Program Studi Teknik Informatika
Institut Teknologi Sumatera

Nama:
1. Jonathan Jethro (122140213)
2. M. Rizqullah Bimo (122140220)
3. Felix Ignasius Sinaga (121140146)

Tugas Besar

Mata Kuliah: **Multimedia (IF4021)**

Tanggal: 31/05/25

1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi multimedia telah membuka berbagai peluang inovatif dalam menciptakan pengalaman interaktif antara pengguna dan sistem digital. Salah satu bentuk interaksi yang semakin populer dan menarik perhatian adalah pemanfaatan gerakan tubuh, khususnya gerakan tangan, sebagai media kontrol. Interaksi berbasis gerakan tangan tidak hanya meningkatkan keterlibatan pengguna, tetapi juga memberikan pengalaman yang lebih alami dan intuitif dalam penggunaan aplikasi multimedia. "Hand Movement" merujuk pada sebuah sistem berbasis filter multimedia yang menggunakan deteksi gerakan tangan sebagai metode kontrol utama. Dalam sistem ini, posisi tangan pengguna dideteksi secara real-time dan pengguna diharuskan menggerakkan tangan mereka untuk meniru atau menyesuaikan bentuk tangan dengan rintangan virtual yang ditampilkan di layar. Hanya dengan menyamakan bentuk tangan secara tepat, pengguna dapat melewati rintangan yang ada. Pendekatan ini menghadirkan konsep permainan atau interaksi visual yang menggabungkan antara teknologi deteksi gerakan dengan elemen hiburan. Implementasi sistem ini tidak hanya menguji ketepatan gerakan pengguna, tetapi juga melatih koordinasi motorik dan konsentrasi, sehingga berpotensi digunakan untuk berbagai tujuan, baik hiburan, edukasi, maupun pelatihan berbasis multimedia.

2 Cara Kerja Filter

Filter ini merupakan game gesture interaktif berbasis Python ini menggabungkan pustaka Ursina untuk tampilan grafik 3D dan OpenCV untuk mendeteksi gesture tangan secara real-time melalui webcam. Sistem dirancang agar pengguna dapat berinteraksi langsung dengan permainan menggunakan gerakan tangan, menciptakan pengalaman multimedia yang imersif dan responsif. Proses dimulai dengan inisialisasi elemen-elemen utama seperti jendela 3D, entitas pemain, musuh, jalur permainan, kamera, serta panel tampilan untuk video webcam. Modul HandDetector, yang merupakan bagian terpisah dari sistem, digunakan untuk mengenali berbagai bentuk gesture tangan melalui video yang diambil dari webcam.

Pengolahan video webcam dilakukan dalam thread terpisah agar deteksi gesture tidak mengganggu jalannya game utama. Setiap frame yang tertangkap diproses untuk mengenali gesture tangan, dan hasilnya ditampilkan di panel dalam antarmuka game. Musuh dalam permainan ini digambarkan sebagai entitas yang masing-masing mewakili satu jenis gesture, seperti "peace", "stop", atau "thumbs up". Musuh akan bergerak mendekati pemain secara bertahap, dan pemain diharuskan menirukan gesture yang sesuai dengan musuh yang sedang mendekat.

Ketika musuh mencapai jarak tertentu dari pemain, sistem akan membandingkan gesture yang dikenali kamera dengan gesture yang dituntut oleh musuh. Jika cocok, musuh akan menghilang dan

permainan berlanjut ke musuh berikutnya. Jika gesture salah atau tidak dikenali dalam waktu yang ditentukan, permainan akan diulang dari awal, dan pesan instruksi akan ditampilkan untuk memberi tahu pengguna. Apabila semua musuh berhasil dilewati dengan gesture yang benar, pemain akan memenangkan permainan dan menerima pesan keberhasilan.

Secara keseluruhan, game ini dirancang tidak hanya sebagai hiburan, tetapi juga sebagai media pelatihan kognitif dan motorik. Pengguna dilatih untuk merespons visual dengan gerakan fisik yang tepat dan cepat, menjadikannya sebuah pendekatan inovatif dalam pemanfaatan teknologi gesture recognition dalam dunia multimedia interaktif.

3 Penjelasan Kode

3.1 Import Library

```
1
2   from ursina import *
3   import cv2
4   import threading
5   from hand_detection import HandDetector
6   from game_controls import apply_gesture_effect
7   import numpy as np
8   from PIL import Image
9   import time
10  import random
11
```

Kode 1: Import Library

- Menggunakan Ursina (engine 3D Python) untuk membuat window game dan objek 3D.
- OpenCV (cv2) untuk akses webcam dan frame video.
- Threading untuk menjalankan pengambilan frame webcam di latar belakang.
- HandDetector untuk mendeteksi gesture tangan (modul eksternal).
- `apply_gesture_effect` untuk memberikan efek pada pemain berdasarkan gesture (modul eksternal).

3.2 Inisialisasi Game

```
1   app = Ursina()
2   window.title = 'Gesture Game'
3   window.borderless = False
4   window.fullscreen = False
5   window.exit_button.visible = False
6   window.fps_counter.enabled = True
7   camera.rotation_x = 5
8   camera.rotation_y = -20
9   camera.position = (4, 3, -12)
10
```

Kode 2: Inisialisasi Game

- `app = Ursina()` Membuat dan menginisialisasi aplikasi game berbasis Ursina Engine.
- `window.title = 'Gesture Game'` Mengatur judul jendela aplikasi menjadi "Gesture Game".

- `window.borderless = False` Jendela aplikasi memiliki batas (tidak borderless).
- `window.fullscreen = False` Jendela aplikasi tidak menggunakan mode layar penuh.
- `window.exit_button.visible = False` Tombol keluar `(exit)` pada jendela game disembunyikan.
- `window.fps_counter.enabled = True` Menampilkan penghitung frame per second `(FPS)` di layar.
- `camera.rotation_x = 5` Mengatur sudut rotasi kamera pada sumbu X sebesar 5 derajat.
- `camera.rotation_y = -20` Mengatur sudut rotasi kamera pada sumbu Y sebesar -20 derajat.
- `camera.position = (4, 3, -12)` Mengatur posisi kamera pada koordinat (4, 3, -12) di ruang 3D.

3.3 Webcam dan Hand Detector

```
detector = HandDetector()
cap = cv2.VideoCapture(0)
if not cap.isOpened():
    print("Error: Tidak dapat membuka webcam")
    application.quit()
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 320)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 240)
gesture_result = None
gesture_frame = None

```

Kode 3: Webcam dan Hand Detector

- `detector = HandDetector()` Membuat objek deteksi tangan untuk mengenali gesture dari webcam.
- `cap = cv2.VideoCapture(0)` Membuka akses ke webcam utama (biasanya webcam laptop/PC).
- `if not cap.isOpened():` Mengecek apakah webcam berhasil dibuka. Jika gagal, tampilkan pesan error dan keluar dari aplikasi.
- `cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 320)` Mengatur lebar (resolusi) frame video webcam menjadi 320 piksel (lebih ringan prosesnya).
- `cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 240)` Mengatur tinggi (resolusi) frame video webcam menjadi 240 piksel.
- `gesture_result = None` Variabel untuk menyimpan hasil deteksi gesture (awal kosong).
- `gesture_frame = None` Variabel untuk menyimpan frame (gambar) hasil deteksi gesture (awal kosong).

3.4 Panel Tampilan Webcam

```
    empty_frame = np.zeros((240, 320, 3), dtype=np.uint8)
    empty_img = Image.fromarray(empty_frame)
    webcam_texture = Texture(empty_img)
    webcam_panel = Entity(
        parent=camera.ui,
        model='quad',
        texture=webcam_texture,
        scale=(0.4, 0.3),
        position=(-0.7, -0.4)
    )

```

Kode 4: Panel Tampilan Webcam

- Membuat frame kosong sebagai placeholder awal untuk panel webcam di UI.
- Mengonversi frame kosong ke objek gambar dan tekstur.
- Membuat entity (panel) di UI untuk menampilkan frame dari webcam.

3.5 Fungsi Pengambil Frame Webcam (Thread)

```
    def webcam_loop():
        global gesture_result, gesture_frame, webcam_texture, webcam_panel
        while True:
            ret, frame = cap.read()
            if not ret:
                continue
            gesture, _, annotated = detector.get_hand_data(frame)
            gesture_result = gesture
            gesture_frame = annotated
            rgb_frame = cv2.cvtColor(annotated, cv2.COLOR_BGR2RGB)
            rgb_frame = cv2.flip(rgb_frame, 1)
            img = Image.fromarray(rgb_frame)
            webcam_panel.texture = Texture(img)
            time.sleep(1/20)  # Batasi frame rate ~20 fps

    threading.Thread(target=webcam_loop, daemon=True).start()

```

Kode 5: Fungsi Pengambil Frame Webcam

- Membuat fungsi `webcam_loop()` untuk mengambil frame webcam secara terus-menerus.
- Setiap frame dideteksi gesture-nya, hasilnya disimpan.
- Frame diubah ke format RGB, dibalik horizontal, lalu diupdate ke panel UI.
- Fungsi ini dijalankan di thread terpisah agar tidak mengganggu jalannya game.

3.6 Data Gesture, Musuh dan Jalan

```
    gesture_textures = {
        "peace": 'assets/two.png',
        "stop": 'assets/stop.png',
        "one_finger_up": 'assets/one.png',
        "fist": 'assets/fist.png',
```

```
        "thumbs_up": 'assets/thumb.png'
    }
    gesture_sequence = ["peace", "stop", "one_finger_up", "fist", "thumbs_up"]
    colors = [color.green, color.blue, color.yellow, color.orange, color.pink]
    musuh_posisi = [(0, 0, 100), (0, 0, 200), (0, 0, 300), (0, 0, 400), (0, 0, 500)]
    roads = [
        Entity(model='source/g.glb', scale=(5, 0.1, 50), position=(0, -2, 10), color=color.gray),
        Entity(model='source/g.glb', scale=(5, 0.1, 50), position=(0, -2, 60), color=color.gray)
    ]

```

Kode 6: Data Gesture; Musuh; Jalan

- Mendefinisikan gambar/textures untuk setiap gesture.
- Membuat urutan gesture musuh dan warna terkait.
- Menentukan posisi awal musuh di depan pemain.
- Membuat dua entitas jalan sebagai latar belakang yang bergerak.

3.7 Buat Pemain dan Musuh

```
    player = Entity(
        model='sphere',
        scale=2,
        position=(0, 0, 0),
        collider='box',
        color=color.white
    )
    enemies = []
    for i, gesture in enumerate(gesture_sequence):
        enemy = Entity(
            model='quad',
            texture=gesture_textures[gesture],
            scale=4,
            position=musuh_posisi[i],
            collider='box',
            name=gesture
        )
        enemies.append(enemy)

```

Kode 7: Buat Pemain dan Musuh

- Membuat entity pemain berupa bola putih di posisi awal.
- Membuat daftar musuh (entity) dengan gambar gesture masing-masing, ditempatkan berurutan di jalur yang sama.

3.8 UI Text

```
    instruction_text = Text(
        text="Tiru gesture musuh!",
        parent=camera.ui,
        position=(0, 0.4),
        origin=(0, 0),
        scale=1.5,
        color=color.white
```

```
    )
    info_text = Text(
        text="Tekan Q untuk Quit | R untuk Replay",
        parent=camera.ui,
        position=(0, 0.33),
        origin=(0, 0),
        scale=1,
        color=color.light_gray
    )
    win_text = Text(
        text="",
        parent=camera.ui,
        position=(0, 0),
        scale=3,
        color=color.green,
        enabled=False
    )

```

Kode 8: UI Text

- Membuat teks instruksi utama di layar (gesture yang harus ditiru).
- Membuat teks info tombol (Quit dan Replay) di layar.
- Membuat teks kemenangan yang muncul saat pemain menang.

3.9 Variabel Kontrol Game

```
    current_enemy_index = 0
    player_speed = 0.01
    world_speed = 0.2
    win = False
    check_gesture = False
    gesture_cooldown = 0
    wrong_gesture = False
    wrong_gesture_timer = 0
    gesture_detection_timer = 0
    gesture_detection_limit = 30  # batas waktu (frame) deteksi gesture

```

Kode 9: Variabel dan Kontrol Game

- Menyimpan status dan parameter seperti index musuh saat ini, kecepatan pemain/dunia, status menang, cooldown gesture, timer gesture salah, dan timer deteksi gesture.

3.10 Fungsi Reset dan Update Game

```
    def reset_game():
    global current_enemy_index, win, check_gesture, gesture_cooldown
    global wrong_gesture, wrong_gesture_timer, gesture_detection_timer
    player.position = (0, 0, 0)
    player.color = color.white
    .......

    def update():
    global current_enemy_index, win, check_gesture, gesture_cooldown
    global wrong_gesture, wrong_gesture_timer, gesture_detection_timer
    for road in roads:
```

```
    ........
```

Kode 10: Fungsi Reset dan Update

- `reset_game()` Mengatur ulang semua status untuk mulai/restart game.
- `update()` Fungsi utama yang dijalankan setiap frame untuk mengatur logika game, cek gesture, menang/kalah, dll.

3.11 game_controls.py

```
from ursina import color
import random

colors = [color.green, color.blue, color.yellow, color.orange, color.pink]

def apply_gesture_effect(entity, gesture):

.......

```

Kode 11: game_controls.py

Kode ini berisi fungsi apply_gesture_effect yang memberikan efek tertentu pada sebuah entitas (seperti player) di game berdasarkan gesture (gerakan tangan) yang terdeteksi. Misalnya, jika gesture "peace" terdeteksi, warna entitas akan berubah secara acak dan entitas akan berotasi. Gesture lain seperti "one_finger_up", "stop", "fist", dan "thumbs_up" juga memiliki efek berbeda pada posisi, warna, rotasi, atau ukuran entitas.

3.12 hand_detection.py

```
import cv2
import mediapipe as mp
import numpy as np
from collections import Counter

class HandDetector:
...
def __init__(self, max_hands=1, detection_confidence=0.7, tracking_confidence=0.7):
    self.mp_hands = mp.solutions.hands
    self.hands = self.mp_hands.Hands(
    .....
def get_finger_state(self, landmarks, finger_tips, finger_pips, finger_dips=None, finger_mcps=
None):

    extended = []
    for i, (tip, pip) in enumerate(zip(finger_tips, finger_pips)):
    ....
def get_hand_data(self, frame):

    rgb = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    results = self.hands.process(rgb)

    if results.multi_hand_landmarks:
        hand = results.multi_hand_landmarks[0]
    ....
 def release(self):
    self.hands.close()
```

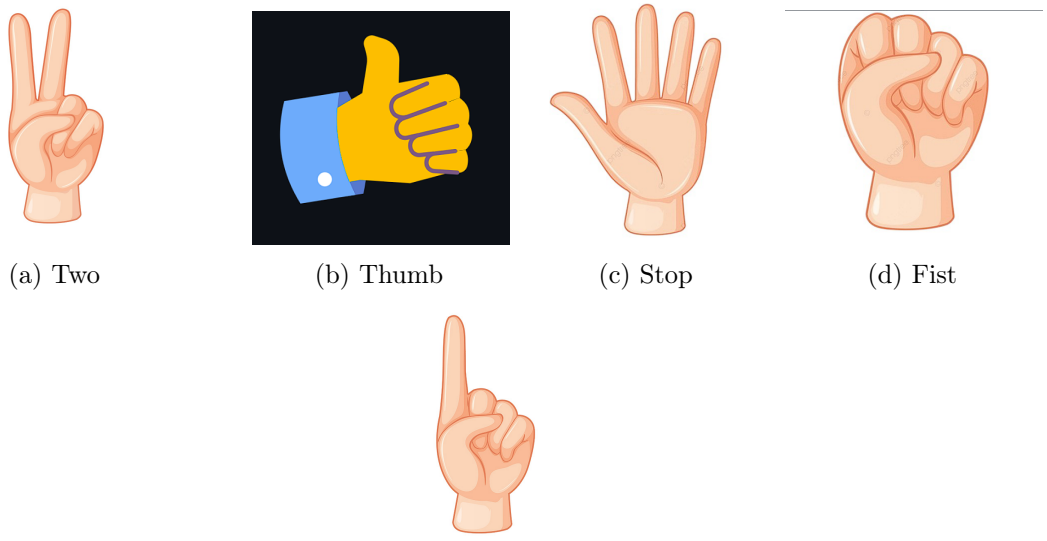
157

Kode 12: hand_detection.py

- Inisialisasi `(_init_)`
  Membuat objek MediaPipe Hands. Menyediakan buffer dan variabel untuk stabilisasi gesture agar hasil deteksi tidak cepat berubah.
- Fungsi `get_finger_state`
  Mendeteksi apakah jari dalam keadaan terentang atau tidak, berdasarkan posisi landmark pada jari. Untuk ibu jari menggunakan posisi x, sedangkan jari lain menggunakan posisi y.
- Fungsi `get_hand_data`
  Mengubah frame ke format RGB, lalu memproses dengan mediapipe untuk mendapatkan landmark tangan. Mengecek setiap posisi jari (ibu jari, telunjuk, tengah, manis, kelingking) apakah terentang atau tidak. Menentukan gesture berdasarkan status lima jari. Melakukan stabilisasi gesture (gesture harus sama beberapa frame sebelum dianggap valid). Mengembalikan gesture yang stabil, posisi tengah tangan, dan frame dengan anotasi gambar tangan.
- Fungsi Release
  Menutup resource mediapipe saat sudah tidak digunakan.

4 Asset

Berikut ini adalah contoh cara untuk memuat multi-gambar.



(a) Two (b) Thumb (c) Stop (d) Fist

(e) One

Gambar 1: Asset Bentuk Tangan

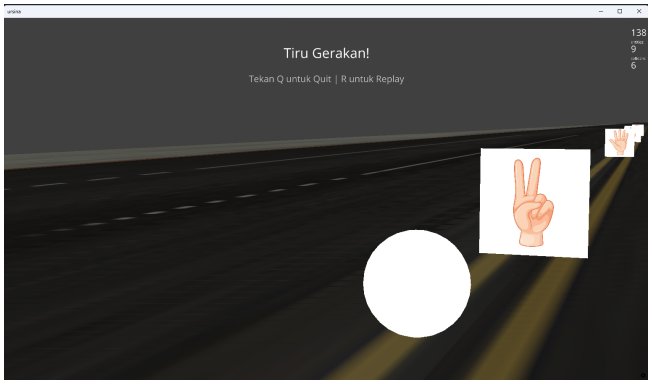
5 Alur Implementasi

1. Pengambilan Gambar dari Webcam
   - Menggunakan OpenCV untuk menangkap frame secara real-time dari kamera.

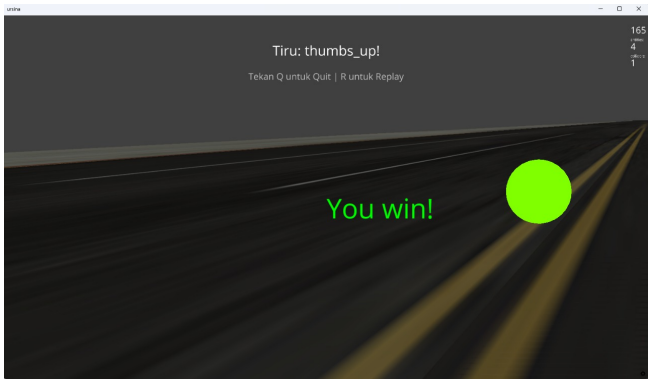
2. Deteksi Gesture Tangan
   - Menggunakan MediaPipe (melalui kelas HandDetector di hand_detection.py) untuk mendeteksi posisi tangan dan gesture (misal: peace, stop, thumbs up, fist, one finger up). - Setiap gesture dikenali berdasarkan posisi jari yang terdeteksi dari landmark tangan.

3. Penghubung Gesture ke Efek Visual
   - Gesture yang terdeteksi akan dikirim ke fungsi pengendali (seperti apply_gesture_effect di game_controls.py). - Fungsi ini mengubah properti suatu entitas (misal: player di game Ursina) seperti posisi, warna, rotasi, atau skala sesuai gesture.

4. Visualisasi di Game
   - Menggunakan Ursina Engine untuk menampilkan objek 3D yang bisa bergerak/berubah tergantung gesture yang dikenali.



(a) Awal Permainan



(b) Akhir Permainan

Lampiran Demo

https://youtu.be/lIsXlF7YBWY

Referensi

https://chatgpt.com/share/683b2026-6040-800e-8679-a62ea6036ca6