/\*Sam Lee

6/10/2018

CSC 130

Project #2

\*/

Enter 1 for Part 1 for BST Test(Adding and Deleting):

Enter 2 for Part 1 for AVL Test(Adding, Deleting, Rotating):

Enter 3 for Part 2 for time difference:

2

AVL Tree

73

AVL Tree

73

/

/

45

Single Right Rotation:73

AVL Tree

45

/\

/ \

14 73

AVL Tree

45

/\

-- --

/ \

14 73

\

\

20

AVL Tree

45

/\

-- --

/ \

14 73

\ /

\ /

20 58

Single Left Rotation:14

AVL Tree

45

/\

-- --

/ \

20 73

/\ /

/ \ /

14 43 58

AVL Tree

45

/\

------ ------

/ \

20 73

/\ /

-- -- --

/ \ /

14 43 58

/

/

41

Single Right Rotation:73

AVL Tree

45

/\

------ ------

/ \

20 58

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

14 43 57 73

/

/

41

Single Right Rotation:43

AVL Tree

45

/\

------ ------

/ \

20 58

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

14 41 57 73

/\

/ \

35 43

Double Right Left Rotation:20

Single Right Rotation:41

Single Left Rotation:20

AVL Tree

45

/\

------ ------

/ \

35 58

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

20 41 57 73

/ /\

/ / \

14 40 43

AVL Tree

45

/\

------ ------

/ \

35 58

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

20 41 57 73

/ /\ /

/ / \ /

14 40 43 63

AVL Tree

45

/\

------ ------

/ \

35 58

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

20 41 57 73

/ /\ /\

/ / \ / \

14 40 43 63 99

Double Right Left Rotation:58

Single Right Rotation:73

Single Left Rotation:58

AVL Tree

45

/\

------ ------

/ \

35 63

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

20 41 58 73

/ /\ /\ \

/ / \ / \ \

14 40 43 57 61 99

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 58 73

/ /\ /\ \

-- -- -- -- -- --

/ / \ / \ \

14 40 43 57 61 99

/

/

52

Double Right Left Rotation:73

Single Right Rotation:99

Single Left Rotation:73

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 58 98

/ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ / \ / \ / \

14 40 43 57 61 73 99

/

/

52

Single Right Rotation:57

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 58 98

/ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ / \ / \ / \

14 40 43 52 61 73 99

/\

/ \

47 57

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 58 98

/ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ / \ / \ / \

14 40 43 52 61 73 99

/\ \

/ \ \

47 57 76

Single Left Rotation:73

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 58 98

/ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ / \ / \ / \

14 40 43 52 61 76 99

/\ /\

/ \ / \

47 57 73 88

Single Right Rotation:98

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 58 76

/ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ / \ / \ / \

14 40 43 52 61 73 98

/\ / /\

/ \ / / \

47 57 64 88 99

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 58 76

/ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ / \ / \ / \

14 40 43 52 61 73 98

/\ / /\

/ \ / / \

47 57 64 88 99

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 58 76

/ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ / \ / \ / \

14 40 43 52 61 73 98

/\ / /\

/ \ / / \

47 57 64 88 99

Single Right Rotation:58

AVL Tree

45

/\

-------------- --------------

/ \

35 63

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

20 41 52 76

/ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ / \ / \ / \

14 40 43 47 58 73 98

\ /\ / /\

\ / \ / / \

51 57 61 64 88 99

Single Left Rotation:45

AVL Tree

63

/\

-------------- --------------

/ \

45 76

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

35 52 73 98

/\ /\ / /\

-- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / / \

20 41 47 58 64 88 99

/ /\ \ /\ /

/ / \ \ / \ /

14 40 43 51 57 61 86

AVL Tree

63

/\

-------------- --------------

/ \

45 76

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

35 52 73 98

/\ /\ / /\

-- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / / \

20 41 47 58 64 88 99

/ /\ /\ /\ /

/ / \ / \ / \ /

14 40 43 46 51 57 61 86

Single Right Rotation:88

AVL Tree

63

/\

-------------- --------------

/ \

45 76

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

35 52 73 98

/\ /\ / /\

-- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / / \

20 41 47 58 64 86 99

/ /\ /\ /\ /\

/ / \ / \ / \ / \

14 40 43 46 51 57 61 85 88

Double Right Left Rotation:20

Single Left Rotation:14

Single Right Rotation:20

AVL Tree

63

/\

-------------- --------------

/ \

45 76

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

35 52 73 98

/\ /\ / /\

-- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / / \

19 41 47 58 64 86 99

/\ /\ /\ /\ /\

/ \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 85 88

Single Right Rotation:98

AVL Tree

63

/\

-------------- --------------

/ \

45 76

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

35 52 73 86

/\ /\ / /\

-- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / / \

19 41 47 58 64 85 98

/\ /\ /\ /\ / /\

/ \ / \ / \ / \ / / \

14 20 40 43 46 51 57 61 77 88 99

Double Right Left Rotation:85

Single Left Rotation:77

Single Right Rotation:85

AVL Tree

63

/\

-------------- --------------

/ \

45 76

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

35 52 73 86

/\ /\ / /\

-- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / / \

19 41 47 58 64 82 98

/\ /\ /\ /\ /\ /\

/ \ / \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 77 85 88 99

AVL Tree

63

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 76

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 73 86

/\ /\ / /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / / \

19 41 47 58 64 82 98

/\ /\ /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 77 85 88 99

/

/

49

AVL Tree

63

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 76

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 73 86

/\ /\ / /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / / \

19 41 47 58 64 82 98

/\ /\ /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 77 85 88 99

/

/

49

AVL Tree

63

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 76

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 73 86

/\ /\ / /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / / \

19 41 47 58 64 82 98

/\ /\ /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 77 85 88 99

/

/

49

AVL Tree

63

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 76

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 73 86

/\ /\ / /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / / \

19 41 47 58 64 82 98

/\ /\ /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 77 85 88 99

\ /

\ /

33 49

AVL Tree

63

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 76

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 73 86

/\ /\ / /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / / \

19 41 47 58 64 82 98

/\ /\ /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 77 85 88 99

\ / \

\ / \

33 49 62

Double Right Left Rotation:76

Single Right Rotation:86

Single Left Rotation:76

AVL Tree

63

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 82

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 76 86

/\ /\ /\ /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / \ / \

19 41 47 58 73 77 85 98

/\ /\ /\ /\ / \ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 64 79 88 99

\ / \

\ / \

33 49 62

AVL Tree

63

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 82

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 76 86

/\ /\ /\ /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / \ / \

19 41 47 58 73 77 85 98

/\ /\ /\ /\ / \ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 64 79 88 99

\ / / \

\ / / \

33 37 49 62

Removing Root AVL Tree:

64

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 82

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 76 86

/\ /\ /\ /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / \ / \

19 41 47 58 73 77 85 98

/\ /\ /\ /\ \ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 79 88 99

\ / / \

\ / / \

33 37 49 62

Single Left Rotation:76

Removing Root AVL Tree:

73

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 82

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 77 86

/\ /\ /\ /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / \ / \

19 41 47 58 76 79 85 98

/\ /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 88 99

\ / / \

\ / / \

33 37 49 62

Removing Root AVL Tree:

76

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

45 82

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

35 52 77 86

/\ /\ \ /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ \ / \

19 41 47 58 79 85 98

/\ /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \ / \

14 20 40 43 46 51 57 61 88 99

\ / / \

\ / / \

33 37 49 62

Single Left Rotation:82

Single Right Rotation:77

Removing Root AVL Tree:

45

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

35 77

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

19 41 52 86

/\ /\ /\ /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 47 58 82 98

\ / /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- --

\ / / \ / \ / \ / \

33 37 46 51 57 61 79 85 88 99

/ \

/ \

49 62

Double Right Left Rotation:47

Single Right Rotation:51

Single Left Rotation:47

Removing Root AVL Tree:

46

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

35 77

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

19 41 52 86

/\ /\ /\ /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 49 58 82 98

\ / /\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- -- --

\ / / \ / \ / \ / \

33 37 47 51 57 61 79 85 88 99

\

\

62

Removing Root AVL Tree:

47

/\

------------------------------ ------------------------------

/ \

35 77

/\ /\

-------------- -------------- -------------- --------------

/ \ / \

19 41 52 86

/\ /\ /\ /\

------ ------ ------ ------ ------ ------ ------ ------

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 49 58 82 98

\ / \ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- -- --

\ / \ / \ / \ / \

33 37 51 57 61 79 85 88 99

\

\

62

Single Left Rotation:52

Removing Root AVL Tree:

49

/\

-------------- --------------

/ \

35 77

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 58 86

/\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 52 61 82 98

\ / /\ \ /\ /\

\ / / \ \ / \ / \

33 37 51 57 62 79 85 88 99

Removing Root AVL Tree:

51

/\

-------------- --------------

/ \

35 77

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 58 86

/\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 52 61 82 98

\ / \ \ /\ /\

\ / \ \ / \ / \

33 37 57 62 79 85 88 99

Removing Root AVL Tree:

52

/\

-------------- --------------

/ \

35 77

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 58 86

/\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 57 61 82 98

\ / \ /\ /\

\ / \ / \ / \

33 37 62 79 85 88 99

Single Left Rotation:58

Removing Root AVL Tree:

57

/\

-------------- --------------

/ \

35 77

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 61 86

/\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 58 62 82 98

\ / /\ /\

\ / / \ / \

33 37 79 85 88 99

Removing Root AVL Tree:

58

/\

-------------- --------------

/ \

35 77

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 61 86

/\ /\ \ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ \ / \

14 20 40 43 62 82 98

\ / /\ /\

\ / / \ / \

33 37 79 85 88 99

Single Left Rotation:77

Removing Root AVL Tree:

61

/\

-------------- --------------

/ \

35 86

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 77 98

/\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 62 82 88 99

\ / /\

\ / / \

33 37 79 85

Single Left Rotation:77

Removing Root AVL Tree:

62

/\

-------------- --------------

/ \

35 86

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 82 98

/\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 77 85 88 99

\ / \

\ / \

33 37 79

Removing Root AVL Tree:

77

/\

-------------- --------------

/ \

35 86

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 82 98

/\ /\ /\ /\

-- -- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \ / \

14 20 40 43 79 85 88 99

\ /

\ /

33 37

Removing Root AVL Tree:

79

/\

-------------- --------------

/ \

35 86

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 82 98

/\ /\ \ /\

-- -- -- -- -- -- --

/ \ / \ \ / \

14 20 40 43 85 88 99

\ /

\ /

33 37

Removing Root AVL Tree:

82

/\

-------------- --------------

/ \

35 86

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 85 98

/\ /\ /\

-- -- -- -- -- --

/ \ / \ / \

14 20 40 43 88 99

\ /

\ /

33 37

Single Left Rotation:86

Removing Root AVL Tree:

85

/\

-------------- --------------

/ \

35 98

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

19 41 86 99

/\ /\ \

-- -- -- -- --

/ \ / \ \

14 20 40 43 88

\ /

\ /

33 37

Single Right Rotation:86

Removing Root AVL Tree:

35

/\

-------------- --------------

/ \

19 86

/\ /\

------ ------ ------ ------

/ \ / \

14 20 41 98

\ /\ /\

-- -- -- -- --

\ / \ / \

33 40 43 88 99

/

/

37

Removing Root AVL Tree:

37

/\

------ ------

/ \

19 86

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

14 20 41 98

\ /\ /\

\ / \ / \

33 40 43 88 99

Removing Root AVL Tree:

40

/\

------ ------

/ \

19 86

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

14 20 41 98

\ \ /\

\ \ / \

33 43 88 99

Removing Root AVL Tree:

41

/\

------ ------

/ \

19 86

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

14 20 43 98

\ /\

\ / \

33 88 99

Single Left Rotation:86

Removing Root AVL Tree:

43

/\

------ ------

/ \

19 98

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

14 20 86 99

\ \

\ \

33 88

Removing Root AVL Tree:

86

/\

------ ------

/ \

19 98

/\ /\

-- -- -- --

/ \ / \

14 20 88 99

\

\

33

Removing Root AVL Tree:

88

/\

------ ------

/ \

19 98

/\ \

-- -- --

/ \ \

14 20 99

\

\

33

Double Right Left Rotation:98

Single Left Rotation:19

Single Right Rotation:98

Removing Root AVL Tree:

20

/\

-- --

/ \

19 98

/ /\

/ / \

14 33 99

Removing Root AVL Tree:

33

/\

-- --

/ \

19 98

/ \

/ \

14 99

Removing Root AVL Tree:

98

/\

-- --

/ \

19 99

/

/

14

Single Right Rotation:99

Removing Root AVL Tree:

19

/\

/ \

14 99

Removing Root AVL Tree:

99

/

/

14

Removing Root AVL Tree:

14

Removing Root AVL Tree: