

ДОДАТОК А

Лістинг програми для керування роботом помічником

```
import io
import subprocess
import cv2
import numpy as np
import os
import speech_recognition as sr
from gtts import gTTS
import wikipedia
from datetime import datetime
import pytz
import threading
from flask import Flask, Response, render_template
from deepface import DeepFace
from g4f.client import Client

app = Flask(__name__)
face_cascade = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.haarcascades +
'haarcascade_frontalface_default.xml')

def ask_chatgpt(prompt):
    client = Client()
    response = client.chat.completions.create(
        model="gpt-4o-mini",
        messages=[{"role": "user", "content": prompt}],
        web_search=False
```

```

)
print(response.choices[0].message.content)
return response.choices[0].message.content

def gen():
    while True:
        cmd = ['libcamera-still', '--width', '640', '--height', '480', '--output', '/dev/stdout', '-
-quality', '10']
        process = subprocess.Popen(cmd, stdout=subprocess.PIPE,
stderr=subprocess.PIPE)
        frame = process.stdout.read()

        if frame:
            np_array = np.frombuffer(frame, np.uint8)
            image = cv2.imdecode(np_array, cv2.IMREAD_COLOR)

            gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

            faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, scaleFactor=1.1,
minNeighbors=5, minSize=(30, 30))

            for (x, y, w, h) in faces:
                face_image = image[y:y+h, x:x+w]

                try:
                    analysis = DeepFace.analyze(face_image, actions=['age', 'gender',
'emotion'], enforce_detection=False)
                    age = analysis[0]['age']
                    gender = analysis[0]['gender']

```

```

emotion = analysis[0]['dominant_emotion']

    cv2.putText(image, f'Age: {age}', (x, y-30),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (255, 255, 255), 2)
    cv2.putText(image, f'Gender: {gender}', (x, y-50),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (255, 255, 255), 2)
    cv2.putText(image, f'Emotion: {emotion}', (x, y-70),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (255, 255, 255), 2)
except Exception as e:
    print(f'Error analyzing face: {e}')

cv2.rectangle(image, (x, y), (x + w, y + h), (255, 0, 0), 2)

ret, jpeg = cv2.imencode('.jpg', image)
if ret:
    yield (b'--frame\r\n'
          b'Content-Type: image/jpeg\r\n\r\n' + jpeg.tobytes() + b'\r\n')

def speak(text):
    if not text.strip():
        print("Empty text provided to speak()")
        return

    try:
        tts = gTTS(text=text, lang='en')
        tts.save("audio.mp3")
        os.system("mpg321 audio.mp3")
    except Exception as e:
        print(f'Error while speaking: {e}')

```

```

def speech_to_text():
    recognizer = sr.Recognizer()
    with sr.Microphone() as source:
        recognizer.adjust_for_ambient_noise(source)
        print("Listening...")
        audio = recognizer.listen(source, phrase_time_limit=4)

    try:
        print("You said: " + recognizer.recognize_google(audio))
        return recognizer.recognize_google(audio)
    except sr.UnknownValueError:
        print("Sorry, I didn't catch that.")
        return None
    except sr.RequestError as e:
        print(f"Error with the speech recognition service: {e}")
        return None

def search_wikipedia(query):
    try:
        if query.lower().startswith("who is") or query.lower().startswith("who are"):
            person = query[4:].strip()
            summary = wikipedia.summary(person, sentences=2)
            print(f"Information about {person}: {summary}")
            speak(summary)
    else:
        print("I can only search for 'Who is' or 'Who are' questions right now.")
        speak("Sorry, I can only search for 'Who is' or 'Who are' questions.")
    except wikipedia.exceptions.DisambiguationError as e:

```

```

print(f'Disambiguation Error: {e}')
speak("Sorry, there are multiple people or topics with that name. Please be more
specific.")
except wikipedia.exceptions.PageError:
    print("Sorry, I couldn't find any information on Wikipedia for that search.")
    speak("Sorry, I couldn't find any information on Wikipedia for that search.")

def get_current_date_time():
    local_time = datetime.now(pytz.timezone("Europe/Kyiv"))
    return local_time.strftime("%A, %d %B %Y, %I:%M %p")

def voice_command_loop():
    while True:
        speech = speech_to_text()
        if speech:
            print(f'You said: {speech}')
            speak(speech)

            if "repeat after me" in speech.lower():
                print("Repeating: " + speech[15:])
                speak(speech[15:])
            elif "who is" in speech.lower() or "who are" in speech.lower():
                search_wikipedia(speech)
            elif "what day is it" in speech.lower() or "what is the date" in speech.lower():
                current_date_time = get_current_date_time()
                print(f'The current date and time is: {current_date_time}')
                speak(f'The current date and time is: {current_date_time}')
            elif "chat" in speech.lower():
                print("Chat find : " + speech[9:])

```

```

    response = ask_chatgpt(speech[9:])
    print("Response ChatGPT:", response)
    speak(response)
else:
    print("I didn't understand your request.")

```

```

@app.route('/')
def index():
    return "\
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Robot Control Interface</title>
    <script>
        let baseUrl1 = "";
        let baseUrl2 = "";

        function setBaseUrls() {
            baseUrl1 = document.getElementById("baseUrl1").value;
            baseUrl2 = document.getElementById("baseUrl2").value;

            if (baseUrl1) {
                document.getElementById("streamImg").src = baseUrl1 + "/stream";
                logStatus("URLs configured successfully");
            } else {
                alert("Enter URL to move!");
            }
        }
    </script>

```

```
}
```

```
function sendCommand(command) {
  if (baseUrl1) {
    fetch(baseUrl1 + "/action?go=" + command)
      .then(response => {
        console.log("Command sent:", command);
        logStatus(`Movement command sent: ${command}`);
      })
      .catch(error => {
        console.error("Error:", error);
        logStatus(`Error sending command: ${error.message}`);
      });
  } else {
    alert("Enter URL to move!");
  }
}
```

```
function sendAngle(joint, value) {
  if (baseUrl2) {
    fetch(baseUrl1 + "/move?joint=" + joint + "&direction=" + value)
      .then(response => {
        console.log(`Angle sent: ${joint}=${value}`);
        logStatus(`Joint ${joint} set to ${value}°`);
        document.getElementById(joint.toLowerCase() + '-value').textContent
= value + '°';
      })
      .catch(error => {
        console.error("Error:", error);
      });
  }
}
```

```

        logStatus(`Error controlling joint: ${error.message}`);
    });
} else {
    alert("Enter URL to control angles!");
}
}

function logStatus(message) {
    const timestamp = new Date().toLocaleTimeString();
    const logContent = document.getElementById("statusLogContent");
    logContent.innerHTML += `[${timestamp}] ${message}<br>`;
    logContent.scrollTop = logContent.scrollHeight;
}

window.onload = function () {
    document.getElementById("baseUrl1").value = "http://192.168.0.100";
    document.getElementById("baseUrl2").value = "http://192.168.0.101";
    logStatus("System initialized");
}
</script>
</head>
<body>
<div>
    <div class="header">
        <h1>Robot Control Interface</h1>
        <p>Intelligent Face Recognition & Voice Assistant System</p>
    </div>

    <div class="content">

```

```

<div class="section">
  <div class="section-header">Video Monitoring</div>
  <div class="section-content">
    <div class="video-section">
      <div class="video-container">
        <h3>Face Analysis Feed</h3>
        
      </div>

      <div class="video-container">
        <h3>ESP32-CAM Robot View</h3>
        
      </div>
    </div>
  </div>
</div>

<div class="section">
  <div class="section-header">System Configuration</div>
  <div class="section-content">
    <table class="config-table">
      <tr>
        <td>Movement Control URL:</td>
        <td><input type="text" id="baseUrl"
placeholder="http://192.168.0.100"></td>
      </tr>
      <tr>

```

```

        <td>Joint Control URL:</td>
        <td><input type="text" id="baseUrl2"
placeholder="http://192.168.0.101"></td>
    </tr>
</table>
    <button class="btn btn-primary" onclick="setBaseUrls()">Apply
Configuration</button>
</div>
</div>

<div class="section">
    <div class="section-header">Control Systems</div>
    <div class="section-content">
        <div class="controls-section">
            <div>
                <h4 style="margin-bottom: 15px; color: #2c3e50;">Movement
Controls</h4>
                <div class="movement-controls">
                    <button class="btn btn-forward"
onclick="sendCommand('forward')">Forward</button>
                    <button class="btn btn-left"
onclick="sendCommand('left')">Left</button>
                    <button class="btn btn-stop"
onclick="sendCommand('stop')">STOP</button>
                    <button class="btn btn-right"
onclick="sendCommand('right')">Right</button>
                    <button class="btn btn-backward"
onclick="sendCommand('backward')">Backward</button>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>

```

```
</div>
```

```
<div>
```

```
  <h4 style="margin-bottom: 15px; color: #2c3e50;">Joint  
Control</h4>
```

```
  <div class="joint-controls">
```

```
    <label>P Joint:</label>
```

```
    <input type="range" min="0" max="180" value="90"  
onchange="sendAngle('P', this.value)">
```

```
    <span class="joint-value" id="p-value">90°</span>
```

```
  </div>
```

```
  <div class="joint-controls">
```

```
    <label>M Joint:</label>
```

```
    <input type="range" min="0" max="180" value="90"  
onchange="sendAngle('M', this.value)">
```

```
    <span class="joint-value" id="m-value">90°</span>
```

```
  </div>
```

```
  <div class="joint-controls">
```

```
    <label>LR Joint:</label>
```

```
    <input type="range" min="0" max="180" value="90"  
onchange="sendAngle('LR', this.value)">
```

```
    <span class="joint-value" id="lr-value">90°</span>
```

```
  </div>
```

```
  <div class="joint-controls">
```

```
    <label>B Joint:</label>
```

```
    <input type="range" min="0" max="180" value="90"  
onchange="sendAngle('B', this.value)">
```

```
    <span class="joint-value" id="b-value">90°</span>
```

```
  </div>
```

```

        </div>
    </div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>

<script>
    document.querySelectorAll('input[type="range"]').forEach(slider => {
        slider.addEventListener('input', function () {
            const joint = this.onChange.toString().match(/'(\w+)'/)[1];
            const valueSpan = document.getElementById(joint.toLowerCase() + '-value');
            if (valueSpan) {
                valueSpan.textContent = this.value + '°';
            }
        });
    });
</script>
</body>
</html> '''

@app.route('/video_feed')
def video_feed():
    return Response(gen(), mimetype='multipart/x-mixed-replace; boundary=frame')
if __name__ == '__main__':
    voice_thread = threading.Thread(target=voice_command_loop)
    voice_thread.daemon = True
    voice_thread.start()

app.run(host='0.0.0.0', port=8000, debug=True)

```

ДОДАТОК Б

Результати експерименту

Таблиця Б.1 – Точки отримані емпіричним методом в ході проведення експерименту

Input Length (words)	Response Time (ms)
1	10.00
2	56.42
3	10.00
4	10.00
5	244.99
6	23.53
7	10.00
8	219.56
9	10.00
10	10.00
11	121.98
12	215.54
13	200.95
14	82.47
15	10.00
16	325.07
17	536.19
18	262.35
19	164.00
20	243.61
21	112.54

Продовження табл. Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
22	182.93
23	121.05
24	156.59
25	197.99
26	220.89
27	158.26
28	402.72
29	184.84
30	291.05
31	345.06
32	379.66
33	60.20
34	288.28
35	325.78
36	284.42
37	208.49
38	416.51
39	182.25
40	307.74
41	244.08
42	362.77
43	381.98
44	103.85
45	90.13
46	269.32
47	258.05

Продження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
48	352.05
49	394.26
50	177.53
51	228.02
52	324.09
53	658.92
54	160.87
55	356.91
56	413.92
57	454.40
58	368.27
59	347.91
60	406.62
61	389.28
62	388.52
63	479.59
64	282.36
65	371.71
66	539.78
67	417.10
68	392.45
69	316.74
70	396.81
71	461.58
72	470.76
73	531.14

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
74	511.11
75	634.00
76	393.21
77	716.68
78	604.98
79	576.73
80	295.23
81	639.16
82	212.31
83	499.07
84	51.31
85	490.30
86	561.93
87	519.27
88	455.16
89	493.43
90	234.18
91	564.91
92	467.81
93	647.27
94	760.18
95	753.90
96	420.22
97	475.99
98	589.14
99	698.22

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
100	535.74
101	574.77
102	617.17
103	566.02
104	608.48
105	608.57
106	611.06
107	617.14
108	681.71
109	560.67
110	364.32
111	599.81
112	770.35
113	655.29
114	526.77
115	710.68
116	794.29
117	493.10
118	514.05
119	577.85
120	576.86
121	938.52
122	594.04
123	837.66
124	828.92
125	830.02

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
126	788.66
127	663.18
128	698.09
129	627.40
130	661.94
131	647.96
132	782.47
133	714.82
134	848.47
135	942.97
136	1105.03
137	798.78
138	631.94
139	992.87
140	813.71
141	932.79
142	698.68
143	787.40
144	875.84
145	751.50
146	1019.73
147	1070.31
148	919.89
149	819.15
150	805.73
151	858.64

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
152	857.70
153	824.09
154	994.81
155	820.13
156	918.21
157	1115.73
158	834.07
159	945.44
160	884.53
161	996.92
162	897.38
163	743.77
164	892.74
165	880.93
166	1093.16
167	965.81
168	998.06
169	1006.04
170	1002.14
171	865.16
172	844.32
173	857.87
174	914.04
175	849.17
176	1065.40
177	1362.28

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
178	1007.19
179	728.63
180	1073.05
181	921.82
182	1172.15
183	1094.56
184	928.22
185	1187.88
186	1081.93
187	1095.61
188	1055.80
189	1450.37
190	1121.60
191	1146.84
192	1150.74
193	1037.41
194	1147.36
195	1150.91
196	1379.80
197	1057.38
198	1343.75
199	1117.29
200	1063.12
201	1265.29
202	1210.42
203	1238.60

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
204	1274.03
205	1178.15
206	1286.51
207	1310.14
208	1336.16
209	1198.26
210	1210.77
211	1086.39
212	1111.86
213	1323.11
214	1295.16
215	1224.52
216	1252.35
217	1287.79
218	1480.57
219	1407.61
220	1341.44
221	1214.15
222	1296.19
223	1520.85
224	1546.48
225	1474.49
226	1496.54
227	1412.57
228	1187.34
229	1435.99

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
230	1241.63
231	1243.95
232	1454.52
233	1478.59
234	1552.61
235	1450.16
236	1531.49
237	1328.71
238	1221.58
239	1481.16
240	1380.44
241	1199.47
242	1299.32
243	1629.52
244	1502.84
245	1447.73
246	1521.99
247	1570.44
248	1367.27
249	1418.48
250	1325.99
251	1474.03
252	1328.79
253	1562.27
254	1657.32
255	1504.99

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
256	1429.18
257	1512.05
258	1596.12
259	1505.28
260	1492.96
261	1532.71
262	1653.85
263	1518.39
264	1483.40
265	1374.03
266	1818.72
267	1710.31
268	1873.62
269	1723.24
270	1691.18
271	1579.39
272	1710.46
273	1586.69
274	1729.52
275	1701.17
276	1632.37
277	1944.69
278	1578.74
279	1782.01
280	1632.63
281	1557.83

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
282	1630.46
283	1632.81
284	1786.17
285	1817.09
286	1802.95
287	1631.20
288	1676.17
289	1506.38
290	1857.33
291	1850.16
292	1712.46
293	1772.59
294	1538.52
295	1616.08
296	1837.57
297	1660.91
298	1722.70
299	1838.99
300	1794.80
301	1873.98
302	1923.87
303	1966.46
304	1870.92
305	1973.10
306	1854.01
307	1754.30

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
308	1929.16
309	1965.00
310	2026.44
311	1638.33
312	1798.53
313	1751.51
314	1995.99
315	1765.36
316	1718.74
317	1935.11
318	2149.72
319	2053.64
320	1721.66
321	1956.41
322	2019.80
323	1919.73
324	1992.49
325	2186.78
326	2002.71
327	1871.16
328	2058.04
329	2024.41
330	1982.53
331	1860.65
332	1914.69
333	2191.13

Продовження табл. Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
334	1969.22
335	2060.62
336	1912.08
337	1998.07
338	2119.72
339	2045.22
340	1977.09
341	1985.35
342	1862.81
343	2039.87
344	2062.03
345	2006.06
346	1958.40
347	2300.56
348	2161.65
349	2040.59
350	2115.31
351	2114.42
352	2227.60
353	2173.44
354	2046.80
355	2105.82
356	2138.87
357	2198.09
358	2329.59
359	2141.71

Продовження табл. Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
360	2133.39
361	2326.52
362	2284.99
363	2149.22
364	2059.72
365	2154.48
366	2251.04
367	2460.03
368	2161.58
369	2155.70
370	2314.63
371	2298.70
372	2189.69
373	2211.88
374	2292.67
375	2461.37
376	2105.44
377	2269.56
378	2317.44
379	2428.63
380	2306.92
381	2465.40
382	2335.14
383	2535.42
384	2189.47
385	2325.77

Продовження табл.Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
386	2290.35
387	2378.22
388	2314.45
389	2490.76
390	2406.44
391	2285.52
392	2393.50
393	2505.69
394	2480.69
395	2495.09
396	2462.93
397	2348.03
398	2356.99
399	2313.50
400	2340.45
401	2419.14
402	2584.33
403	2275.22
404	2319.48
405	2500.52
406	2612.91
407	2465.44
408	2359.43
409	2179.41
410	2576.93
411	2517.31

Продовження табл. Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
412	2571.46
413	2488.62
414	2550.37
415	2669.24
416	2599.93
417	2607.73
418	2537.73
419	2612.39
420	2690.82
421	2537.48
422	2373.57
423	2640.36
424	2623.74
425	2440.24
426	2749.66
427	2607.34
428	2374.92
429	2485.12
430	2605.41
431	2743.98
432	2625.78
433	2657.25
434	2731.23
435	2752.47
436	2768.24
437	2520.22

Продовження табл. Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
438	2866.45
439	2534.49
440	2762.10
441	2687.49
442	2748.53
443	2427.60
444	2656.47
445	2648.14
446	2524.75
447	2739.43
448	2757.58
449	2664.42
450	2762.61
451	2741.48
452	2520.56
453	2627.13
454	2820.73
455	2739.72
456	2922.07
457	2936.78
458	2784.92
459	2804.31
460	2804.23
461	2897.82
462	2732.37
463	2833.73

Продовження табл. Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
464	2765.35
465	2959.26
466	2929.05
467	2697.88
468	2734.67
469	2838.01
470	2913.47
471	2951.04
472	2977.75
473	2823.96
474	3015.18
475	2993.56
476	2969.81
477	2928.71
478	3022.82
479	2893.65
480	2854.76
481	3040.75
482	2804.53
483	3109.93
484	3124.50
485	3221.95
486	3071.61
487	3065.20
488	3026.23
489	3051.42

Продовження табл. Б.1

Input Length (words)	Response Time (ms)
490	2980.15
491	3167.06
492	3248.97
493	3006.04
494	3107.00
495	3017.16
496	2919.05
497	2978.25
498	2913.47
499	3182.97
500	3006.40

ДОДАТОК В

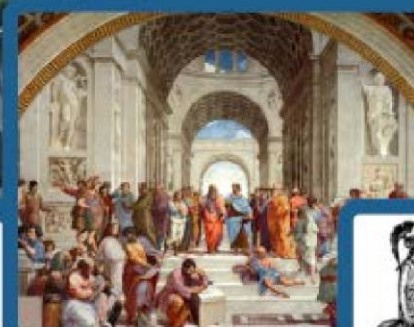
Публікації

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ»

Матеріали ХХІХ Міжнародного
молодіжного форуму



2
0
2
5

ТОМ 9: «Гуманітарні аспекти цифрового
суспільства»

Харків, 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 29-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ
У XXI СТОЛІТТІ»**

16 – 19 квітня 2025 р.

Том 9

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ ЦИФРОВОГО СУСПІЛЬСТВА»**

Харків 2025

29-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 9. – Харків: ХНУРЕ. 2025. – 84с.

В збірник включені матеріали 29-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка і молодь в XXI столітті».

Видання підготовлено кафедрою філософії
Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ)

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
тел.: (057) 7021397
факс: (057) 7021515

E-mail: mref21@nure.ua

ISBN 978-966-659-413-9

© Харківський національний
університет радіоелектроніки (ХНУРЕ),
2025

Програмний комітет конференції

- Дашенкова Н.М.** канд. філос. наук, доц., зав. каф. філософії ХНУРЕ,
м. Харків, Україна
- Штанько В.І.** д-р. філос. наук, проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна
- Старікова Г.Г.** канд. філос. наук, доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна
- Тіхонова Л.А.** канд. філос. наук, проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна
- Турута О.В.** канд. юрид. наук, доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна
- Бакаленко О.А.** канд. філос. наук, доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна
- Коробкіна Т.В.** д-р. філос. наук, проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна
- Омельченко В.В.** канд. соціол. наук, проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна
- Митцева О.С.** канд. пед. наук, доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна
- Петренко Д.В.** д-р філос. наук, проф., зав. каф. філософії ХНУ
ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна
- Тараросв Я.В.** д-р філос. наук, проф., зав. каф. філософії НТУ «ХПШ»,
м. Харків, Україна

УДК 004.89.376:

**СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ
АВТОНОМНИХ РОБОТІВ-КОМПАНЬЙОНІВ В ІНКЛЮЗИВНОМУ
СУСПІЛЬСТВІ**

Стеценко К.К.

e-mail: kateryna.stetsenko2@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. філософії
м. Харків, Україна

The article discusses the role of autonomous companion robots in society and their impact on the inclusion of various population groups, particularly the elderly and individuals with disabilities. It describes the opportunities these technologies provide in improving quality of life, emotional support, and social interaction. The article analyzes the experience of using robots such as Paro and Pepper for therapy, education, and socialization. It also addresses challenges related to ethical issues, data protection, and cultural aspects of implementing companion robots. The importance of adapting robots to the individual needs of users is emphasized, as well as their ability to interact on an emotional level to achieve successful social integration. The article highlights the future prospects of robotics development and its impact on creating an inclusive society.

Впровадження використання автономних роботів-компаньйонів у суспільство є важливим напрямом сучасних досліджень, оскільки ці технології мають потенціал значно покращити якість життя різних груп населення, зокрема літніх людей та осіб з обмеженими можливостями. Роботи-компаньйони можуть надавати фізичну допомогу, емоційну підтримку та сприяти соціальній взаємодії, дозволяють людям залишатися незалежними..

Прикладом успішної інтеграції роботів-компаньйонів є роботи Paro, розроблений для терапії пацієнтів з деменцією [1], та Pepper, який здатен розпізнавати емоції, спілкуватися з людьми та надавати інформацію [2]. Це демонструє терапевтичну цінність роботів-компаньйонів, їх роль у покращенні якості життя вразливих груп. Також практика використання таких роботів показує зростаючу роль роботів у покращенні соціальних взаємодій і сприянні інклюзивності, особливо для осіб, які можуть зіткнутися з комунікаційними бар'єрами через фізичні або когнітивні обмеження.

Ключовим аспектом інклюзії роботів-компаньйонів є їх здатність адаптуватися до індивідуальних потреб користувачів [3]. Така індивідуалізована підтримка є критично важливою для успішної інтеграції роботів у життя людей з різними потребами. Роботи-компаньйони можуть створювати відчуття безпеки та знижувати рівень самотності, що особливо важливо для літніх людей, які живуть ізольовано.

Однак впровадження роботів-компаньйонів у суспільство супроводжується кількома викликами. Одним із них є етичні питання, пов'язані з конфіденційністю та безпекою даних користувачів. Важливо забезпечити, щоб роботи діяли відповідно до етичних норм і не порушували особисті кордони користувачів [4].

Також важливо враховувати культурні та соціальні аспекти при розробці та впровадженні роботів-компаньйонів. Дослідження показують, що сприйняття роботів може відрізнятися в залежності від культурного контексту, тому дизайн і функціональність роботів повинні відповідати очікуванням і потребам конкретних спільнот [5]. Забезпечення адаптованості роботів до різноманітних культурних і соціальних умов є важливим для їх широкого прийняття.

З психологічної точки зору, здатність роботів розуміти та адекватно реагувати на емоції людей є вирішальною для їх прийняття та ефективності у сприянні соціальній інклюзії. Оцінка цих психологічних аспектів є важливою для формування позитивних відносин між людьми та роботами та забезпечення того, щоб роботи стали справжніми компаньйонами, а не просто інструментами.

Очікується, що роботи-компаньйони стануть невід'ємною частиною інклюзивного суспільства, надаючи підтримку та покращуючи якість життя різних груп населення. Оскільки технології в галузі робототехніки розвиваються, вони здатні покращити життя тих, хто потребує допомоги, допомогти створити більш інклюзивне та емпатичне суспільство, де технології є партнерами в людському благополуччі.

Список використаних джерел:

1. Shibata, T., & Wada, K. (2011). Robot therapy: A new approach for mental healthcare of the elderly – A mini-review. *Gerontology*, 57(4), 378-386. DOI: 10.1159/000319015
2. Pandey, A. K., & Gelin, R. (2018). A mass-produced sociable humanoid robot: Pepper: The first machine of its kind. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 25(3), 40-48. DOI: 10.1109/MRA.2018.2833157
3. Cavallo, F., Esposito, R., Limosani, R., Manzi, A., Bevilacqua, R., Felici, E., ... & Dario, P. (2014). Robotic services acceptance in smart environments with older adults: User satisfaction and acceptability study. *Journal of Medical Internet Research*, 16(9), e264. DOI: 10.2196/jmir.3426
4. Sharkey, A., & Sharkey, N. (2012). Granny and the robots: Ethical issues in robot care for the elderly. *Ethics and Information Technology*, 14(1), 27-40. DOI: 10.1007/s10676-010-9234-6
5. Nevludov, I., Tsymbal, O., & Bronnikov, A. (2023, September). Q-Learning Decision-Making Model for Robotic System. In *2023 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)* (pp. 1 – 7). IEEE.

АЛФАВІТНИЙ ВКАЗІВНИК

Kramskyi V. V.	29	Новік Т.О.....	63
Боечко-Немовча А. О.	18	Овченко А.С.	16
Бондаренко Є.Ю.	47	Пефтиц В.М.	79
Варич Д. Ю.....	75	Погорєлова Л.А., Покровський А.М.....	24
Волобуєва Д.С., Губін В.О.	44	Постельник А.С.....	50
Гарбузова Д.С.	73	Рябінін Д.	66
Гіренко М.	59	Силка О.В.....	52
Горішня К. О.	57	Скульба С. О.	22
Деркач К.Ю.	8	Степура О. В.....	20
Заїка П. В.....	14	Стеценко К.К.	54
Замета М.....	12	Теребій І.Д.	36
Замета М.О.	71	Чорнений О.О.	77
Калугіна В. М.....	41	Шабуня Д. Є.	10
Компанієць М.Г.	27	Шакін В. Р.....	34
Магіліна В.О.	6	Юрченко В.М.	61
Монакова В.О.	39	Яблонь В. В.....	31
Мурзабулатова М.С.....	68		

«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ»

Матеріали 29-го Міжнародного молодіжного форуму

Відповідальний за випуск:

Н.М. Дашенкова

Комп'ютерна верстка

Н.І. Макопук

Матеріали збірника публікуються в авторському варіанті
без редагування

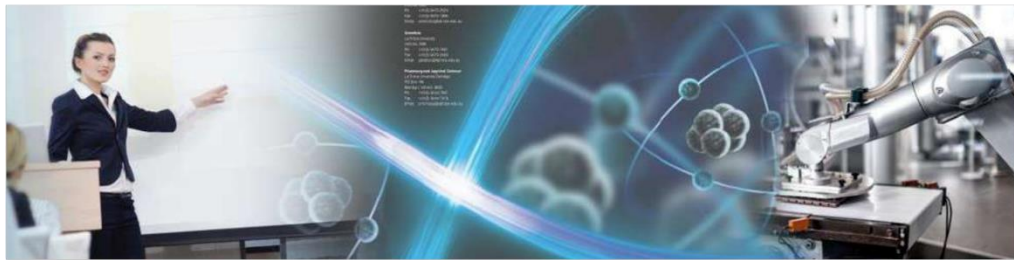
Підп. до друку	Формат 60x84 1/16.	Спосіб друку	–
Умов. друк. арк.	Облік. друк. арк.	різографія.	
	Зам. №	Тираж	

ХНУРЕ. Україна. 61166, Харків, просп. Науки, 14

Віддруковано у навчально-науковому
видавничо-поліграфічному центрі ХНУРЕ.
61166, Харків, просп. Науки, 14

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки

**VIII Міжнародна Конференція
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2024**



**VIII International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC SYSTEMS 2024**

M&MS
2024

VII International Conference
25-26 October
Kharkiv

M&MS 2024, 25-26 October, Kharkiv, Ukraine

ЗМІСТ

<i>Svitlana Alyokhina</i>	
System Approach to the Positive Energy District Analysis	12
<i>Dmytro Gurin</i>	
Розробка динамічного представлення параметрів моделі опису навколишнього середовища колаборативного робота	15
<i>Artem Hubar</i>	
Automation of Power Grid Element Management to Enhance Energy Efficiency	19
<i>Артем Бронніков, Стеценко Катерина</i>	
Автономний робот на Raspberry Pi з аналізом облич та емоцій в реальному часі	22
<i>Andrii Lvov, Svetlana Sotnik</i>	
Analysis of electronic locks existing systems	24
<i>Artem Tverdokhlib, Svetlana Sotnik</i>	
Intelligent tools for optimizing information and search engines	28
<i>Igor Zarubin, Svetlana Sotnik</i>	
Basic principles of building aerial robots	32
<i>Pavlo Sukhno, Svetlana Sotnik</i>	
Critical review of GSM network structure	37
<i>Oleksii Shevchenko, Nataliia Furmanova, Vadim Yakovenko, Yaroslav Lukash</i>	
Assessment of the quality of brushless DC motors	42
<i>Artem Zhulai, Nataliia Furmanova</i>	
System for monitoring and alerting in a coal mine	45
<i>Сніжана Вичужаніна, Олександр Малій</i>	
Огляд щодо використання радіоаматорами радіочастотного спектру в Україні	48

<i>Воронов Денис, Сезонова Ірина</i>	
Розробка методу визначення швидкості переміщення об'єктів на основі аналізу зображень	51
<i>Oleh Hurtovyi</i>	
Features of Functional Testing for Low-Power Consumption Devices with Built-In Batteries	55
<i>Варвара Карташова, Артем Бронніков</i>	
Роль експертних систем та голосового керування в сучасному виробництві	58
<i>Антон Паньков</i>	
Інноваційний підхід до візуалізації: розробка автоматизованого модуля для збору, обробки та збереження поточних даних	62
<i>Олег Посашков, Олександр Цимбал</i>	
Аналіз існуючих методів підтримки прийняття рішень у віддаленому управлінні виробництвом	65
<i>Дмитро Максимов, Дмитро Нікітін</i>	
Види зварювання для верстату точкового зварювання з ЧПУ	69
<i>Олексій Фарафонов, Наталія Фурманова, Олександр Малий</i>	
Розроблення технології паралельного керування за допомогою вебінтерфейсу мобільним роботом під керуванням ROS	71
<i>Дмитро Янушкевич, Леонід Іванов, Ігор Толкунов</i>	
Застосування методів вербального аналізу в інтелектуальних системах управління у сфері гуманітарного розмінування	75
<i>Данило Ясир</i>	
Вибір математичної моделі для управління якістю продукції в умовах безперервного виробництва	79
<i>Дмитро Дриньов</i>	
Використання елементів штучного інтелекту для вирішення задач моделювання динамічних процесів	83
<i>Ганна Самойленко</i>	
Дослідження методів опису динаміки гуманоїдного робота	85

<i>Андрій Слюсар, Софія Хрустальова</i>	
Методи та алгоритми локалізації RFID-міток: сучасні підходи та перспективи	87
<i>Василь Туз, Володимир Чумаков, Олександр Филипенко, Оксана Сичова</i>	
Дослідження дисперсійних характеристик мікроструктурованого оптичного волокна в умовах деформації	92
<i>Тимур Лихо, Світлана Максимова</i>	
Основні етапи розроблення наземного мобільного робота	96
<i>Vladyslav Yevsieiv</i>	
Using the Dempster-Shafer Theory in Data Fusion Solutions for Collaborative Robotic Manipulators within Industry 5.0	99
<i>Vladyslav Yevsieiv, Nataliia Demska</i>	
A Model of Using Computer Vision to Monitor the Environment of a Collaborative Manipulator Robot	102
<i>Віталій Тетеря, Світлана Максимова</i>	
Розробка системи ідентифікації, розпізнавання та трекінгу для колаборативного робота	105
<i>Vladyslav Yevsieiv, Svetlana Starikova</i>	
Using the Triangulation Method to Measure the Distance to Objects in the Working Area of a Collaborative Manipulator Robot	107
<i>I.V. Жарікова, Д.О. Нікітін</i>	
Дослідження механічних параметрів гнучких комутаційних структур для мобільних роботизованих платформ	110
<i>Svetlana Starikova, Illya Karpenko</i>	
Development of a Structural Control Scheme for a Small-sized Mobile Robot for Investigating Damaged Buildings	114
<i>Максим Вжесневський</i>	
Інтелектуальне керування автономними транспортними шатлами для внутрішньо-складських логістичних систем	117

<i>Родіо Клименко, Дмитро Кухаренко</i>	
Програмне забезпечення для розрахунку резонансних частот мембран живих організмів	120
<i>Микола Мешков, Дмитро Кухаренко</i>	
Алгоритм та програмна реалізація роботи комплексу очних м'язів людини	124
<i>Дмитро Кухаренко, Олексій Юрко, Денис Тимченко</i>	
Автоматизований аналіз довільних ділянок фонокардіограм в середовищі Labview	128
<i>Сергій Новоселов, Владислав Іванов</i>	
Вирішення задачі управління багатоланковим маніпулятором	132

Автономний робот на Raspberry Pi з аналізом облич та емоцій в реальному часі

Артем Бронніков¹, Стеценко Катерина²

1. Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки, 14., email: artem.bronnikov@nure.ua

2. Деканат АКТ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки 14., email: kateryna.stetsenko2@nure.ua

Анотація: У роботі представлено рішення для створення робота на базі платформи Raspberry Pi, який здатен визначати емоційний стан людини та відстань до її обличчя в реальному часі. Система використовує технології комп'ютерного зору OpenCV для виявлення облич і модуль DeepFace для аналізу емоцій. Також описано метод обчислення відстані до людини на основі розміру обличчя в кадрі. Робот адаптує свою поведінку на основі виявлених емоцій і відстані до користувача, що робить його корисним у різних сферах, таких як сервісні роботи, безпілотні транспортні засоби та медичні помічники.

Ключові слова: Комп'ютерний зір, Raspberry Pi, виявлення облич, аналіз емоцій, OpenCV, DeepFace, робототехніка, глибинне навчання, інтерактивна взаємодія, визначення відстані.

I. ВСТУП

Робототехніка вимагає постійного вдосконалення технологій для більш ефективної взаємодії з навколишнім середовищем і людьми. Однією з ключових технологій для розпізнавання та інтерпретації дій людини є комп'ютерний зір. Комп'ютерний зір дозволяє роботам не тільки розпізнавати об'єкти, але й ідентифікувати людей, оцінювати їхній емоційний стан і визначати відстань для безпечної навігації. Raspberry Pi — це доступна і потужна платформа для побудови таких систем. У цій статті описано процес створення робота на Raspberry Pi з використанням Python, бібліотеки OpenCV для виявлення облич і модуля DeepFace для аналізу емоцій.

II. ОПИС ПРОЄКТУ

Raspberry Pi 5 був обраний для цього проєкту через свою продуктивність та потужність. Плата забезпечує суттєво кращу продуктивність порівняно з попередніми моделями. Його 64-бітний процесор ARM Cortex-A76, що працює на частоті до 2,4 ГГц, дозволяє обробляти відео та проводити аналіз зображень в режимі реального часу, що критично для комп'ютерного зору.

Після налаштування камери, вона була використана для розпізнавання об'єктів. Один із методів, що використовуються для виявлення об'єктів, є каскадні класифікатори Хаара. Цей простий та ефективний метод виявлення, зокрема облич, працює шляхом пошуку простих характеристик у зображеннях, що дозволяє швидко виявляти об'єкти в реальному часі.

Метод Хаара заснований на виявленні простих характеристик у зображеннях, які описують, як

виглядає об'єкт, який потрібно виявити. Класифікатор навчений на великій кількості позитивних і негативних зображень, що дозволяє йому вивчити специфічні особливості обличчя, такі як форма очей, носа, рота та інших частин обличчя. Зображення з камери перетворюється в сірий масштаб для спрощення обробки. Класифікатор застосовується до зображення в каскадному режимі, де він спочатку перевіряє великі області зображення, а потім поступово зменшує область, фокусуючи увагу на менших деталях. Це дозволяє зменшити кількість обчислень і підвищити швидкість виявлення. Якщо класифікатор виявляє об'єкт, він позначає цю область прямокутником на зображенні.

Цей метод є швидким і не вимагає значних обчислювальних ресурсів, що робить його ідеальним для використання на пристроях з обмеженими можливостями, таких як Raspberry Pi.

Для реалізації цього проєкту було використано Python-код, що поєднує функції комп'ютерного зору, аналізу облич і руху робота. На початку імпортуються необхідні бібліотеки: OpenCV для обробки зображень і DeepFace для аналізу емоцій.

У коді ініціалізується захоплення відеопотоку з камери, а також завантажується попередньо навчений класифікатор облич із бібліотеки OpenCV. Класифікатор облич використовується для виявлення облич у відеопотоці.

Для точного визначення відстані до обличчя використовується відома ширина обличчя (в середньому 16 см) разом із фокусною відстанню камери. Функція `calculate_distance` розроблена для обчислення відстані до обличчя на основі розміру обличчя в кадрі, що дозволяє точно оцінити відстань до об'єкта.

Формула для обчислення відстані виглядає так 1:

$$\text{distance} = \frac{\text{known_width} * \text{focal_length}}{\text{width_in_image}} \quad (1)$$

де, `known_width` — відома ширина об'єкта;
`focal_length` — фокусна відстань камери;
`width_in_image` — ширина обличчя, виявленого на зображенні.

Робот постійно отримує відеопотік, виявляє обличчя та аналізує емоції, використовуючи класифікатори, щоб адаптувати свої дії залежно від емоційних реакцій користувача.

```

while video.isOpened():
    ret, frame = video.read()
    if not ret:
        break
    gray = cv2.cvtColor(frame,
cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = face_cascade.detectMultiScale(gray,
scaleFactor=1.1, minNeighbors=5)
    frame_center = frame.shape[1] // 2 # Центр кадра
    for (x, y, w, h) in faces:
        # Відображення рамки навколо обличчя
        image = cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h),
(89, 2, 236), 1)
        try:
            # Аналіз емоцій за допомогою DeepFace
            analyze = DeepFace.analyze(frame,
actions=['emotion'])
            if isinstance(analyze, list):
                analyze = analyze[0]
                dominant_emotion =
analyze.get('dominant_emotion', 'No emotion detected')
                cv2.putText(image, dominant_emotion, (x, y -
10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (224, 77,
176), 2)
            # Оцінка відстані
            distance = calculate_distance(FOCAL_LENGTH,
KNOWN_WIDTH, w)
            cv2.putText(image, f"Distance: {distance:.2f} m",
(x, y + h + 20), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0,
255, 0), 2)
            # Визначення напрямку руху
            face_center = x + w // 2
            if distance < MIN_DISTANCE:
                direction = "Stop"
            elif face_center < frame_center - 30:
                direction = "Move Left"
            elif face_center > frame_center + 30:
                direction = "Move Right"
            else:
                direction = "Move Forward"
            cv2.putText(image, direction, (x, y + h + 50),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
        except Exception as e:
            print("No face detected or error:", e)
        # Відображення кадру
        cv2.imshow('video', frame)
        if cv2.waitKey(1) == ord('q'):
            break
    video.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

У цьому циклі робот аналізує кожен кадр, визначає обличчя, аналізує емоції людини та обчислює відстань до неї. На основі цих даних визначається напрямок руху робота, що дозволяє уникати занадто близького контакту або, навпаки, направляти робота до людини.

III. ВИСНОВКИ

Робототехнічні системи з інтеграцією комп'ютерного зору та технологій штучного інтелекту, таких як DeepFace, значно розширюють можливості взаємодії між роботами та людьми. Визначення емоційного стану людини дозволяє адаптувати поведінку робота відповідно до настрою користувача, що може бути корисним у багатьох сферах — від сервісних роботів до медичних асистентів. У даній статті було представлено ефективно та відносно недороге рішення для побудови робота на базі Raspberry Pi, здатного аналізувати емоції та відстань до обличчя в реальному часі.

Такі системи мають великий потенціал для подальшого вдосконалення та розвитку, включаючи поліпшення алгоритмів виявлення об'єктів, оптимізацію обчислень для мобільних платформ і розширення функціоналу взаємодії з користувачем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Face Detection с помощью Haar Cascades. docs.opencv.org URL: https://docs.opencv.org/3.4/d2/d99/tutorial_js_face_detection.html (date of access: 23.09.2024).
- [2] Face Recognition using OpenCV with Raspberry Pi. github.com URL: <https://github.com/justsaimit/opencv-face-recognition-rpi4> (date of access: 23.09.2024).
- [3] Face Recognition using Raspberry Pi/A. Boxey et al. Journal of Image Processing and Intelligent Remote Sensing . 2022. P. 15–23. URL: <https://doi.org/10.55529/jipirs.24.15.23> (date of access: 23.09.2024).
- [4] Facial recognition using Haar cascade and LBP classifiers. Global Transitions Proceedings . 2021. P. 330–335. URL: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4z18Xkr7/> (date of access: 23.09.2024).
- [5] Gauging Facial Abnormality Using Haar-Cascade Object Detector / M. Stotland et al. 2022 44th Annual International Conference of IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC) . 2022. URL: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4gYgrv39/> (date of access: 23.09.2024).
- [6] Raspberry Pi Face Recognition Using OpenCV. oscarliang.com URL: <https://oscarliang.com/raspberry-pi-face-recognition-opencv/> (date of access: 23.09.2024).
- [7] Using OpenCV and face Recognition in face recognition systems on single-board computers such as Raspberry Pi. <https://evergreens.com.ua/> . URL: <https://evergreens.com.ua/ru/articles/open-cv-face-recognition.html> (date of access: 23.09.2024).

Наукове видання

**Ігор НЕВЛЮДОВ,
Владислав ЄВСЄЄВ,**

**VIII Міжнародна Конференція
«Виробництво & Мехатронні Системи»**
(укр., англ., пол.. мовою)

Відповідальний редактор – Невлюдов І.Ш.

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР)
61166, Харків, проспект Науки, 14
корпус "А"
ауд. 162-1
тел. : +38 (057) 702-14-86
e-mail:m_ms@nure.ua

Підписано до друку 10.10.2024
Формат А4 (210x297мм). Папір 80г/м² .
[електронний друк]

M&MS 2024, 25-26 October, Kharkiv, Ukraine

ДОДАТОК Г
Демонстраційний матеріал

