



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

# Θεωρία Υπολογισμού

1<sup>η</sup> Διάλεξη

Χάρτης Μαθήματος

Αλέξιος Καπόρης



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς

πό



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

## Κλάσεις προβλημάτων & Αλγόριθμοι που τις χαρακτηρίζουν

- Πρόβλημα = Γλώσσα = υποσύνολο λέξεων ενός αλφαβήτου
- Πρόβλημα  $L = \{\text{απλό, δύσκολο, ή άλυτο}\}$  με βάση την πολυπλοκότητα του αλγόριθμου που λύνει το  $L$  (αν υπάρχει αλγόριθμος επίλυσης).
- Μελέτη από απλά προς δύσκολα προβλήματα.

# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

κανονικές Γλώσσες

# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα

# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα  
= απλές μηχανές:  
Για κάθε σύμβολο που δια-  
βάθουν, πηχάινουν GE κατάβρα-  
ση

# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

Κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα

π.χ. Έστω η γλώσσα:

$$L = \{ (01)^n \mid n \geq 0 \}$$



# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

Κανονικές Γλώσσες

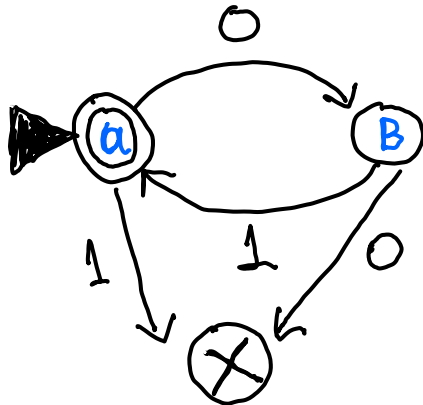
Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα

π.χ. Έστω η γλώσσα:

$$L = \{ (01)^n \mid n \geq 0 \}$$

Αυτόματο:

ΑΡΧΗ



# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

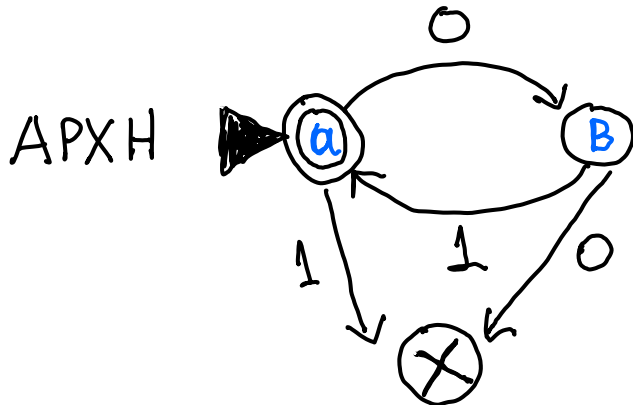
Κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα

π.χ. Έστω η γλώσσα:

$$L = \{ (01)^n \mid n \geq 0 \}$$

Αυτόματο:



- 3 καταστάσεις: { αρχική: a= ναι, b, x= όχι }
- Αλφάβητο: {0,1}
- Βέλος= μετάβαση σε κατάσταση

# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

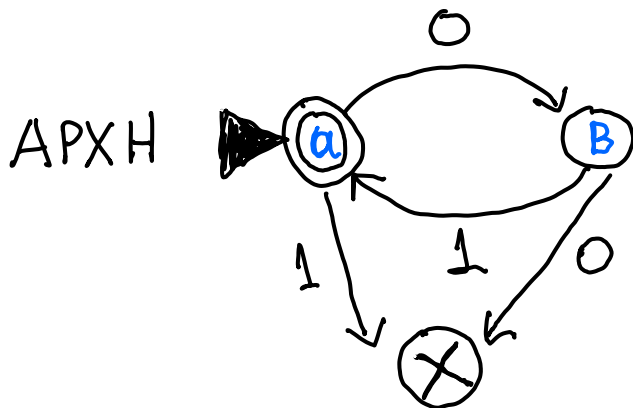
Κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα

π.χ. Έστω η γλώσσα:

$$L = \{ (01)^n \mid n \geq 0 \}$$

Αυτόματο:



- Π.χ. με είσοδο: **0101** εκτελεί:
- Διαβάζει **0** και από **α** πάει στην **β**
- Διαβάζει **1** και από **β** πάει στην **α**
- Διαβάζει **0** και από **α** πάει στην **β**
- Διαβάζει **1** και από **β** πάει στην **α** = **ΝΑΙ**

# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

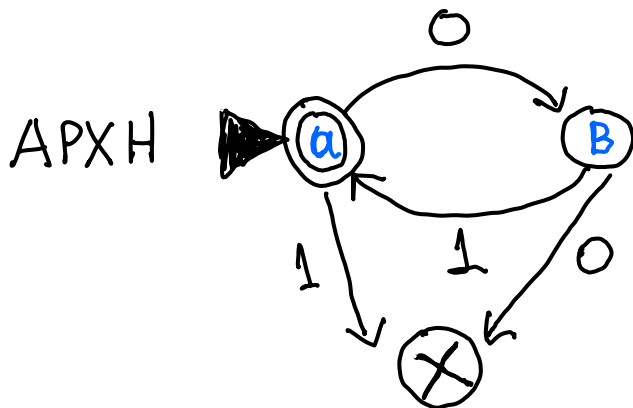
Κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα

π.χ. Έστω η γλώσσα:

$$L = \{ (01)^n \mid n \geq 0 \}$$

Αυτόματο:



- Π.χ. με είσοδο: **0100** εκτελεί:
- Διαβάζει **0** και από **α** πάει στην **β**
- Διαβάζει **1** και από **β** πάει στην **α**
- Διαβάζει **0** και από **α** πάει στην **β**
- Διαβάζει **0** και από **β** πάει στην **X= OXI**

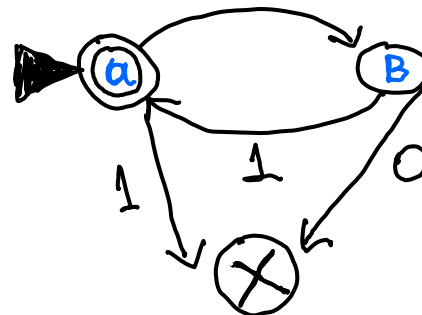
# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ

Λύνονται με  
Πεπερασμένα Αυτόματα  
= απλές μηχανές:  
Για κάθε σύμβολο που δια-  
βάθουν, πηχάινουν σε κατάσταση

- **Θεμελιώδες μειονέκτημα τους:** πεπερασμένη μνήμη = όση και οι πεπερασμένες καταστάσεις («θυμάται» μόνο την τρέχουσα κατάσταση του)



# Κανονικές Γλώσσες

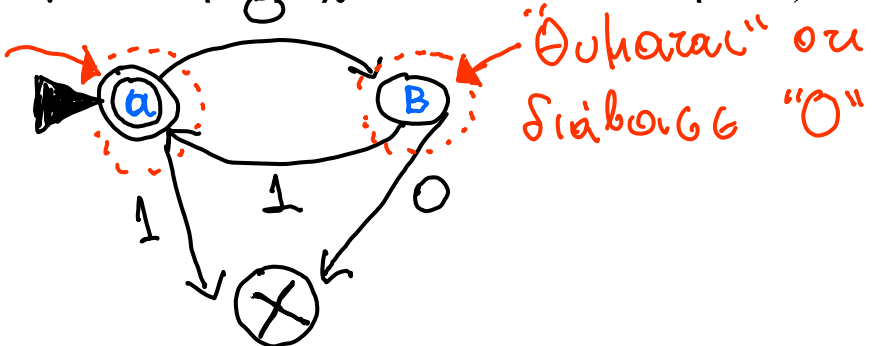
- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ

Λύνονται με  
Πεπερασμένα Αυτόματα  
= απλές μηχανές:  
Για κάθε σύμβολο που δια-  
βάθουν, πηχάνουν σε κατάσταση

- Θεμελιώδες μειονέκτημα τους: πεπερασμένη μνήμη = όση και οι πεπερασμένες καταστάσεις («θυμάται» μόνο την τρέχουσα κατάσταση του)

"θυμάται" οι 0  
"0" κώδικα ταίριαζε  
με "1"



# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπερασμένα Αυτόματα  
= απλές μηχανές:  
Για κάθε σύμβολο που δια-  
βάθουν, πηχάινουν σε κατάσταση

- **Θεμελιώδες μειονέκτημα τους:** πεπερασμένη μνήμη = όση και οι πεπερασμένες καταστάσεις («θυμάται» μόνο την τρέχουσα κατάσταση του)
- **Συνεπώς:** Δεν μπορούν να αποφασίσουν **πολύ απλές** γλώσσες

# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ

Λύνονται με  
Πεπερασμένα Αυτόματα  
= απλές μηχανές:  
Για κάθε σύμβολο που δια-  
βάθουν, πηχάνουν σε κατάσταση

- **Θεμελιώδες μειονέκτημα τους:** πεπερασμένη μνήμη = όση και οι πεπερασμένες καταστάσεις («θυμάται» μόνο την τρέχουσα κατάσταση του)
- **Συνεπώς: Δεν** μπορούν να αποφασίσουν **πολύ απλές** γλώσσες

- Π.χ. την γλώσσα  $L = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$



# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

Κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα

- Όμως η γλώσσα  $L = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$

Που περιέχει λέξεις όπως:  $\epsilon, 01, 0011, 000111, 0\dots 01\dots 1$  εύκολα αποφασίζετε αν θυμόμαστε ΌΛΑ τα αρχικά  $n$  0's

# Κανονικές Γλώσσες

- Τα πιο απλά προβλήματα αφορούν:

Κανονικές Γλώσσες

Λύνονται με  
Πεπεραγμένα Αυτόματα

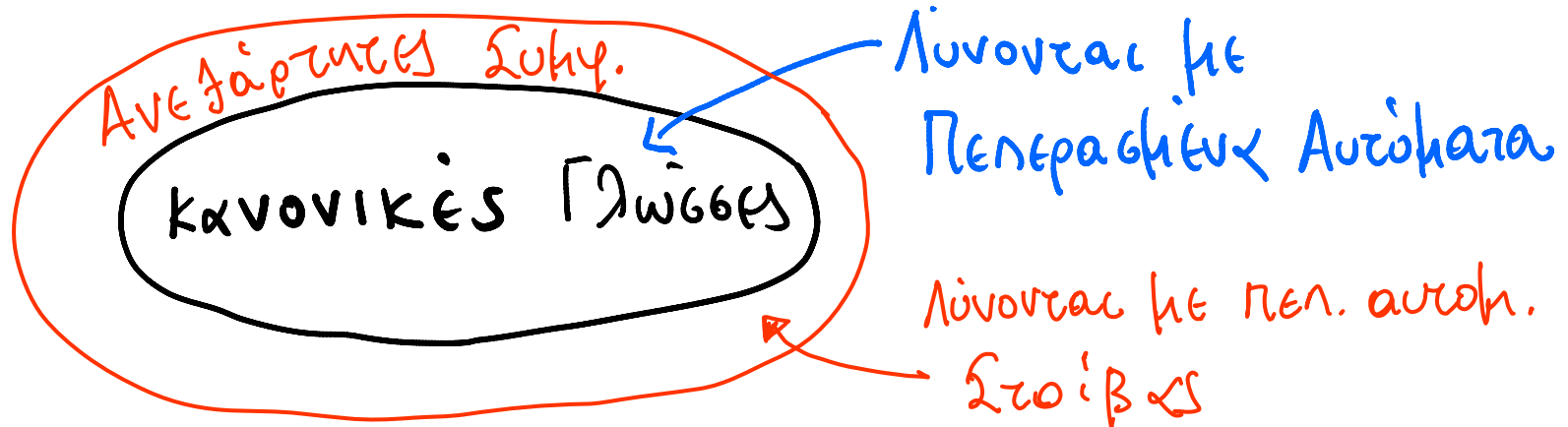
- Όμως η γλώσσα  $L = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$

Που περιέχει λέξεις όπως:  $\epsilon, 01, 0011, 000111, 0\dots 01\dots 1$  εύκολα αποφασίζετε αν θυμόμαστε ΌΛΑ τα αρχικά n 0's

- Εύκολα γίνεται αν βάλουμε τα n 0's σε **στοίβα**

# Κανονικές Γλώσσες $\subseteq$ Γλώσσες **Ανεξάρτητες Συμφραζομένων**

- **Λιγότερο** απλά προβλήματα αφορούν:



- Αν η γλώσσα  $L$  κανονική τότε η  $L$  **είναι** και **ΑΣ**
- Αν η γλώσσα  $L$  **είναι** **ΑΣ** τότε η  $L$  **ΔΕΝ** **είναι** και κανονική

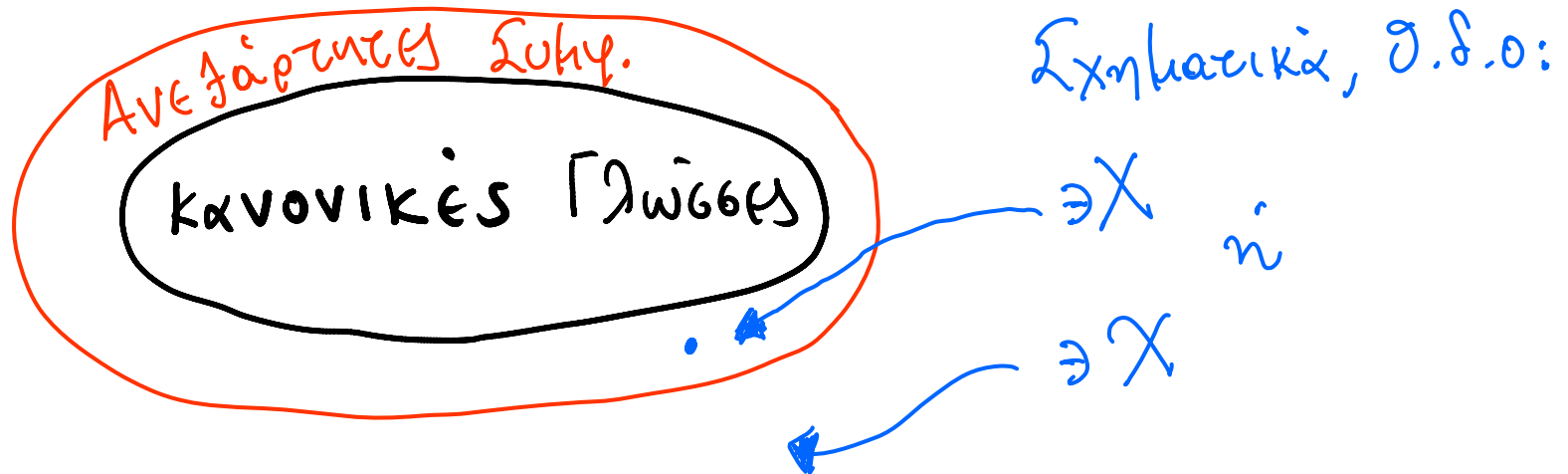
Κανονικές Γλώσσες  $\subseteq$  Γλώσσες **Ανεξάρτητες Συμφραζομένων**

- Έστω μια γλώσσα  $X$ . Πώς δείχνω ότι η  $X$  δεν είναι Κανονική;



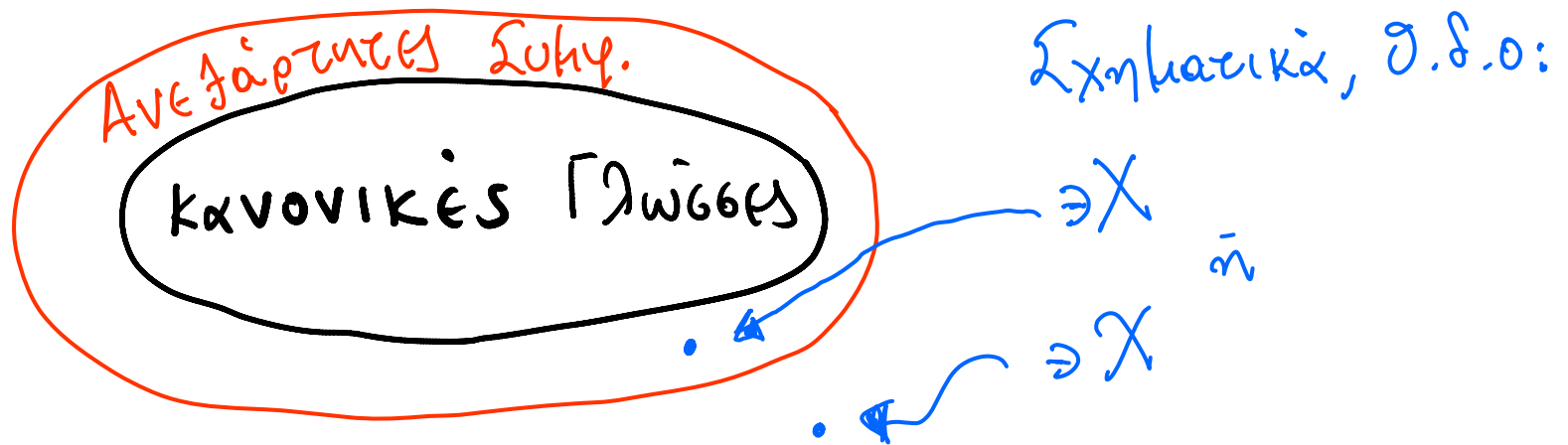
# Κανονικές Γλώσσες $\subseteq$ Γλώσσες **Ανεξάρτητες Συμφραζομένων**

- Έστω μια γλώσσα  $X$ . Πώς δείχνω ότι η  $X$  δεν είναι Κανονική;



# Κανονικές Γλώσσες $\subseteq$ Γλώσσες **Ανεξάρτητες Συμφραζομένων**

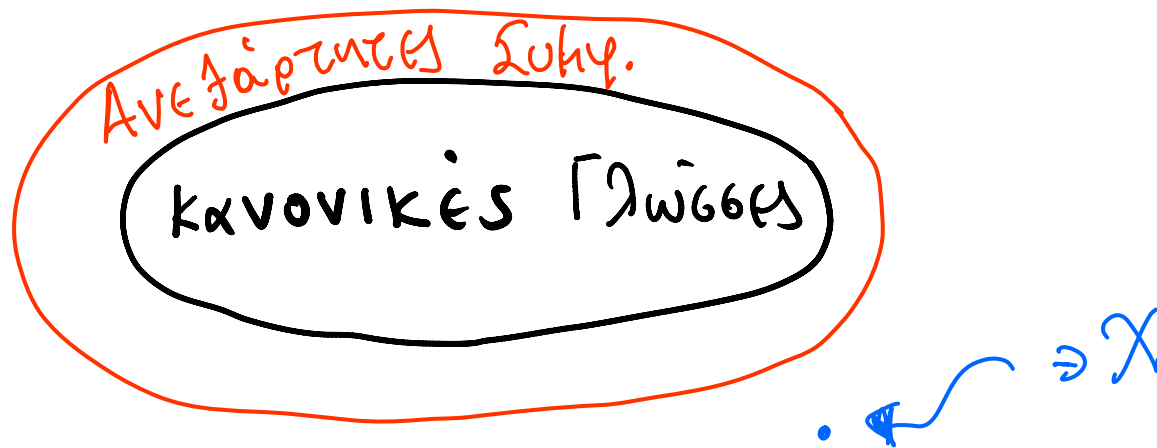
- Έστω μια γλώσσα  $X$ . Πώς δείχνω ότι η  $X$  **δεν είναι** Κανονική;



- Με χρήση **Λήμματος Αντλησης**

# Κανονικές Γλώσσες $\subseteq$ Γλώσσες **Ανεξάρτητες Συμφραζομένων**

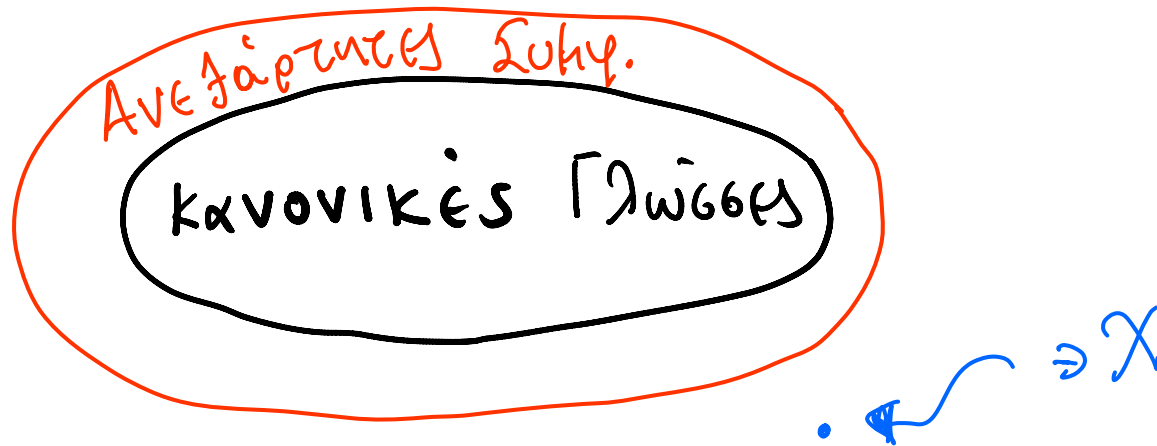
- Υπάρχει γλώσσα  $X$  που δεν είναι ούτε ΑΣ;



- Ναι! Οποιαδήποτε γλώσσα  $X$  που για να την υπολογίσουμε απαιτεί παραπάνω μνήμη από όση διαθέτει 1 στοίβα.

# Κανονικές Γλώσσες $\subseteq$ Γλώσσες **Ανεξάρτητες Συμφραζομένων**

- Υπάρχει γλώσσα  $X$  που δεν είναι ούτε ΑΣ;



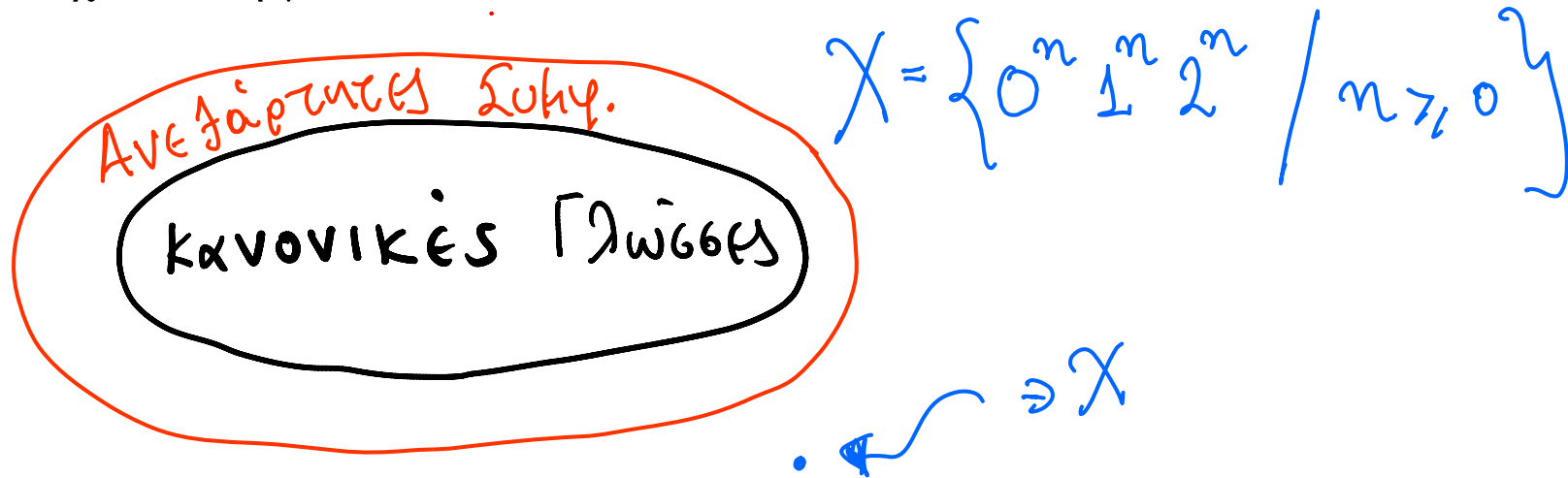
- Ναι! Οποιαδήποτε γλώσσα  $X$  που για να την υπολογίσουμε απαιτεί παραπάνω μνήμη από όση διαθέτει 1 στοίβα.

- Πχ. η γλώσσα  $X = \{0^n 1^n 2^n \mid n \geq 0\}$



# Κανονικές Γλώσσες $\subseteq$ Γλώσσες **Ανεξάρτητες Συμφραζομένων**

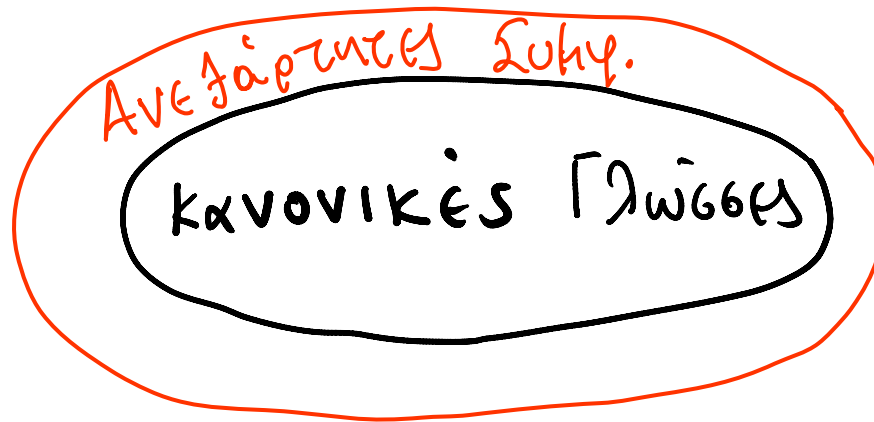
- Πως δείχνω ότι η γλώσσα  $X$  δεν είναι ΑΣ;



- Με Λήμμα Άντλησης για γλώσσες μη ΑΣ!!!

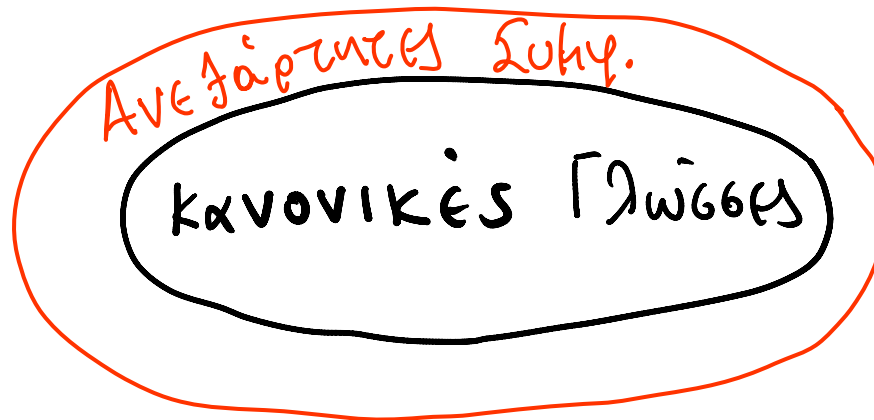
Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

- Τα αυτόματα στοίβας «φτωχά» μοντέλα υπολογισμού.



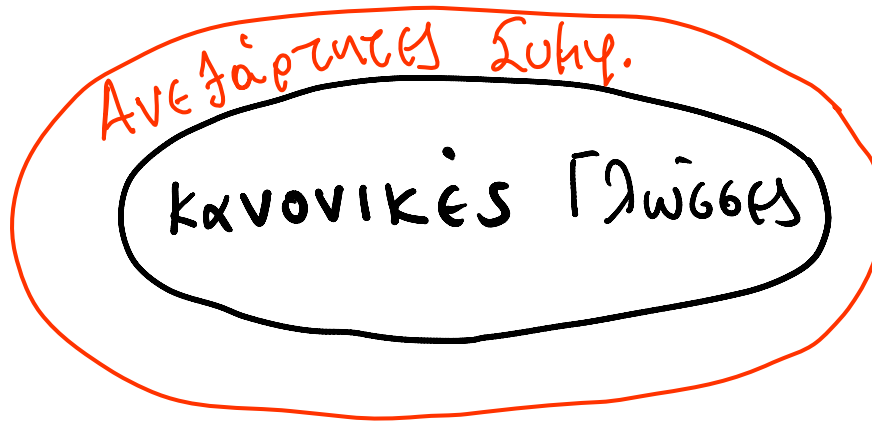
Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

- Τα αυτόματα στοίβας «φτωχά» μοντέλα υπολογισμού.
- Διαισθητικά: οι περισσότεροι έχετε γράψει πρόγραμμα που απαιτεί περισσότερη μνήμη από όση χωρά σε 1 στοίβα.



Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

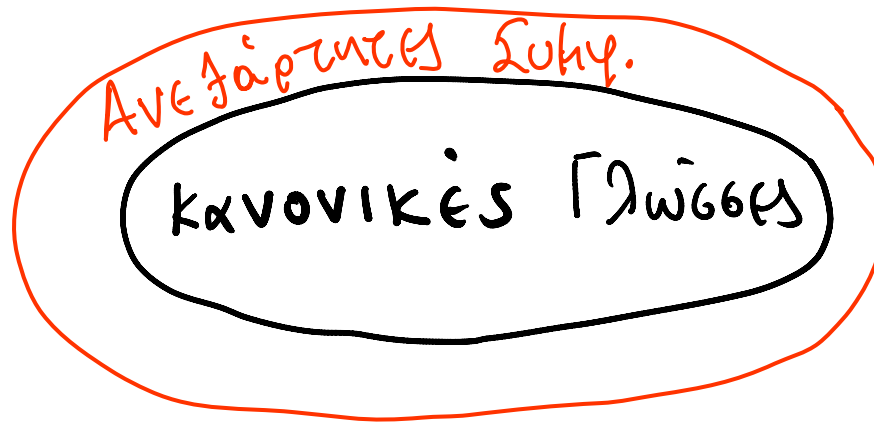
- Τα αυτόματα στοίβας «φτωχά» μοντέλα υπολογισμού.
- Διαισθητικά: οι περισσότεροι έχετε γράψει πρόγραμμα που απαιτεί περισσότερη μνήμη από όση χωρά σε 1 στοίβα.



- Υπάρχει μοντέλο υπολογισμού που να υλοποιεί κάθε αλγόριθμο που μπορούμε να σκεφτούμε;

Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

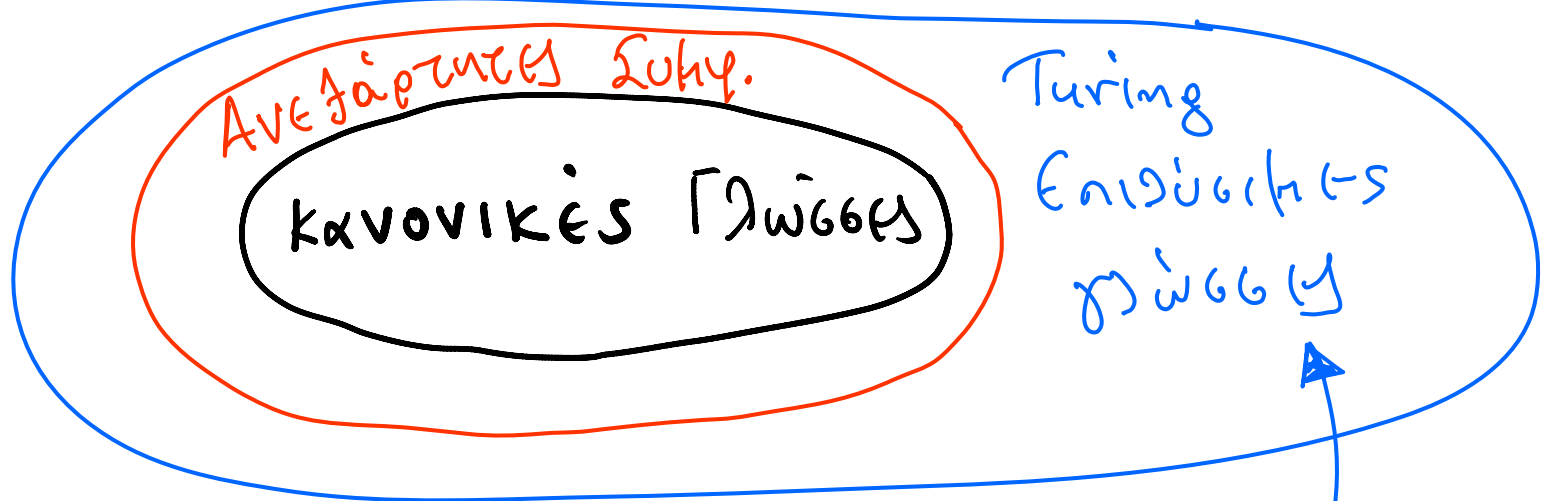
- Τα αυτόματα στοίβας «φτωχά» μοντέλα υπολογισμού.
- Διαισθητικά: οι περισσότεροι έχετε γράψει πρόγραμμα που απαιτεί περισσότερη μνήμη από όση χωρά σε 1 στοίβα.



- Υπάρχει μοντέλο υπολογισμού που να υλοποιεί κάθε αλγόριθμο που μπορούμε να σκεφτούμε;
- ΝΑΙ! Η μηχανή Turing (Church-Turing).

Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

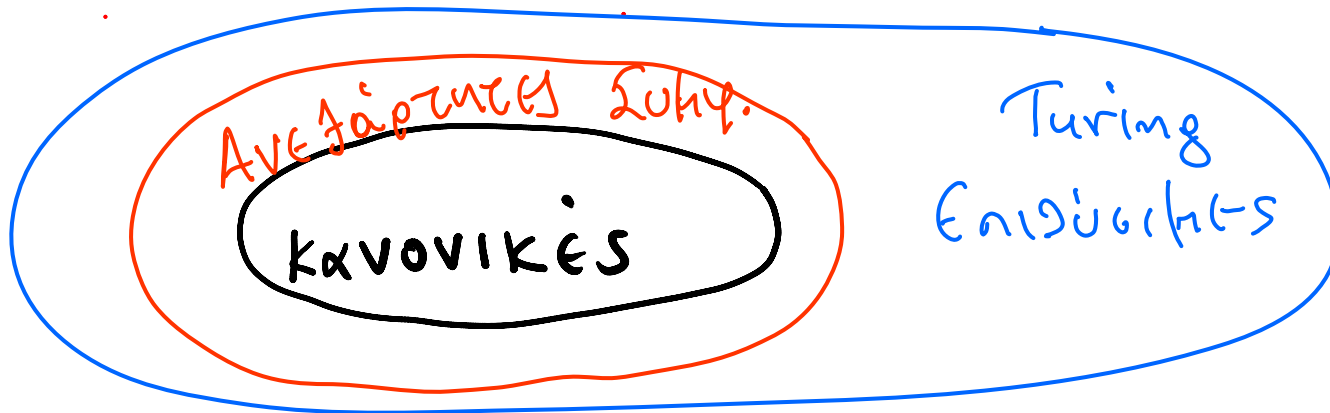
- Τα αυτόματα στοίβας «φτωχά» μοντέλα υπολογισμού.
- Διαισθητικά: οι περισσότεροι έχετε γράψει πρόγραμμα που απαιτεί περισσότερη μνήμη από όση χωρά σε 1 στοίβα.



- Υπάρχει μοντέλο υπολογισμού που να υλοποιεί κάθε αλγόριθμο που μπορούμε να σκεφτούμε;
- ΝΑΙ! Η μηχανή Turing (Church-Turing).
- Turing επιλύσιμες γλώσσες.

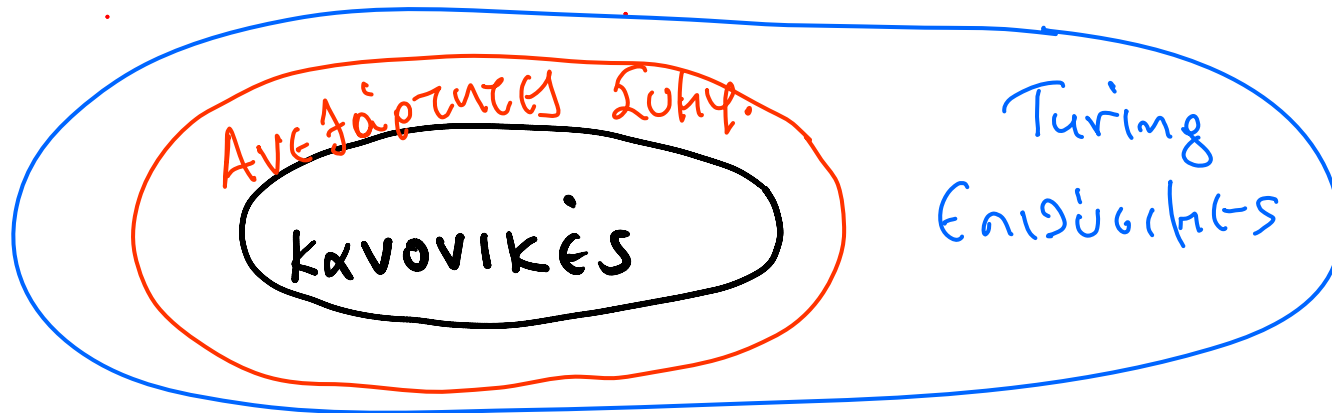
Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

- Υπάρχουν γλώσσες που δεν είναι Turing επιλύσιμες?



Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

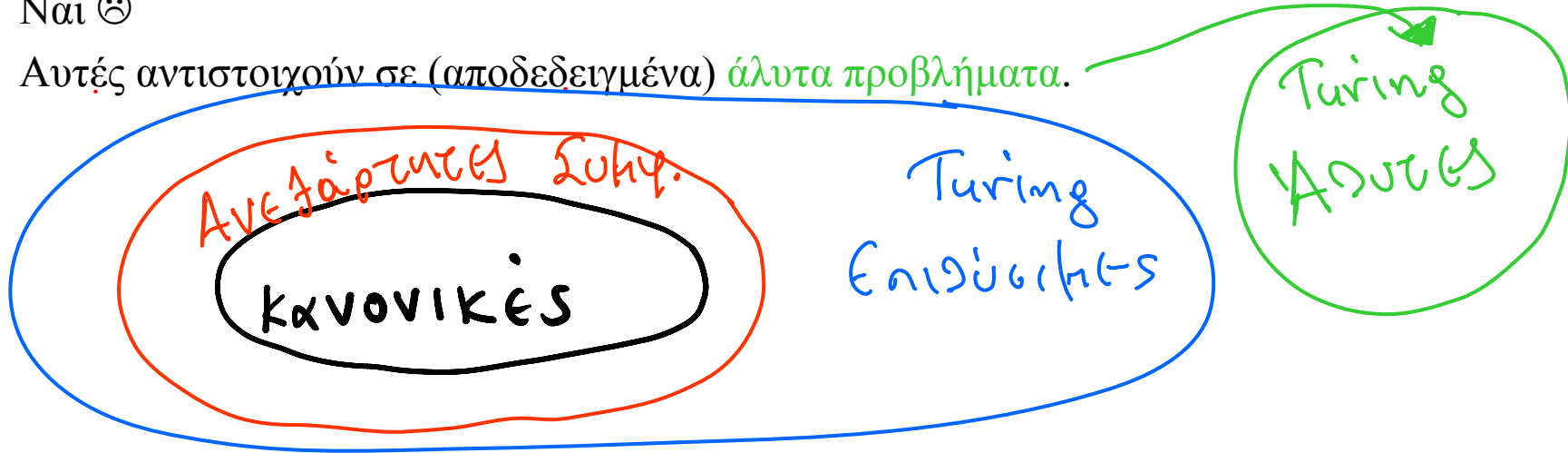
- Υπάρχουν γλώσσες που δεν είναι Turing επιλύσιμες?
- Ναι ☹





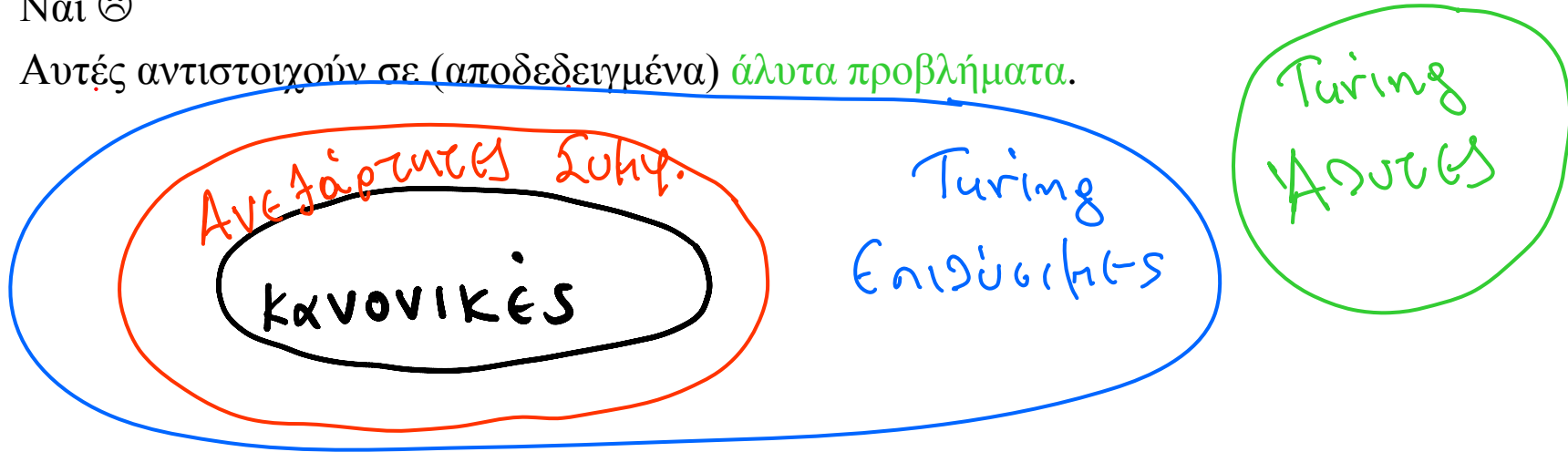
Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

- Υπάρχουν γλώσσες που δεν είναι Turing επιλύσιμες?
- Ναι ☹
- Αυτές αντιστοιχούν σε (αποδεδειγμένα) *άλυτα προβλήματα*.



Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

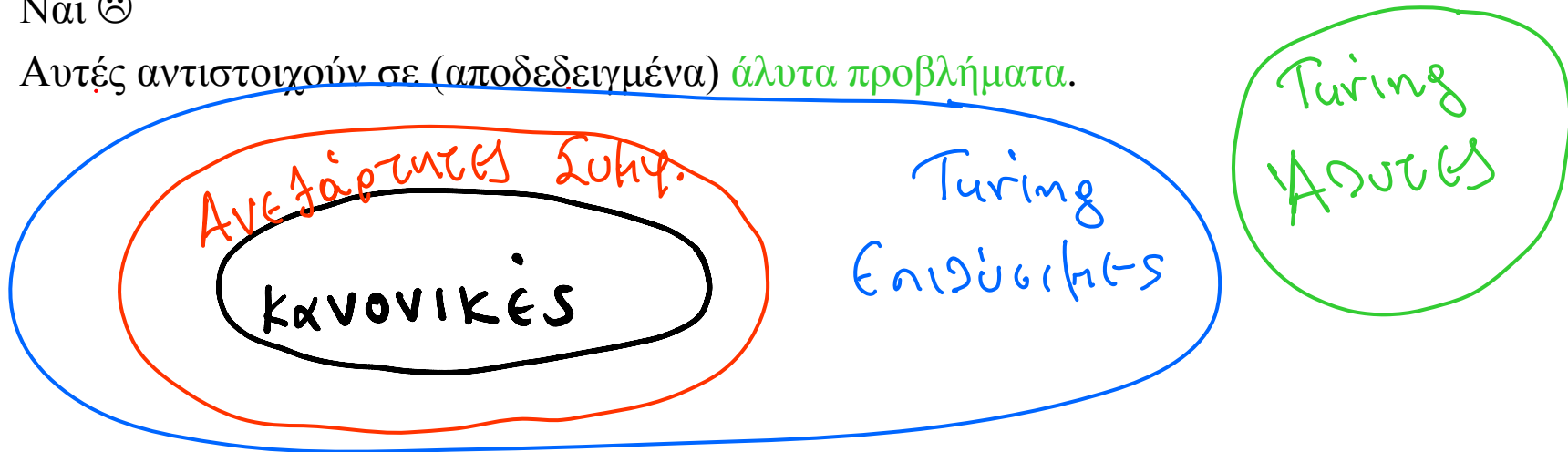
- Υπάρχουν γλώσσες που δεν είναι Turing επιλύσιμες?
- Ναι ☹
- Αυτές αντιστοιχούν σε (αποδεδειγμένα) **άλυτα προβλήματα**.



- Πχ. Το πρόβλημα του τερματισμού (Halting problem).
- Διαισθητικά: Έστω ένα πρόγραμμα  $M$  και μια είσοδος  $W$ . Θα τερματίσει το πρόγραμμα  $M$  με είσοδο  $W$ ?

Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

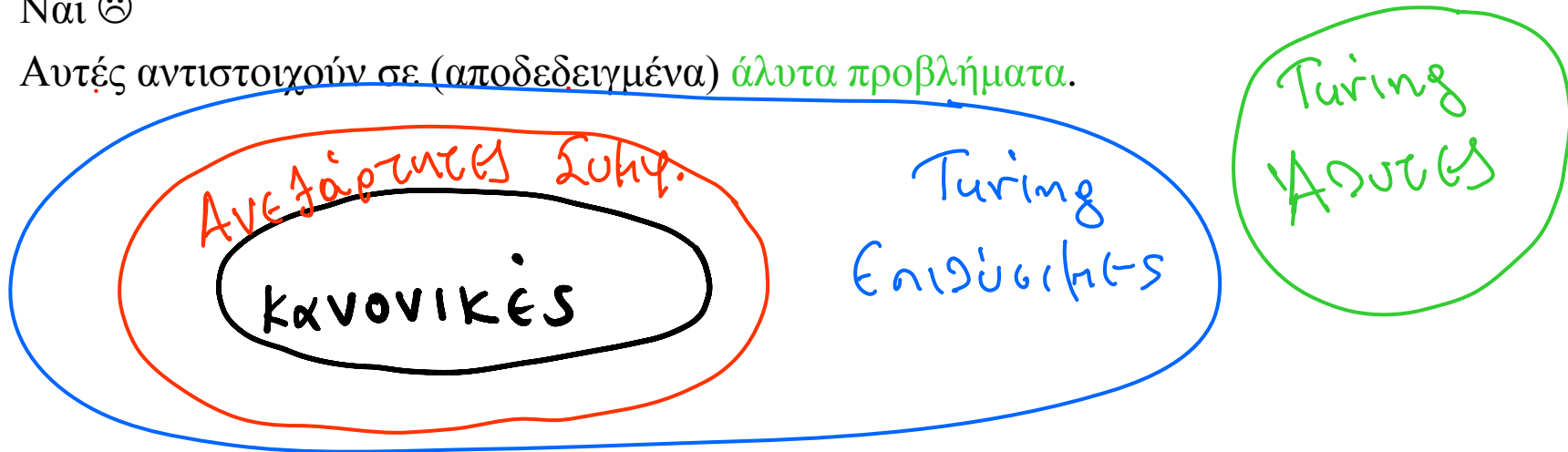
- Υπάρχουν γλώσσες που δεν είναι Turing επιλύσιμες?
- Ναι ☹
- Αυτές αντιστοιχούν σε (αποδεδειγμένα) *άλυτα προβλήματα*.



- Πχ. Το *πρόβλημα του τερματισμού* (Halting problem).
- Πως δείχνω ότι ένα πρόβλημα είναι *άλυτο*;

Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

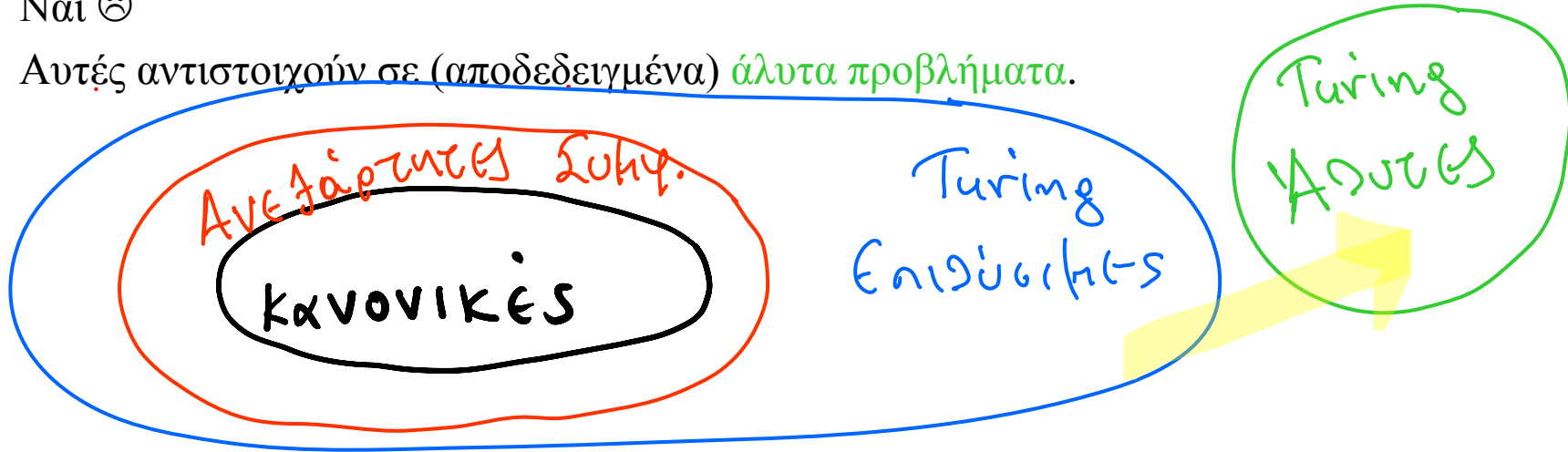
- Υπάρχουν γλώσσες που δεν είναι Turing επιλύσιμες?
- Ναι ☹
- Αυτές αντιστοιχούν σε (αποδεδειγμένα) **άλυτα προβλήματα**.



- Πχ. Το **πρόβλημα του τερματισμού** (Halting problem).
- **Πως δείχνω ότι ένα πρόβλημα είναι άλυτο;**
- ... μήπως ... πάλι με Λήμμα Άντλησης....;

Κανονικές  $\subseteq$  Ανεξάρτητες Συμφραζομένων  $\subseteq$  Επιλύσιμες

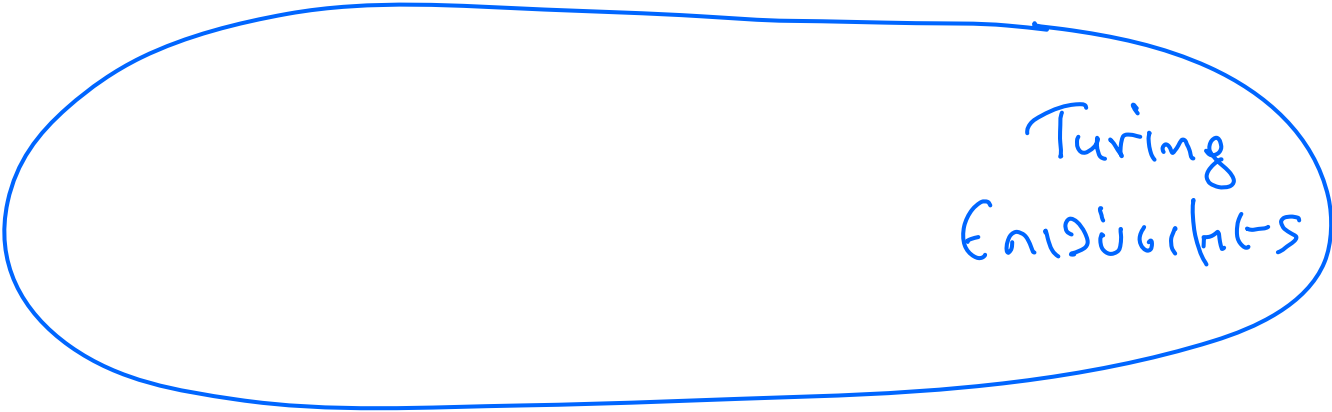
- Υπάρχουν γλώσσες που δεν είναι Turing επιλύσιμες?
- Ναι ☹
- Αυτές αντιστοιχούν σε (αποδεδειγμένα) **άλυτα προβλήματα**.



- Πχ. Το **πρόβλημα του τερματισμού** (Halting problem).
- **Πως δείχνω ότι ένα πρόβλημα είναι άλυτο;**
- ... μήπως ... πάλι με Λήμμα Άντλησης....;
- Όχι. Με τη **μέθοδο της Αναγωγής!**

## Χρονική πολυπλοκότητα των Turing Επιλύσιμων

- **Πόσο χρόνο** κάνει ο αλγόριθμος να αποφασίσει κάθε στιγμιότυπο του προβλήματος L?
- **Ισοδύναμα:** **Πόσο χρόνο** κάνει η Turing μηχανή να αποφασίσει κάθε λέξη της γλώσσας L?



Turing  
Επιλύσιμος

## Χρονική πολυπλοκότητα των Turing Επιλύσιμων

- **Πόσο χρόνο** κάνει ο αλγόριθμος να αποφασίσει κάθε στιγμιότυπο του προβλήματος L?
- **Ισοδύναμα:** **Πόσο χρόνο** κάνει η Turing μηχανή να αποφασίσει κάθε λέξη της γλώσσας L?



- Αν η μηχανή Turing αποφασίζει **κάθε λέξη** αν ανήκει ή όχι στην L σε **χρόνο πολυωνυμικό** τότε η L ανήκει στην κλάση P
- $P = \{L \mid L \text{ λύνεται σε πολ/κο χρόνο}\}$

## Η κλάση **P** και η κλάση **NP** .

Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
=μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.  
Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.



# Η κλάση P και η κλάση NP

Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.

input  $\xrightarrow{\text{βημα 1}}$  •

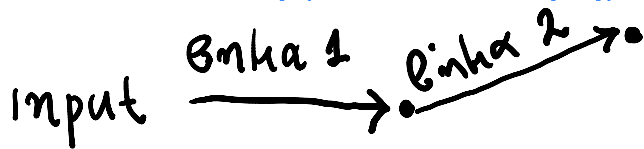
Ντετερμ.  
μετάβαση

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
=μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.

Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.

## Η κλάση P και η κλάση NP

Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.

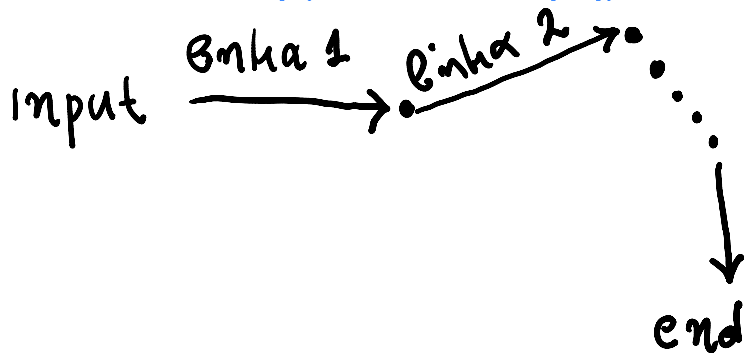


Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
=μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.

Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.

# Η κλάση P και η κλάση NP

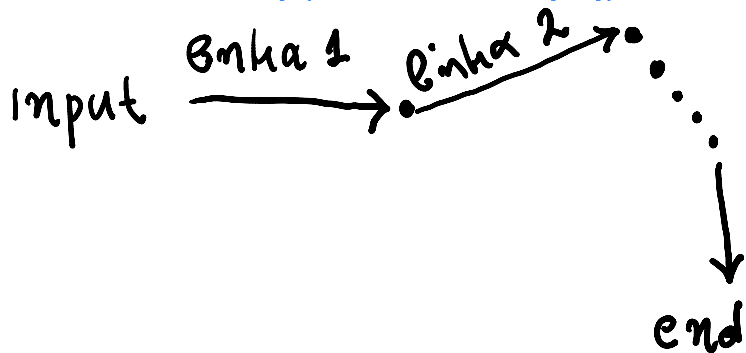
Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.



Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
=μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.  
Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.

# Η κλάση P και η κλάση NP

Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.



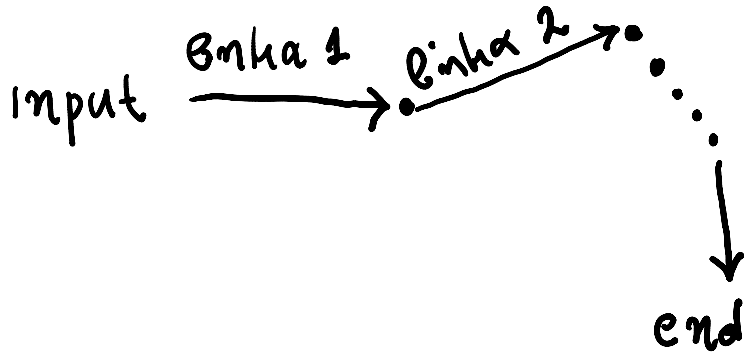
πολλό ποσό βημάτων

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
=μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.

Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.

# Η κλάση P και η κλάση NP

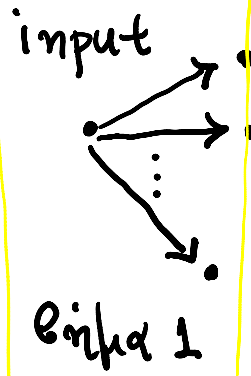
Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.



πολλό/κο πλήθος βημάτων

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
=μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.

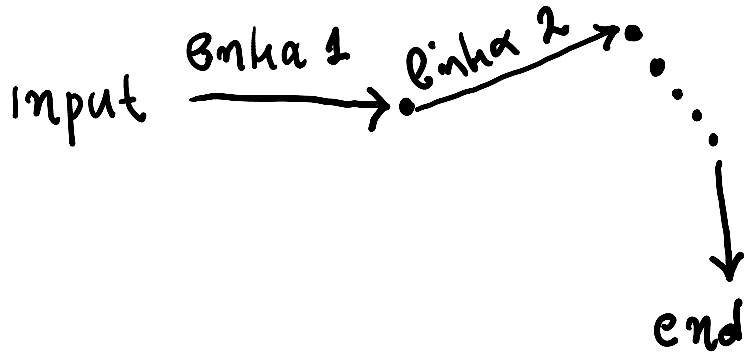
Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.



ΜΗ ντετερμ.  
μεταβάσεις!!!

# Η κλάση P και η κλάση NP

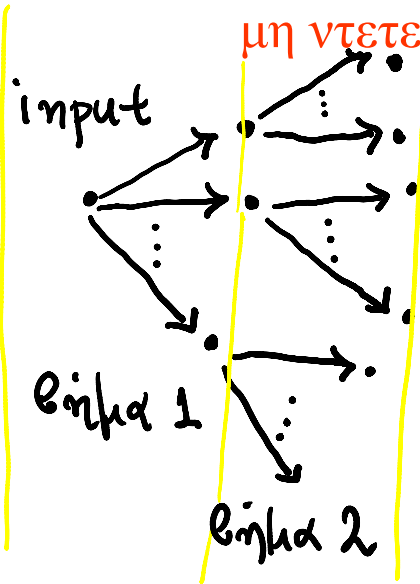
Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.



πολλό μικρό πλήθος βημάτων

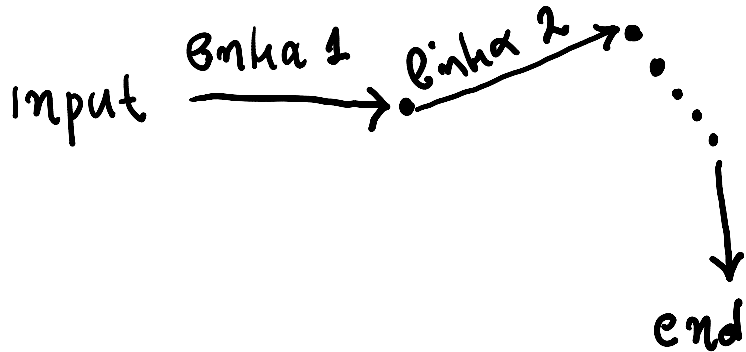
Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
= μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.

Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.



# Η κλάση P και η κλάση NP

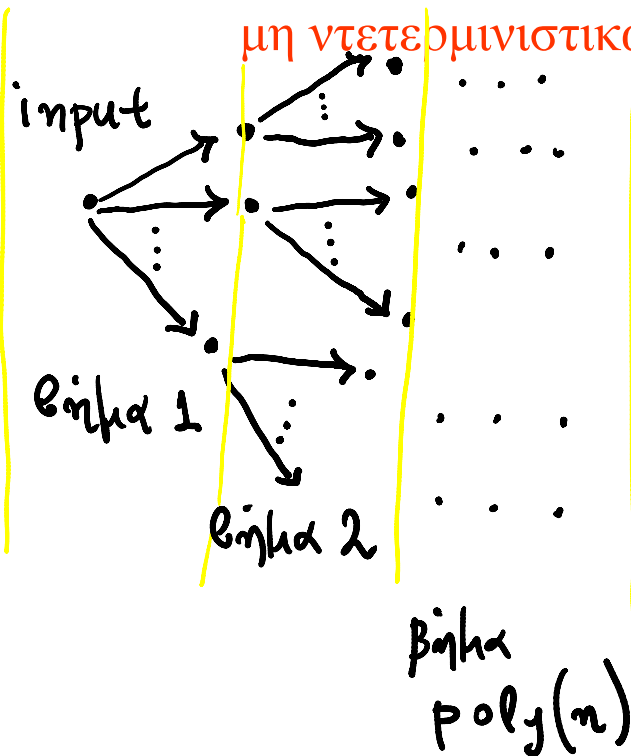
Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.



πολ/κο αριθμός βημάτων

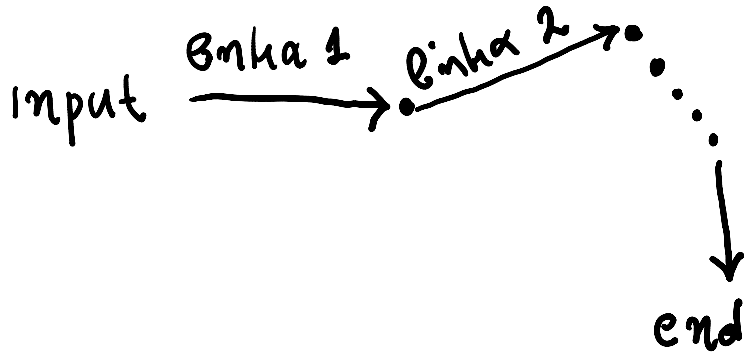
Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
= μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.

Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.



# Η κλάση P και η κλάση NP

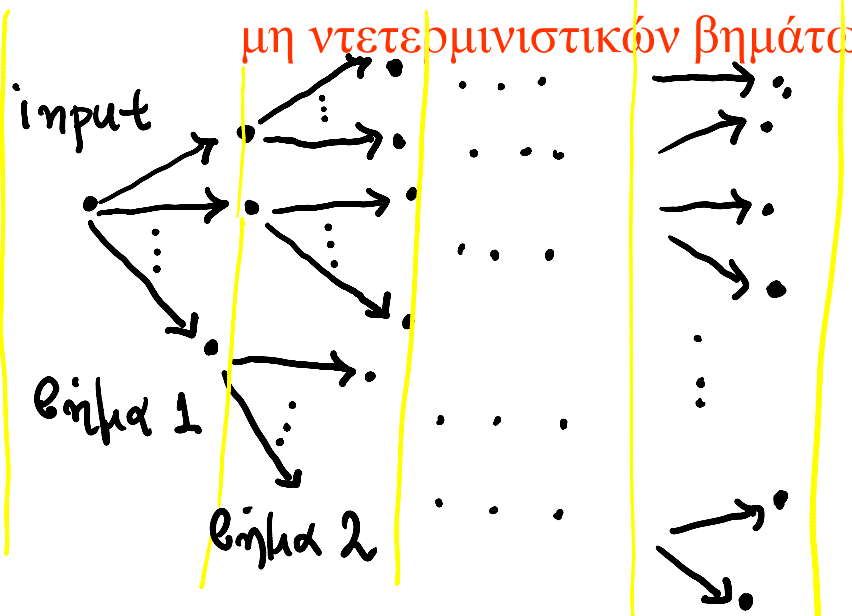
Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού. Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση ντετερμινιστικών βημάτων.



πολλό μικρό πλήθος βημάτων

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing = μη ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού.

Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση μη ντετερμινιστικών βημάτων.

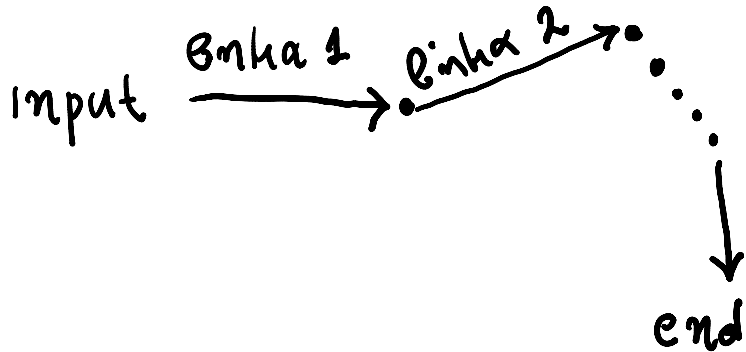


επιλεκτική κατασκευή



# Η κλάση P και η κλάση NP

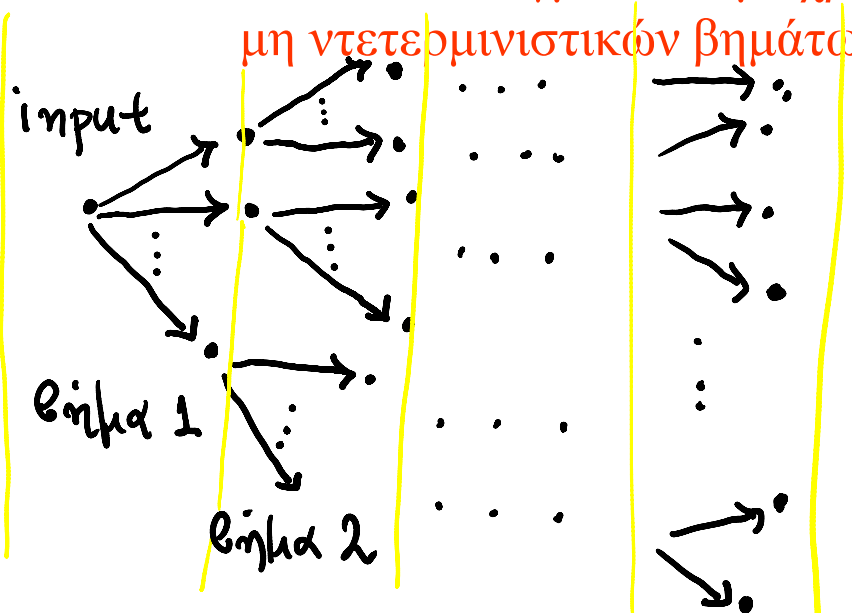
Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού. Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση ντετερμινιστικών βημάτων.



πολ/κο πλήθος βημάτων

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing = μη ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού.

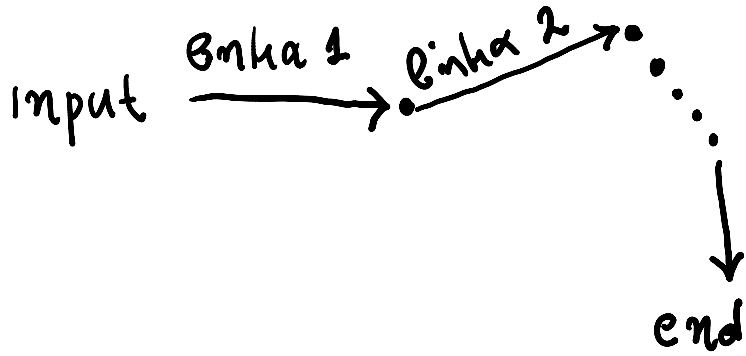
Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση μη ντετερμινιστικών βημάτων.



κάθε κλάδος = πολ/κο πλήθος βημάτων

# Η κλάση P και η κλάση NP

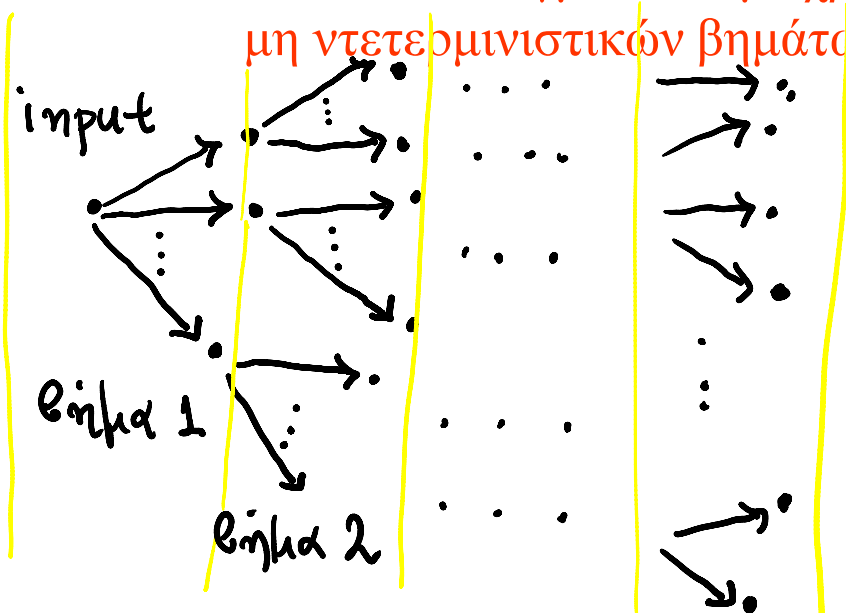
Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού. Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση ντετερμινιστικών βημάτων.



πολ/κο πλήθος βημάτων

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing = μη ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού.

Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση μη ντετερμινιστικών βημάτων.

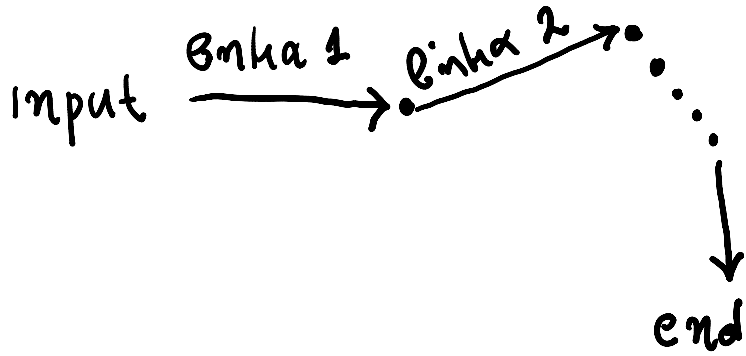


κάθε κλάδο = πολ/κο πλήθος βημάτων

**ΑΛΛΑ:** πλήθος κλάδων εκθετικό

# Η κλάση P και η κλάση NP

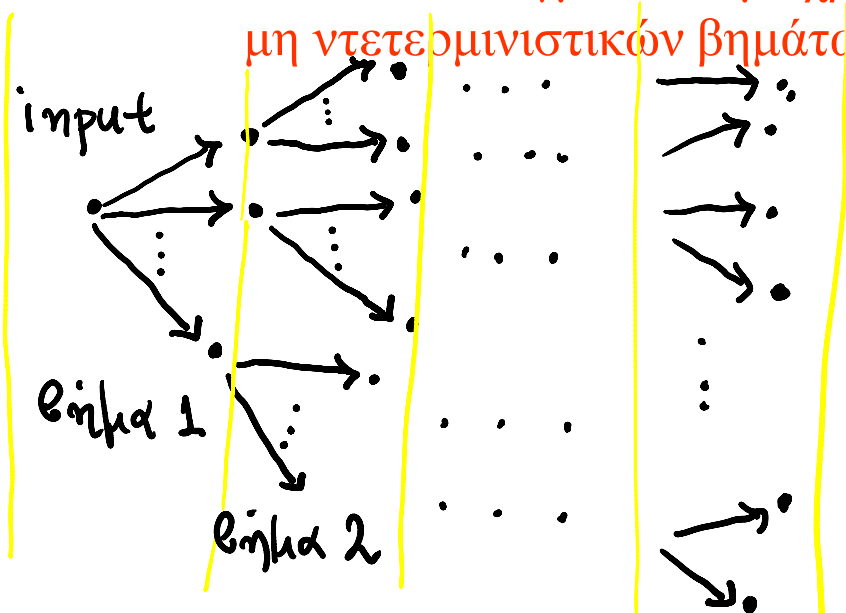
Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού. Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση ντετερμινιστικών βημάτων.



πολ/κο πλήθος βημάτων

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing = μη ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού.

Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση μη ντετερμινιστικών βημάτων.



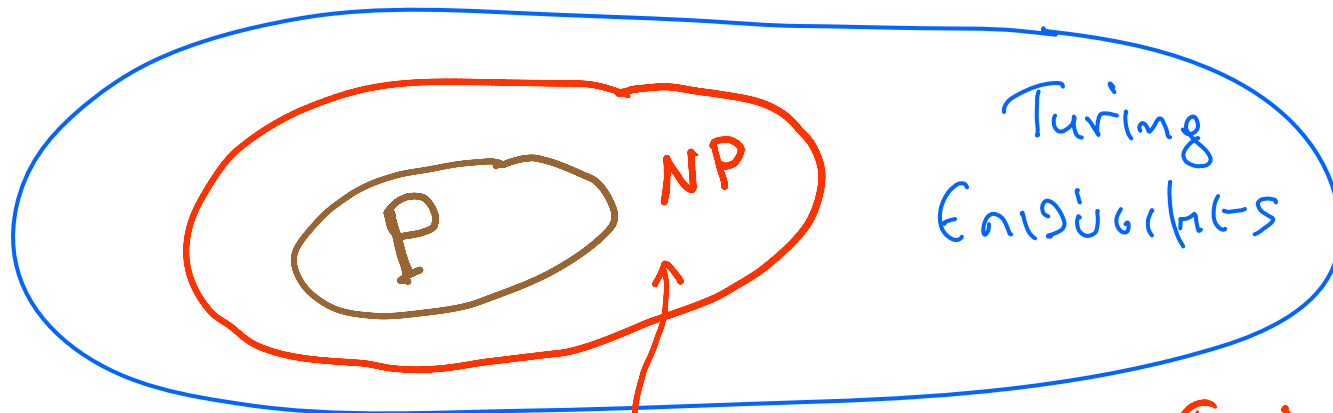
κάθε κλάδο = πολ/κο πλήθος βημάτων

**ΑΛΛΑ:** πλήθος κλάδων εκθετικό  
τερμ. ΝΑΙ  $\Leftrightarrow \exists$  κλάδοι που τερμ. ΝΑΙ

# Η κλάση P και η κλάση NP

Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού. Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση ντετερμινιστικών βημάτων.

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing = μη ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού. Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση μη ντετερμινιστικών βημάτων.

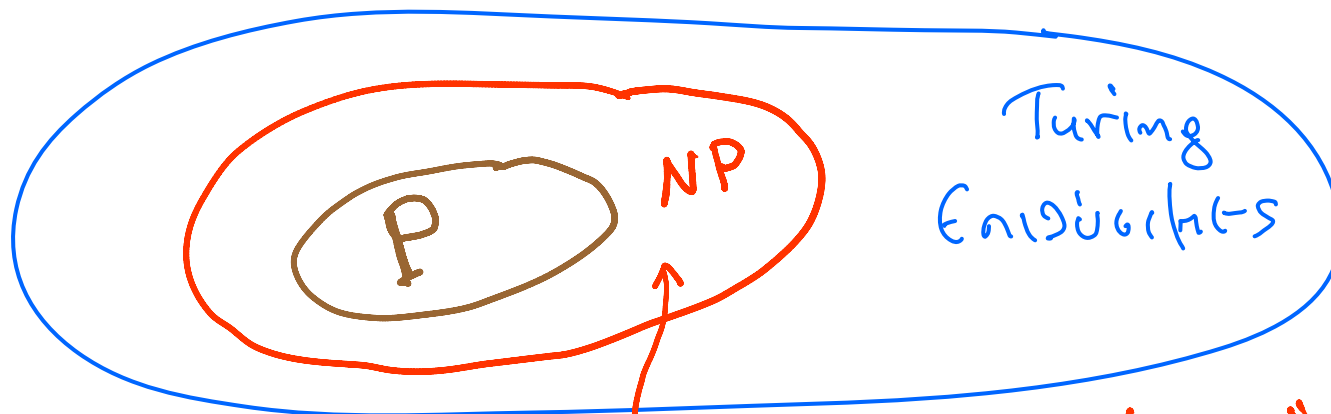


Μη ντετερμ. μηχαν. Turing απαιτεί πολ/κο χρόνο για να λύσει τα προβλ. αυτής της κλάσης.

# Η κλάση P και η κλάση NP

Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού. Λύνουν κάθε  
στιγμιότυπο με χρήση  
ντετερμινιστικών βημάτων.

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing  
=μη ρεαλιστικό μοντέλο  
υπολογισμού.  
Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση  
μη ντετερμινιστικών βημάτων.

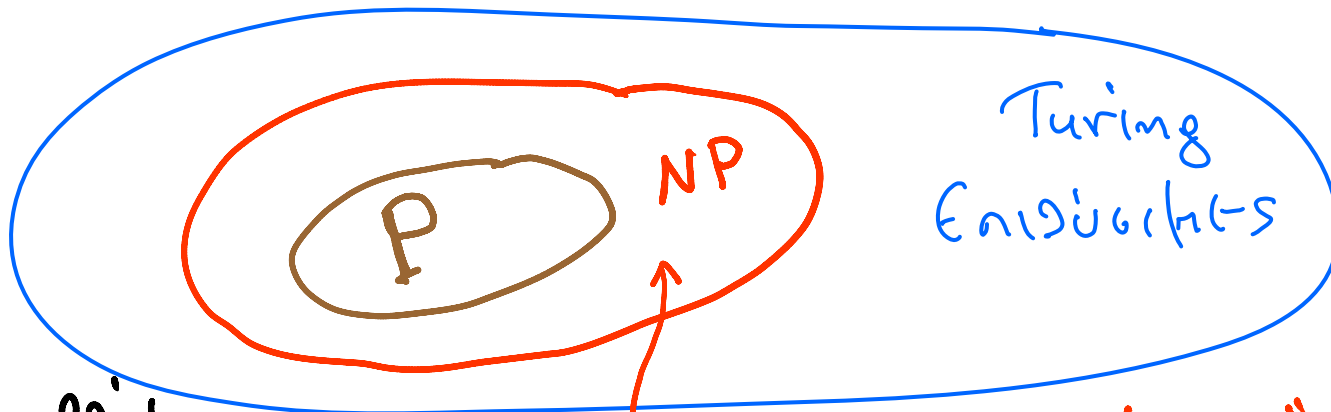


Πρέπει να "μαντέψουμε" το κλαδί  
του υπολογισμού της TM που τερματίζει  
με "ΝΑΙ"

# Η κλάση P και η κλάση NP

Ντετερμινιστικές μηχανές Turing =  
ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού. Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση ντετερμινιστικών βημάτων.

Μη ντετερμινιστικές μηχανές Turing = μη ρεαλιστικό μοντέλο υπολογισμού. Λύνουν κάθε στιγμιότυπο με χρήση μη ντετερμινιστικών βημάτων.



Υπάρχουν προβλήματα που, μέχρι σήμερα, ο best algorithm απαιτεί εκθετικό χρόνο για να βρει το "κωδικό" με ΝΑΙ.

Πρέπει να "μαντέψουμε" το κωδικό του υπολογισμού της TM που τερματίζει με "ΝΑΙ".