



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования**

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

Факультет «Информатика и системы управления»

Кафедра ИУ5 «Системы обработки информации и управления»

Курс «Методы машинного обучения»

Отчет по лабораторной работе 4

Выполнил:

**студент группы ИУ5-24М Поташников
М.Д.**

20.05.2023

Москва, 2023 г.

Лабораторная работа 4.

H

In

```
!pip install pygame
import gym import numpy
as np from pprint import
pprint
from IPython.display import clear_output
from time import sleep import
matplotlib.pyplot as plt
```

[1]:

```
Defaulting to user installation because normal site-packages is not writeable
Requirement already satisfied: pygame in /home/user/.local/lib/python3.10/site-packages
(2.1.0)
```

In [43]:

```
class PolicyIterationAgent:
1. def __init__(self, env):
    self.env = env
    self.observation_dim = env.observation_space.n
    self.actions_variants = np.arange(env.action_space.n)
    self.policy_probs = np.full((self.observation_dim, len(self.actions_variants)),
    self.state_values = np.zeros(self.observation_dim) self.maxNumberOfIterations =
    1000 self.theta = 1e-6 self.gamma = 0.99
    def
    print_policy(self):
    print('Policy:')
        pprint(self.policy_probs)
    def policy_evaluation(self):
    value_function_vector = self.state_values.copy()
    for _ in range(self.maxNumberOfIterations):
        value_function_vector_next_iteration = np.zeros(self.observation_dim)
    for state in range(self.observation_dim):
        action_probabilities = self.policy_probs[state]
    in self.actions_variants:
        inner_sum = 0
    probability, next_state, reward, _ in self.env.P[state][action]:
    inner_sum += probability * (reward + self.gamma * self.state_value
ac
)

        value_function_vector_next_iteration[state] += action_probabilities[

        if np.max(np.abs(value_function_vector_next_iteration - value_function_vector
value_function_vector = value_function_vector_next_iteration
        break
        value_function_vector = value_function_vector_next_iteration
    return value_function_vector
    def
    policy_improvement(self):
```

```

*   q_values_matrix = np.zeros((self.observation_dim, len(self.actions_variants)))
    improved_policy = np.zeros((self.observation_dim, len(self.actions_variants)))
    for state in range(self.observation_dim):
        for action in self.actions_variants:
            for probability, next_state, reward, _ in self.env.P[state][action]:
                q_values_matrix[state, action] += probability * (reward + self.gamma
best_action_index = np.where(q_values_matrix[state, :] == np.max(q_values_matr
improved_policy[state, best_action_index] = 1.0 / len(best_action_index)
improved_policy
    def policy_iteration(self, num_iterations):
    for i in range(1, num_iterations + 1):
    self.state_values = self.policy_evaluation()
    self.policy_probs = self.policy_improvement()
    print(f'Algorithm completed in {i} iterations.')

    def visualize_policy(self):
        state_labels = ['R', 'G', 'Y', 'B',
'T', 'D'] # Labels for states
        action_labels = ['↓', '↑', '←', '→',
'P', 'D'] # Labels for actions

        fig, ax = plt.subplots(figsize=(6, 8))
    ax.set_title('Policy Iteration - Taxi-v3')
        ax.axis('off')

        table = ax.table(cellText=np.round(self.policy_probs, 2), cellLoc='center', colLab
loc='center')

        table.scale(1, 2)
    table.set_fontsize(14)
        table.auto_set_column_width(col=list(range(6)))

        plt.show()

```

In

[44]:

```

# Create the environment and agent env
= gym.make('Taxi-v3')
agent = PolicyIterationAgent(env)

# Perform policy iteration agent.policy_iteration(1000)

# Visualize the final policy agent.visualize_policy()
1
g

```

↓	↑	←	→	P	D
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

orithm completed in 1000 iterations.

0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0

1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0

0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0

0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[illegible]

0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0

0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0

0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0