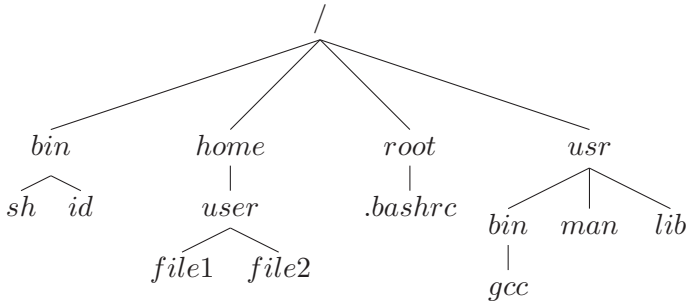
1 Задача

В программировании часто встречаются структуры, представимые в виде $N-$арного дерева, т.е. дерева, где каждый узел может содержать произвольное количество потомков.

Рассмотрим несколько примеров.

1.1 Дерево файловой системы

Практически любая файловая система в современных операционных системах представляет собой дерево, где узлами служат директории, а листьями – файлы. Например, корневой каталог Linux упрощённо можно представить так:



В стандартном пространстве .NET *System.IO* определён набор полезных классов для работы с файловой системой. Например, с помощью функции *GetDirectories* и *GetFiles*, можно "обходить" дерево каталогов и получать его содержимое.

1.2 Дерево XML-документа

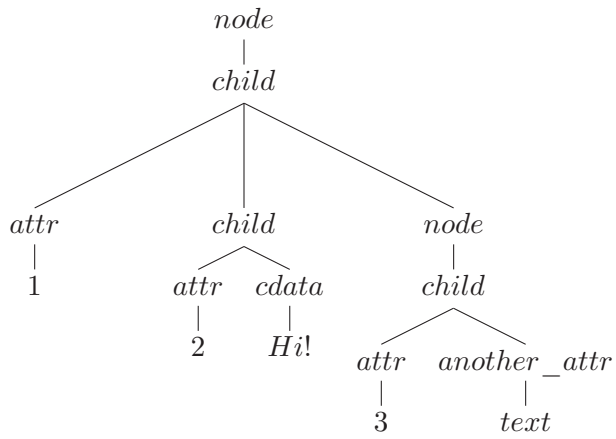
XML – язык разметки и текстовый формат, предназначенный для хранения структурированных данных. Синтаксически, XML-документ состоит из вложенных *элементов*, которые состоят из *тэгов*, *аттрибутов* и *содержимого*.

Например:

```
<node>
  <child attr="1"/>
  <child attr="2">Hi!</child>
  <node>
    <child attr="3" another_attr="text"/>
  </node>
</node>
```

В документе из этого примера *node* и *child* – тэги элементов, *attr* и *another_attr* – аттрибуты, а строка “Hi!” – содержимое второго элемента *child*. Строчка “text” и цифры “1”, “2”, “3” – значения аттрибутов.

Такой XML-документ легко представить в виде $N-$арного дерева:



Пространство имён *System.XML* .NET содержит набор классов и функций для работы с такими документами. Например, прочитать документ из файла можно следующим образом:

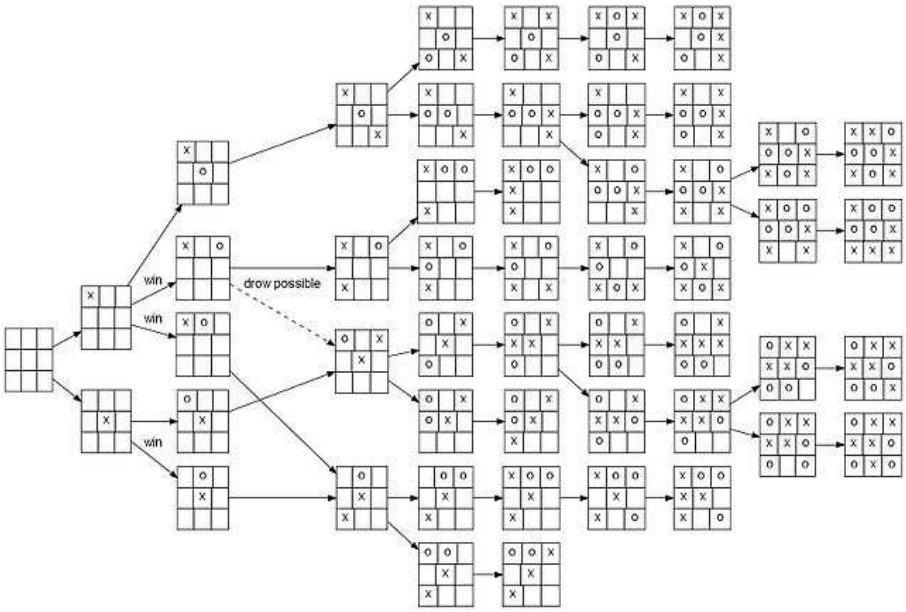
```
let doc = new XmlDocument() in
  doc.LoadXml xml;
```

С помощью функции *SelectNodes* можно выбрать из документа интересующие элементы.

1.3 Дерево вариантов игры в крестики-нолики

Игру крестики-нолики можно описать в виде дерева, где корнем будет пустое поле с девятью потомками – по одному на каждую клетку, куда может походить первый игрок. У каждого из узлов этого уровня, в свою очередь, будет по восемь потомков – варианты хода для второго игрока.

Частичное дерево игровых ситуаций будет иметь следующий вид:



1.4 Синтаксическое дерево регулярного выражения

Регулярными выражениями называют формальный язык, предназначенный для поиска и манипуляций с подстроками в тексте, основанный на использовании метасимволов. По сути, это строка-образец (“шаблон” или “маска”), состоящая из обычных символов и метасимволов, которую можно применить к другой строке.

В качестве метасимволов могут выступать:

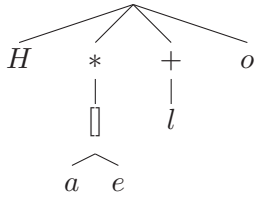
- $*$ – означает ноль или больше вхождений выражения, стоящего до метасимвола. Например, выражение $a*$ означает “ноль или несколько символов a”, т.е. может быть применено к строкам “a”, “aaaa” и к пустой строке.
- $+$ – означает *одно* или больше вхождений выражения. Т.е. выражение $ab+$ можно применить к “ab” и “abbb”.
- ? – означает ровно ноль или одно вхождение выражения.
- [] – означает любой из символов из находящихся в скобках. Например, $[ab]$ применимо к a или к b.

Как и выражения на других формальных языках, регулярное выражение удобно записывать в виде синтаксического дерева, где в узлах дерева находятся операции (метасимволы), а в листьях – их аргументы.

Например, выражение

$$H[ae] * l + o \tag{1}$$

может быть представлено в виде дерева:



Его можно применить к строкам “Hello”, “Haaaallo” или, например, “Hllllllo”.

2 Задание

1. Из примеров, приведенных выше, возьмите файловую систему и ещё один из вариантов на выбор.
2. Для обоих вариантов реализуйте следующие функции-селекторы:
   (a) *root* – получить вершину-корень дерева.
   (b) *key t* – извлечь данные, хранящиеся в вершине t.
   (c) *nchild t* – вернуть количество потомков t.
   (d) *child t i* – вернуть вершину-i-го потомка t.

   Не обязательно писать функции, работающие с реальными данными (с документом XML или с файловой системой). Достаточно реализовать функции, “эмулирующие” соответствующие структуры.
3. Напишите общую процедуру обхода произвольного дерева, которая принимает функции-селекторы и печатает на консоль все данные, которые встретит по пути.
4. Предполагая, что данные вершины -– целое число, напишите функцию вычисления суммы элементов дерева.
5. Для дерева файловой системы реализуйте следующие функции:
   (a) $filesize$ -– суммарный размер всех файлов в данной директории.
   (b) $lastModified$ – дата последнего изменения самого “свежего” файла в директории.