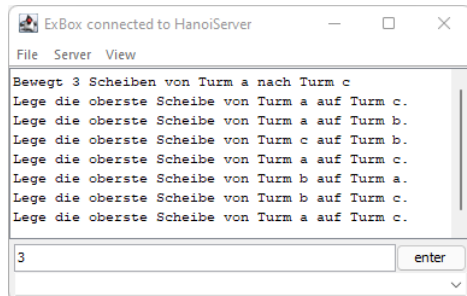


# Algorithmen und Datenstrukturen

## Rekursion

### Aufgabe 1: Türme von Hanoi (muss nicht abgegeben werden)

Sie haben in den Unterlagen (Folien) einen Lösungsansatz für die Problemstellung der Türme von Hanoi. Implementieren Sie einen HanoiServer mit der rekursiven Methode moveDisk. Geben Sie einen Text aus, der einer Anleitung für die Lösung entspricht:



Die Anzahl der aufsteigend sortierten Scheiben (kleinste oben, grösste unten) auf Stab A soll als Parameter mitgegeben werden. Das Programm muss nur die Schritte ausgeben (von -> nach), keine Stacks der Stäbe oder ähnliches führen. D.h. der Rückgabewert des HanoiServers ist ein String mit den Schritten.

### Aufgabe 2: Koch'sche Schneeflocke

Es soll nicht direkt in der ExBox gezeichnet werden, sondern es soll ein CommandInterpreter SnowflakeServer entwickelt werden, der die «Koch'sche Schneeflocken»-Zeichnung mit Hilfe der Klasse Turtle erstellt und die fertige Graphik in getTrace() als XML String übergibt.

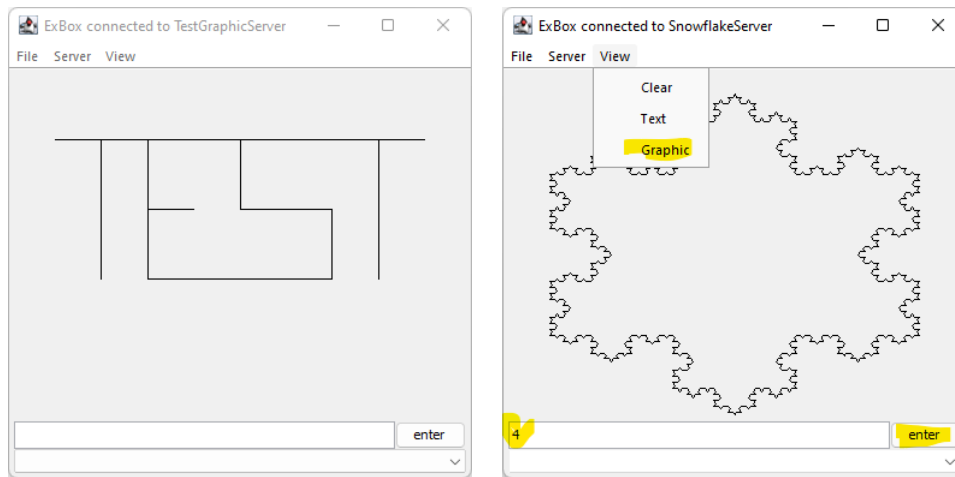
Hinweis:

- Instanzieren Sie in Ihrer execute-Methode eine Turtle Klasse, mit der Sie die Schneeflocke nach der Vorlage aus dem Skript zeichnen. Die execute-Methode des SnowflakeServer nimmt eine Ganzzahl (als String) entgegen, der die Anzahl Stufen angibt.
- Die Klasse Turtle ist bereits vollständig implementiert und muss nicht erweitert werden. Der SnowflakeServer soll die Turtle nutzen um die Schneeflocke zu zeichnen und als Rückgabe getTrace() der Turtle zurückgeben.
- Mittels getTrace() kann der zurückgelegte Weg der Turtle als String abgefragt werden. Die Klasse Turtle liefert eine Spur des zurückgelegten Weges in der oben beschriebenen Form.

Hinweise zur Implementation der grafischen Darstellung:

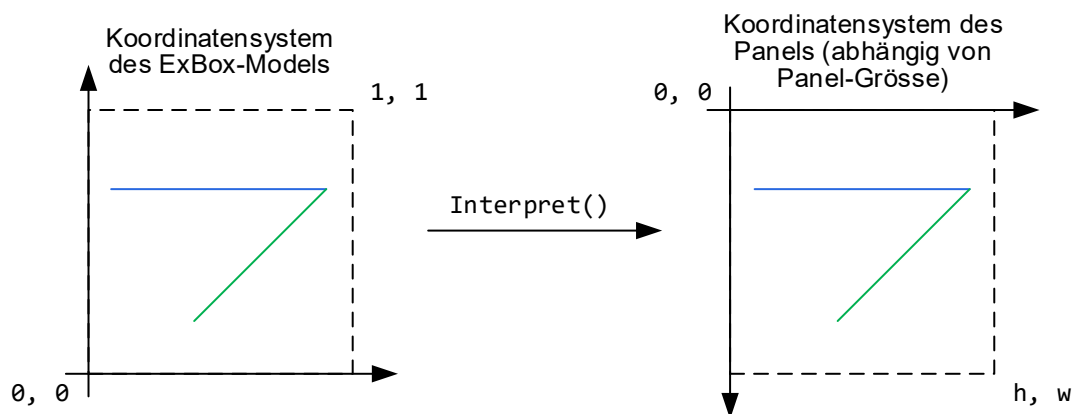
Die nachfolgende Beschreibung der grafischen Implementation ist nur zur Info und muss nicht implementiert werden, diese steht Ihnen bereits zur Verfügung. Um Grafiken zu zeichnen, wurde die ExBox um die Möglichkeit der graphischen Ausgabe erweitert. Es existiert ein GraphicPanel, mit dessen Hilfe Zeichnungen dargestellt werden können. Das Menu ist entsprechend um den Eintrag «View» mit den Untereinträgen «Text» und «Graphic» erweitert, damit kann zwischen graphischer und textueller Darstellung umgeschaltet werden.

In der Aufgabenstellung haben Sie auch den «TestGraphicServer» erhalten. Er zeichnet das Bild unten links. Das Bild unten rechts zeigt eine Lösung zu dieser Aufgabe.



Die Graphik wird als XML-String erzeugt, wobei jeweils eine Gruppe von vier Werten startX, startY, endX, endY, denen das Wort "<line" vorangestellt wird, eine Linie definieren (siehe unten). In der Behandlung der interpret-Methode in der Experimentierbox wird das Resultat mittels setFigure() dem GraphicPanel übergeben und dargestellt (falls die graphische Ansicht aktiviert ist).

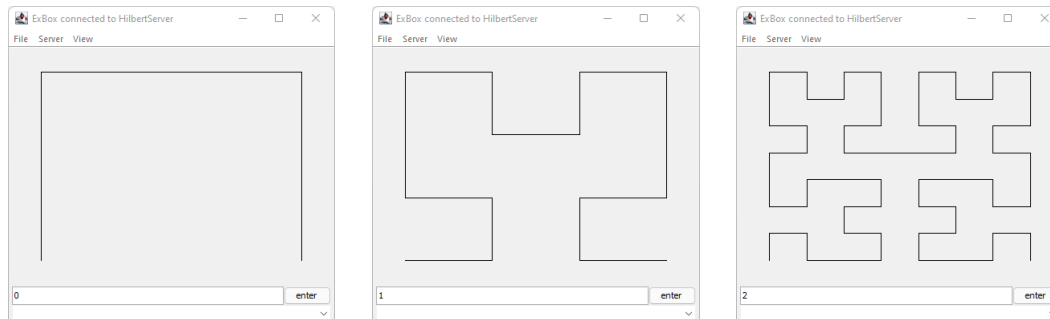
```
turtle.getTrace()
<line x1="0.1" y1="0.7" x2="0.9", y2 ="0.7"/>
<line x1="0.9" y1="0.7" x2="0.5", y2 = "0.2"/>
```



Dabei sind die Koordinaten der Modell-Zeichenfläche so normiert, dass die linke untere Ecke bei 0.0,0.0 liegt und die rechte obere Ecke bei 1.0,1.0. Die Normierung hat den Vorteil, dass für die Berechnung keine Annahmen über das Koordinaten-System der ExBox (z.B. aktuelle Grösse des Fensters) gemacht werden müssen. Das Einheitsquadrat wird in maximaler Grösse dargestellt.

### Aufgabe 3: Hilbertkurve

In der Mathematik ist die Hilbert-Kurve eine stetige Kurve, die – durch Wiederholung ihres Konstruktionsverfahrens – jedem beliebigen Punkt einer quadratischen Fläche beliebig nahekommt und die Fläche vollständig ausfüllt. Die Hilbert-Kurve ist eine sogenannte raumfüllende oder FASS-Kurve. Sie wurde 1891 von dem deutschen Mathematiker David Hilbert entdeckt. Die Möglichkeit, mit einer stetigen eindimensionalen Kurve ein zweidimensionales Gebiet komplett abdecken zu können, war den Mathematikern des neunzehnten Jahrhunderts neu. Die Bilder zeigen die Hilbertkurve mit der Rekursionsstufe 0, 1 und 2.



Hinweise:

Die Hilbert-Kurve Stufe 0 sieht wie folgt aus (es fehlen noch die rekursiven Aufrufe für die weiteren Rekursionsstufen):

```
private void hilbert(int depth, double dist, double angle) {  
    turtle.turn(-angle);  
    // draw recursive  
    turtle.move(dist);  
    turtle.turn(angle);  
    // draw recursive  
    turtle.move(dist);  
    // draw recursive  
    turtle.turn(angle);  
    turtle.move(dist);  
    // draw recursive  
    turtle.turn(-angle);  
}
```

```
int depth = Integer.parseInt(command);  
double dist = 0.8 / (Math.pow(2,depth+1)-1);  
turtle = new Turtle(0.1, 0.1);  
hilbert(depth, dist, -90);
```

Überlegen Sie sich, wie Sie mittels rekursiven Aufrufes von der ersten Kurve zur zweiten Kurve kommen. Dabei kann mit angle jeweils die Ausrichtung der U-förmigen Kurve festgelegt werden (alternierend 90 und -90 Grad).