/-----------------------------------------

| State-action rewards from Q-Learning

\-----------------------------------------

Waypoint will allow the agent to know the right direction to the destination. That improves efficiency.

inputs['light'] will allow the agent to know the color of the traffic light at the moment, which is essential for making a decision whether to drive or to idle. This is essential for safety.

inputs['oncoming'] will allow the agent to know if there are any cars crossing its path and thereby improve safety.

inputs['left'] will allow the agent to know the intentions of the vehichle to the left of the agent, which is important for safety (while making turns).

inputs['right'] can be ommited since the inputs['light'] is enough to avoid accidents and violations.

Deadline may have a negative effect on efficinecy since the size can be very large.

state = (waypoint, inputs['light'], inputs['oncoming'], inputs['left'])

('right', 'green', 'forward', 'right')

-- forward : 0.55

-- right : 1.77

-- None : -5.70

-- left : 0.00

('left', 'green', 'forward', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 0.61

-- None : -4.14

-- left : 0.00

('left', 'red', 'right', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 0.86

-- None : 0.00

-- left : 0.00

('right', 'red', 'right', None)

-- forward : -39.04

-- right : 1.00

-- None : -0.28

-- left : 0.00

('right', 'green', 'right', 'forward')

-- forward : -0.33

-- right : 2.30

-- None : -4.64

-- left : 0.00

('left', 'red', 'right', 'right')

-- forward : 0.00

-- right : 0.00

-- None : 0.00

-- left : -40.13

('right', 'green', None, 'left')

-- forward : 0.60

-- right : 1.22

-- None : -5.21

-- left : 0.40

('forward', 'red', None, None)

-- forward : -10.86

-- right : 0.65

-- None : 1.49

-- left : -10.89

('right', 'green', 'left', 'right')

-- forward : 1.31

-- right : 0.00

-- None : -4.62

-- left : 0.00

('right', 'red', None, 'forward')

-- forward : -39.97

-- right : -20.21

-- None : 1.02

-- left : -39.20

('forward', 'red', 'left', None)

-- forward : -9.68

-- right : -0.16

-- None : 2.19

-- left : -9.83

('left', 'red', 'left', 'forward')

-- forward : -39.50

-- right : -19.21

-- None : 2.05

-- left : -39.49

('right', 'red', 'right', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 2.60

-- None : 0.00

-- left : -40.97

('forward', 'green', 'forward', 'left')

-- forward : 1.11

-- right : -0.01

-- None : -4.05

-- left : 0.00

('forward', 'green', 'left', None)

-- forward : 2.47

-- right : 0.23

-- None : -5.90

-- left : -0.18

('left', 'green', 'left', 'forward')

-- forward : 0.07

-- right : 0.06

-- None : -5.85

-- left : 1.81

('right', 'green', 'right', None)

-- forward : 0.19

-- right : 1.82

-- None : -4.32

-- left : 1.24

('right', 'red', 'left', 'forward')

-- forward : -39.42

-- right : -20.23

-- None : 0.87

-- left : -40.46

('left', 'green', None, 'right')

-- forward : 0.45

-- right : 0.78

-- None : -5.56

-- left : 2.27

('forward', 'red', 'right', 'left')

-- forward : -9.89

-- right : 0.00

-- None : 1.95

-- left : 0.00

('right', 'red', 'right', 'forward')

-- forward : -40.35

-- right : -19.72

-- None : 0.00

-- left : -39.37

Idle for to the car on the left that moves forward

('left', 'green', 'left', 'left')

-- forward : 0.32

-- right : -0.14

-- None : -5.18

-- left : 0.89

('forward', 'green', None, None)

-- forward : 1.57

-- right : 0.39

-- None : -5.68

-- left : 0.07

('right', 'green', 'forward', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 2.56

-- None : 0.00

-- left : 0.00

('left', 'red', 'left', None)

-- forward : -10.61

-- right : 0.05

-- None : 2.27

-- left : -9.77

('right', 'green', None, 'forward')

-- forward : 0.73

-- right : 2.68

-- None : -4.85

-- left : 1.14

('left', 'green', 'left', None)

-- forward : 0.08

-- right : 0.15

-- None : -4.18

-- left : 1.77

('left', 'red', 'forward', None)

-- forward : -39.31

-- right : 0.44

-- None : 2.36

-- left : -11.05

('left', 'green', 'right', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : -0.31

-- None : -4.95

-- left : 0.00

('left', 'red', None, 'right')

-- forward : -9.78

-- right : 1.39

-- None : 2.28

-- left : -9.13

('forward', 'green', 'right', 'forward')

-- forward : 1.09

-- right : 0.00

-- None : 0.00

-- left : 0.20

('right', 'green', 'left', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 1.56

-- None : -5.42

-- left : 1.03

('left', 'red', 'left', 'left')

-- forward : -39.97

-- right : 0.91

-- None : 2.63

-- left : -9.88

('right', 'red', 'left', 'right')

-- forward : 0.00

-- right : 1.02

-- None : 0.00

-- left : 0.00

('forward', 'red', 'forward', 'forward')

-- forward : -40.21

-- right : -20.50

-- None : 0.85

-- left : -39.92

('left', 'red', 'forward', 'right')

-- forward : 0.00

-- right : 0.04

-- None : 0.77

-- left : 0.00

('left', 'green', 'forward', 'right')

-- forward : -0.44

-- right : 0.04

-- None : -4.08

-- left : 0.00

Looks like reward for moving forward should be higher than the reward for going right, since the latter action brings us away from the waypoint and nothing is stopping us from moving forward in this situation. And if we do move forward, we will avoid an extra left turn in the future.

('forward', 'red', 'forward', 'left')

-- forward : -9.92

-- right : -0.06

-- None : 2.64

-- left : -10.86

('forward', 'green', 'forward', 'right')

-- forward : 0.45

-- right : -0.16

-- None : -3.94

-- left : -0.09

('forward', 'red', 'right', 'right')

-- forward : 0.00

-- right : 1.50

-- None : 0.00

-- left : -39.34

('right', 'red', None, 'right')

-- forward : 0.00

-- right : 1.83

-- None : 0.67

-- left : -10.42

('left', 'green', 'forward', None)

-- forward : 0.19

-- right : 1.37

-- None : -5.16

-- left : 1.36

('forward', 'red', 'right', 'forward')

-- forward : 0.00

-- right : 0.00

-- None : 1.76

-- left : 0.00

('forward', 'green', 'right', None)

-- forward : 1.86

-- right : -0.22

-- None : -3.94

-- left : -0.00

('forward', 'red', 'right', None)

-- forward : -39.53

-- right : 0.24

-- None : 0.89

-- left : -39.18

('right', 'green', None, None)

-- forward : 0.51

-- right : 1.48

-- None : -4.99

-- left : 0.39

('forward', 'red', 'forward', None)

-- forward : -9.07

-- right : 0.32

-- None : 1.72

-- left : -9.24

('forward', 'red', None, 'left')

-- forward : -10.02

-- right : 0.67

-- None : 2.38

-- left : -9.35

('forward', 'green', 'forward', 'forward')

-- forward : 2.80

-- right : 0.00

-- None : -4.18

-- left : 0.77

('right', 'red', None, 'left')

-- forward : -10.91

-- right : 1.05

-- None : 0.23

-- left : -9.33

('forward', 'green', 'left', 'right')

-- forward : 2.88

-- right : 0.32

-- None : 0.00

-- left : 0.00

('right', 'green', 'forward', 'forward')

-- forward : 0.00

-- right : 0.00

-- None : -5.88

-- left : 1.25

('forward', 'red', 'forward', 'right')

-- forward : -10.33

-- right : 0.86

-- None : 1.17

-- left : -9.97

('right', 'green', None, 'right')

-- forward : 0.00

-- right : 2.69

-- None : -5.16

-- left : 0.55

('forward', 'red', 'left', 'right')

-- forward : -10.99

-- right : 0.20

-- None : 1.91

-- left : -10.60

('forward', 'red', None, 'forward')

-- forward : -40.60

-- right : -19.90

-- None : 1.95

-- left : -40.66

('forward', 'green', 'left', 'left')

-- forward : 2.14

-- right : 1.03

-- None : -5.69

-- left : 0.53

('right', 'green', 'right', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 2.69

-- None : 0.00

-- left : 0.95

('left', 'red', None, 'forward')

-- forward : -39.88

-- right : -19.76

-- None : 1.73

-- left : -39.12

('forward', 'red', None, 'right')

-- forward : -10.65

-- right : 0.27

-- None : 1.82

-- left : -10.65

('left', 'green', 'right', 'forward')

-- forward : 0.22

-- right : 0.00

-- None : -5.52

-- left : 0.00

('right', 'red', None, None)

-- forward : -10.28

-- right : 2.06

-- None : 0.24

-- left : -9.41

('left', 'red', None, 'left')

-- forward : -11.11

-- right : 0.96

-- None : 1.71

-- left : -40.11

('forward', 'red', 'left', 'forward')

-- forward : 0.00

-- right : -19.84

-- None : 2.00

-- left : -39.55

('forward', 'green', 'forward', None)

-- forward : 2.05

-- right : 0.13

-- None : -4.95

-- left : 0.27

('forward', 'green', 'left', 'forward')

-- forward : 2.32

-- right : 1.09

-- None : -4.81

-- left : 0.96

('right', 'red', 'forward', 'forward')

-- forward : -39.18

-- right : -20.92

-- None : 1.08

-- left : -38.99

('right', 'red', 'left', None)

-- forward : -10.07

-- right : 1.33

-- None : 0.07

-- left : -10.24

('right', 'green', 'forward', None)

-- forward : 1.10

-- right : 1.40

-- None : -5.79

-- left : 0.09

('forward', 'green', None, 'forward')

-- forward : 2.61

-- right : -0.09

-- None : -5.41

-- left : 0.08

('right', 'red', 'forward', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 2.12

-- None : -0.34

-- left : -9.16

('forward', 'green', None, 'right')

-- forward : 1.98

-- right : 0.22

-- None : -5.06

-- left : -0.08

('left', 'red', None, None)

-- forward : -39.95

-- right : 0.23

-- None : 1.77

-- left : -40.24

('right', 'green', 'left', 'forward')

-- forward : 0.53

-- right : 2.30

-- None : 0.00

-- left : 1.25

('left', 'red', 'forward', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 0.55

-- None : 2.13

-- left : -10.77

('left', 'green', None, 'forward')

-- forward : -0.11

-- right : 0.03

-- None : -4.37

-- left : 2.19

('forward', 'red', 'left', 'left')

-- forward : -9.92

-- right : 0.93

-- None : 2.25

-- left : 0.00

('left', 'red', 'right', 'forward')

-- forward : -39.41

-- right : 0.00

-- None : 1.69

-- left : -38.82

('left', 'green', 'left', 'right')

-- forward : 0.00

-- right : 0.00

-- None : -5.89

-- left : 1.52

('right', 'red', 'left', 'left')

-- forward : -10.82

-- right : 1.44

-- None : 0.00

-- left : -9.56

('left', 'red', 'left', 'right')

-- forward : -10.17

-- right : -0.19

-- None : 0.00

-- left : -9.93

('forward', 'green', 'right', 'right')

-- forward : 1.87

-- right : 0.00

-- None : 0.00

-- left : 0.00

('left', 'red', 'forward', 'forward')

-- forward : -40.33

-- right : -19.34

-- None : 1.60

-- left : -38.65

('right', 'red', 'forward', None)

-- forward : -9.12

-- right : 2.43

-- None : 1.14

-- left : -9.10

('forward', 'green', None, 'left')

-- forward : 1.16

-- right : 0.53

-- None : -4.19

-- left : 0.22

('left', 'green', 'right', None)

-- forward : -0.75

-- right : -0.03

-- None : -5.70

-- left : 2.26

('left', 'green', None, None)

-- forward : 0.27

-- right : 0.51

-- None : -4.87

-- left : 1.71

('right', 'green', 'right', 'right')

-- forward : -0.12

-- right : 0.00

-- None : -4.63

-- left : 0.00

Oncoming car and the car on the left both turn right – their paths do not intersect ours. Thereby, we should be able to make a right turn without hesitation. In such circumstances, equal rewards for making a right and a left turn make no sense. The reward for making a right turn should be the highest.

('forward', 'green', 'right', 'left')

-- forward : 0.00

-- right : 0.00

-- None : -5.86

-- left : 1.08

('right', 'red', 'forward', 'right')

-- forward : 0.00

-- right : 2.27

-- None : 0.00

-- left : -9.70

('left', 'green', 'forward', 'forward')

-- forward : 0.00

-- right : 1.34

-- None : 0.00

-- left : 2.31

('left', 'green', None, 'left')

-- forward : -0.52

-- right : 0.97

-- None : -4.39

-- left : 1.74

('right', 'green', 'left', None)

-- forward : 0.70

-- right : 1.58

-- None : -4.41

-- left : -0.10

('left', 'red', 'right', None)

-- forward : -39.62

-- right : 0.10

-- None : 2.34

-- left : -40.99

('right', 'red', 'right', 'right')

-- forward : -9.09

-- right : 0.00

-- None : 0.83

-- left : 0.00