Bevezetés az informatikába

8. előadás

Dr. Istenes Zoltán

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar
Programozáselmélet és Szoftvertechnológiai Tanszék

Matematikus BSc - I. félév / 2008 / Budapest

Tartalom

Tartalom

Programozási paradigmák

feladat - algoritmus - programozási paradigma - programozási nyelv

programozási paradigmák

- deklaratív (logika, vezérlés leírása nélkül , "*mit* és nem *hogyan*") vs. imperatív
  - funkcionális (pld. Lisp, Scheme, Haskell)
  - logikai (pld. Prolog)
- imperatív (állapot átmenetek, utasítások sorozata) vs. deklaratív
  - objektum orienált
  - procedurális
- iteratív vs. rekurzív
- metaprogramming ("program generálás")
- párhuzamos
- nem determinisztikus (backtrack)
- ...

Tartalom

Programozási nyelvtípusok

Programozási nyelvek "végrehajtásuk", "értelmezésük" szempontjából:

- gépi kód
- assembly
- fordított nyelvek
- interpretált nyelvek
- bájtkód alapú interpretált nyelvek

Gépi kód

a processzor számára közvetlenül értelmezhető "adatsor" ("bitsorozat"), tárgykód

Assembly

a gépi kódnak megfelelő, assembly utasítások, "mnemonik"-ok

- assembler fordító
- rövid, gyors kód, nehéz használat, processzor függő

Z80 mikroprocesszor assembly példa:

```
        ld    de, 40000  ; a de regiszterpárba a forráscím
        ld    hl, 16384  ; a hl regiszterpárba a célcím
        ld    bc, 6912   ; a bc regiszterpárba a blokk hossza
loop    ld    a, (de)    ; az a regiszterbe a forrás értéke
        ld    (hl), a    ; az a regiszterből a célba
        inc   hl         ; célcím növelése eggyel
        inc   de         ; forráscím növelése eggyel
        dec   bc         ; a hátralévő hossz csökkentése
        ld    a, b       ; bc regiszterpár=0 vizsgálat
        or    c          ;
        jr    nz, loop   ; ha nem, ugrás vissza "loop"-ra
        ret              ; visszatérés
```

Fordított nyelvek

Az adott fordított nyelvből, egy fordító program (compiler) állít elő gépi kódú programot.

Példa C programozási nyelv "hello, world" program

http://en.wikibooks.org/wiki/Computer_programming/Hello_world:

```
main()
{
    printf("hello, world\n");
}
```

fordító program:

- lexikai ellenőrzés ("felbontás")
- szintaktikai ellenőrzés ("forrás nyelv")
- szemantikai ellenőrzés ("típusellenőrzés")
- közbenső kód generálás
- optimalizálás
- kódgenerálás

Példák: ALGOL, C, C++, Clipper, Cobol, Fortran, Pascal, PL/1

Interpretált nyelvek

- Az adott interpretált nyelvet, egy értelmező (interpreter), hajtja végre, a kód utasításonkénti értelmezésével.
- A kód futtatásához egy futtató környzete szükséges

PHP példa program:

```
<html>
<head><title>A hét napjától függő háttérszín</title></head>
<?
$today = date("w");
$bgcolor = array("#FEF0C5","#FFFFFF","#FBFFC4","#FFE0DD","#E6EDFF"
?>
<body bgcolor="<?print("$bgcolor[$today]");?>">
<br>Ma ilyen színű...
</body></html>
```

Példák: Awk, BASIC, JavaScript, Logo, PHP

Bájtkód alapú interpretált nyelvek

- A fordító program először egy átmeneti kódot (ez a "bájtkód") állít elő
- Az interpretált nyelvekhez képest hatékonyabb szintaktikai ellenőrzés, kisebb kódméret, nagyobb sebesség

Perl példa faktoriális számításra:

```
#!/usr/bin/perl
sub fac {
  my ($n) = @_;
  if ($n < 2) {return $n;}
  else {return $n * fac($n-1);}
}
print fac(6), "\n";
```

Példák: Perl, Python, Ruby

Leíró nyelvek

Szöveg és a szövegre vonatkozó extra információk ("leírás", szerkezet, megjelenés, értelmezés)

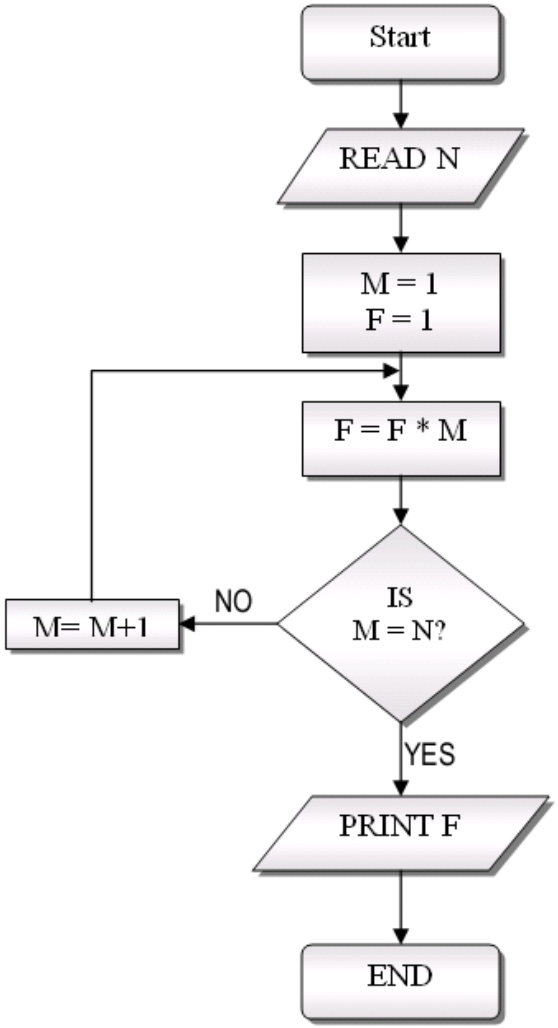
LaTeXpélda:

```
\begin{frame}[containsverbatim]
\frametitle{Leíró nyelvek}
\begin{block}{}
Szöveg és a szövegre vonatkozó extra információk\\
("leírás", szerkezet, megjelenés, értelmezés)
\end{block}
{\footnotesize
\LaTeX  példa:
\begin{verbatim}
...
```

Példák: LaTeX, HTML, XML

Tartalom

Folyamatábra, formális specifikáció




```
OPERATIONS
    x <-- op_max2(a,b) =
    PRE
        a:NAT & b:NAT
    THEN
        ANY c
        WHERE
            c:NAT &
            ( (c=a & a>=b) or
              (c=b & b>=a) )
        THEN
            x:=c
        END
    END
END
```

Algoritmusok csoportosítása

- rekurzív / iteratív : visszautalás önmagára, funkcionális programozás, hanoi tornyai
- logikai : logikai következtetés (+ vezérlés)
- soros / párhuzamos : egy vagy több processzor
- determinisztikus / nem determinisztikus : heurisztika
- pontos / közelítő : "nehéz" problémák

Algoritmusok értékelési szempontjai

- komplexitás (futási idő)
- tárigény

jelölés	név	példa
$O(1)$	konstans	páros, páratlan eldöntés
$O(logn)$	logaritmikus	keresés rendezett listában
$O(n)$	lineáris	keresés rendezettlen listában
$O(n \times logn)$	loglineáris	rendezés (pld. verem, összefésüléses)
$O(n^2)$	négyzetes	rendezés (pld. beszúrásos, buborék)
$O(n^c)$	polinomiális	
$O(c^n)$	exponenciális	utazó ügynök probléma
$O(n!)$	faktoriális	logikai kifejezés megegyezősége

P = NP ? (1.000.000$) algoritmusok

P : determinisztikus gépen polimomiális idő alatt megoldható

NP : determinisztikus gépen polimomiális idő alatt ellenőrizhető,

vagy nem determinisztikus gépen kiszámítható

Példa : van-e a {-2, -3, 15, 14, 7, -10}-nak olyan részhalmaza, aminek az összege 0 ?

Nehezen számolható $O(2^n)$, de könnyen ellenőrizhető $O(n)$.

Megállási probléma

Be fog fejeződni ? Igen, nem, "talán" (eldönthetetlen)...

$k, s := m - 1, 0$
$k \neq n$
$s := s + f(k+1)$
$k := k + 1$

$i := 1$
$i \neq 0$
$i := i + 1$

$t := 2$
$\exists x, y : prim(x) \wedge prim(y) \wedge x + y = t$
$t := t + 2$

Goldbach sejtés (1742) :
minden 2-nél nagyobb páros szám előáll két prímszám összegeként

Tartalom

Tartalom

Turing gép

Turing gép (1936 Alan Turing) :

- absztrakt automata,
- számítógép modell,
- szimbólum manipuláló eszköz,

matematikai számítások, algoritmusok precíz leírására

Turing gép - klasszikus, informatikai modell

- memória : cellákra osztott, "végtelen", szalag. Minden cellában egy véges ABC egy jele.
- vezérlőegység : gép "programját" tartalmazza. Különféle belső állapotokban lehet.
- író-olvasó fej : jeleket ír vagy olvas a szalag celláira. A szalagon balra vagy jobbra mozdulhat
- átmenettábla : állapot - olvasott jel - jel írás - új állapot - mozgás

Turing gép - matematikai modell

Matematikai modell : $(\Lambda, \Sigma, A, \square, \sigma, \delta, \Phi)$ ahol :

- Λ : szalag ABC
- Σ : belső állapotok halmaza
- A : "mozgás", $A = \{\leftarrow, \downarrow, \rightarrow\}$
- $\square$: üres jel a szalagon
- σ : kezdőállapot $\sigma \in \Sigma$
- δ : parciális függvény $\delta : (\Lambda_i \times \Sigma) \mapsto (\Lambda_o \times \Sigma \times A)$
- Φ : elfogadható végállapotok $\Phi \subseteq \Sigma$

Tartalom

Turing gép - működés

1. jel beolvasás
2. állapottábla (olvasott jel és belső állapot) alapján:
   - új jel írása
   - új belső állapot
   - mozgás a szalagon
3. ha nem végállapot akkor újrakezdi

Leállás :

- vagy szabályosan leáll ("STOP állapot")
- vagy sose áll le (sose kerül "STOP állapotba"), végtelen ciklus...

Tartalom

Turing gép - összeadás az egyes számrendszerben

$3_{10} = 111_1$ 1 : "a" jel $*$: elválasztó $\square$: üres

kiindulás :

eredmény :

áll.	olvas	ír	vált.	mozog	leírás
α	$\square$	$\square$	ω	$\downarrow$	nincs több szám : ω
α	1	1	α	$\rightarrow$	jobbra amíg 1
α	$*$	$*$	β	$\downarrow$	ha $*$, átvált β-ra
β	$\square$	$\square$	γ	$\rightarrow$	visszaért az elejére, γ
β	1	1	β	$\leftarrow$	balra amíg 1
β	$*$	1	β	$\leftarrow$	ha $*$, 1-t ír
γ	1	$\square$	α	$\rightarrow$	legelejére 1 írás, újra
ω	$\square$	STOP			leállás

Turing gép - összeadás az egyes számrendszerben

$3_{10} = 111_1$ 1 : "a" jel $*$: elválasztó $\square$: üres

kiindulás :

$\square$	1	1	$*$	1	1	1	$*$	1	$\square$

eredmény :

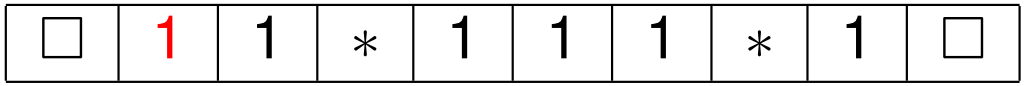
$\square$	$\square$	$\square$	1	1	1	1	1	1	$\square$

áll.	olvas	ír	vált.	mozog	leírás
α	$\square$	$\square$	ω	$\downarrow$	nincs több szám : ω
α	1	1	α	$\rightarrow$	jobbra amíg 1
α	$*$	$*$	β	$\downarrow$	ha $*$, átvált β-ra
β	$\square$	$\square$	γ	$\rightarrow$	visszaért az elejére, γ
β	1	1	β	$\leftarrow$	balra amíg 1
β	$*$	1	β	$\leftarrow$	ha $*$, 1-t ír
γ	1	$\square$	α	$\rightarrow$	legelejére 1 írás, újra
ω	$\square$	STOP			leállás

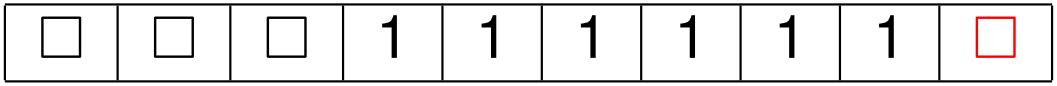
Turing gép - összeadás az egyes számrendszerben

$3_{10} = 111_1$ 1 : "a" jel $*$: elválasztó $\square$: üres

kiindulás :



eredmény :

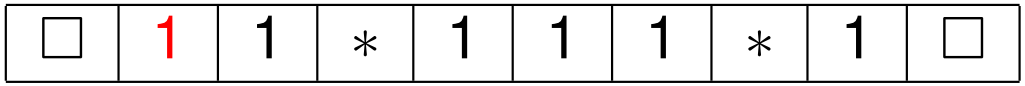


áll.	olvas	ír	vált.	mozog	leírás
α	$\square$	$\square$	ω	$\downarrow$	nincs több szám : ω
α	1	1	α	$\rightarrow$	jobbra amíg 1
α	$*$	$*$	β	$\downarrow$	ha $*$, átvált β-ra
β	$\square$	$\square$	γ	$\rightarrow$	visszaért az elejére, γ
β	1	1	β	$\leftarrow$	balra amíg 1
β	$*$	1	β	$\leftarrow$	ha $*$, 1-t ír
γ	1	$\square$	α	$\rightarrow$	legelejére 1 írás, újra
ω	$\square$	STOP			leállás

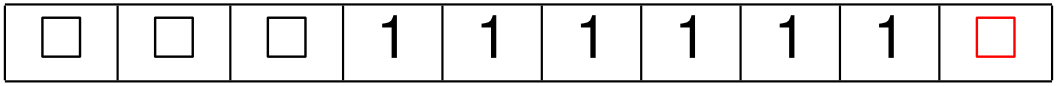
Turing gép - összeadás az egyes számrendszerben

$3_{10} = 111_1$ 1 : "a" jel $*$: elválasztó $\square$: üres

kiindulás :



eredmény :



áll.	olvas	ír	vált.	mozog	leírás
α	$\square$	$\square$	ω	$\downarrow$	nincs több szám : ω
α	1	1	α	$\rightarrow$	jobbra amíg 1
α	$*$	$*$	β	$\downarrow$	ha $*$, átvált β-ra
β	$\square$	$\square$	γ	$\rightarrow$	visszaért az elejére, γ
β	1	1	β	$\leftarrow$	balra amíg 1
β	$*$	1	β	$\leftarrow$	ha $*$, 1-t ír
γ	1	$\square$	α	$\rightarrow$	legelejére 1 írás, újra
ω	$\square$	STOP			leállás

Church-Turing tézis

Church-Turing tézis :

Minden algoritmikusan megoldható probléma megoldható Turing-géppel is.

De nem minden probléma oldható meg Turing géppel.

Church-Turing tézis

Church-Turing tézis :

Minden algoritmikusan megoldható probléma megoldható Turing-géppel is.

De nem minden probléma oldható meg Turing géppel.

Tartalom

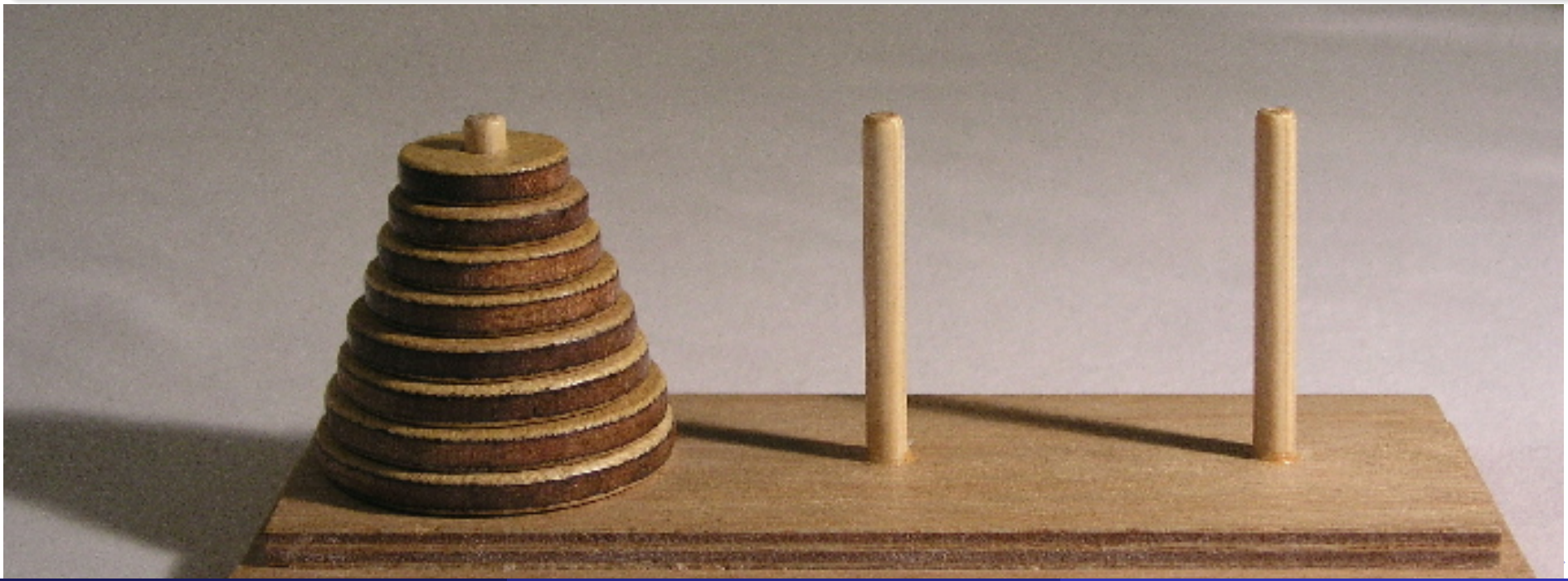
Tartalom

Hanoi tornyai probléma

Hanoi tornyai probléma

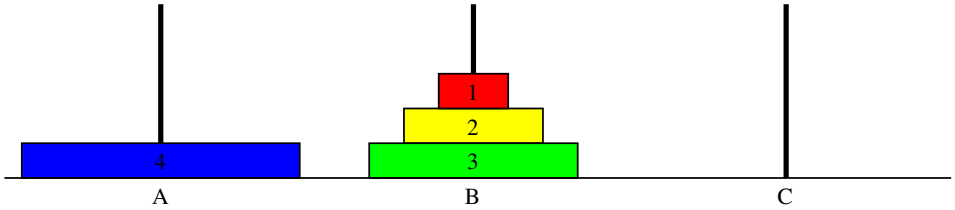
Három rúd (A,B,C), az egyik rúdon (A), adott számú (n darab), eltérő méretű korongok, a legkisebb (#1) legfelül, a legnagyobb (#n) legalul. A korongokat át kell mozgatni egy másik rúdra (C):

- egyszerre csak egy korongot lehet mozgatni
- egy korongot nem lehet kisebb korongra rakni

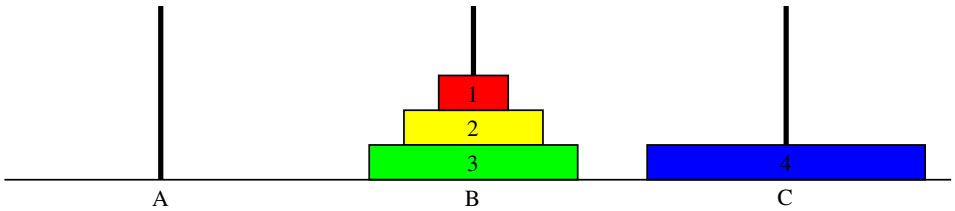


Hanoi tornyai rekurzív algoritmus

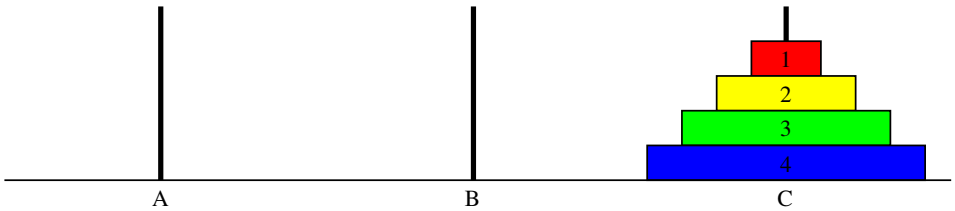
1. n-1 korong átmozgtása A-ról C-re
   (a #n korong egyedül marad az A-n)



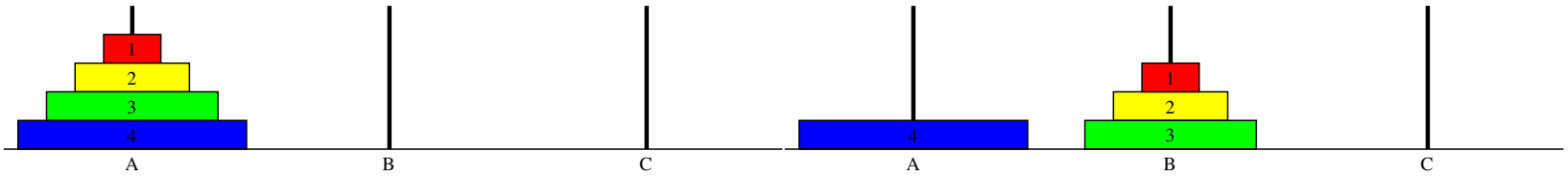
2. a #n korong átmozgatása A-ról B-re



3. n-1 korong átmozgatása C-ről B-re
   (a korongok az #n-ra kerülnek)



Hanoi tornyai rekurzív algoritmus



Cél: 123: A-B , túl bonyolult...

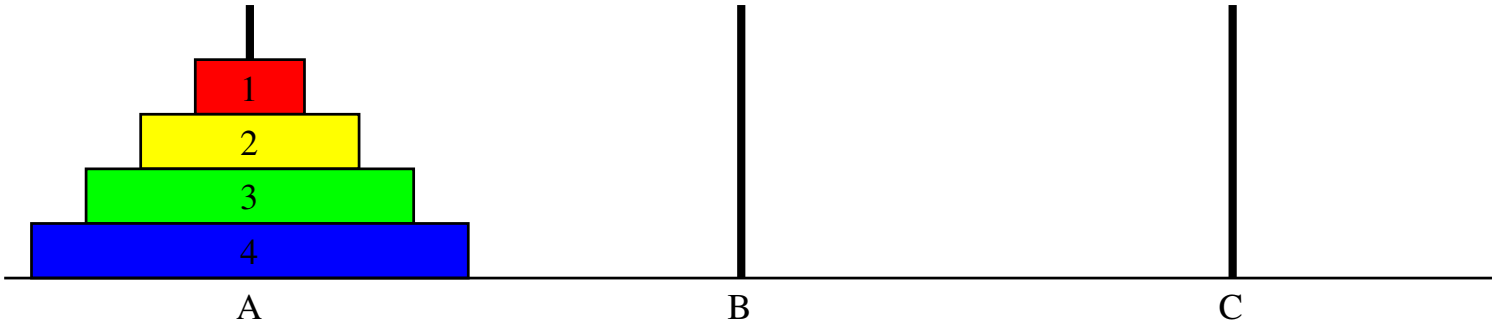
1. 12 : A-C
2. 3 : A-B
3. 12 : C-B

- 12 : A-C
  - 1 : A-B
  - 2 : A-C
  - 1 : B-C
- 3 : A-B
- 12 : C-B
  - 1 : C-A
  - 2 : C-B
  - 1 : A-B

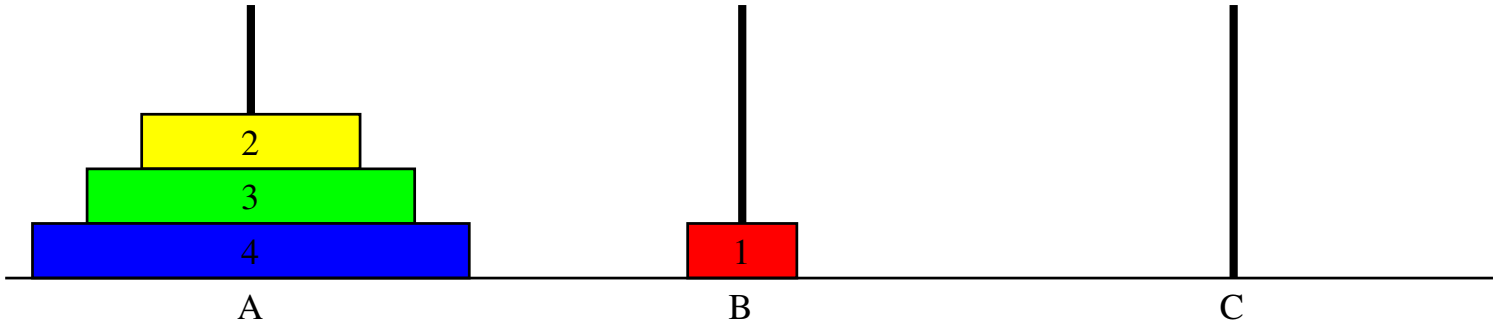
Hanoi tornyai : megoldás Lisp nyelven

```
(defun dohanoi(n to from u)
   (cond
      ( (> n 0)
        (dohanoi (- n 1) u from to)
        (format t "move ~D --> ~D~&" from to)
        (dohanoi (- n 1) to u from)
      )
   )
)
(defun hanoi(n)
   (dohanoi n 3 1 2)
)
```

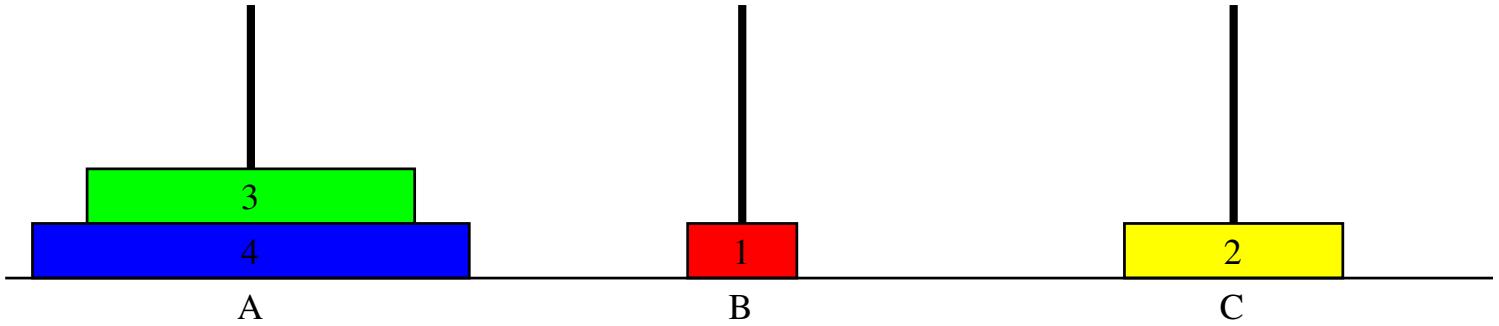
Hanoi...



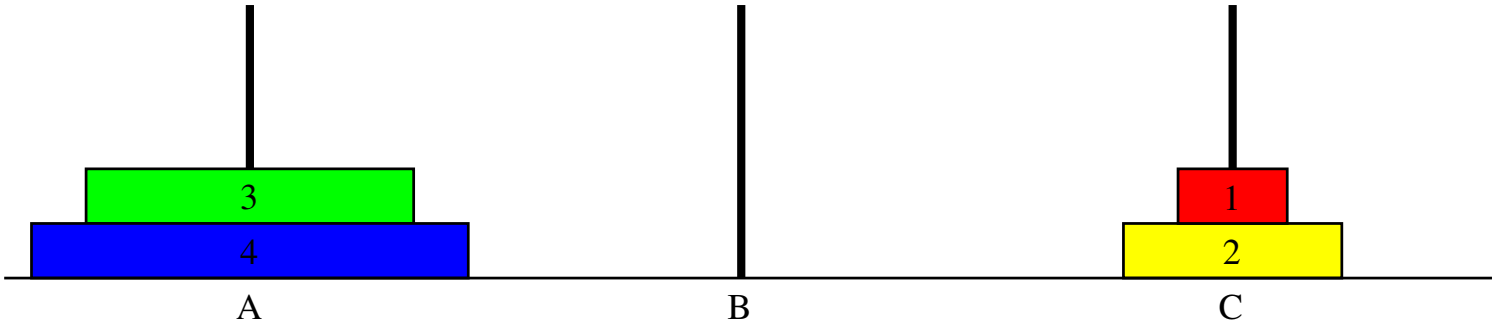
Hanoi...



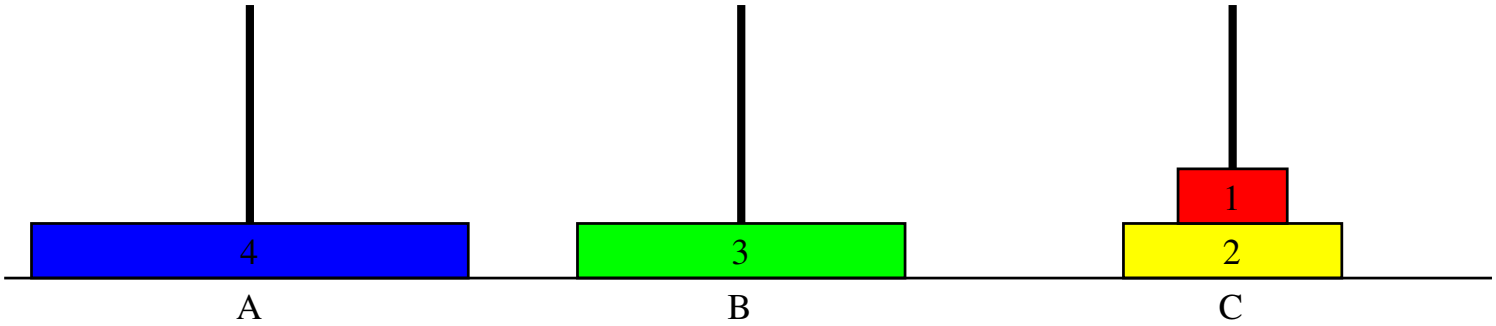
Hanoi...



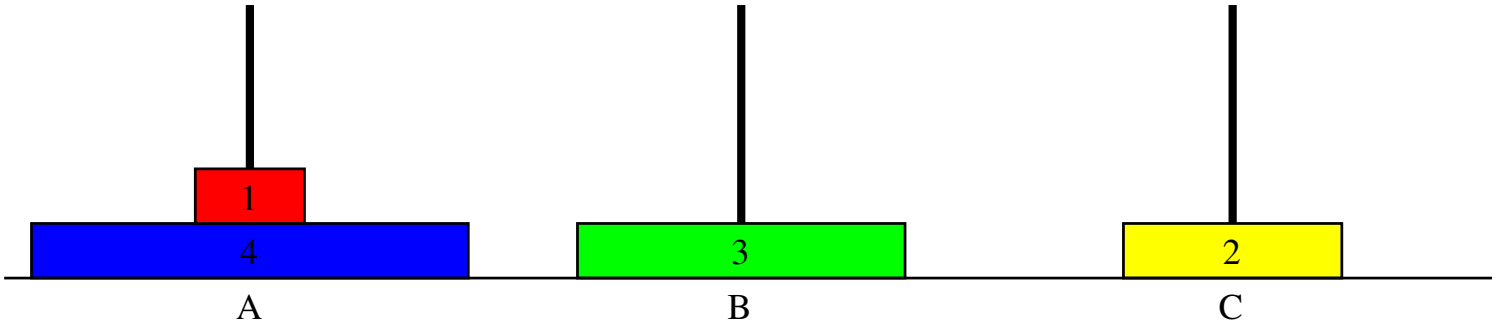
Hanoi...



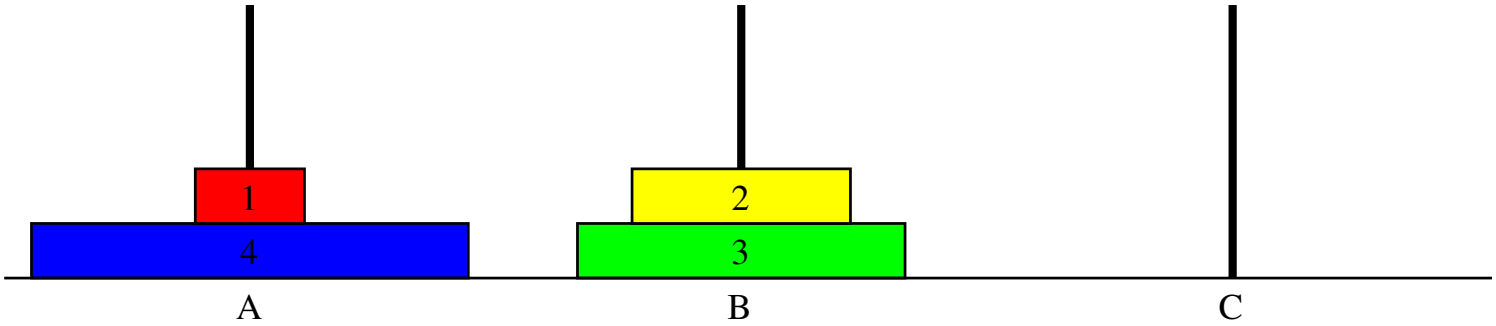
Hanoi...



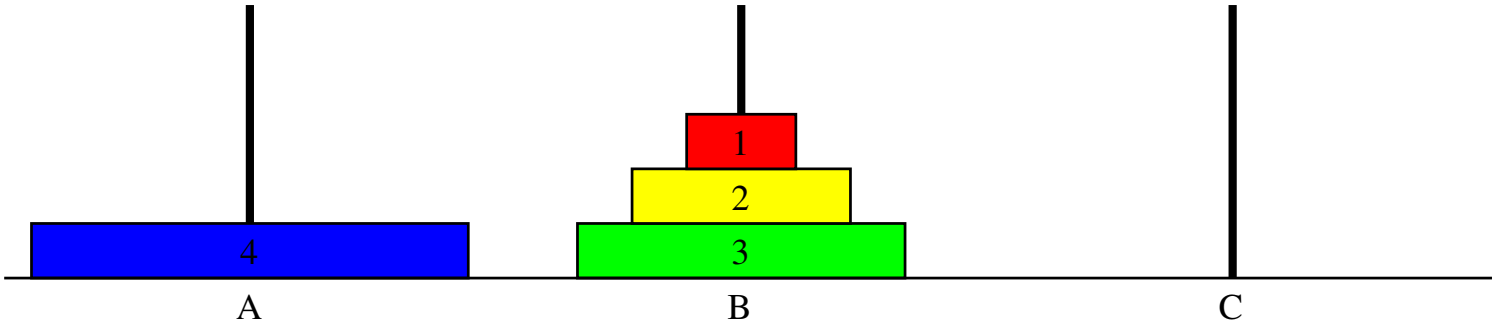
Hanoi...



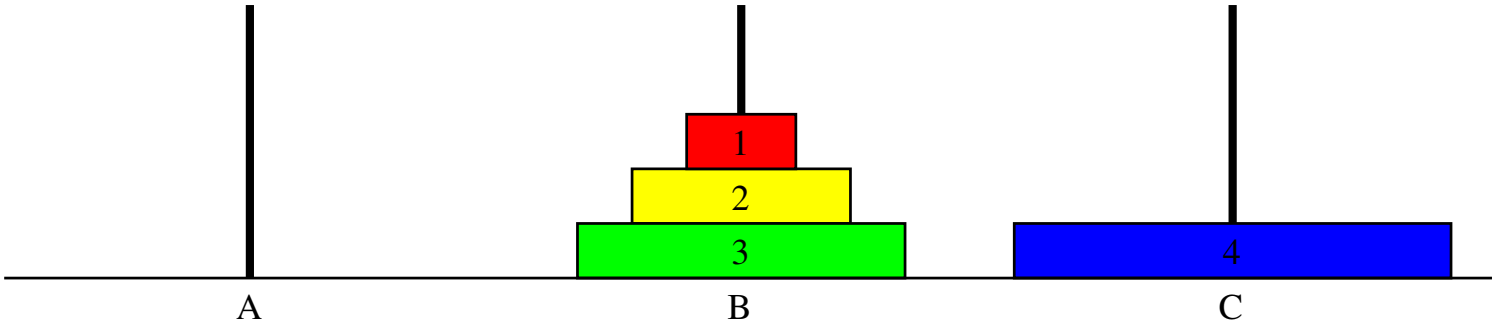
Hanoi...



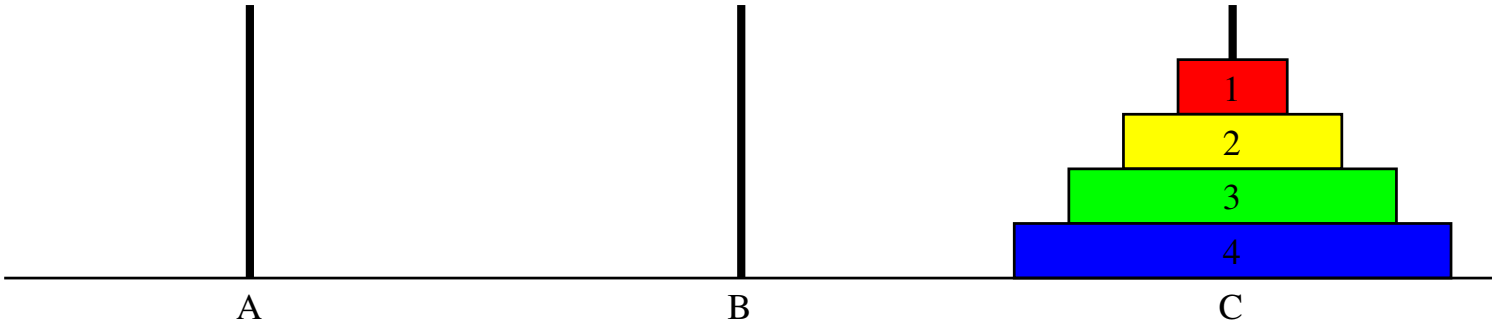
Hanoi...



Hanoi...



Hanoi...



Hanoi tornyai - lépésszám

n korongra lépésszám :

- $T_n = 2 \times T_{n-1} + 1$
- $2^n - 1$

64 korongra lépésszám :

- $2^{64} - 1 = 18,446,744,073,709,551,615$ lépés
- 1 lépés/sec : $\sim$ 583 milliárd év
  (az univerzum $\sim$ 13.7 milliárd éves...)

Hanoi tornyai - lépésszám

n korongra lépésszám :

- $T_n = 2 \times T_{n-1} + 1$
- $2^n - 1$

64 korongra lépésszám :

- $2^{64} - 1 = 18,446,744,073,709,551,615$ lépés
- 1 lépés/sec : $\sim$ 583 milliárd év
  (az univerzum $\sim$ 13.7 milliárd éves...)

Összefoglalás

- ...