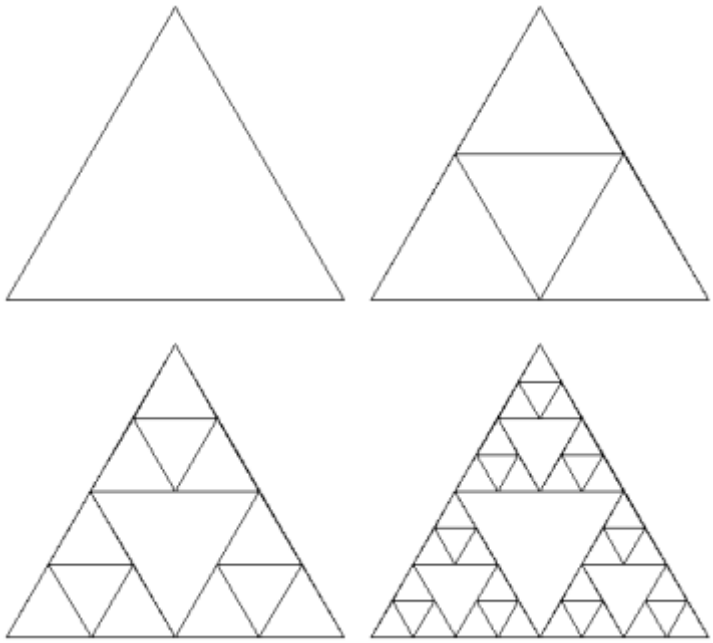
3. Algoritmizace - Rekurze, Brute Force, Heuristiky, Nedeterministky

Rekurze

```
V oblasti matematiky rekurzi chápeme jako definování objektu pomocí sebe
sama.
Např. Sierpinského trojúhelník - je tvořen jen pomocí trojúhelníků
```



Rekurze v programování

```
Metoda volá samu sebe.
Hlavní věc v rekurzivní metodě je příkaz na zavolání samu sebe.
Metoda, která volá sama na sebe je “rekurzivní“.
Všechny případy rekurzí lze převést na nerekurzivní algoritmus
Rekurze musí obsahovat podmínku ukončení (konečnost algoritmu), jinak by
byla nekonečná.To může být způsob zefektivnění rychlosti nějakých programů.
Rekurze je spojená s vysokými nároky na využití paměti zásobníku.
Příklady
- strom (z větve jdou větve)
- většina her - pravidla v každém tahu jsou stejná, princip řešení je tedy
stejný i když se data mění.
```

Využití

Rekurzivní chování může být různé v závislosti na tom, kolik podprogramů se jí účastní. Metoda f1 je volána zatímco jedno z předchozích volání f1 ještě nebylo ukončeno návratem.Vzniká nám v paměti díky tomuto tzv. rozpracovanost metody a při každé další iteraci se nám ukládají proměnné průchodu, čímž vzniká velká náročnost na paměť.

Přímá rekurze

Přímá rekurze nastává, když podprogram volá přímo sám sebe. = volá se přímo

Nepřímá rekurze

Nepřímá rekurze je situace, kdy vzájemné volání podprogramů vytvoří „kruh“. Např. ve funkci A se volá funkce B a ve funkci B se volá opět funkce A. = volá se zprostředkovaně přes jinou funkci
Podprogram může být volán jednou nebo vícekrát:
1. Lineární rekurze nastává, pokud podprogram při vykonávání svého úkolu volá sama sebe pouze jednou. Vytváří se takto lineární struktura postupně volaných podprogramů.
Třeba faktoriál, nebo hledání hodnoty v setříděném poli
1. Stromová rekurze nastává, pokud se funkce nebo procedura v rámci jednoho vykonání svého úkolu vyvolá vícekrát. Strukturu volání je možné znázornit jako zakořeněný strom. Pro dvě volání v jednom průchodu vzniká binární strom, pro tři ternární strom, atd. (Počet rekurzivních volání nemusí být konstantní, např. při rekurzivním procházení grafu voláme zpracování na všechny sousedy vrcholu, a těch je obecně různý počet.)
Třeba třídicí algoritmy

Druhy

Tail recursion – rekurzní volání je posledním příkazem -> return f(). Když je rekurze optimalizována, tak na stacku nevznikají buňky volání metody, tím se ušetří místo na stacku.

Strukturální rekurze - volání funkce přes jinou funkci, nebo v jiném místě, než samostatně na konci

Backtracking - zpětné vyčíslování rekurze (obecně funkce)

Mutual (indirect) recursion - dva objekty, závisí na sobě
např. binární strom se skládá z uzlu a dvou stromů

Příklady

```
    public int Factorial(int number){
        return number !=1 ? number*Factorial(number-1) : number;
    }
```

Nejjednodušší aplikace je faktoriál.Jedná se o snazší použití než u cyklu.
   Při porovnání Faktoriál Cyklus a Faktoriál Rekurze, je cyklus rychlejší (u 5000!) asi 8ms, ale Pokud se pokud dostaneme do k výpočtu 7000! Tak cyklus to vypočítá, ale rekurze dostane StackOverflow. (Faktoriál cyklus zvládne třeba i 500 000!) pro řešení faktoriálu je tedy lepší Cyklus (rychlejší a možnost počítač velká čísla)

Další příklad je fibonaci

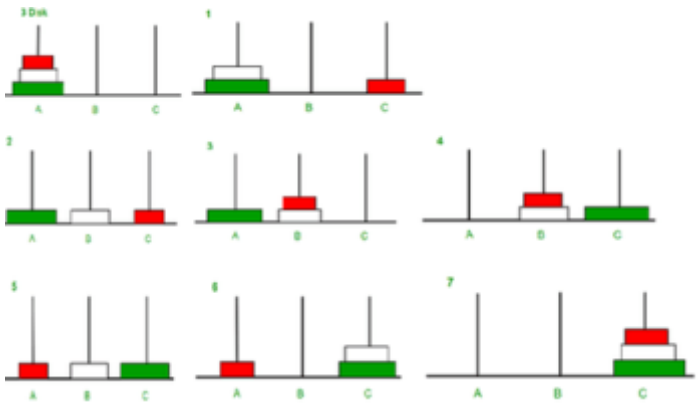
```
public static int fibonaci(int n){
    if(n == 1 || n == 0)
        return n;
    return fibonaci(n-1) + fibonaci(n-2)
}
```

Rychlost u rekurzivní verze je o(n^2) oproti cyklu s O(n)

Hanojská věž
1. Je-li n>1, pak rekurzívním voláním této procedury přesuneme n−1 kotoučů (tj. všechny kromě největšího) z počáteční věže na odkládací.
2. Přesuneme největší kotouč z počáteční věže na cílovou.
3. Je-li n>1, pak rekurzívním voláním této procedury přesuneme n−1 kotoučů z odkládací věže na cílovou.

Z rekurzívního řešení lze dokázat matematickou indukcí, že pro n kotoučů potřebujeme 2^n−1 tahů

```
    public static void MoveDisc(int n, int from, int to, int other){
    if(n > 0)
    {
        MoveDisc(n - 1, from, other, to);
        System.out.printf("Move disk %d from tower %d to tower
%d",n,from,to);
        MoveDisc(n-1,other,to,from);
    }
    }
```



Brute Force

Brute force zkouší všechny myslitelné možnosti.Funguje jako permutace.
Platí, že každý problém se dá vyřešit brute forcem.
Většinou se nedá se použít, jelikož trvá dlouho. A ve většině případech existuje řešení problémů, které nám dá nejlepší nebo dobrý výsledek a je podstatně rychlejší než brute force. (řešení nemusí být perfektní, ale můžeme se spokojit i s takovým výsledek třeba za výměnu hodin za minuty)
Dá se použít na problémy, které se dají vyřešit rychle.
Používá např jako prolomení přihlašovacích údajů.

Brute Force Útok

Brute force útok neboli útok hrubou silou je druh kyberútoku, jehož cílem je nejčastěji prolomení hesla, či celých přihlašovacích údajů. Útočníci používají software (prolamovač hesel), který postupně zkouší různé kombinace znaků, dokud neuhádne skutečné heslo. Tímto způsobem se mohou útočníci dostat do internetových služeb, zamčených souborů nebo do jakéhokoli digitálního prostoru, který vyžaduje uživatelské jméno a heslo. Tento proces je automatizovaný a vzhledem k tomu, že uživatelé často volí velmi jednoduchá hesla, bývá ve velkém procentu případů úspěšný.

Brute force útok je velmi snadný a může ho provést i nezkušený útočník. Jeho slabinou je časová náročnost, a proto jsou účinnou obranou silná hesla. Pokud vaše heslo kombinuje různé druhy znaků (písmena, čísla a další), velká a malá písmena a má alespoň 8 znaků, prolamovači hesel může trvat i stovky let, než přijde na správnou kombinaci.

Weby se mohou brute force útokům bránit omezeným počtem pokusů pro zadání přihlašovacích údajů a povinnými časovými intervaly mezi jednotlivými pokusy. Doplňující metodou je captcha nebo jiný způsob kontroly, zda pokus o přihlášení je prováděn člověkem.

Čas potřebný k prolomení hesla roste exponenciálně s délkou klíče (délka klíče se uvádí v bitech), neboť se tím zvětšuje prostor klíče. Velký prostor klíčů je tak nutnou podmínkou pro bezpečnost šifry.

Dnes se používají klíče o délce 128, či 256 bitů.

K prolomení symetrického (používá k šifrování i dešifrování jeden klíč) klíče o délce 256 bitů je zapotřebí 2128 krát vyšší výkon, než k prolomení 128 bitového klíče. Za předpokladu, že bychom disponovali strojem se schopností ověřit trilion (1018) klíčů za sekundu (což je mnoho násobek výkonu nejvýkonnějších superpočítačů, dešifrování by trvalo 3x1051 let.

Key Size	Possible combinations
1-bit	2
2-bit	4
4-bit	16
8-bit	256
16-bit	65536
32-bit	4.2×10^{9}
56-bit (DES)	7.2×10^{16}
64-bit	1.8×10^{19}
128-bit (AES)	3.4×10^{38}
192-bit (AES)	6.2×10^{57}
256-bit (AES)	1.1×10^{77}

Heuristiky

Definice

Heuristické algoritmy jsou takové algoritmy, které používají ke svému výpočtu heuristiku. Heuristika je v podstatě zkusmé řešení problému (pomocí odhadu budoucích událostí) vhodné tehdy, pokud neznáme přesný postup, jak dojít k cíli, tak zkusíte alespoň nějaké podmínky, které se k cíli přiblíží. Toto řešení nemusí být příliš přesné, ani nijak zvlášť rychlé. Dobrým příkladem heuristické metody je ta, která se stará o rozhodnutí vašeho oponenta ve hře šachy proti umělé inteligenci.
Jeho užitečnost ale tkví v tom, že výsledky jsou dostatečně přesné a dostatečně rychle získány i v situaci, kdy byla metoda pro přímý výpočet neúměrně složitá. Z toho důvodu by bylo možné umělou inteligenci porazit, ale jen pomocí druhé inteligence s lepší heuristickou funkcí, nebo připraveným programem pro veškeré situace, které by ve hře mohly nastat.Variantou herurestického brute force útoku je slovníkový útok, který nezkouší náhodné kombinace znaků jako brute force, ale pracuje s databází potenciálních hesel, například zkouší nejčastěji používaná hesla.

Nejčastější metody Heuristiky

Generický algoritmus - algoritmus založený na principu přirozeného výběru. Na základě předem daných kritérií rozhoduje, jakou hodnotu upřednostní. Dokáže najít kvalitní řešení i složitého problému, v oblasti software je velmi rozsáhle používaný.

Metoda lokálního hledání - tyto metody vyhodnocují jen své nejbližší okolí a vydají se při prohledávání některým směrem, který se v tu chvíli zdá metodě lokálně optimální na základě vyhodnocení funkce. Lokální metody ale zcela zapomínají předcházející uzly a postrádají tak možnost návratu.

Iterativní metoda - využívá postupného hledání řešení ve stále se zužující oblasti řešení (postupně se z dobrého řešení dopracovává k lepšímu řešení).

Deterministické algoritmy

Lze u něj předvídat budoucnost (následují krok). Třeba příklad najít číslo od 1 do 100. Tento algoritmus půjde 1,2,3,4,5,6 (další číslo se dá předpovědět). Díky tomuhle platí, že každý jeho další krok je jednoznačně definován.
= každý další stav závisí na předchozím stavu
Tento algoritmus vždy za stejných vstupních podmínek vytvoří stejný výsledek.
U toho hledání čísla je naše šance na najití s počtem pokusů zvyšuje. První pokud 1/100, druhý 1/99, třetí 1/98,… = lineární šance

Příklad

Hádání náhodného čísla od 1 do 10 s přičítáním po jedné

Nedeterministické algoritmy

Nelze u něj předpovídat budoucnost.Například hod kostkou, nelze předpovědět, co nám padne, víme jen že to bude 1,2,3,4,5,6. Všechny tyto hodnoty mají stejnou šanci.V počítačích je dobré zmínit, že Random number není úplně nedeterministické (generuje ho procesor, který je stroj z křemíku, nebo podle času, takže by se dalo velmi složitě předpovědět) ale bude se u maturity brát jako nedeterministické. Třeba hádání čísla od 1 do 100, RN (random number) bude hádat jedno z těchto čísel, šance 1/100, jako druhý bude hádat taky 1 do 100 (kdyby byla kolekce ve které by byla už zkoušená čísla tak by trval moc dlouho (Constains je lineární složitosti)) a jeho šance bude 1/100 a to pořád. Takže je konstantní (1/100). Na rozdíl od deterministického nebude dávat stejný výsledek při stejných vstupních parametrech. To uhodnutí může být třeba na 1000pokus nebo na první. Máme konstantní šanci

Příklad

Hádání čísla, které je pokaždé random generované procesorem.