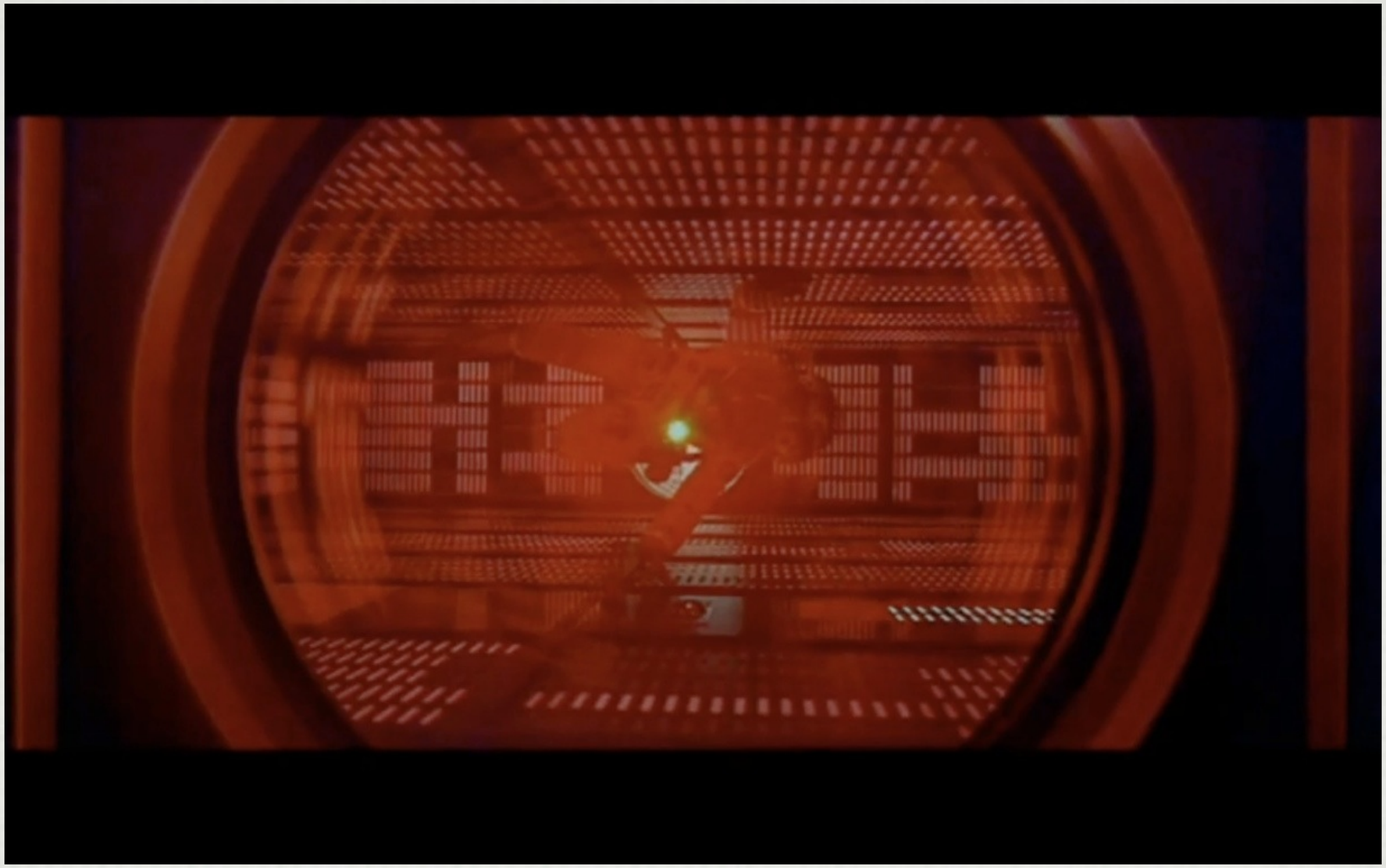


JOHDATUS TEKOÄLYYN

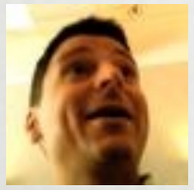
TEEMU ROOS

HELSINGIN YLIOPISTO

KURSSIN PERUSTIEDOT

- VALINNAINEN AINEOPINTOTASOINEN KURSSI, 5 OP
- PERIODI 3: 16.1.2017-3.3.2016 (7 VIIKKOA+KOE)
- LUENNOT (CK112):
  MA 14-16, TI 14-16
- LASKUHARJOITUKSET:
  RYHMÄ 1: TO 12-14 (HANNU)
  RYHMÄ 2: TO 14-16 (TEEMU)
  RYHMÄ 3: PE 14-16 (HANNU)
  RYHMÄ 4?
- KURSSIKOE TO 9.3. KLO 16-18:30 (SAATTAA MUUTTUA!)

TIIMI



TEEMU.ROOS@CS.HELSINKI.FI

HUONE: A322

- HANNU KÄRNÄ

PIAZZA: LIITTYMINEN SÄHKÖPOSTIN LINKILLÄ

IRC: #johtek

ESITIETOVAATIMUKSET

- TIETORAKENTEET-KURSSI
- JOHDATUS YLIOPISTOMATEMATIIKKAAN -KURSSI
- TODENNÄKÖISYYSLASKENNAN KURSSISTA ON HYÖTYÄ
- OHJELMOINTITAITO
- KIELI VAPAA.
  JAVAAN OHJAUSTA.

MITÄ PITÄÄ TEHDÄ?

- LUENNOILLA EI OLE PAKKO ISTUA
- KURSSIKIRJAA EI OLE -- MATERIAALI KURSSIN SIVULLA
  - KURSSIMONISTE
  - LUENTOKALVOT (SIS. LINKKEJÄ)
- LASKUHARJOITUKSET MAX 20 PISTETTÄ
- KURSSIKOE MAX 40 PISTETTÄ
- HYVÄKSYMISRAJA N. 30 PISTETTÄ

VIELÄ PARI JUTTUA

- ERILAINEN KUIN TYYPILLINEN AI-KURSSI:
  - VARHAISEMMASSA VAIHEESSA OPINTOJA
  - VÄHEMMÄN MATEMATIIKKAA (MUTTA > 0)

$$P(B|A) = P(B)\,P(A|B) / P(A)$$

VIELÄ PARI JUTTUA

- ERILAINEN KUIN TYYPILLINEN AI-KURSSI:
  - VARHAISEMMASSA VAIHEESSA OPINTOJA
  - VÄHEMMÄN MATEMATIIKKAA (MUTTA > 0)
- RAKENTAVA KRITIIKKI TERVETULLUTTA!
- TAVOITE: 100% LÄPÄISEE
- TYÖMÄÄRÄ:
  YHTEENSÄ N. 125 TUNTIA TAI 18 TUNTIA VIIKOSSA
- "NO PAIN, NO GAIN!"

AIHEITA

1. MITÄ ON TEKOÄLY? HISTORIA JA FILOSOFIA

2. PELIT JA ETSINTÄ

"GOFAI"

3. ~~LOGIIKKA (OHJELMOINTI)~~

4. KONEOPPIMINEN JA PÄÄTTELY EPÄVARMUUDEN VALLITESSA

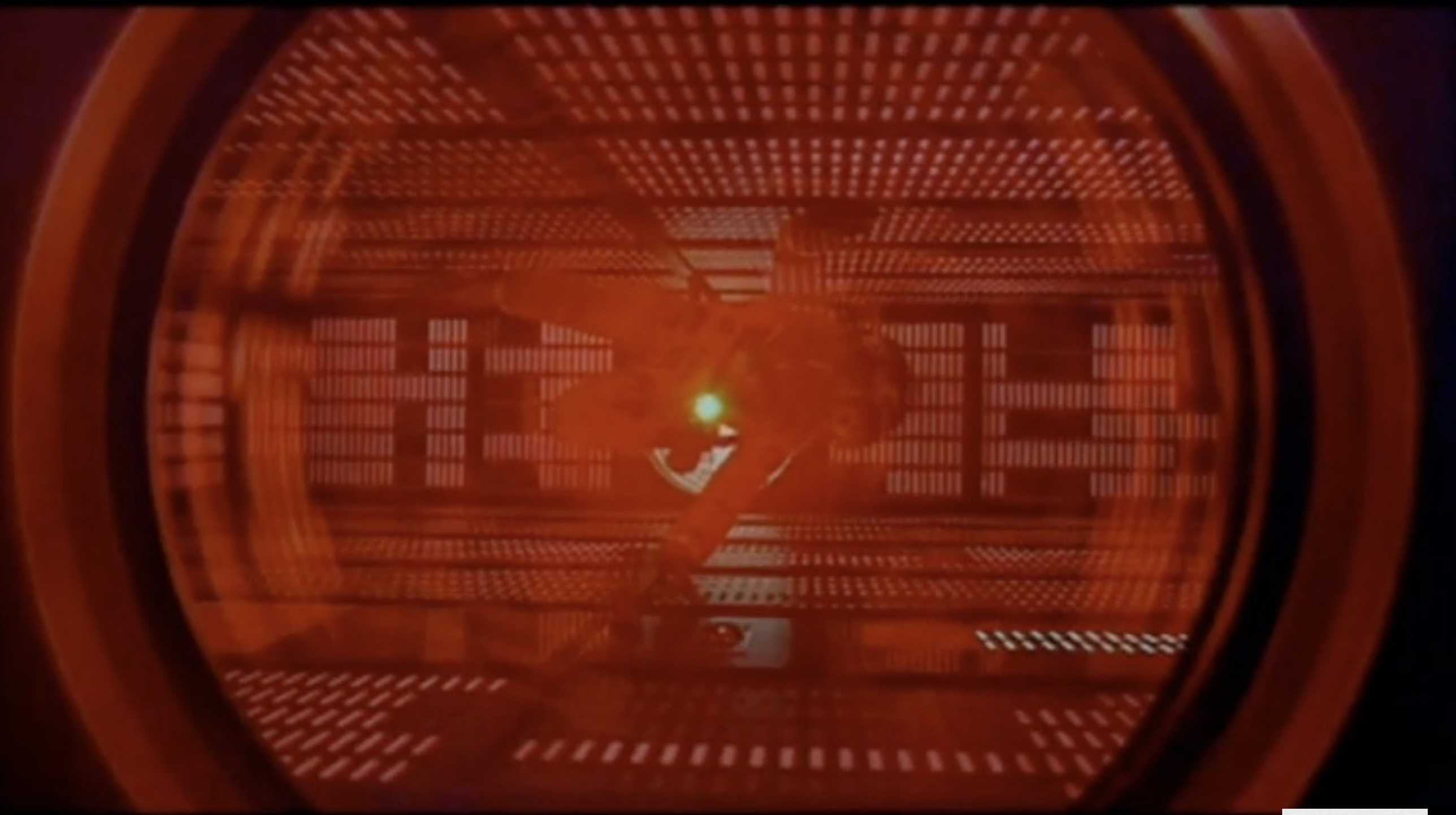
"MODERN AI"

5. LUONNOLLISEN KIELEN KÄSITTELY

6. ROBOTIIKKA

KESKUSTELUA

- TEKOÄLY KULTTUURISSA
  - _____REITTIOPAS_____
  - _____SKYNET_____
  - _____SAMANTHA_____
  - _____GLADOS_____
  - _____H.A.L._____



Deactivati

KESKUSTELUA

- MITÄ KAIKKEA SAMANTHA(*) OSAA?

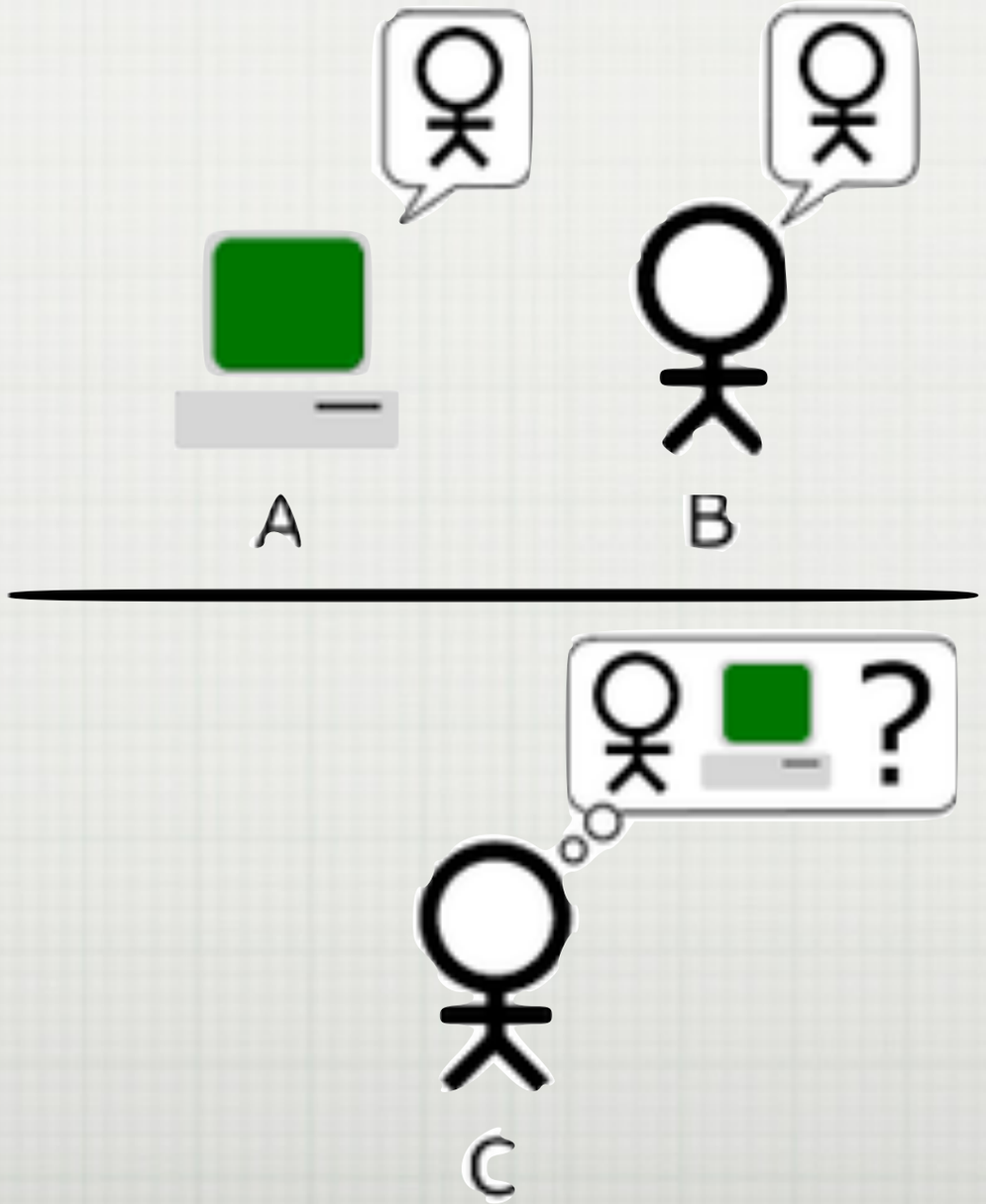
*) TAI MUU ELOKUVAN TEKOÄLY

- MITÄ NÄISTÄ EI OSATA VIELÄ TOTEUTTAA?

- ONKO SAMANTHALLA TIETOISUUS?

TEKOÄLYN FILOSOFIAA

TOIMII IHMISMÄISESTI: TURINGIN TESTI




DELL
SAMSUNG
Are you good?
Artificial Intelligence
A Modern Approach

:13 / 1:24

MITÄ TEKOÄLY OIKEASTI ON?

KONENÄKÖ

REITINOPTIMOINTI

KONEOPPIMINEN

NLP

PUHE

PELIT

LOGIIKKA

TIEDONHAKU

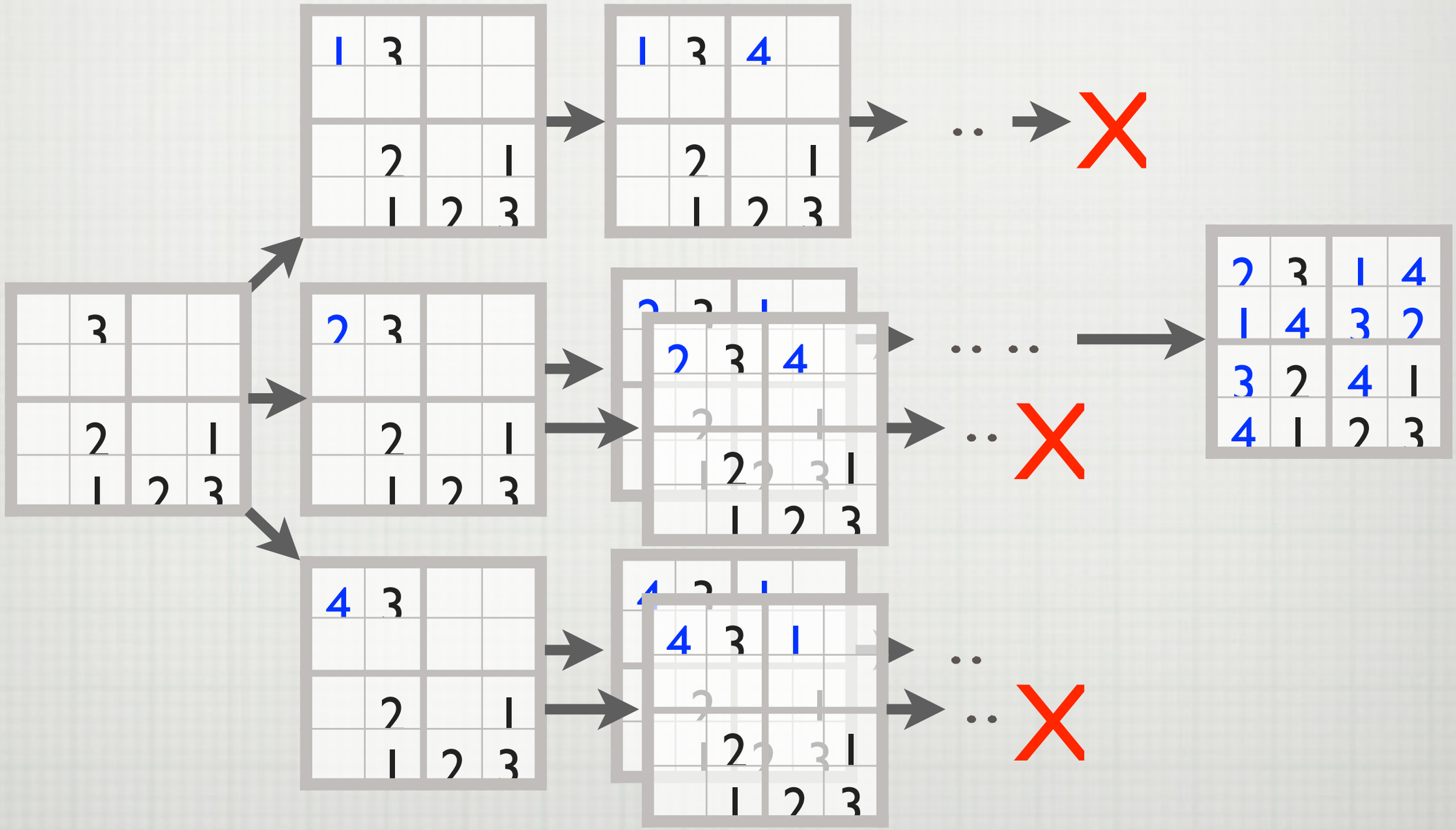
TIEDON LOUHINTA

KONEKÄÄNNÖS

SUOSITTELU

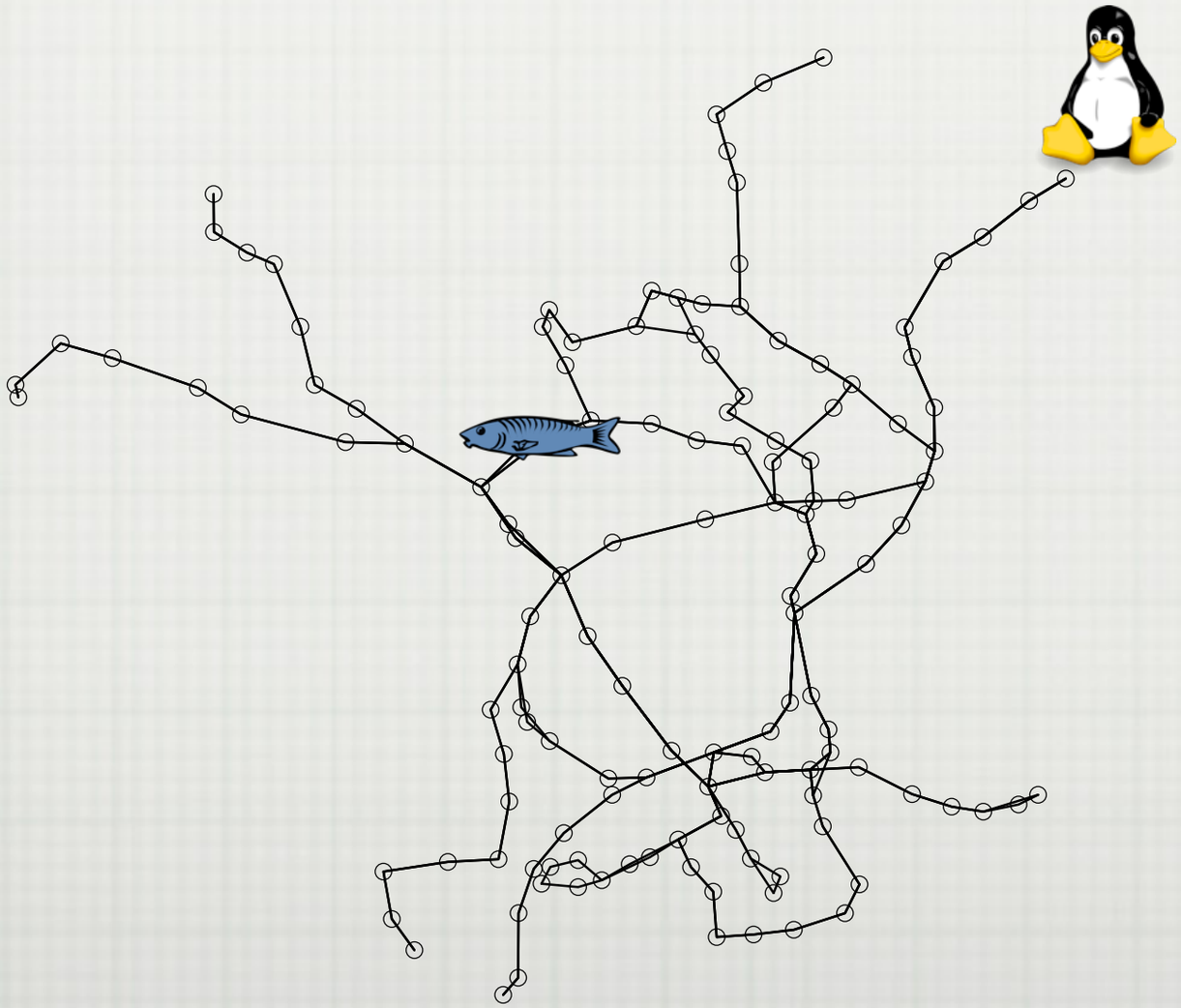
MITÄ TEKOÄLY OIKEASTI ON?

ETSINTÄ

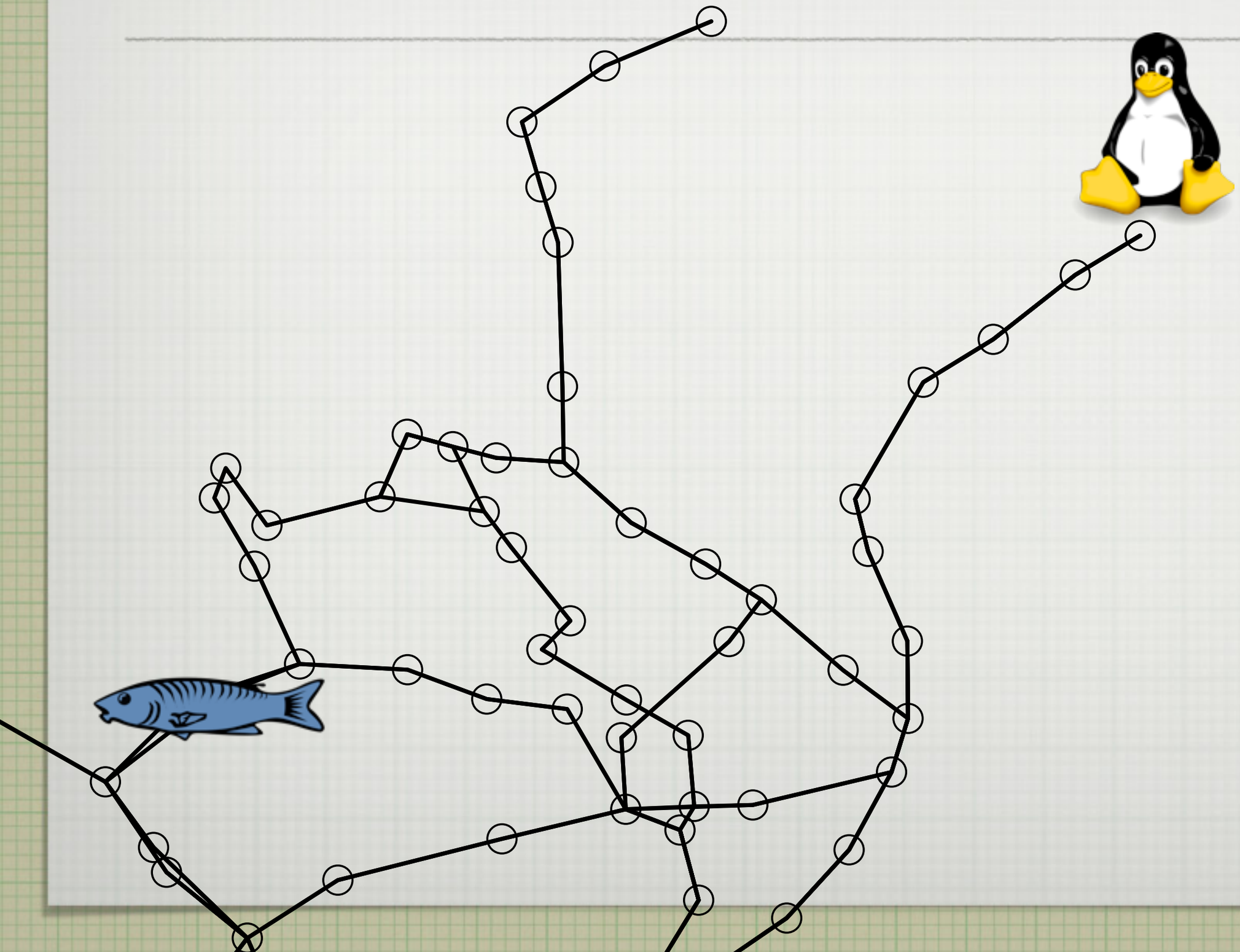

1 3
2 1
1 2 3
1 3 4
2 1
1 2 3
..
X
3
2 1
1 2 3
2 3
2 1
1 2 3
2 3 4
2 1
1 2 3
.. ..
..
X
2 3 1 4
1 4 3 2
3 2 4 1
4 1 2 3
4 3
2 1
1 2 3
4 3 1
2 1
1 2 3
..
..
X

ETSINTÄ

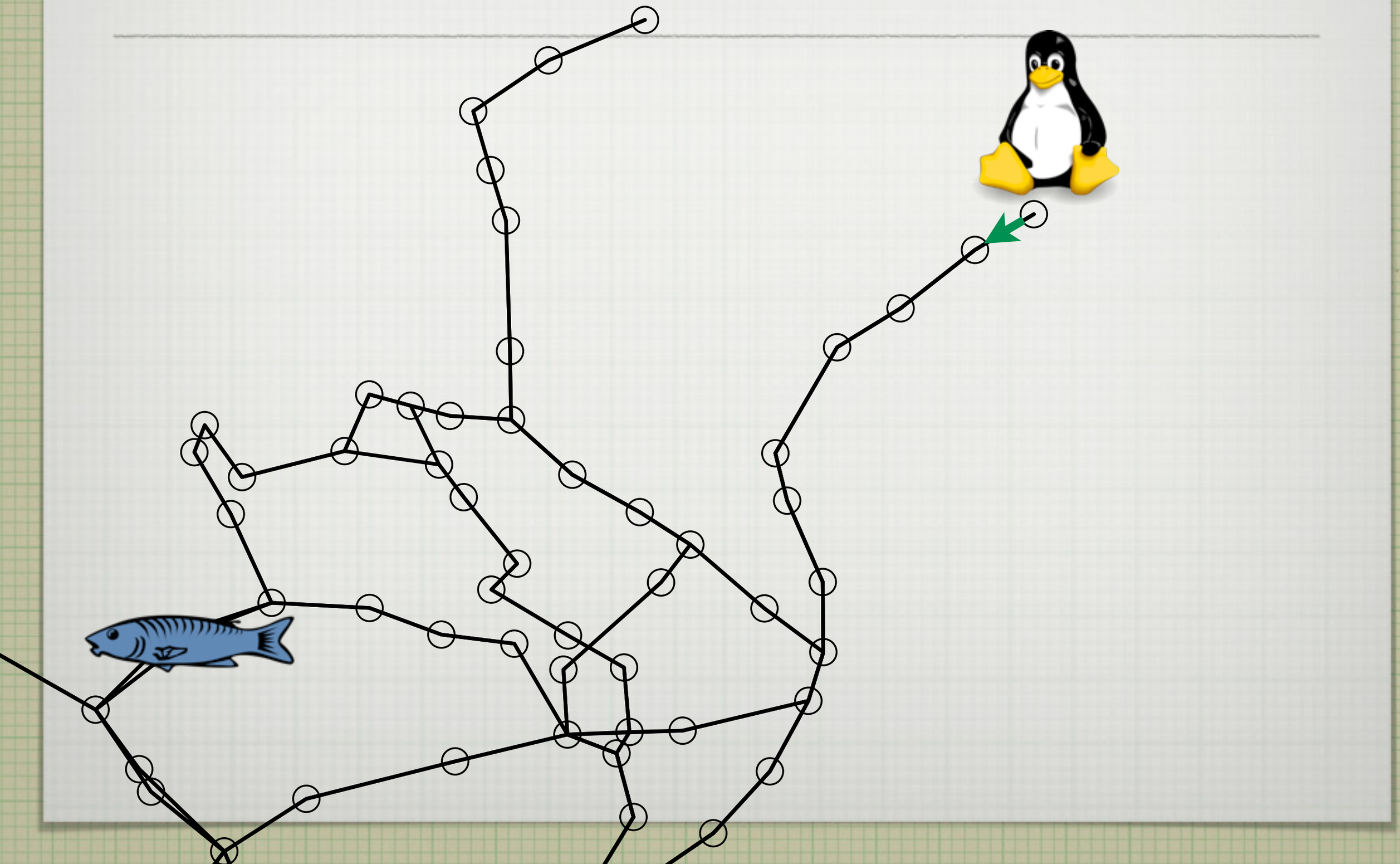
LEVEYSSUUNTAINEN HAKU



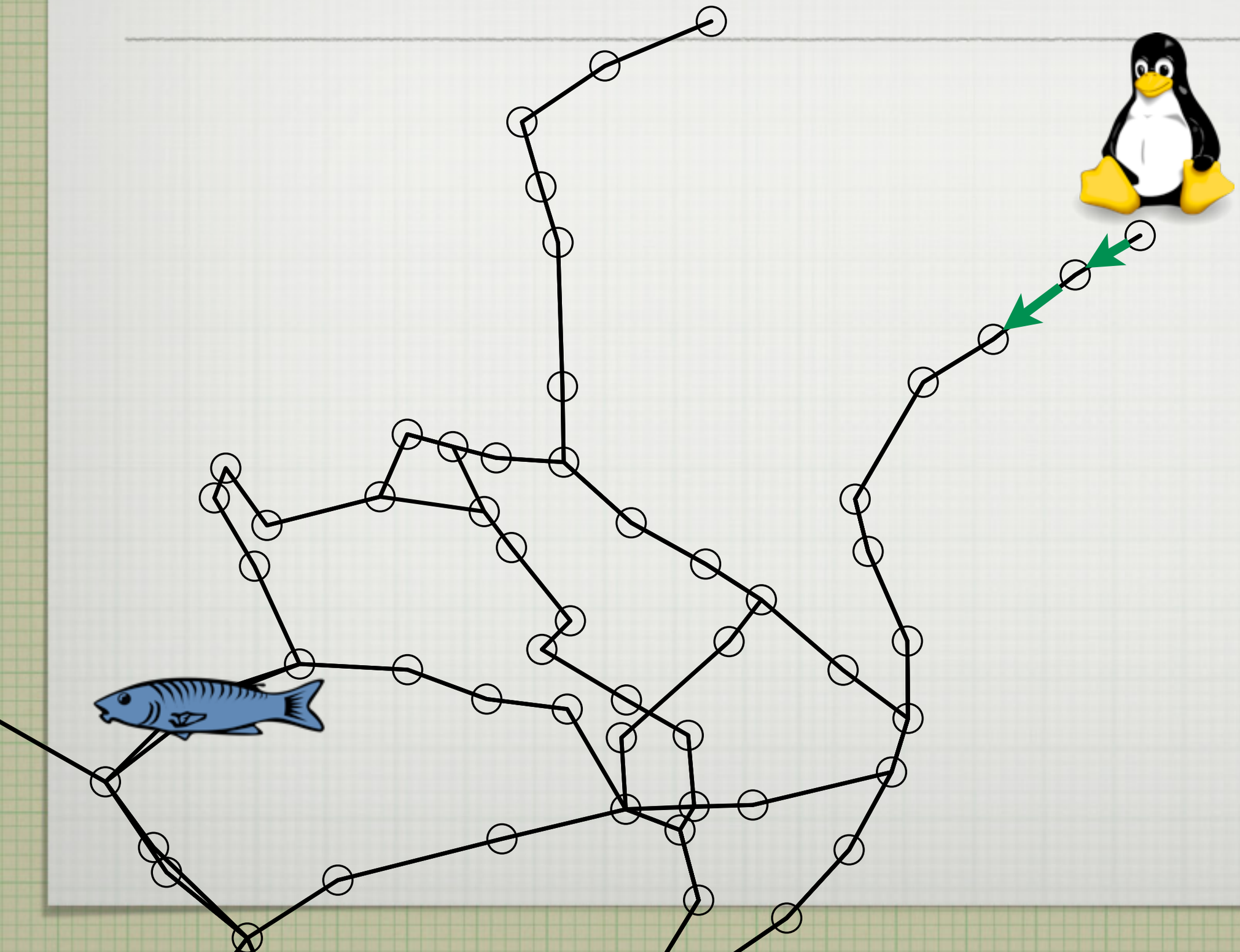
ETSINTÄ



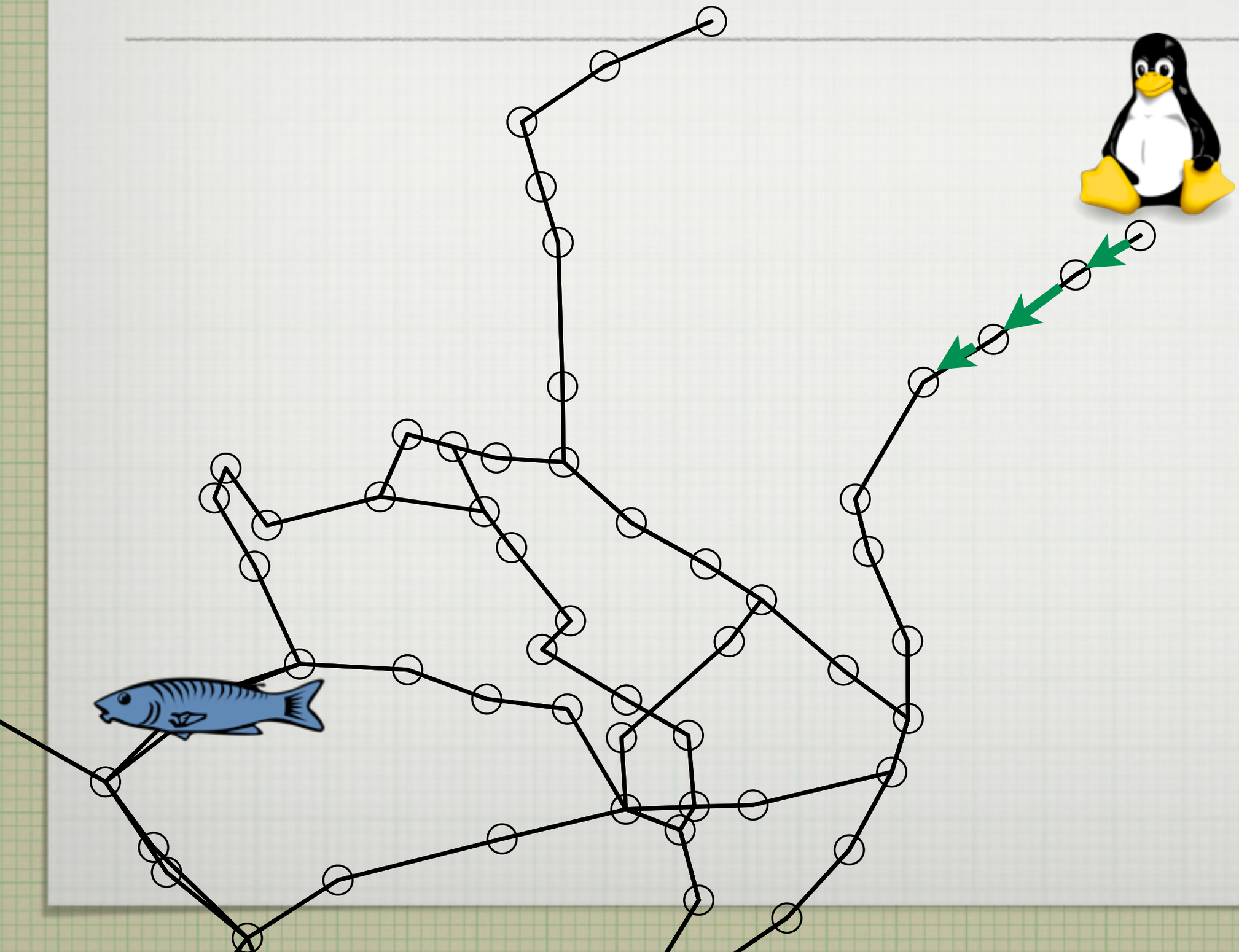
ETSINTÄ



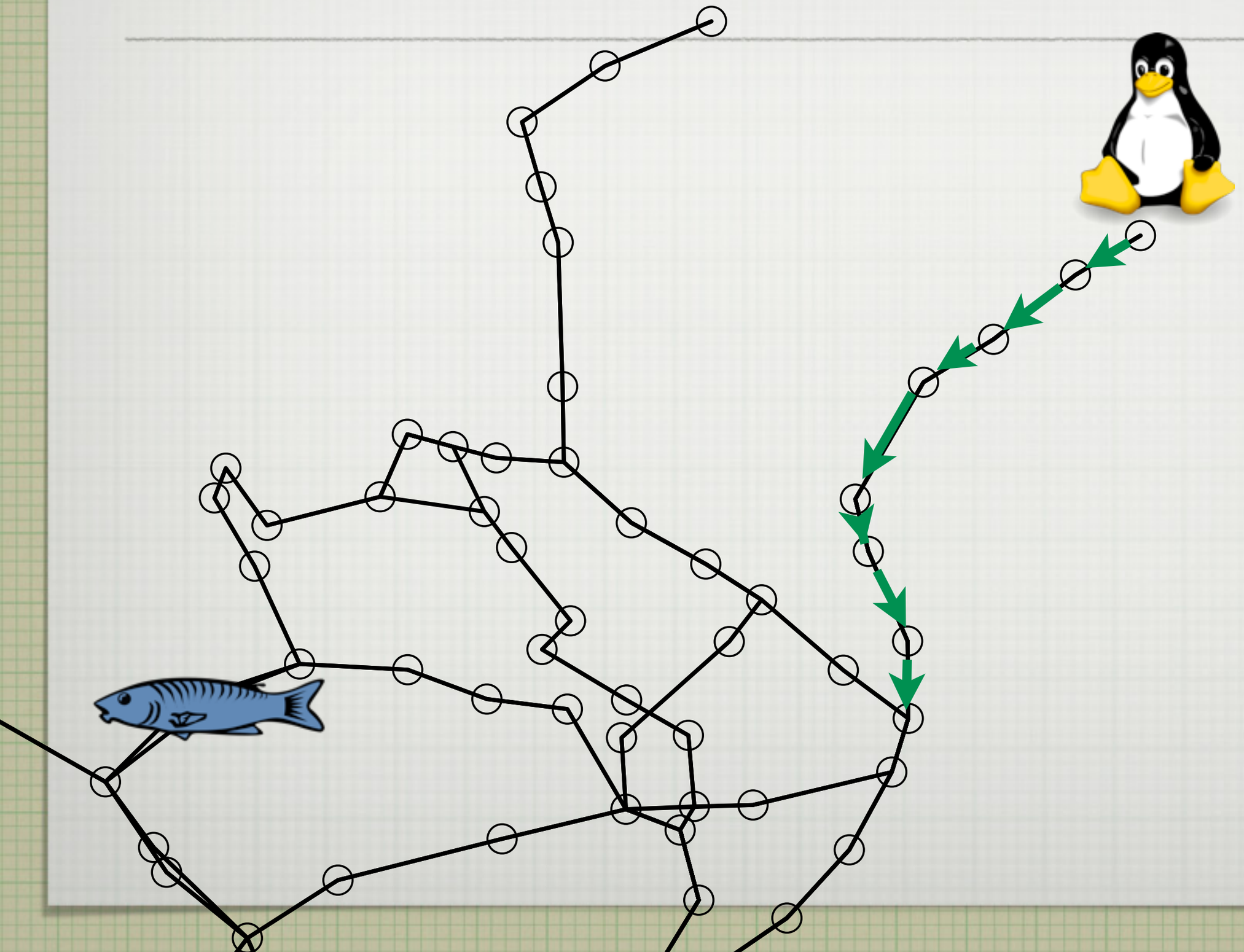
ETSINTÄ



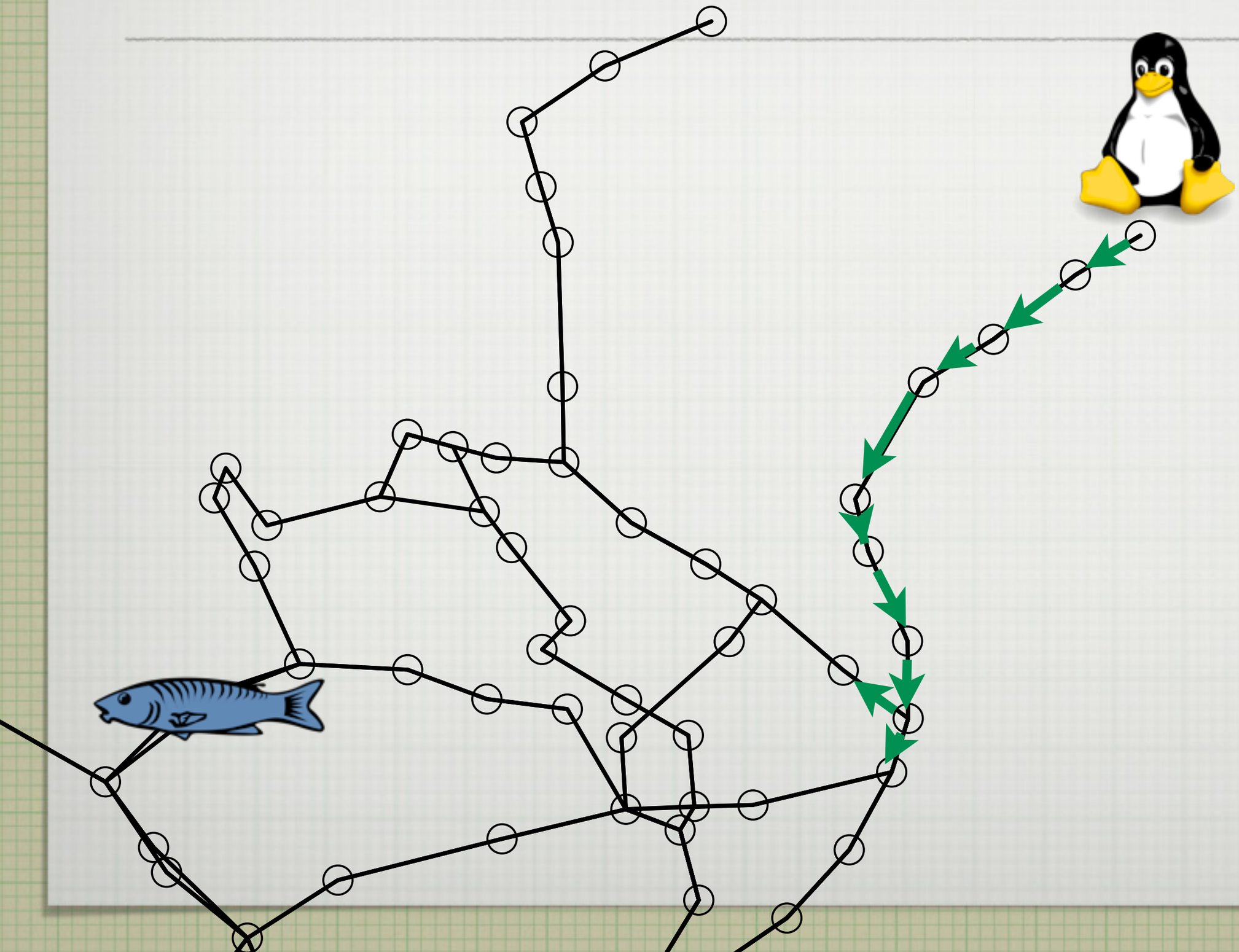
ETSINTÄ



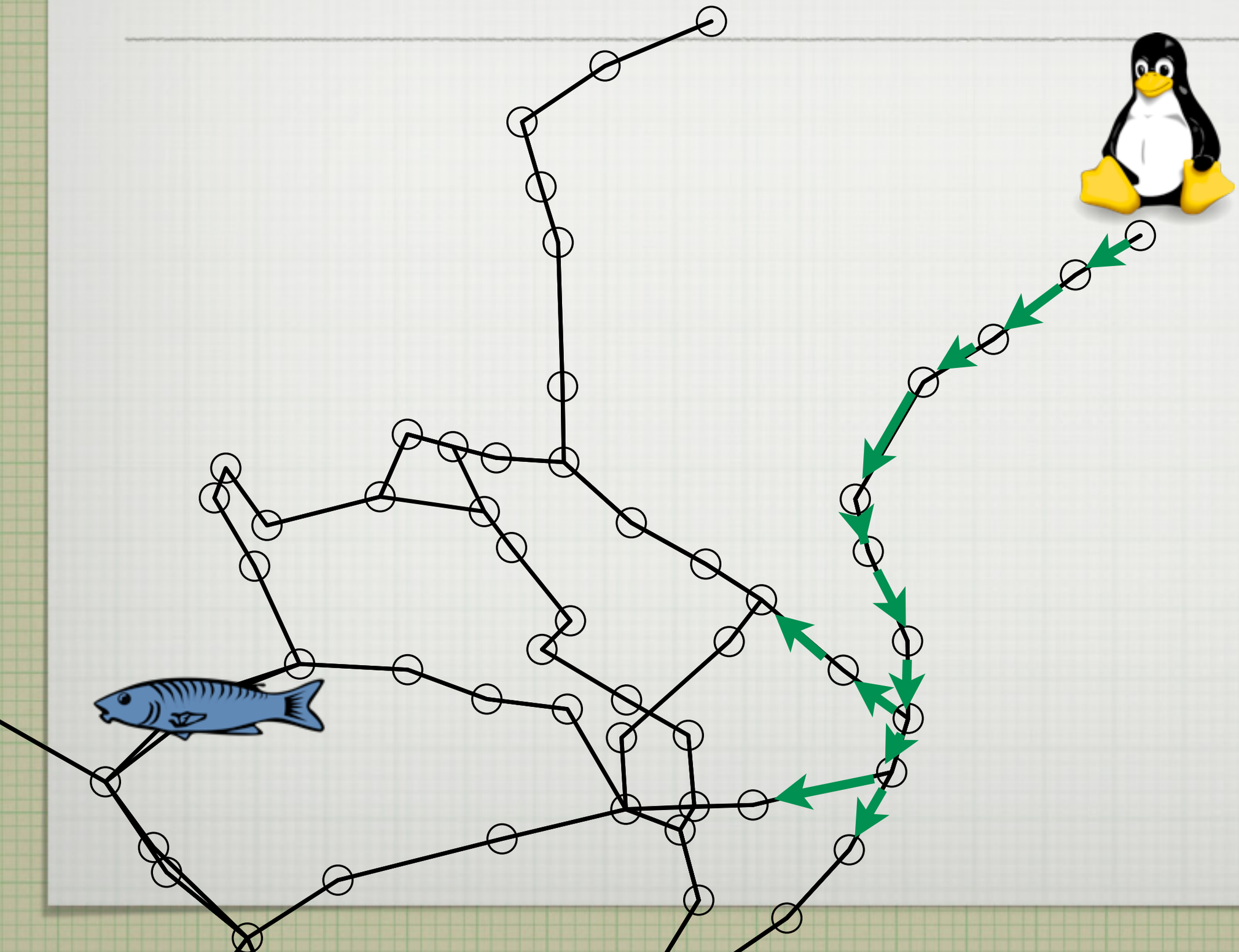
ETSINTÄ



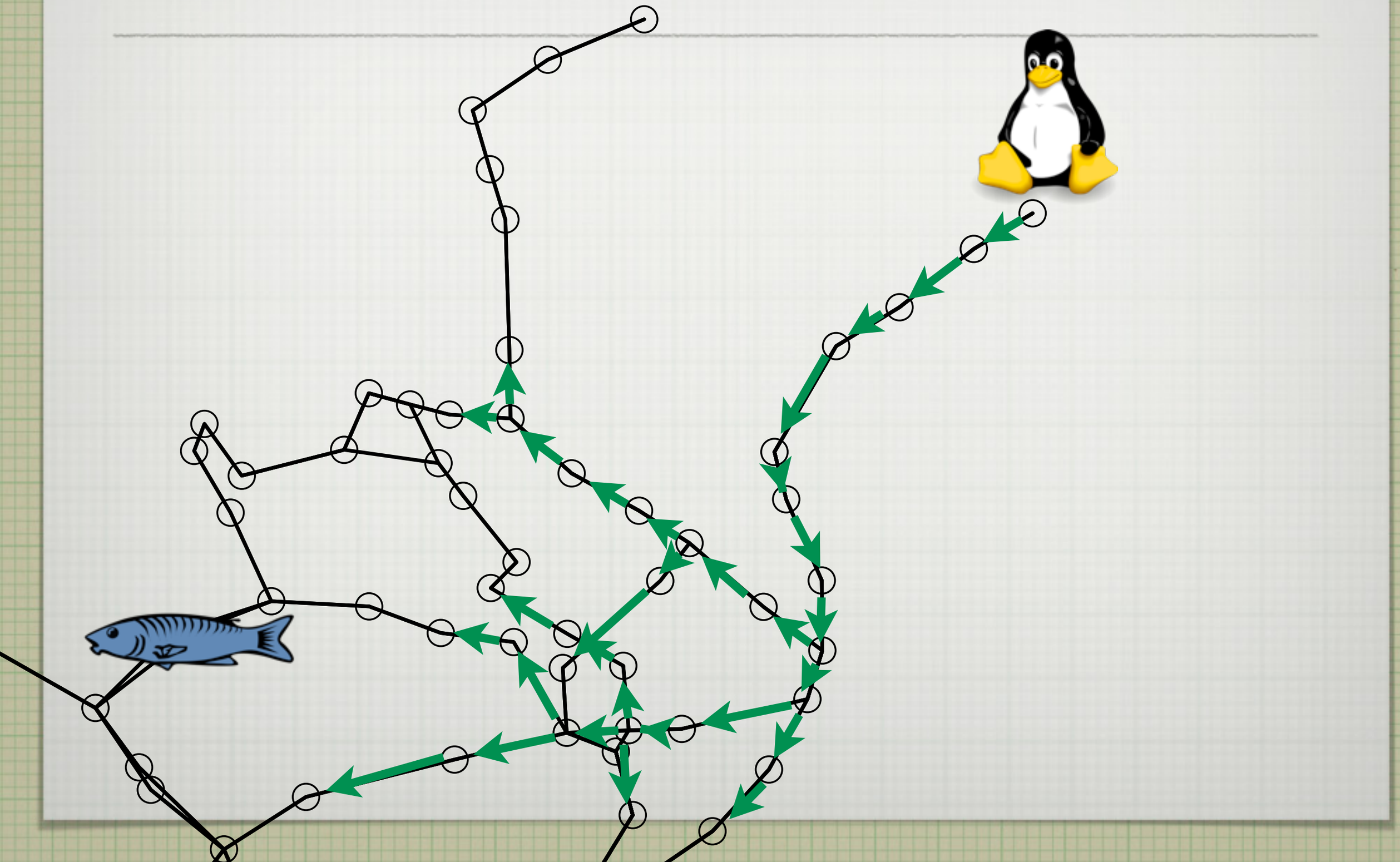
ETSINTÄ



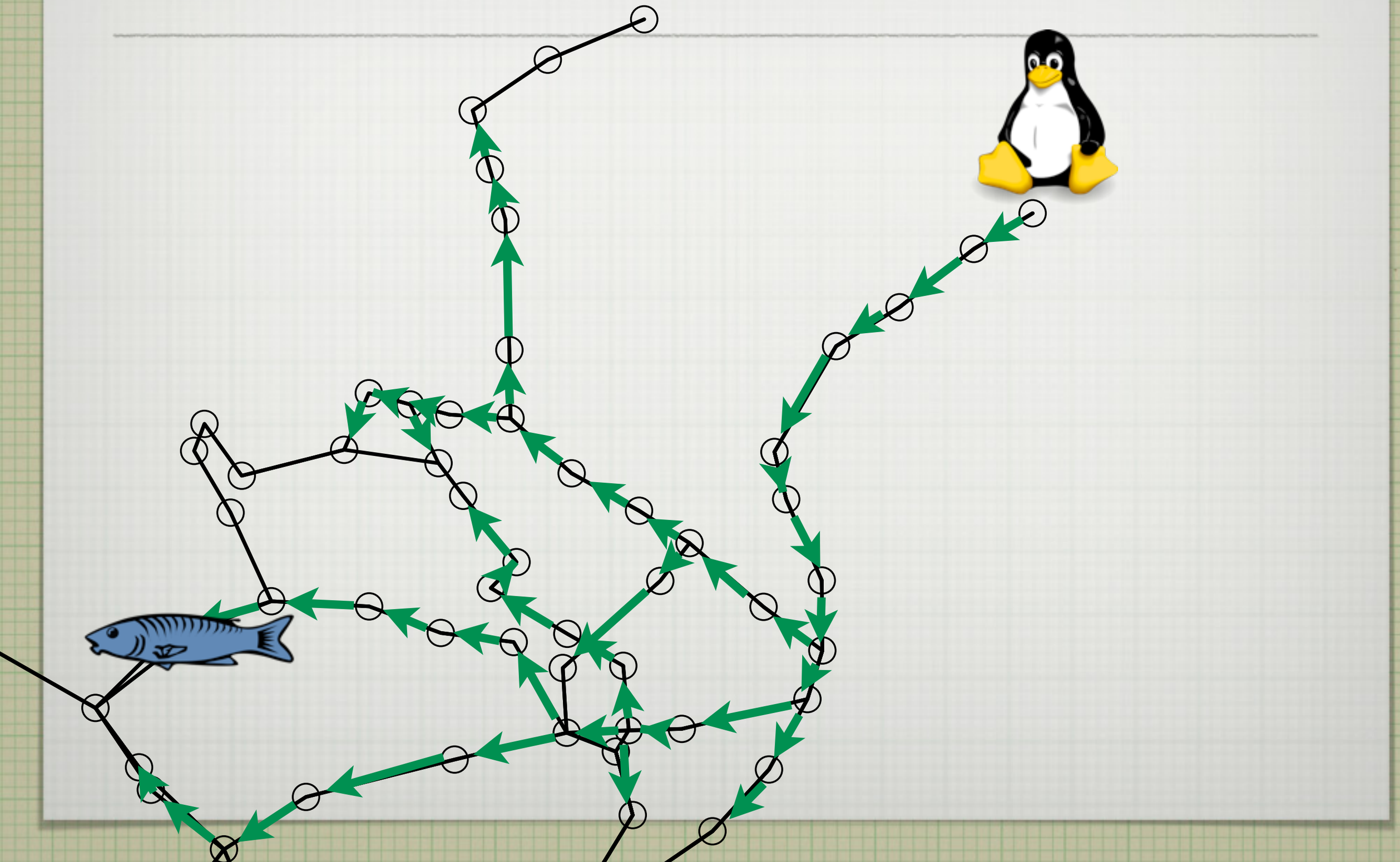
ETSINTÄ



ETSINTÄ

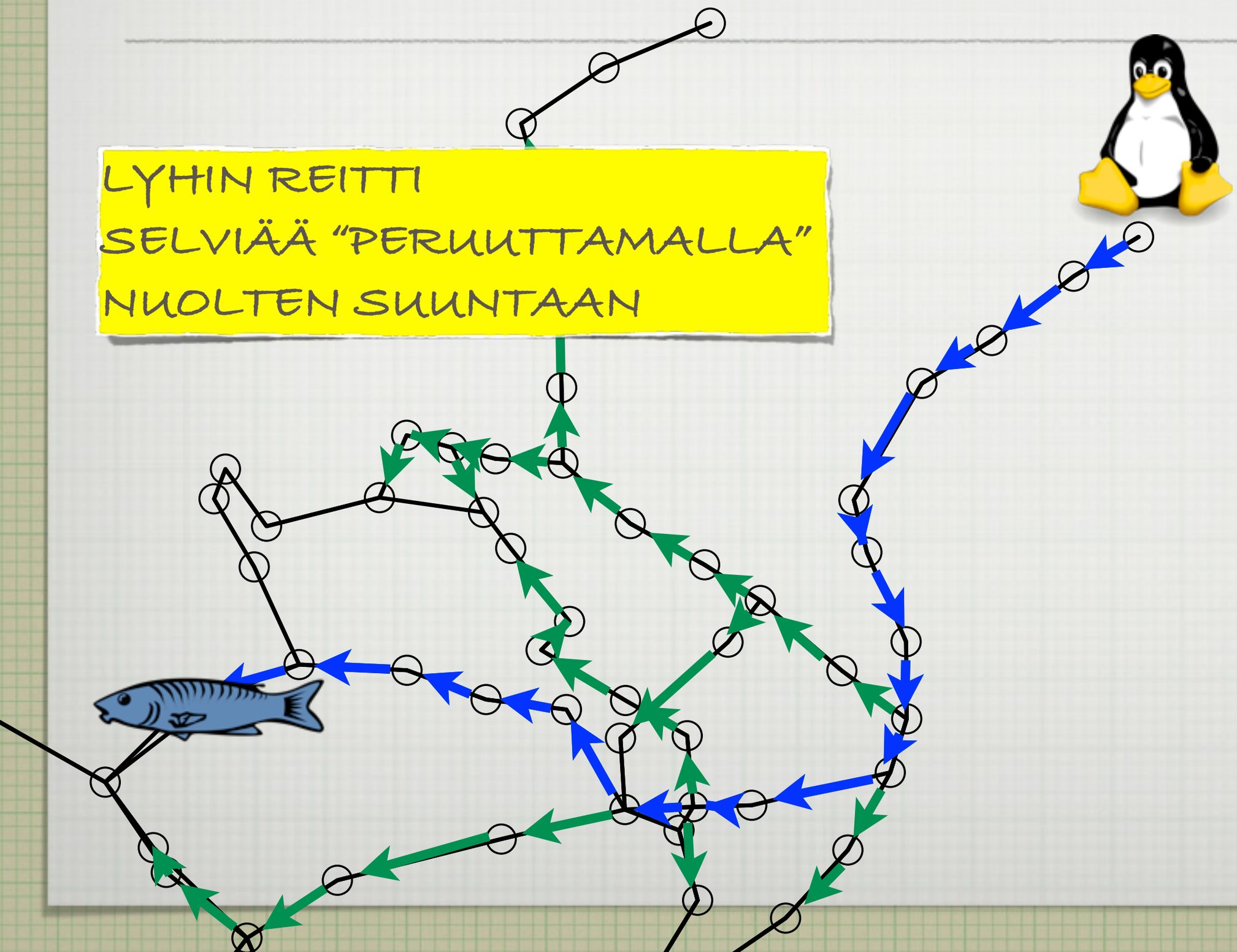


ETSINTÄ



ETSINTÄ

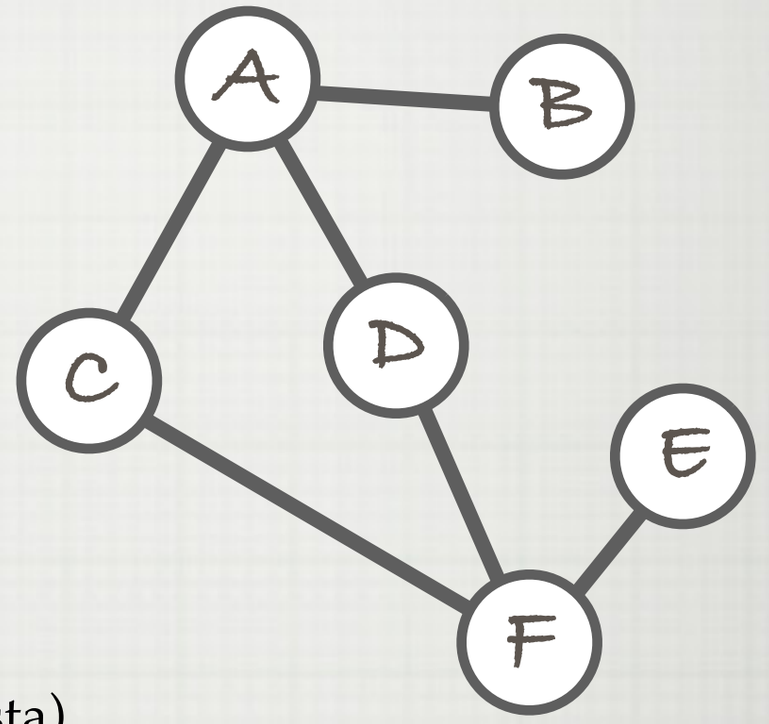
LYHIN REITTI
SELVIÄÄ "PERUUTTAMALLA"
NUOLTEN SUUNTAAN



ETSINTÄ

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

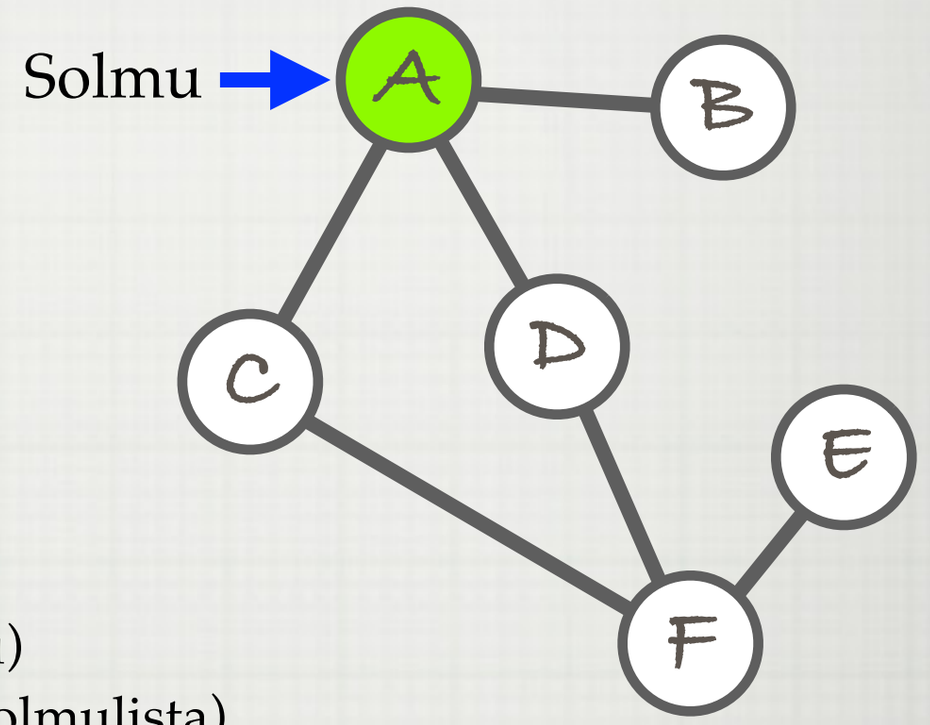
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]   (jos a Käsitellyt-listalla)
```

ETSINTÄ

Solmulista: [A] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return(“ratkaisu”, Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return(“ei ratkaisua”)



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,~~a~~,f] (jos a Käsitellyt-listalla)

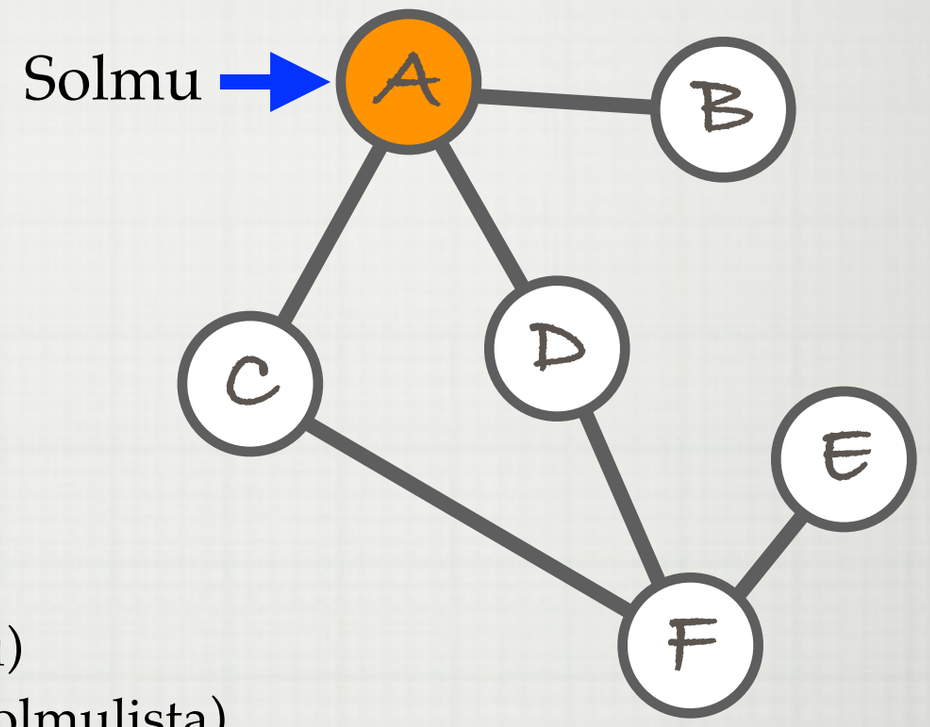
LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

ETSINTÄ

Solmulista: [ ] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

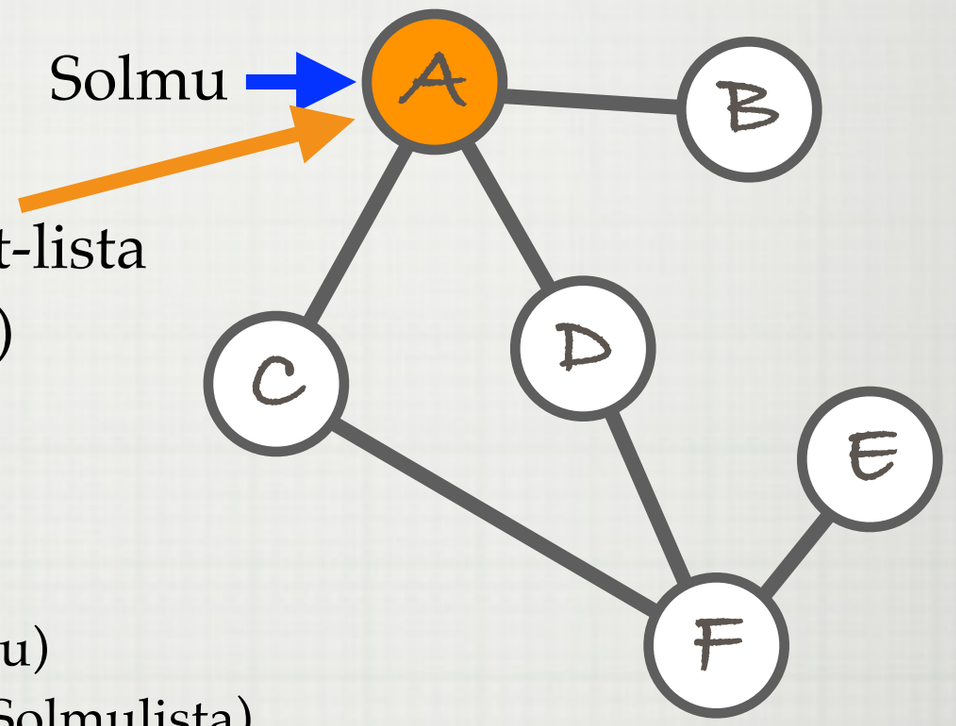
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,~~a~~,f] (jos a Käsitellyt-listalla)

ETSINTÄ

Solmulista: [] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista) LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

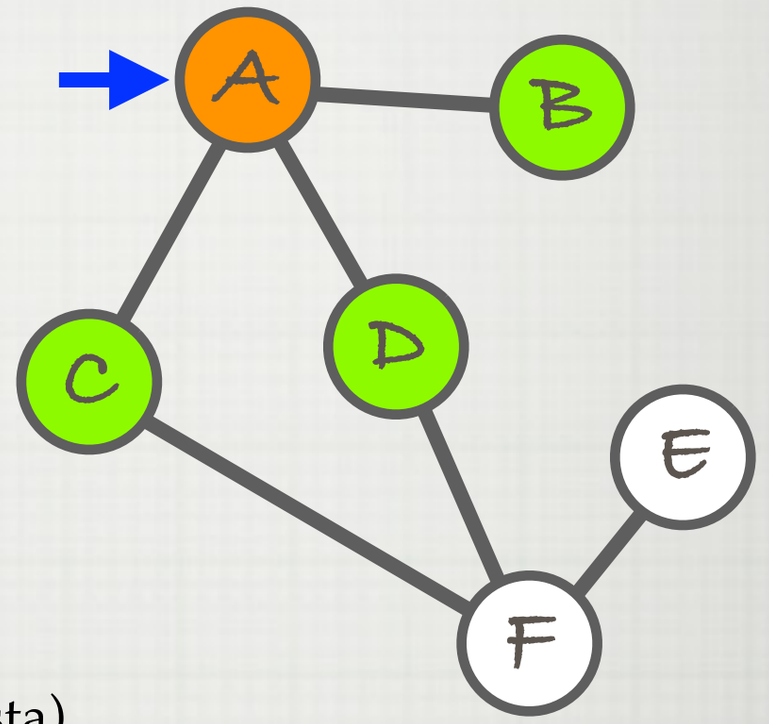
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]   (jos a Käsitellyt-listalla)
```

ETSINTÄ

Solmulista: [B,C,D] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

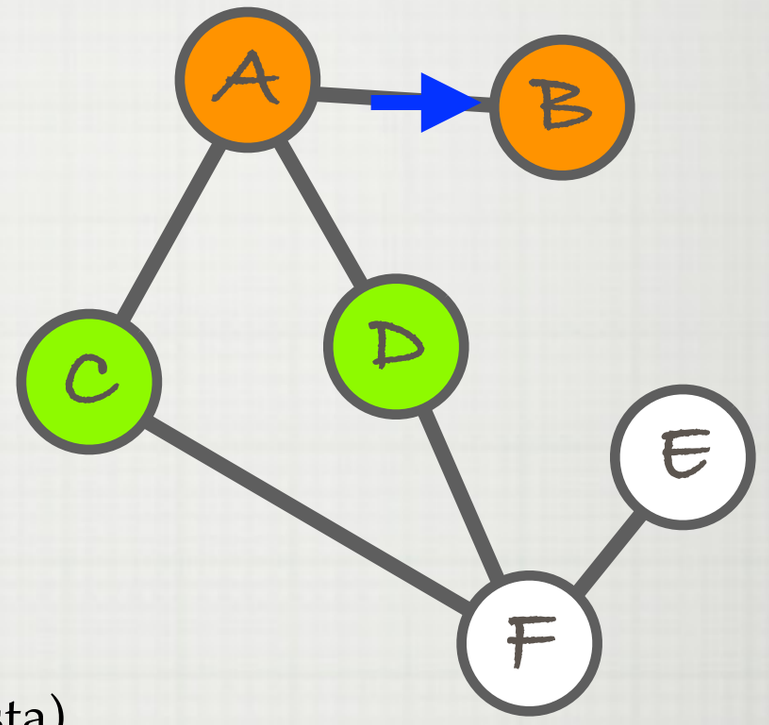
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]   (jos a Käsitellyt-listalla)
```

ETSINTÄ

Solmulista: [C,D] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista) LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

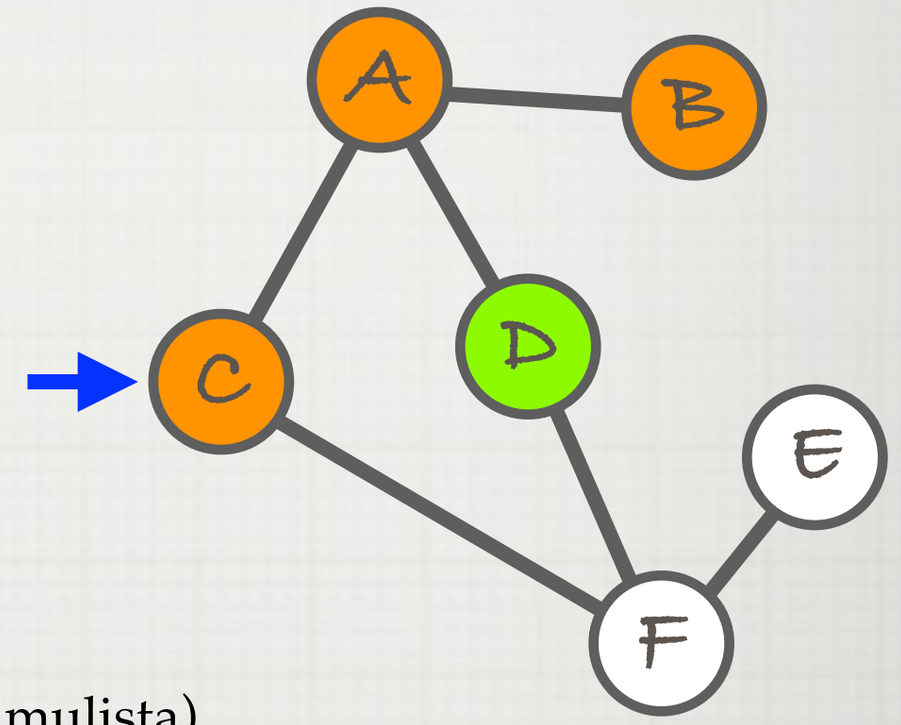
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,~~a~~,f] (jos a Käsitellyt-listalla)

ETSINTÄ

Solmulista: [D] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,~~a~~,f] (jos a Käsitellyt-listalla)

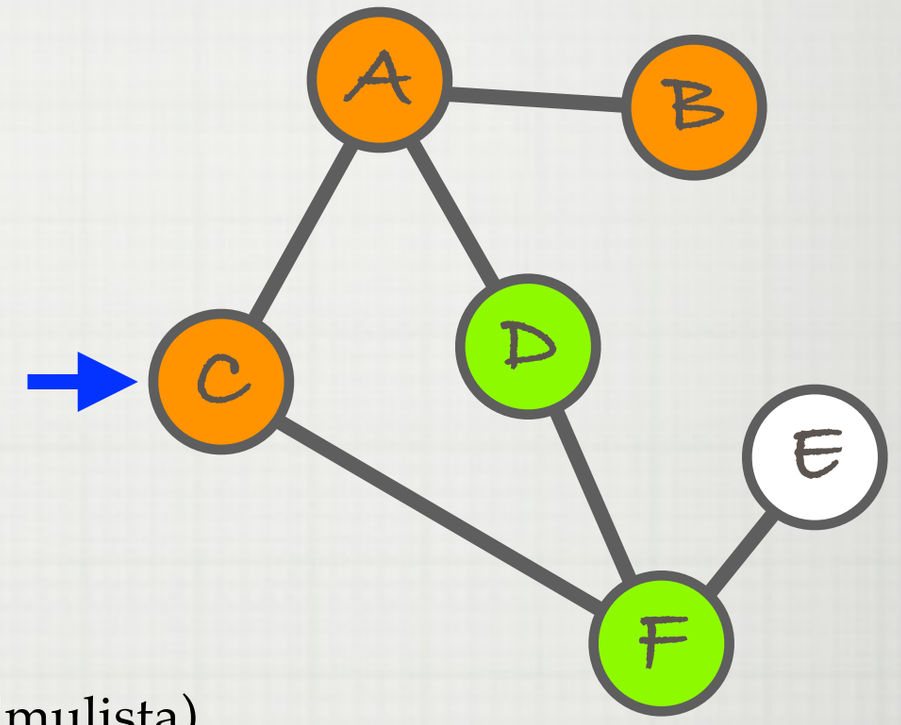
LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

ETSINTÄ

Solmulista: [D,F] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return(“ratkaisu”, Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return(“ei ratkaisua”)



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista) LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

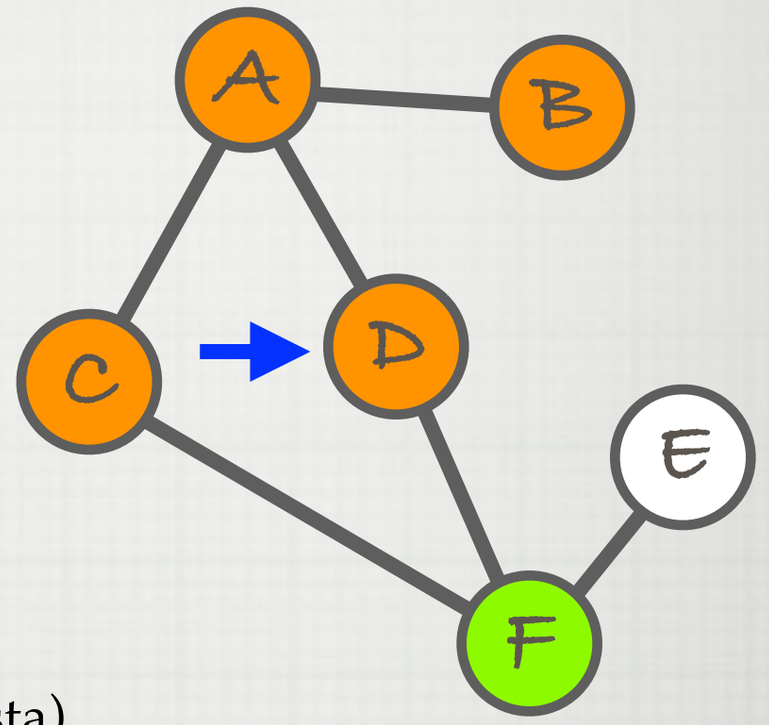
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,~~a~~,f] (jos a Käsitellyt-listalla)

ETSINTÄ

Solmulista: [F] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return(“ratkaisu”, Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return(“ei ratkaisua”)



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista) LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

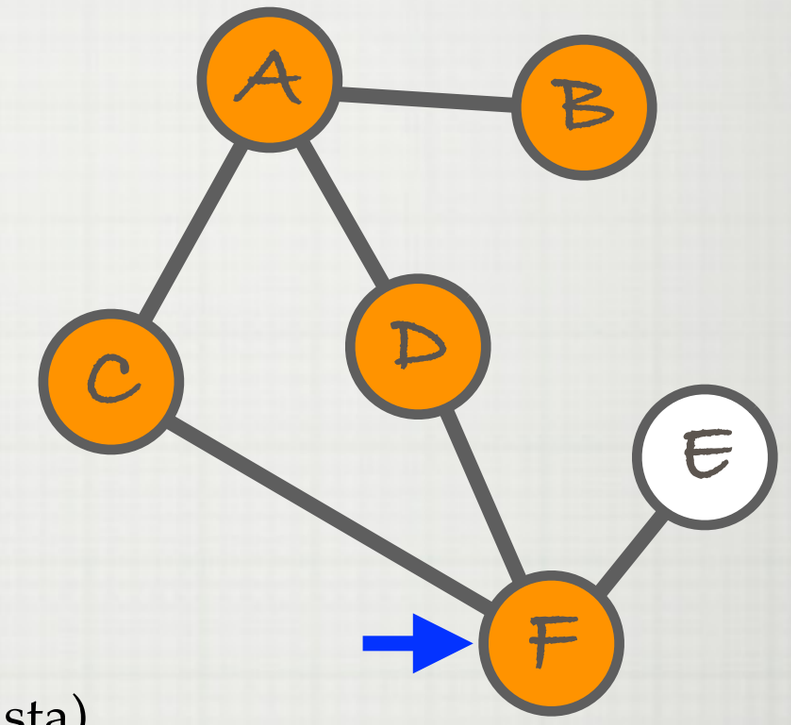
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,~~a~~,f] (jos a Käsitellyt-listalla)

ETSINTÄ

Solmulista: [] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista) LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

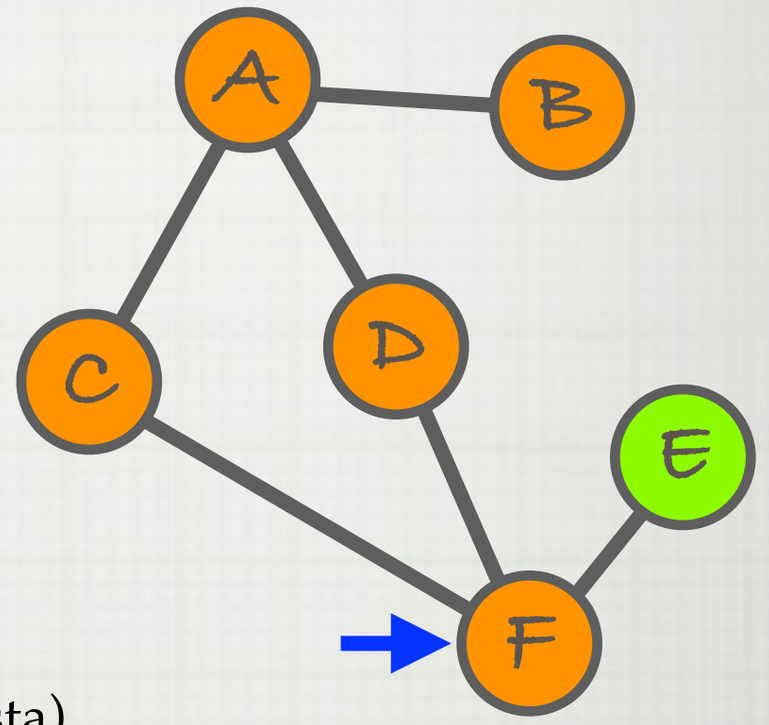
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]   (jos a Käsitellyt-listalla)
```

ETSINTÄ

Solmulista: [E] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

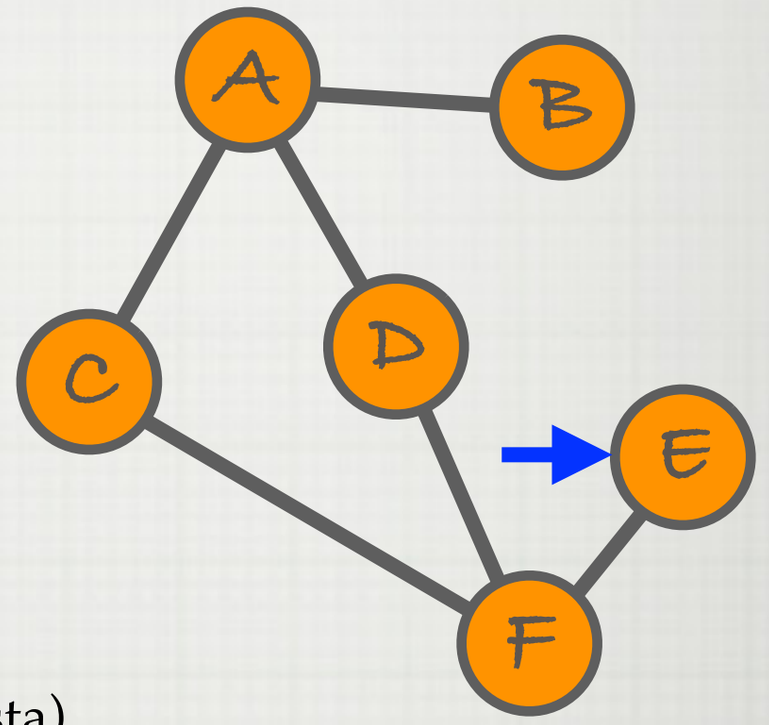
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,~~a~~,f] (jos a Käsitellyt-listalla)

ETSINTÄ

Solmulista: [] (vihreät solmut)

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista) LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]   (jos a Käsitellyt-listalla)
```

ETSINTÄ

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```

JONO ("FIRST-IN-FIRST-OUT")

LISÄÄ(Naapurit, Solmulista) LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]   (jos a Käsitellyt-listalla)
```

ETSINTÄ

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```

PINO ("LAST-IN-FIRST-OUT")

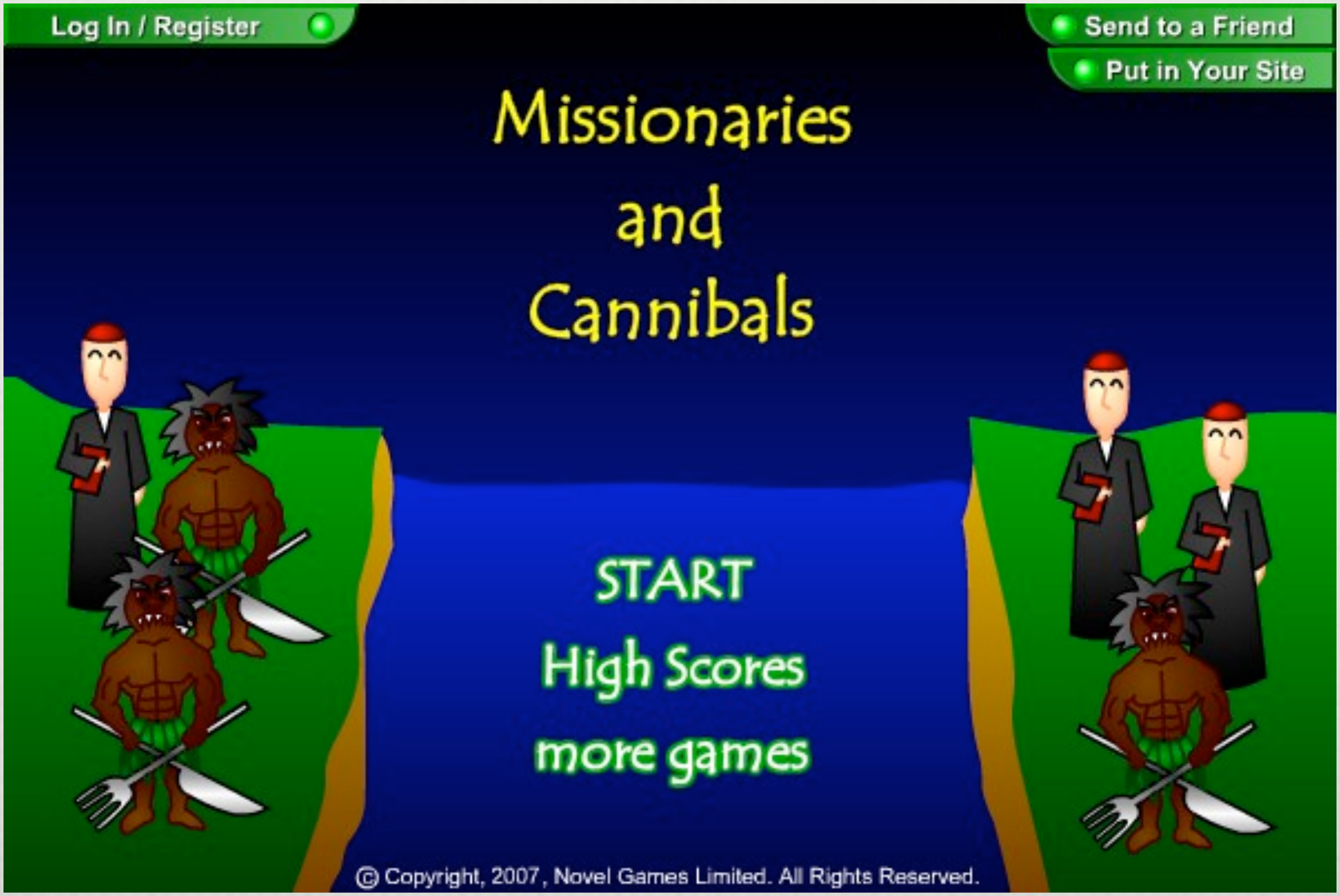
LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

SYVYYSSUUNTAINEN HAKU:

```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt
return(PERÄKKÄIN(Uudet, Solmulista))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [a,f,d]   (jos a Käsitellyt-listalla)
```

ETSINTÄ ONGELMANRATKAISUNA

ETSINTÄ ONGELMANRATKAISUNA



ETSINTÄ ONGELMANRATKAISUNA

- KOLME KANNIBAALIA JA KOLME LÄHETYSSAARNAAJAA HALUAA YLITTÄÄ JOEN VENEELLÄ, JOHON MAHTUU VAIN KAKSI HENKILÖÄ.

- JOS JOMMALLA KUMMALLA RANNALLA ON ENEMMÄN KANNIBAALEJA KUIN LÄHETYSSAARNAAJIA (MUTTA KUITENKIN VÄHINTÄÄN YKSI LÄHETYSSAARNAAJA), KANNIBAALIT SYÖVÄT HEIDÄT.

- MITEN JOKI SAADAAN YLITETTYÄ ILMAN, ETTÄ KETÄÄN SYÖDÄÄN?

- VOIT KOKEILLA KLIKKAAMALLA TÄSTÄ.

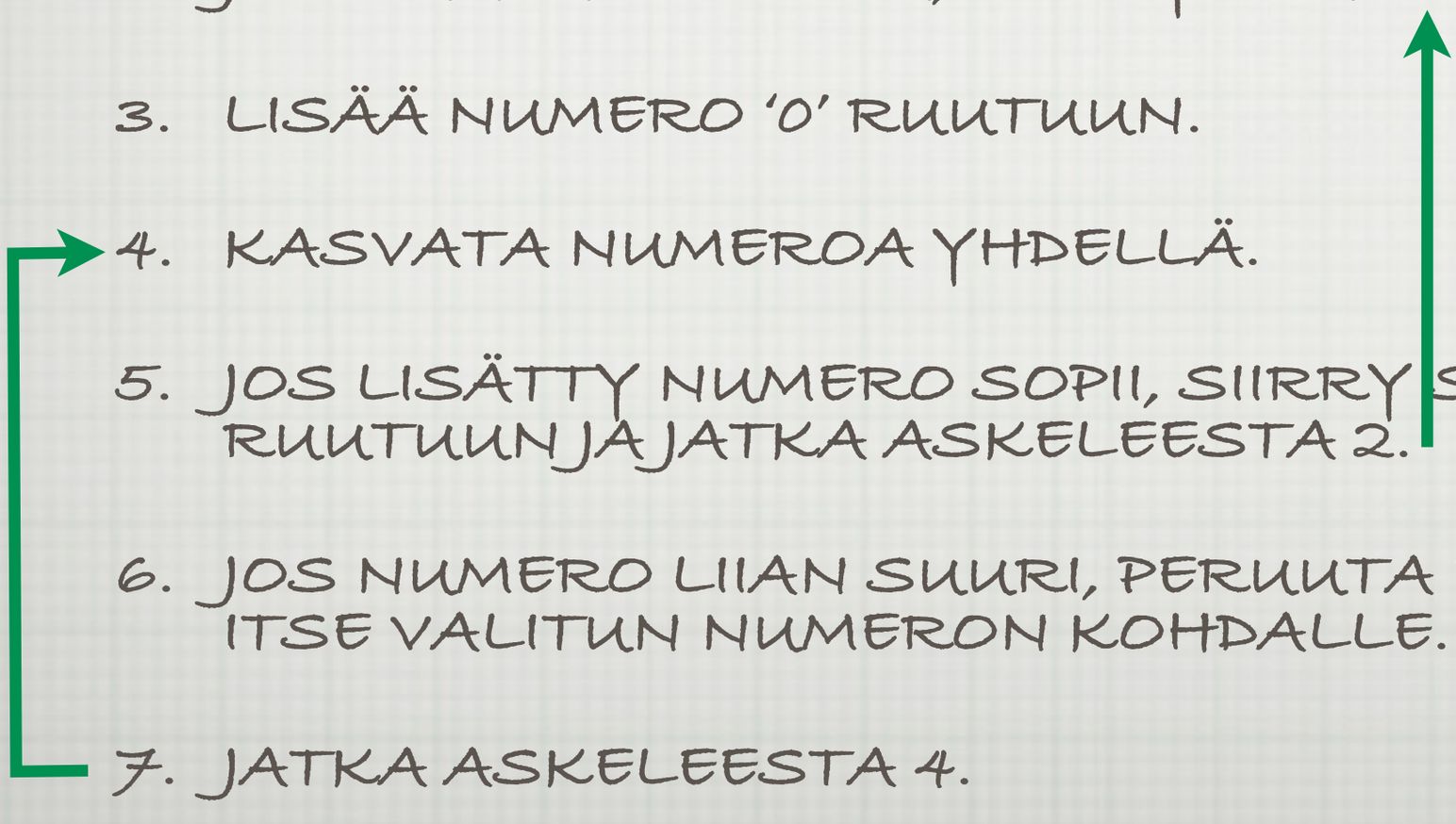
SUDOKU

	3		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

- YKSINKERTAINEN SUDOKU-ALGORITMI:

1. ALOITA VASEMMASTA YLÄKULMASTA.
2. JOS RUUTU ANNETTU, SIIRRY SEURAAVAAN.
3. LISÄÄ NUMERO ‘0’ RUUTUUN.
4. KASVATA NUMEROA YHDELLÄ.
5. JOS LISÄTTY NUMERO SOPII, SIIRRY SEURAAVAAN RUUTUUN JA JATKA ASKELEESTA 2.
6. JOS NUMERO LIIAN SUURI, PERUUTA EDELLISEN ITSE VALITUN NUMERON KOHDALLE.
7. JATKA ASKELEESTA 4.



SUDOKU

1	3		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	1	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	2	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	3	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2			
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	1	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	1	?
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	3	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	3	?
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	?	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	?		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
4			
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
4	?		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
?			
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	?
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	?	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	4
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	4
1			
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	4
1	4		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	4
1	4	3	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	4
1	4	3	2
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	4
1	4	3	2
3	2		1
	1	2	3

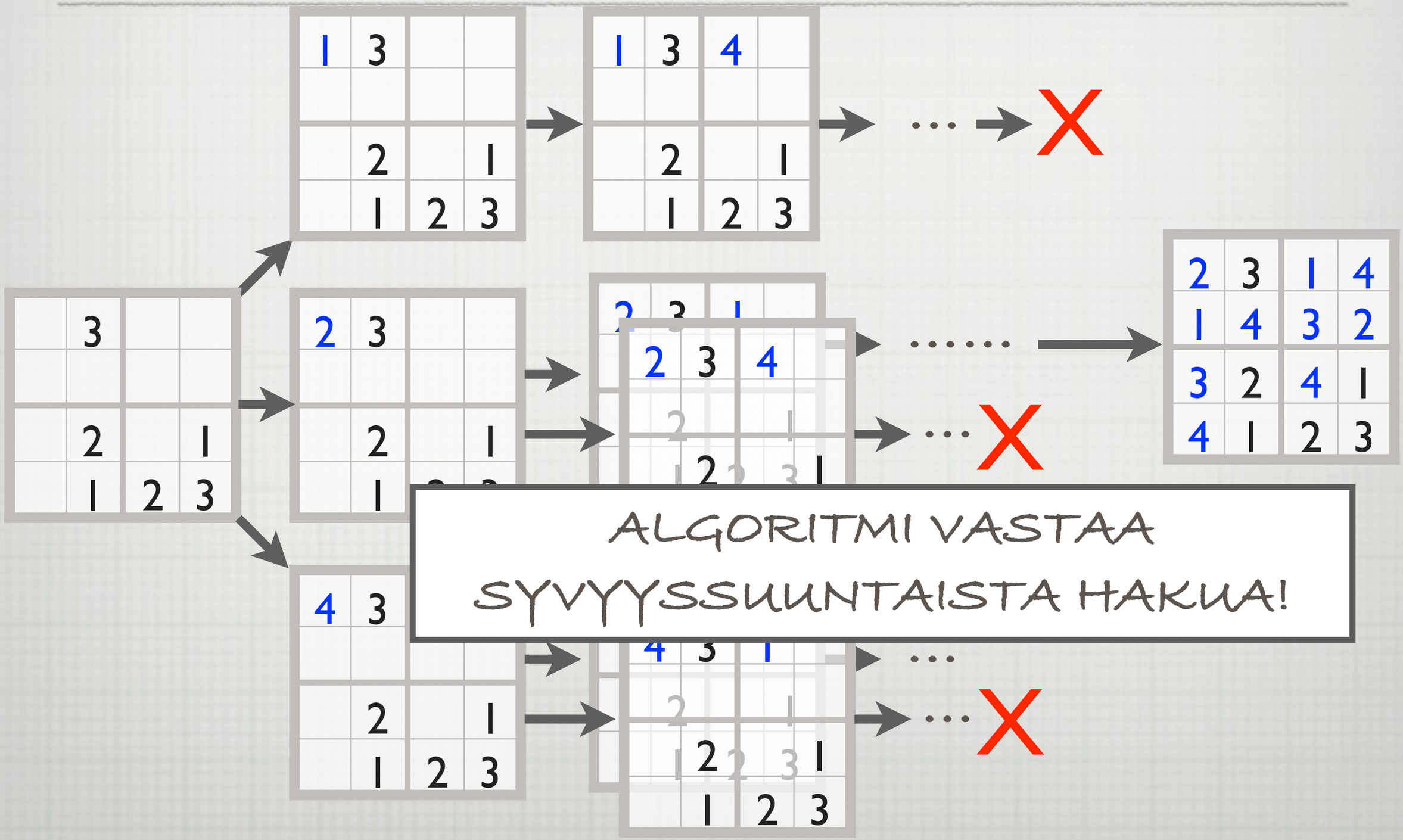
SUDOKU

2	3	1	4
1	4	3	2
3	2	4	1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	4
1	4	3	2
3	2	4	1
4	1	2	3

SUDOKU


1 3
2
1
1 2 3
1 3 4
2
1
1 2 3
X
3
2
1
1 2 3
2 3
2
1
1
2 3 4
2
1
2 3 1
X
4 3
2
1
1 2 3
4 3 1
2
1
2 2 3 1
1 2 3
X
2 3 1 4
1 4 3 2
3 2 4 1
4 1 2 3
ALGORITMI VASTAA
SYVYYSSUUNTAISTA HAKUA!

PARAS-ENSIN–HAKU

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return(“ratkaisu”, Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return(“ei ratkaisua”)
```

LISÄÄ(Solmulista1, Solmulista2)

PARAS-ENSIN -HAKU:

return(JÄRJESTÄ(Solmulista1, Solmulista2))

\# [(a,5),(b,3),(c,1)], [(a,2),(c,3),(f,5)] => [(c,1),(a,2),(c,3),(b,3),(f,5),(a,5)]

HEURISTIIKAT

- KUSTANNUSARVIO: $f(N)$
  - ARVIO LÄHTÖSOLMUSTA SOLMUN N KAUTTA MAALISOLMUUN KULKEVAN POLUN KUSTANNUKSESTA

- "HEURISTIIKKA": $h(N)$
  - ARVIO KUSTANNUKSESTA SOLMUSTA N MAALISOLMUUN

- POLKUKUSTANNUS: $g(N)$
  - KUSTANNUS ALKUSOLMUSTA SOLMUUN N (RIIPPUU KULJETUSTA REITISTÄ)

$$f(N) = g(N) + h(N)$$

A*

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```

LISÄÄ(Solmulista1, Solmulista2)

```
return(JÄRJESTÄ(Solmulista1, Solmulista2))
# [(a,5),(b,3),(c,1)], [(a,2),(c,3),(f,5)] => [(c,1),(a,2),(c,3),(b,3),(f,5),(a,5)]
```

PARAS-ENSIN -HAKU:

A*-HAKU: $f(N) = g(N) + h(N)$

A*

- OLETUS: HEURISTIIKKA $h(N)$ ANTAA AINA ENINTÄÄN YHTÄ SUUREN ARVON KUIN TODELLINEN KUSTANNUS SOLMUSTA N MAALIIN.

- TÄLLÖIN A* TUOTTAA AINA OPTIMAALISEN RATKAISUN

- TODISTUKSEN IDEA:
  JONON EKAKSI EI VOI PÄÄSTÄ MAALISOLMU, JONKA POLKUKUSTANNUS ON SUUREMPI KUIN OPTIMAALISEN REITIN KUSTANNUS.

- JOS HEURISTIIKKA "HYVÄ", SUURIMMASSA OSASSA HUONOJA SOLMUJA EI KÄYDÄ OLLENKAAN.

REITTIOPAS

Taskuversio • På svenska • In English • Slangi • По-русски Palaute • Ohjeet • FAQ

HSL HRT Reittiopas

Reittiopas classic • Reittiopas API

HSL | Reittiopas | Omat lähdöt • Aikataulut • Linjaopas • Pyöräily ja kävely

Perushaku | Tarkennettu haku

Mistä Kartta Tallenna Hakemisto

Mihin Kartta Tallenna Hakemisto

Kello 22 : 29 Lähtöaika / Perillä

Pvm

		Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
Syyskuu 2011	36	05	06	07	08	09	10	11
	37	12	13	14	15	16	17	18
	38	19	20	21	22	23	24	25
	39	26	27	28	29	30	01	02
Lokakuu	40	03	04	05	06	07	08	09

Hae

Omat reitit

Ei omia reittejä (ohje omien reittien tallentamiseen).

Omat paikat

Ei omia paikkoja (ohje omien paikkojen tallentamiseen).

Poikkeusinfo

8.9.2011 17:35 - Sisäiset ja seutuliikenne myöhästyvät. Syy: ruuhka. Paikka: Mannerheimintie Arvioitu kesto: 17:31 - 24:00.

8.9.2011 17:32 - Sisäiset ja seutulinjat myöhästyvät. Syy: ruuhka. Paikka: Mannerheimintie. Arvioitu kesto: 17:23 - 24:00.

HSL /Poikkeusinfo → Mobiililaitteille →

Liikennetiedotteet

8.9.2011	Linjalla 11 lisävuoroja Kissojen yöhön 9.9.
8.9.2011	Martinkyläntien pysäkkien poikkeusjärjestelyt jatkuvat
7.9.2011	Bussille 14 reittimuutos Eirassa 12.9.
7.9.2011	Bussit ajavat poikkeusreittiä Keravan keskustassa 9. - 12.9.

REITTIOPAS

- TILA: (PYSÄKKI, KULUNUT AIKA)
- KUSTANNUSARVIO: (MATKA-AIKA (MIN))
- SIIRTYMÄT: (UUSI PYSÄKKI, VÄLIMATKA (MIN))

- TEHTÄVÄ: ETSI NOPEIN REITTI PYSÄKILTÄ A PYSÄKILLE B (EI KÄVELYÄ)
- MENETELMÄ: A*-HAKU