	248.1	kB/s	eta	0:00:46
				28.3/39.5	MB	248.1	kB/s	eta	0:00:46
				28.6/39.5	MB	242.8	kB/s	eta	0:00:45
				28.6/39.5	MB	242.8	kB/s	eta	0:00:45
				28.6/39.5	MB	242.8	kB/s	eta	0:00:45
				28.6/39.5	MB	242.8	kB/s	eta	0:00:45
				28.6/39.5	MB	242.8	kB/s	eta	0:00:45
				28.8/39.5	MB	239.7	kB/s	eta	0:00:45
				28.8/39.5	MB	239.7	kB/s	eta	0:00:45
				28.8/39.5	MB	239.7	kB/s	eta	0:00:45
				28.8/39.5	MB	239.7	kB/s	eta	0:00:45
				29.1/39.5	MB	237.5	kB/s	eta	0:00:44
				29.1/39.5	MB	237.5	kB/s	eta	0:00:44
				29.1/39.5	MB	237.5	kB/s	eta	0:00:44
				29.1/39.5	MB	237.5	kB/s	eta	0:00:44
				29.4/39.5	MB	235.9	kB/s	eta	0:00:43
				29.4/39.5	MB	235.9	kB/s	eta	0:00:43
				29.4/39.5	MB	235.9	kB/s	eta	0:00:43
				29.6/39.5	MB	236.8	kB/s	eta	0:00:42
				29.6/39.5	MB	236.8	kB/s	eta	0:00:42
				29.6/39.5	MB	236.8	kB/s	eta	0:00:42
				29.6/39.5	MB	236.8	kB/s	eta	0:00:42
				29.6/39.5	MB	236.8	kB/s	eta	0:00:42
				29.9/39.5	MB	243.9	kB/s	eta	0:00:40
				29.9/39.5	MB	243.9	kB/s	eta	0:00:40
				29.9/39.5	MB	243.9	kB/s	eta	0:00:40
				30.1/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:00:38
				30.1/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:00:38
				30.1/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:00:38
				30.1/39.5	MB	246.6	kB/s	eta	0:00:38
				30.4/39.5	MB	250.4	kB/s	eta	0:00:37
				30.4/39.5	MB	250.4	kB/s	eta	0:00:37
				30.4/39.5	MB	250.4	kB/s	eta	0:00:37
				30.4/39.5	MB	250.4	kB/s	eta	0:00:37
				30.7/39.5	MB	255.4	kB/s	eta	0:00:35
				30.7/39.5	MB	255.4	kB/s	eta	0:00:35

[illegible]

[illegible]

[illegible]

```

----- 38.5/39.5 MB 258.8 kB/s eta 0:00:04
----- 38.5/39.5 MB 258.8 kB/s eta 0:00:04
----- 38.5/39.5 MB 258.8 kB/s eta 0:00:04
----- 38.8/39.5 MB 256.9 kB/s eta 0:00:03
----- 38.8/39.5 MB 256.9 kB/s eta 0:00:03
----- 38.8/39.5 MB 256.9 kB/s eta 0:00:03
----- 38.8/39.5 MB 256.9 kB/s eta 0:00:03
----- 39.1/39.5 MB 260.9 kB/s eta 0:00:02
----- 39.1/39.5 MB 260.9 kB/s eta 0:00:02
----- 39.1/39.5 MB 260.9 kB/s eta 0:00:02
----- 39.1/39.5 MB 260.9 kB/s eta 0:00:02
----- 39.3/39.5 MB 265.0 kB/s eta 0:00:01
----- 39.3/39.5 MB 265.0 kB/s eta 0:00:01
----- 39.3/39.5 MB 265.0 kB/s eta 0:00:01
----- 39.5/39.5 MB 265.0 kB/s eta 0:00:00

```

Installing collected packages: opencv-python

Successfully installed opencv-python-4.11.0.86

Collecting librosa

Downloading librosa-0.11.0-py3-none-any.whl.metadata (8.7 kB)

Collecting audioread>=2.1.9 (from librosa)

Downloading audioread-3.0.1-py3-none-any.whl.metadata (8.4 kB)

Requirement already satisfied: numba>=0.51.0 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (0.60.0)

Requirement already satisfied: numpy>=1.22.3 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (1.26.4)

Requirement already satisfied: scipy>=1.6.0 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (1.13.1)

Requirement already satisfied: scikit-learn>=1.1.0 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (1.5.1)

Requirement already satisfied: joblib>=1.0 in e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (1.4.2)

Requirement already satisfied: decorator>=4.3.0 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (5.1.1)

Collecting soundfile>=0.12.1 (from librosa)

Downloading soundfile-0.13.1-py2.py3-none-win_amd64.whl.metadata (16 kB)

Collecting pooch>=1.1 (from librosa)

Downloading pooch-1.8.2-py3-none-any.whl.metadata (10 kB)

Collecting soxr>=0.3.2 (from librosa)

Downloading soxr-0.5.0.post1-cp312-abi3-win_amd64.whl.metadata (5.6 kB)

Requirement already satisfied: typing_extensions>=4.1.1 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (4.11.0)

Requirement already satisfied: lazy_loader>=0.1 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (0.4)

Requirement already satisfied: msgpack>=1.0 in

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from librosa) (1.0.3)

Requirement already satisfied: packaging in e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from lazy_loader>=0.1->librosa) (24.1)

Requirement already satisfied: llvmlite<0.44,>=0.43.0dev0 in

```

e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from numba>=0.51.0->librosa)
(0.43.0)
Requirement already satisfied: platformdirs>=2.5.0 in
e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from pooch>=1.1->librosa) (4.3.8)
Requirement already satisfied: requests>=2.19.0 in
e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from pooch>=1.1->librosa) (2.32.3)
Requirement already satisfied: threadpoolctl>=3.1.0 in
e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from scikit-learn>=1.1.0->librosa)
(3.5.0)
Requirement already satisfied: cffi>=1.0 in e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-
packages (from soundfile>=0.12.1->librosa) (1.17.1)
Requirement already satisfied: pycparser in e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-
packages (from cffi>=1.0->soundfile>=0.12.1->librosa) (2.21)
Requirement already satisfied: charset-normalizer<4,>=2 in
e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from
requests>=2.19.0->pooch>=1.1->librosa) (3.3.2)
Requirement already satisfied: idna<4,>=2.5 in
e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from
requests>=2.19.0->pooch>=1.1->librosa) (3.7)
Requirement already satisfied: urllib3<3,>=1.21.1 in
e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from
requests>=2.19.0->pooch>=1.1->librosa) (2.2.3)
Requirement already satisfied: certifi>=2017.4.17 in
e:\users\dawid\anaconda3\lib\site-packages (from
requests>=2.19.0->pooch>=1.1->librosa) (2025.1.31)
Downloading librosa-0.11.0-py3-none-any.whl (260 kB)
Downloading audioread-3.0.1-py3-none-any.whl (23 kB)
Downloading pooch-1.8.2-py3-none-any.whl (64 kB)
Downloading soundfile-0.13.1-py2.py3-none-win_amd64.whl (1.0 MB)
----- 0.0/1.0 MB ? eta -:-:--
----- 0.8/1.0 MB 6.7 MB/s eta 0:00:01
----- 0.8/1.0 MB 6.7 MB/s eta 0:00:01
----- 1.0/1.0 MB 1.3 MB/s eta 0:00:00
Downloading soxr-0.5.0.post1-cp312-abi3-win_amd64.whl (164 kB)
Installing collected packages: soxr, audioread, soundfile, pooch, librosa
Successfully installed audioread-3.0.1 librosa-0.11.0 pooch-1.8.2
soundfile-0.13.1 soxr-0.5.0.post1

```

1.2.1 Step 1: Generate Synthetic Signals

```

[4]: import numpy as np
import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.signal import square
from scipy.io.wavfile import write
import librosa
import librosa.display

```

```

# --- Image Generation: Diagonal Stripes ---
def generate_diagonal_strips(size=256, spacing=20):
    img = np.zeros((size, size), dtype=np.uint8)
    for i in range(0, size, spacing):
        cv2.line(img, (i, 0), (0, i), 255, 1) # Draw diagonal lines
    return img

# --- Audio Generation: Square Wave (500Hz with Harmonics) ---
def generate_square_wave(freq=500, duration=3, fs=44100, harmonics=5):
    t = np.linspace(0, duration, int(fs * duration))
    y = np.zeros_like(t)
    for k in range(1, 2 * harmonics + 1, 2): # Sum odd harmonics
        y += (4 / (np.pi * k)) * np.sin(2 * np.pi * freq * k * t)
    return t, y, fs

# Generate signals
image = generate_diagonal_strips()
cv2.imwrite('diagonal_strips.png', image) # Save image

t, square_audio, fs = generate_square_wave()
write('square_wave.wav', fs, (square_audio * 32767).astype(np.int16)) # Save
↳ audio

```

1.2.2 Step 2: Image Analysis (2D FFT & Filtering)

```

[5]: # Compute 2D FFT
f = np.fft.fft2(image)
fshift = np.fft.fftshift(f) # Center zero-frequency

# Magnitude spectrum (log scale)
magnitude_spectrum = 20 * np.log(np.abs(fshift) + 1)

# Low-pass/High-pass filtering
rows, cols = image.shape
crow, ccol = rows//2, cols//2
mask_lp = np.zeros((rows, cols), np.uint8)
cv2.circle(mask_lp, (ccol, crow), 30, 1, -1) # Low-pass mask (radius=30)
mask_hp = 1 - mask_lp # High-pass mask

# Apply filters
fshift_lp = fshift * mask_lp
fshift_hp = fshift * mask_hp

# Reconstruct images
img_lp = np.abs(np.fft.ifft2(np.fft.ifftshift(fshift_lp)))
img_hp = np.abs(np.fft.ifft2(np.fft.ifftshift(fshift_hp)))

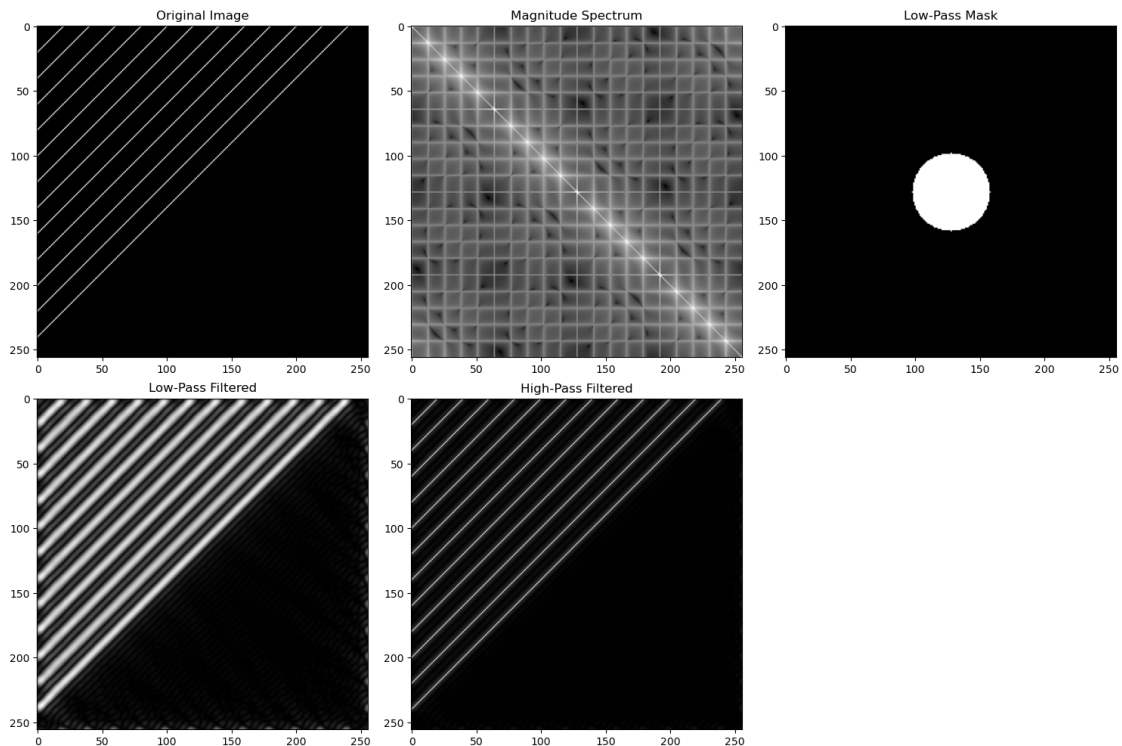
```



```

# Visualization
plt.figure(figsize=(15, 10))
plt.subplot(231), plt.imshow(image, cmap='gray'), plt.title('Original Image')
plt.subplot(232), plt.imshow(magnitude_spectrum, cmap='gray'), plt.
    ↪title('Magnitude Spectrum')
plt.subplot(233), plt.imshow(mask_lp, cmap='gray'), plt.title('Low-Pass Mask')
plt.subplot(234), plt.imshow(img_lp, cmap='gray'), plt.title('Low-Pass
    ↪Filtered')
plt.subplot(235), plt.imshow(img_hp, cmap='gray'), plt.title('High-Pass
    ↪Filtered')
plt.tight_layout()
plt.savefig('image_analysis.png')

```



1.2.3 Step 3: Audio Analysis (Time/Frequency Domains)

```

[6]: # Time-domain plot
plt.figure(figsize=(12, 8))
plt.subplot(311)
plt.plot(t[:1000], square_audio[:1000]) # First 1000 samples
plt.title('Time Domain (Square Wave)')
plt.xlabel('Time [s]')

```

```

# Frequency-domain plot
Y = np.fft.fft(square_audio)
freqs = np.fft.fftfreq(len(Y), 1/fs)
plt.subplot(312)
plt.plot(freqs[:len(freqs)//2], np.abs(Y[:len(Y)//2]))
plt.title('Frequency Domain (Harmonics)')
plt.xlabel('Frequency [Hz]')
plt.xlim(0, 5000) # Show up to 5kHz

# Spectrogram
D = librosa.stft(square_audio.astype(np.float32))
S_db = librosa.amplitude_to_db(np.abs(D), ref=np.max)
plt.subplot(313)
librosa.display.specshow(S_db, sr=fs, x_axis='time', y_axis='hz',
    cmap='viridis')
plt.colorbar(format='%+2.0f dB')
plt.title('Spectrogram')
plt.tight_layout()
plt.savefig('audio_analysis.png')

```

