

Άσκηση Τεχνητή Νοημοσύνη(Σπάχος Μιχαήλ,Π21154)

- Κώδικας:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# ----- Fuzzy Sets -----

# Default fuzzy sets (προκαθορισμένα σύνολα ασαφών τιμών για
θερμοκρασία και δόση)
T_LOW_1 = {37: 0.2, 37.5: 1, 38: 0.5, 38.5: 0.2, 39: 0, 39.5: 0, 40: 0}
T_HIGH_1 = {37: 0, 37.5: 0, 38: 0.2, 38.5: 0.5, 39: 0.8, 39.5: 1, 40: 1}

D_LOW_1 = {0: 1, 2: 0.8, 5: 0.5, 8: 0.2, 10: 0}
D_HIGH_1 = {0: 0, 2: 0.2, 5: 0.5, 8: 0.8, 10: 1}

# Alternative fuzzy sets (εναλλακτικά σύνολα για πειραματισμό)
T_LOW_2 = {36.5: 1, 37: 0.8, 37.5: 0.4, 38: 0.1, 38.5: 0}
T_HIGH_2 = {38: 0, 38.5: 0.3, 39: 0.7, 39.5: 1, 40: 1}

D_LOW_2 = {0: 1, 3: 0.7, 6: 0.4, 9: 0.1, 10: 0}
D_HIGH_2 = {0: 0, 3: 0.3, 6: 0.6, 9: 0.9, 10: 1}

# ----- Βοηθητικές Συναρτήσεις -----

def fuzzify(x, fuzzy_set):
    # Υπολογίζει βαθμό συμμετοχής x σε ασαφές σύνολο μέσω
    γραμμικής παρεμβολής
    keys = sorted(fuzzy_set.keys())
    for i in range(len(keys) - 1):
        x0, x1 = keys[i], keys[i + 1]
        if x0 <= x <= x1:
            y0, y1 = fuzzy_set[x0], fuzzy_set[x1]
            return y0 + (y1 - y0) * (x - x0) / (x1 - x0)
    return 0 # Αν είναι εκτός ορίων

def inference(mu_TLOW, mu_THIGH, method, D_LOW, D_HIGH):
    # Εκτελεί ασαφή λογισμό με χρήση των βαθμών συμμετοχής
    θερμοκρασίας και των fuzzy sets της δόσης
    D_range = np.linspace(0, 10, 100)
    output = []

    for d in D_range:
        mu_dlow = fuzzify(d, D_LOW)
```

```

mu_dhigh = fuzzify(d, D_HIGH)

# Επιλογή μεθόδου συνδυασμού
if method == 'min':
    result = max(min(mu_TLOW, mu_dlow), min(mu_THIGH,
mu_dhigh))
elif method == 'product':
    result = max(mu_TLOW * mu_dlow, mu_THIGH * mu_dhigh)
else:
    raise ValueError("Μη έγκυρη μέθοδος.")
output.append(result)

return D_range, np.array(output)

def defuzzify(x, μ):
    # Υπολογίζει την "τραγανή" (crisp) έξοδο μέσω του κέντρου βάρους
    (centroid)
    if np.sum(μ) == 0:
        return 0
    return np.sum(x * μ) / np.sum(μ)

def plot_fuzzy_sets(T_LOW, T_HIGH, D_LOW, D_HIGH):
    # Οπτικοποίηση των fuzzy sets θερμοκρασίας και δόσης
    fig, axs = plt.subplots(1, 2, figsize=(12, 4))

    axs[0].plot(T_LOW.keys(), T_LOW.values(), label='T_LOW',
marker='o')
    axs[0].plot(T_HIGH.keys(), T_HIGH.values(), label='T_HIGH',
marker='o')
    axs[0].set_title('Fuzzy Sets Θερμοκρασίας')
    axs[0].set_xlabel('Θερμοκρασία (°C)')
    axs[0].set_ylabel('Βαθμός συμμετοχής')
    axs[0].legend()
    axs[0].grid(True)

    axs[1].plot(D_LOW.keys(), D_LOW.values(), label='D_LOW',
marker='o')
    axs[1].plot(D_HIGH.keys(), D_HIGH.values(), label='D_HIGH',
marker='o')
    axs[1].set_title('Fuzzy Sets Δόσης')
    axs[1].set_xlabel('Δόση (ml)')
    axs[1].set_ylabel('Βαθμός συμμετοχής')
    axs[1].legend()
    axs[1].grid(True)

    plt.tight_layout()

```

```
plt.show()
```

```
# ----- Κύρια Λειτουργία -----
```

```
def fuzzy_system():  
    print("=== Ασαφές Σύστημα Ρύθμισης Φαρμακευτικής Δόσης ===")
```

```
    # Είσοδος θερμοκρασίας από τον χρήστη  
    T = float(input("Δώσε θερμοκρασία ασθενούς (°C): "))
```

```
    # Επιλογή fuzzy sets  
    print("\nΕπίλεξε σύνολα ασαφών μεταβλητών:")  
    print("1. Default")  
    print("2. Εναλλακτικά")  
    set_choice = input("Επιλογή (1/2): ")
```

```
    if set_choice == '1':  
        T_LOW = T_LOW_1  
        T_HIGH = T_HIGH_1  
        D_LOW = D_LOW_1  
        D_HIGH = D_HIGH_1  
    elif set_choice == '2':  
        T_LOW = T_LOW_2  
        T_HIGH = T_HIGH_2  
        D_LOW = D_LOW_2  
        D_HIGH = D_HIGH_2  
    else:  
        print("Μη έγκυρη επιλογή.")  
        return
```

```
    # Επιλογή μεθόδου λογισμού  
    print("\nΕπίλεξε τρόπο ασαφούς λογισμού:")  
    print("1. Max-Min")  
    print("2. Max-Product")  
    method_choice = input("Επιλογή (1/2): ")
```

```
    if method_choice == '1':  
        method = 'min'  
    elif method_choice == '2':  
        method = 'product'  
    else:  
        print("Μη έγκυρη επιλογή.")  
        return
```

```
    # Προβολή των fuzzy sets για επιλεγμένο σύνολο  
    plot_fuzzy_sets(T_LOW, T_HIGH, D_LOW, D_HIGH)
```

```

# Υπολογισμός βαθμών συμμετοχής της θερμοκρασίας στα T_LOW /
T_HIGH
mu_TLOW = fuzzify(T, T_LOW)
mu_THIGH = fuzzify(T, T_HIGH)

# Εκτέλεση ασαφούς λογισμού
D_range, D_output = inference(mu_TLOW, mu_THIGH, method,
D_LOW, D_HIGH)

# Μετατροπή σε crisp δόση (defuzzification)
D_crisp = defuzzify(D_range, D_output)

# Εμφάνιση αποτελεσμάτων
print(f"\nΘερμοκρασία: {T}°C")
print(f"Μέλος σε T_LOW: {mu_TLOW:.2f}")
print(f"Μέλος σε T_HIGH: {mu_THIGH:.2f}")
print(f"Προτεινόμενη δόση φαρμάκου: {D_crisp:.2f} ml")

# Γράφημα αποτελεσμάτων
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(D_range, D_output, label='Συνδυασμένη έξοδος',
color='blue')
plt.axvline(D_crisp, color='red', linestyle='--', label=f'Crisp Δόση =
{D_crisp:.2f} ml')
plt.title('Αποτελέσματα Ασαφούς Λογισμού')
plt.xlabel('Δόση (ml)')
plt.ylabel('Βαθμός συμμετοχής')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()

# ----- Εκκίνηση -----

if __name__ == "__main__":
    fuzzy_system() # Εκκίνηση του προγράμματος

```

- Παραδείγματα κώδικα:

Τώρα θα τρέξουμε το κώδικα με 4 διαφορετικές τιμές θερμοκρασίας:

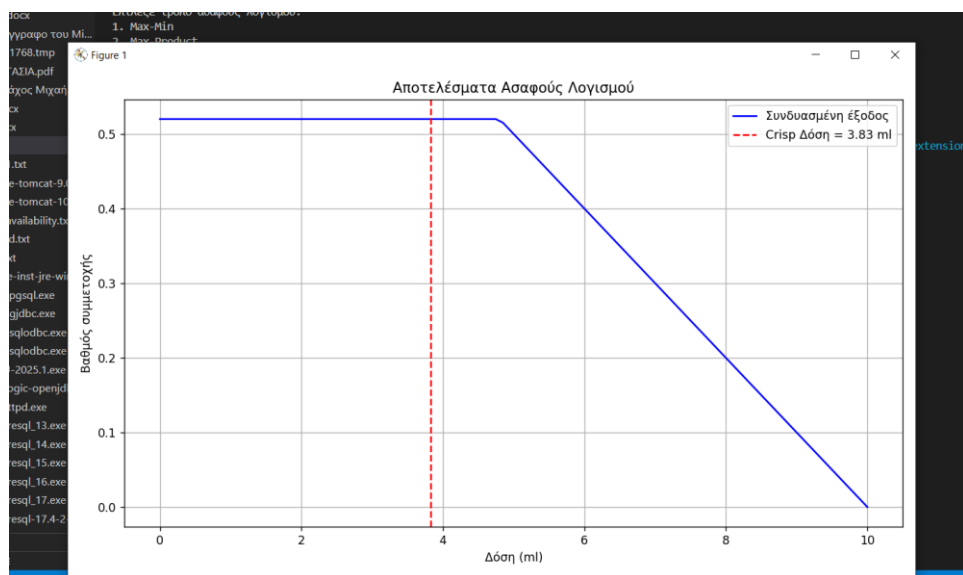
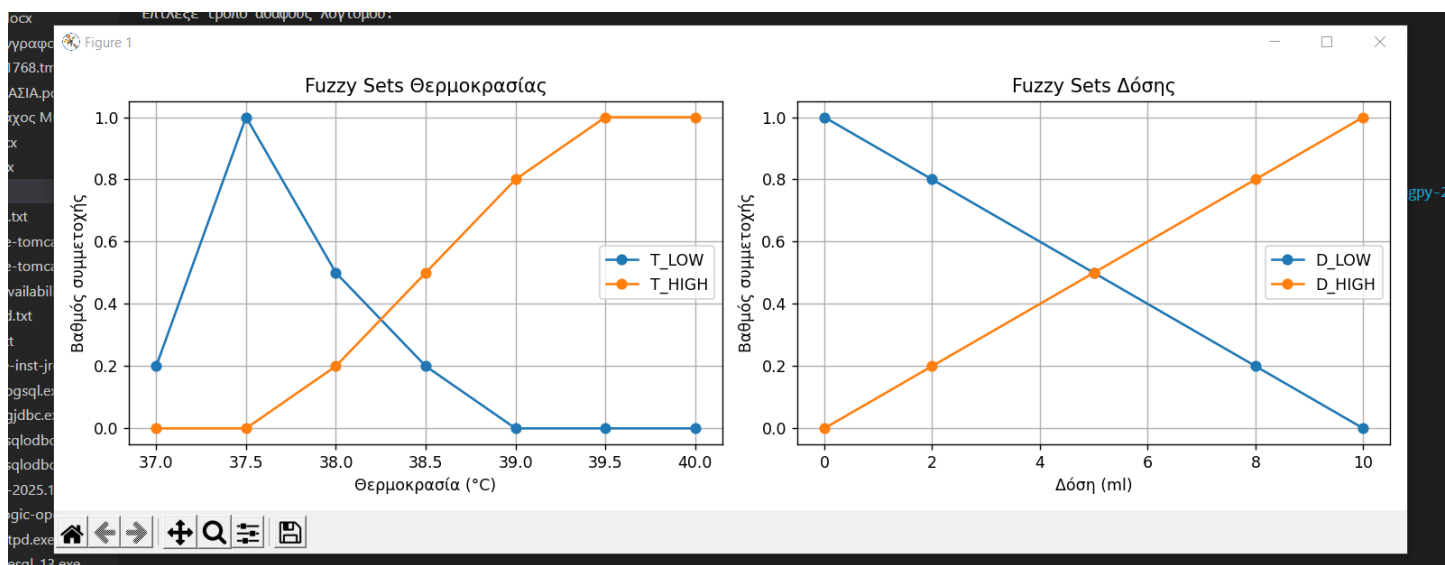
- 1° Παράδειγμα(θερμοκρασία 37.2, 1° σύνολο ασαφών μεταβλητών, max-min):

```
PS C:\mixalis> c::; cd 'c:\mixalis'; & 'c:\Users\mixal\AppData\Local\Programs\Python\Python
\bundled\libs\debugpy\launcher' '53366' '--' 'c:\mixalis\ai.py'
=== Ασαφές Σύστημα Ρύθμισης Φαρμακευτικής Δόσης ===
Δώσε θερμοκρασία ασθενούς (°C): 37.2

Επίλεξε σύνολα ασαφών μεταβλητών:
1. Default
2. Εναλλακτικά
Επιλογή (1/2): 1

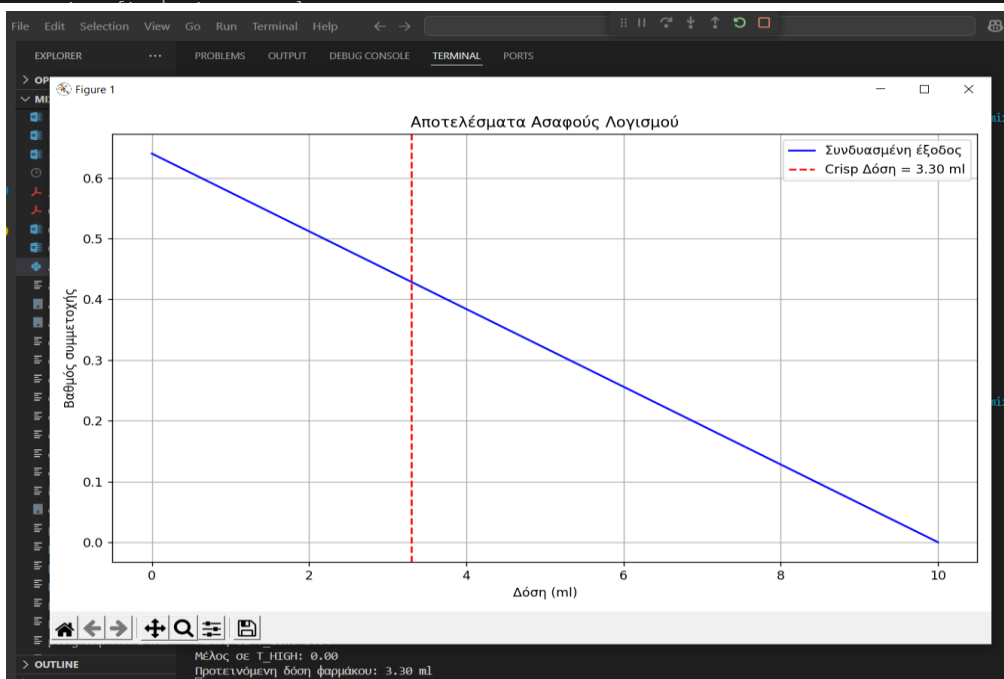
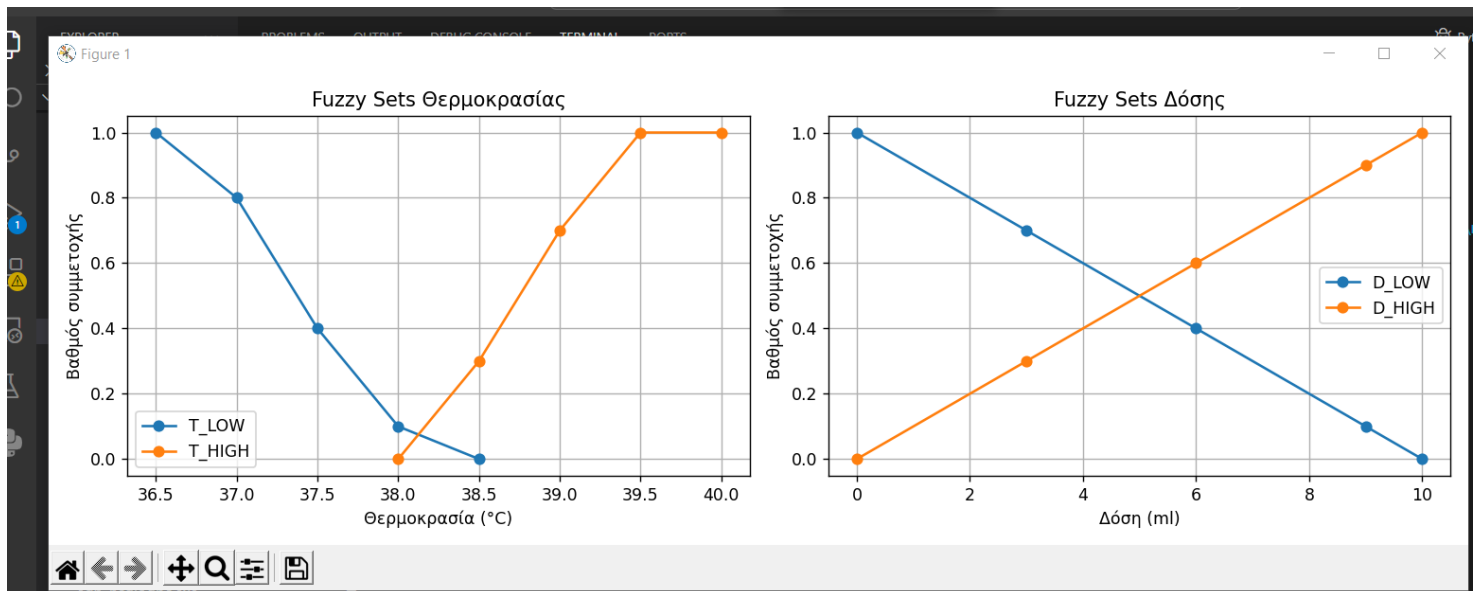
Επίλεξε τρόπο ασαφούς λογισμού:
1. Max-Min
2. Max-Product
Επιλογή (1/2): 1

Θερμοκρασία: 37.2°C
Μέλος σε T_LOW: 0.52
Μέλος σε T_HIGH: 0.00
Προτεινόμενη δόση φαρμάκου: 3.83 ml
PS C:\mixalis>
```



- 2^ο Παράδειγμα(Θερμοκρασία 37.2, 2^ο σύνολο ασαφών μεταβλητών, max-product):

```
PS C:\mixalis> c::; cd 'c:\mixalis'; & 'c:\Users\mixal\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python.exe  
\\bundled\libs\debugpy\launcher' '53544' '--' 'c:\mixalis\ai.py'  
ncher' '53544' '--' 'c:\x5cmixalis\x5cai.py' === Ασαφές Σύστημα Ρύθμισης Φαρμακευτικής Δόσης ===  
Δώσε θερμοκρασία ασθενούς (°C): 37.2  
  
Επίλεξε σύνολα ασαφών μεταβλητών:  
1. Default  
2. Εναλλακτικά  
Επιλογή (1/2): 2  
  
Επίλεξε τρόπο ασαφούς λογισμού:  
1. Max-Min  
2. Max-Product  
Επιλογή (1/2): 2  
  
Θερμοκρασία: 37.2°C  
Μέλος σε T_LOW: 0.64  
Μέλος σε T_HIGH: 0.00  
Προτεινόμενη δόση φαρμάκου: 3.30 ml  
PS C:\mixalis>
```



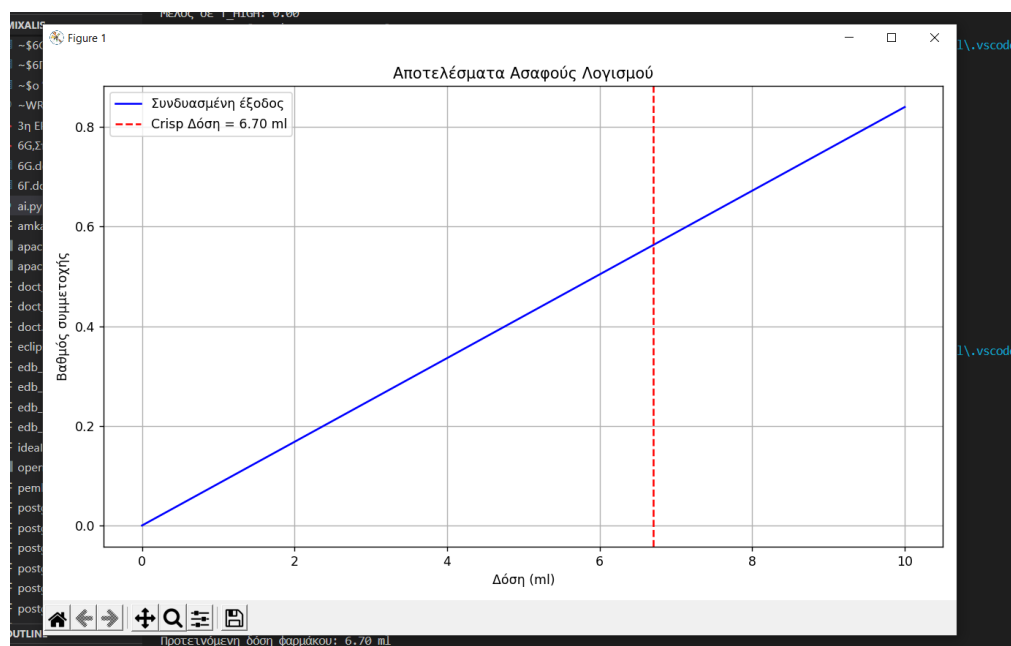
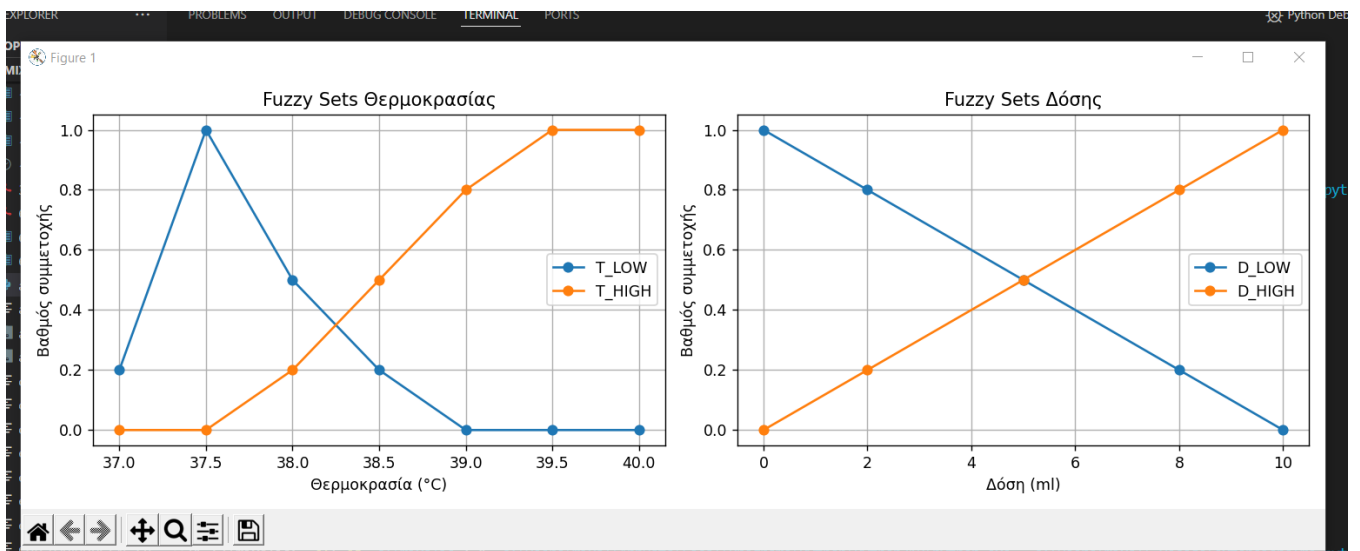
➤ 3^ο Παράδειγμα(θερμοκρασία 39.1, 1^ο σύνολο ασαφών μεταβλητών,max-product):

```
PS C:\mixalis> c:: cd 'c:\mixalis'; & 'c:\Users\mixal\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python'
\bundled\libs\debugpy\launcher' '53702' '--' 'c:\mixalis\ai.py'
ncher' '53702' '--' 'c:\x5cmixalis\x5cai.py' === Ασαφές Σύστημα Ρύθμισης Φαρμακευτικής Δόσης ===
Δώσε θερμοκρασία ασθενούς (°C): 39.1

Επίλεξε σύνολα ασαφών μεταβλητών:
1. Default
2. Εναλλακτικά
Επιλογή (1/2): 1

Επίλεξε τρόπο ασαφούς λογισμού:
1. Max-Min
2. Max-Product
Επιλογή (1/2): 2

Θερμοκρασία: 39.1°C
Μέλος σε T_LOW: 0.00
Μέλος σε T_HIGH: 0.84
Προτεινόμενη δόση φαρμάκου: 6.70 ml
PS C:\mixalis>
```



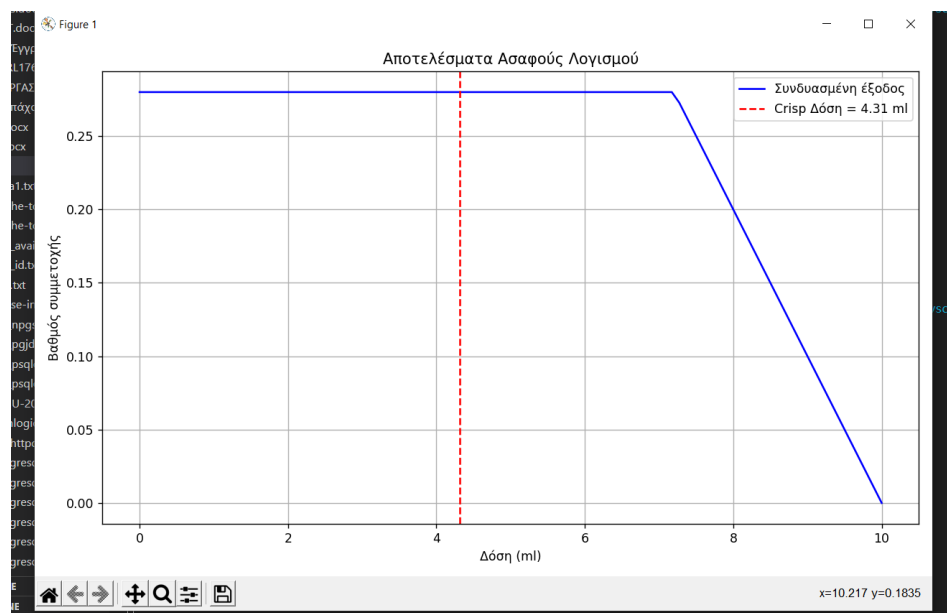
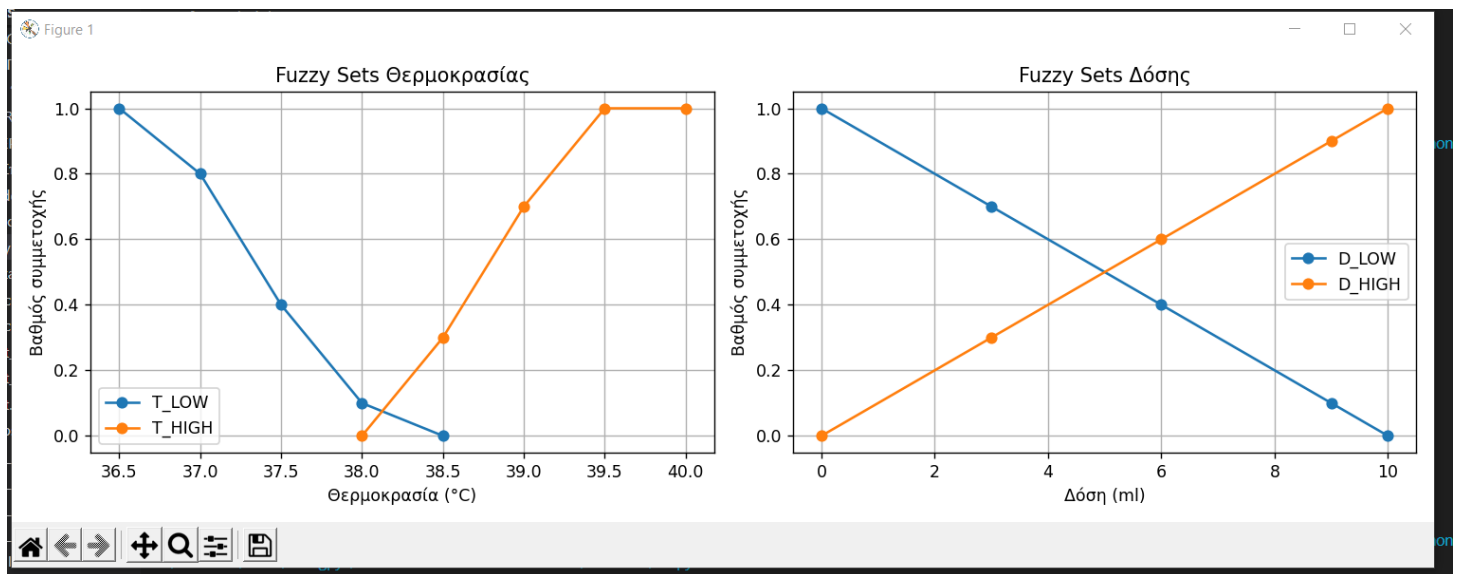
➤ 4^ο Παράδειγμα(θερμοκρασία 37.7, 2^ο σύνολο ασαφών μεταβλητών, max_min):

```
PS C:\mixalis> c::; cd 'c:\mixalis'; & 'c:\Users\mixal\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python.exe'
\bundled\libs\debugpy\launcher' '53783' '--' 'c:\mixalis\ai.py'
ncher' '53783' '--' 'c:\x5cmixalis\x5cai.py' === Ασαφές Σύστημα Ρύθμισης Φαρμακευτικής Δόσης ===
Δώσε θερμοκρασία ασθενούς (°C): 37.7

Επίλεξε σύνολα ασαφών μεταβλητών:
1. Default
2. Εναλλακτικά
Επιλογή (1/2): 2

Επίλεξε τρόπο ασαφούς λογισμού:
1. Max-Min
2. Max-Product
Επιλογή (1/2): 1

Θερμοκρασία: 37.7°C
Μέλος σε T_LOW: 0.28
Μέλος σε T_HIGH: 0.00
Προτεινόμενη δόση φαρμάκου: 4.31 ml
PS C:\mixalis>
```



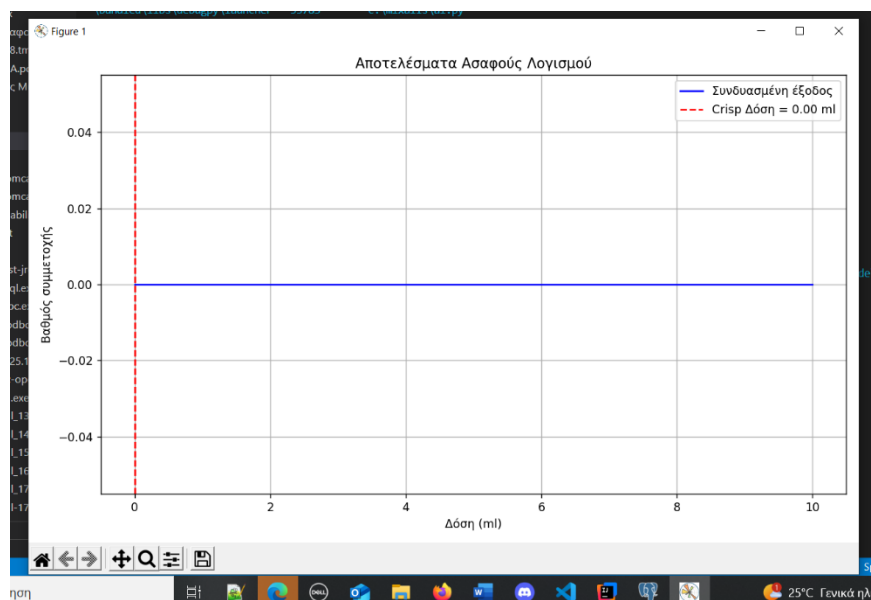
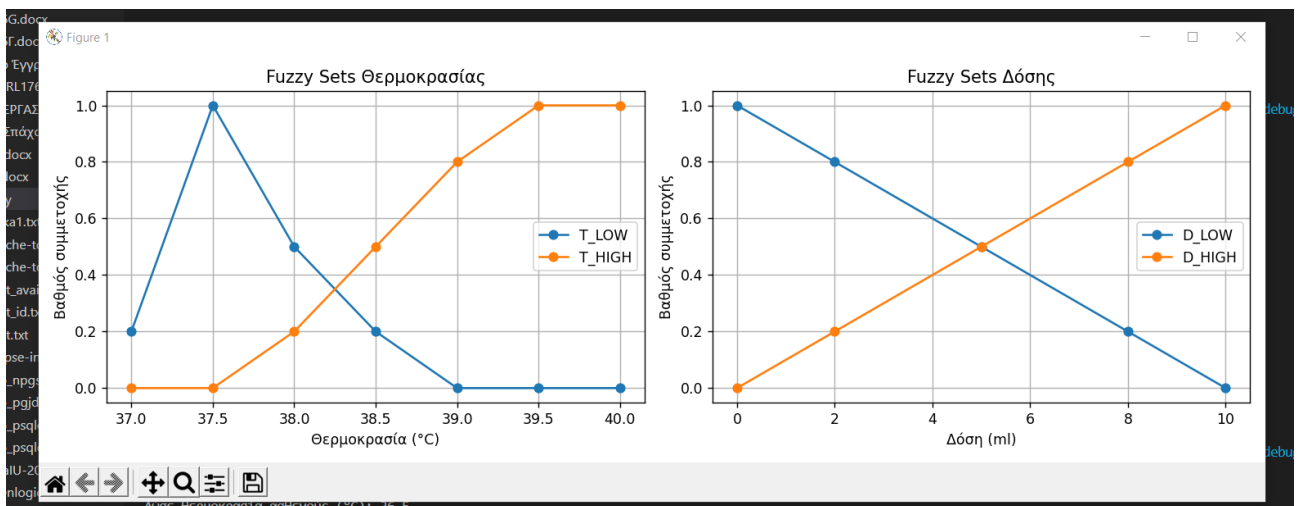
➤ 5^ο Παράδειγμα(Θερμοκρασία 36.4,1^ο σύνολο ασαφών μεταβλητών, max_min):

```
PS C:\mixalis> c::; cd 'c:\mixalis'; & 'c:\Users\mixal\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python\
bundled\libs\debugpy\launcher' '53918' '--' 'c:\mixalis\ai.py'
ncher' '53918' '--' 'c:\x5cmixalis\x5cai.py' === Ασαφές Σύστημα Ρύθμισης Φαρμακευτικής Δόσης ===
Δώσε θερμοκρασία ασθενούς (°C): 36.5

Επίλεξε σύνολα ασαφών μεταβλητών:
1. Default
2. Εναλλακτικά
Επιλογή (1/2): 1

Επίλεξε τρόπο ασαφούς λογισμού:
1. Max-Min
2. Max-Product
Επιλογή (1/2): 1

Θερμοκρασία: 36.5°C
Μέλος σε T_LOW: 0.00
Μέλος σε T_HIGH: 0.00
Προτεινόμενη δόση φαρμάκου: 0.00 ml
PS C:\mixalis>
```



➤ 6° Παράδειγμα(Θερμοκρασία 37.4,2° σύνολο ασαφών μεταβλητών, max_min):

```

PS C:\mixalis> c::; cd 'c:\mixalis'; & 'c:\Users\mixal\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python
\bundled\libs\debugpy\launcher' '53979' '--' 'c:\mixalis\ai.py'
ncher' '53979' '--' 'c:\x5cmixalis\x5cai.py' === Ασαφές Σύστημα Ρύθμισης Φαρμακευτικής Δόσης ===
Δώσε θερμοκρασία ασθενούς (°C): 37.4

Επίλεξε σύνολα ασαφών μεταβλητών:
1. Default
2. Εναλλακτικά
Επιλογή (1/2): 2

Επίλεξε τρόπο ασαφούς λογισμού:
1. Max-Min
2. Max-Product
Επιλογή (1/2): 1

Θερμοκρασία: 37.4°C
Μέλος σε T_LOW: 0.48
Μέλος σε T_HIGH: 0.00
Προτεινόμενη δόση φαρμάκου: 3.90 ml
PS C:\mixalis>

```

