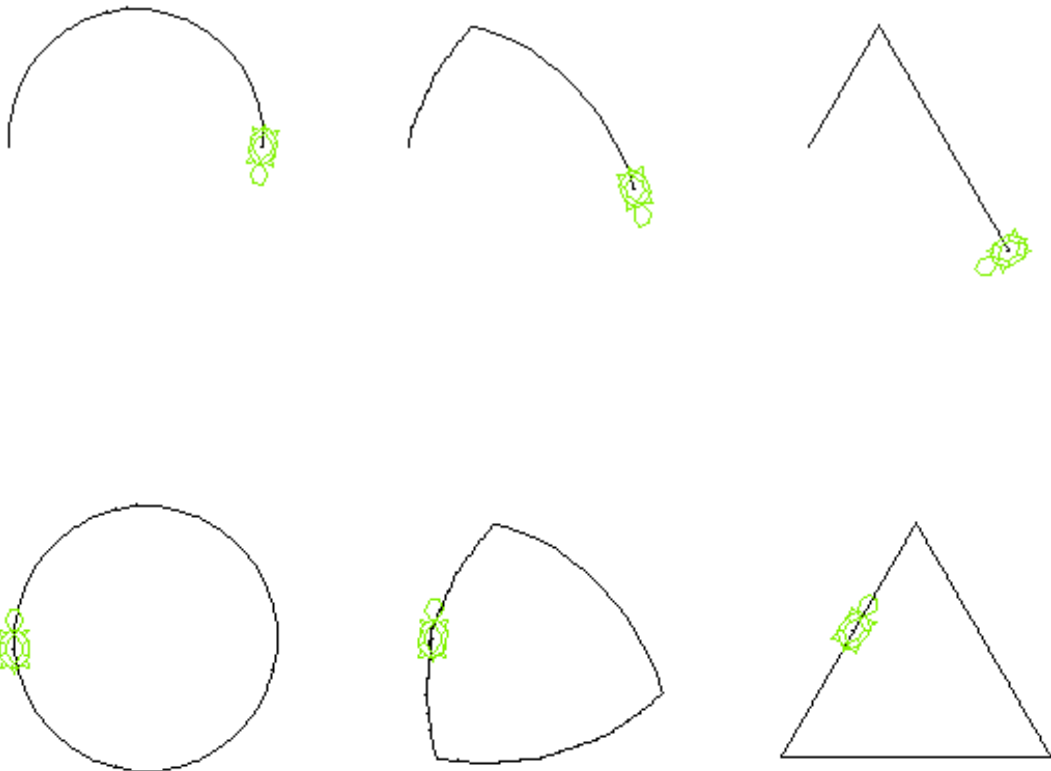


課題 1-1

サブクラス `MannakaTurtle` を作成し、円と正三角形の中間の図形を書く。

- ✓ クラス `Turtle` を拡張した `MannakaTurtle` を作成し(添付ファイル: `MannakaTurtle.java`)、メインメソッドを含むクラスファイルで、正三角形と円を n ステップで書き、`MannakaTurtle` 型のオブジェクトで同じく n 中間の図形を書くプログラムを作成した(添付: `Kadail_1.java`)
- ✓ プログラム `Kadail_1.java` は実行途中で、"`Turtle` に対して `fd` など呼び出すまえに、`TurtleFrame` に `add` してください。"のエラーを出力し停止する。これは、`MannakaTurtle` クラスのインスタンスメソッドで、真ん中移動の度にオブジェクトを新しく作る仕様になっている(その後フレームに加えていない)からだと考えられる。複数のエラーとも格闘した末の結果なので未完ですが提出します。
- ✓ メインメソッドのみで中間の図形を書くプログラム(添付: `Kadail.java`)を `MannakaTurtle` を作る前に作成したため、その結果を図1にします。



課題 1-2

進化シミュレーションを行う Java プログラムを書き実行する。

- ✓ main メソッドで使用する Species クラス(添付:Species.java)を作成した、インスタンス変数として種名(int 型)、生まれ年(int)、生存年数(int)、その種が生存しているか(int 型 1,0)、分岐した種の祖先の種名(int 型)などを持つ。またこのクラスは適切なコンストラクタと(private)インスタンス変数の値をセット、出力するためのメソッドを含んでいる。
- ✓ メインメソッドを持つクラス(添付:Kadai2.java)において分岐確率 p 、絶滅確率 q 、そのままの確率($1-p-q$)を与え、進化シミュレーションを行うプログラムを作成した。
- ✓ 絶滅の確率の設定と、age 初期の乱数によっては爆発的に増加するため age=100 で初期設定配列 100 万種を超えオーバーフローで停止する。見やすさのため、最大年数(全種が絶滅しない場合)=10、分岐確率 $p=0.4$ 、絶滅確率 $q=0.3$ 、生存確率 $1-p-q=0.3$ でのシミュレーション結果を下図 2 にしめす。

問題の設定で確率 p と確率 q を推定出来るかを考える。

- ✓ 問題の設定では家系図?のようなものがほぼ得られるので(プログラムのみでは勿論得られるように値を保持している。)、推定は可能なように思える。しかし、結論から述べると、絶滅数が問題の(任意の生物種オブジェクトについて分岐したかは正確に特定出来る)設定では得られず、確率は推定出来ないと考えられる。
- ✓ 各確率は、全ての情報が分かった上だと実現値から三項分布のパラメタ推定を行うことで得られる。多項分布の最尤推定量は解析的に得られているので、 $\theta_k = \frac{\sum_i x_{ik}}{N}$ に値を代入する事により母数の推定値が得られる。しかし、本問の設定では (age100 の生存個体から辿るため) 絶滅数は特定出来ず、推定量の分母の値が分からず確率は推定出来ない。
- ✓ プログラムは、上述に述べた推定の不可能性のため確率の推定のためのコードについては作成していない(未完である)

```
s[13]:生存
s[17]:生存
s[18]:生存
s[19]:生存
s[20]絶滅
現在9年全21種
生存4種
name:0 age:1 birth:0 death:1 ancestor:0
name:1 age:1 birth:2 death:3 ancestor:0
name:2 age:3 birth:2 death:5 ancestor:0
name:3 age:0 birth:4 death:4 ancestor:1
name:4 age:1 birth:4 death:5 ancestor:1
name:5 age:0 birth:5 death:5 ancestor:3
name:6 age:0 birth:5 death:5 ancestor:3
name:7 age:0 birth:6 death:6 ancestor:2
name:8 age:1 birth:6 death:7 ancestor:2
name:9 age:0 birth:6 death:6 ancestor:5
name:10 age:0 birth:6 death:6 ancestor:5
name:11 age:0 birth:6 death:6 ancestor:6
name:12 age:1 birth:6 death:7 ancestor:6
name:13 age:3 birth:7 death:10 ancestor:7
name:14 age:1 birth:7 death:8 ancestor:7
name:15 age:0 birth:7 death:7 ancestor:9
name:16 age:0 birth:7 death:7 ancestor:9
name:17 age:2 birth:8 death:10 ancestor:15
name:18 age:2 birth:8 death:10 ancestor:15
name:19 age:1 birth:9 death:10 ancestor:14
name:20 age:0 birth:9 death:9 ancestor:14
```

生存個体について、 p と $(1-p-q)$ を集計、生存個体の名前を出力

```
13
17
18
19
```

図 2.進化シミュレーションの実行結果