**EE2331 Data Structures and Algorithms 2016/17 Sem A**

**Assignment 2 - Pentomino Puzzle**

**Due Date: 18 Nov 2016 (Friday)**

A pentomino is a plane geometric figure formed by joining five equal squares edge to edge. It is a polyomino with five cells. There are twelve pentominoes, not counting rotations and reflections as distinct. If reflections and rotations of a pentomino are considered distinct, there are 63 fixed pentominoes as shown in **Appendix I**. A standard pentomino puzzle is to tile a rectangular box with the pentominoes, i.e. cover it without overlap and without gaps. Each of the 12 pentominoes has an area of 5 unit squares, so the box must have an area of 60 units. Possible sizes are 6×10, 5×12, 4×15 and 3×20.

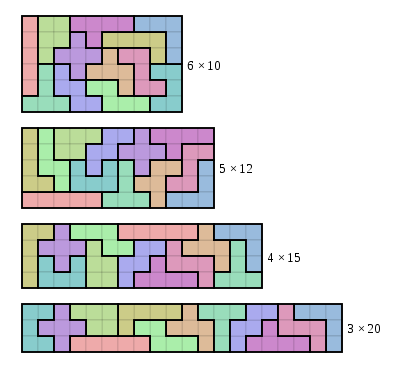
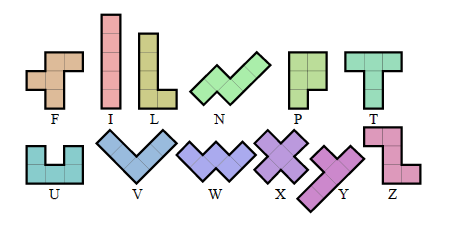


Figure 1. The 12 labelled pentominoes and the 4 tiled standard puzzles

In this assignment, you are asked to implement a program to find **all solutions** **having the 12 pentominoes touching the edges** of a rectangle box with specific size using **backtracking algorithm**. Each solution is converted as a string of 60 characters as below. As there are too many solutions, we only pick the **first and last solutions** to verify. You are therefore required to **sort the solutions** based on the string order and output the first and last only. More details are explained in the code template (.cpp) and test case input files (.txt).

8 ordered solutions for a 3x20 rectangle box

UUXIIIIINNNFTWYYYYZV (the first solution)

UXXXPPLNNFFFTWWYZZZV => **UUXIIIIINNNFTWYYYYZVUXXXPPLNNFFFTWWYZZZVUUXPPPLLLLFTTTWWZVVV**

UUXPPPLLLLFTTTWWZVVV

... ...

VZYYYYWTFNNNIIIIIXUU (the last solution)

VZZZYWWTFFFNNLPPXXXU => **VZYYYYWTFNNNIIIIIXUUVZZZYWWTFFFNNLPPXXXUVVVZWWTTTFLLLLPPPXUU**

VVVZWWTTTFLLLLPPPXUU

**Appendix I - 63 pentominoes**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **X** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . X . . . .  . . X X X . . .  . . . X . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |  |  |  |
| **I** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . I I I I I  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . I . . . .  . . . I . . . .  . . . I . . . .  . . . I . . . .  . . . I . . . . |  |  |
| **Z** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Z Z . . .  . . . Z . . . .  . . Z Z . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Z . . . .  . . . Z Z Z . .  . . . . . Z . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Z Z . . .  . . . . Z . . .  . . . . Z Z . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Z . . . .  . Z Z Z . . . .  . Z . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
| **V** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . V . . . .  . . . V . . . .  . . . V V V . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . V V V . .  . . . V . . . .  . . . V . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . V . . . .  . . . V . . . .  . V V V . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . V V V . .  . . . . . V . .  . . . . . V . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
| **T** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . T T T . .  . . . . T . . .  . . . . T . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . T . . . .  . T T T . . . .  . . . T . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . T . . . .  . . . T . . . .  . . T T T . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . T . . . .  . . . T T T . .  . . . T . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
| **W** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . W . . . .  . . . W W . . .  . . . . W W . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . W . . . .  . . W W . . . .  . W W . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . W W . . .  . . . . W W . .  . . . . . W . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . W W . . .  . . W W . . . .  . . W . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
| **U** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . U U U . .  . . . U . U . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . U U . . .  . . . . U . . .  . . . U U . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . U . U . .  . . . U U U . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . U U . . .  . . . U . . . .  . . . U U . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
| **L** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . L . . . .  . . . L L L L .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . L . . . .  . . . L . . . .  . . . L . . . .  . . L L . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . L L L L .  . . . . . . L .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . L L . . .  . . . L . . . .  . . . L . . . .  . . . L . . . .  . . . . . . . . |
|  | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . L L . . .  . . . . L . . .  . . . . L . . .  . . . . L . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . L L L L .  . . . L . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . L . . . .  . . . L . . . .  . . . L . . . .  . . . L L . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . L . . . .  L L L L . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
| **N** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . N N . . .  . N N N . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . N . . . .  . . . N N . . .  . . . . N . . .  . . . . N . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . N N N . .  . . N N . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . N . . . .  . . . N . . . .  . . . N N . . .  . . . . N . . .  . . . . . . . . |
|  | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . N N . . .  . . . . N N N .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . N . . . .  . . . N . . . .  . . N N . . . .  . . N . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . N N N . .  . . . . . N N .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . N . . . .  . . N N . . . .  . . N . . . . .  . . N . . . . .  . . . . . . . . |
| **Y** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Y . . . .  . Y Y Y Y . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Y . . . .  . . Y Y . . . .  . . . Y . . . .  . . . Y . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Y Y Y Y .  . . . . Y . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Y . . . .  . . . Y . . . .  . . . Y Y . . .  . . . Y . . . .  . . . . . . . . |
|  | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Y Y Y Y .  . . . . . Y . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Y . . . .  . . . Y Y . . .  . . . Y . . . .  . . . Y . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Y . . . .  . . Y Y Y Y . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . Y . . . .  . . . Y . . . .  . . Y Y . . . .  . . . Y . . . .  . . . . . . . . |
| **F** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . F . . . .  . . F F F . . .  . . . . F . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . F F . . .  . . F F . . . .  . . . F . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . F . . . .  . . . F F F . .  . . . . F . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . F . . . .  . . . F F . . .  . . F F . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
|  | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . F . . . .  . F F F . . . .  . . F . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . F F . . .  . . . . F F . .  . . . . F . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . F . . . .  . . F F F . . .  . . F . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . F . . . .  . . F F . . . .  . . . F F . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
| **P** | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . P P . . .  . . . P P . . .  . . . . P . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . P P P . .  . . . P P . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . P . . . .  . . . P P . . .  . . . P P . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . P P . . .  . . P P P . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |
|  | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . P P . . .  . . . P P P . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . P . . . .  . . P P . . . .  . . P P . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . P P P . .  . . . . P P . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . | . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . .  . . . P P . . .  . . . P P . . .  . . . P . . . .  . . . . . . . .  . . . . . . . . |