

Παράδειγμα 2  
Κώδικες Μεταβλητού Μήκους:  
Κωδικοποίηση Huffman

*10c (§10.5 - 10.8) – 25-28 Νοε. 2022 – Μανόλης Κατεβαίνης*

# Σειριακές Επικοινωνίες



- ΑΝΟΙΧΤΑ, ΑΝΟΙΧΤΑ, ΚΛΕΙΣΤΑ, ΑΝΟΙΧΤΑ, ΚΛΕΙΣΤΑ, ΚΛΕΙΣΤΑ, ΑΝΟΙΧΤΑ, ΚΛΕΙΣΤΑ, ΚΛΕΙΣΤΑ, ΑΝΟΙΧΤΑ, ΚΛΕΙΣΤΑ, ΑΝΟΙΧΤΑ, ΚΛΕΙΣΤΑ, ΑΝΟΙΧΤΑ, ΑΝΟΙΧΤΑ, ΑΝΟΙΧΤΑ, ΚΛΕΙΣΤΑ...
- ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ;... ΣΤΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ Ή ΣΤΑ ΣΧΟΛΕΙΑ;
- ΜΗΝ ΕΙΣΑΙ ΑΦΕΛΗΣ. ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΜΕΤΑΔΙΔΟΥΝ.

- Την εποχή που πολλά ανοιγοκλείναν λόγω covid-19...

Credit: Εφημερίδα «Καθημερινή», 31 Ιαν. 2021

# Κώδικες Μεταβλητού Μήκους & Στατιστικές Ιδιότητες

- Μέχρι τώρα: κωδικοποίηση σταθερού μήκους (πλάτους)
  - $n$  bits  $\rightarrow 2^n$  συνδυασμοί
- Εδώ: κώδικες μεταβλητού μήκους
  - αποδεκτοί στη σειριακή μετάδοση
  - χρήσιμοι στη συμπίεση δεδομένων
  - αξιοποιούν στατιστικές ιδιότητες της μεταδιδόμενης πληροφορίας
  - η λήψη και ερμηνεία τους συγγενεύει με την αναγνώριση γραμματικών από τους μεταφραστές (compilers).

Απλό  
Παράδειγμα

| Σύμβολο | Κώδικας |
|---------|---------|
| A       | 0       |
| B       | 10      |
| C       | 110     |
| D       | 111     |

## Απλό Παράδειγμα: 4 σύμβολα με 1.75 bits/σύμβολο

- Αλφάβητο με μόνον 4 γράμματα, για απλότητα
- A πολύ συχνό (50%), B μετρίως (25%), C, D σπάνια (12.5%)
- Πόσο θα «κοστίσει» ένα μήνυμα αποτελούμενο από 1000 γράμματα (1000 «σύμβολα»);

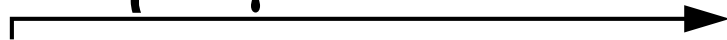
| Σύμβολο | Κώδικας      | Σύμβολα/Μήνυμα | bits/Μήνυμα |
|---------|--------------|----------------|-------------|
| A       | 0 (1 bit)    | ×500           | = 500       |
| B       | 10 (2 bits)  | ×250           | = 500       |
| C       | 110 (3 bits) | ×125           | = 375       |
| D       | 111 (3 bits) | ×125           | = 375       |
| Σύνολο: |              | 1000           | 1750        |

# Λήψη και Ερμηνεία Μηνυμάτων με Κωδ. Μτβλ. Μήκ.

Εδώ η ερμηνεία είναι απλή, διότι:

- Κανένα βραχύτερο σύμβολο δεν αποτελεί πρόθεμα (prefix) κανενός μακρύτερου συμβόλου

Μηνυμα



1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0

B    D    B    A    C    A

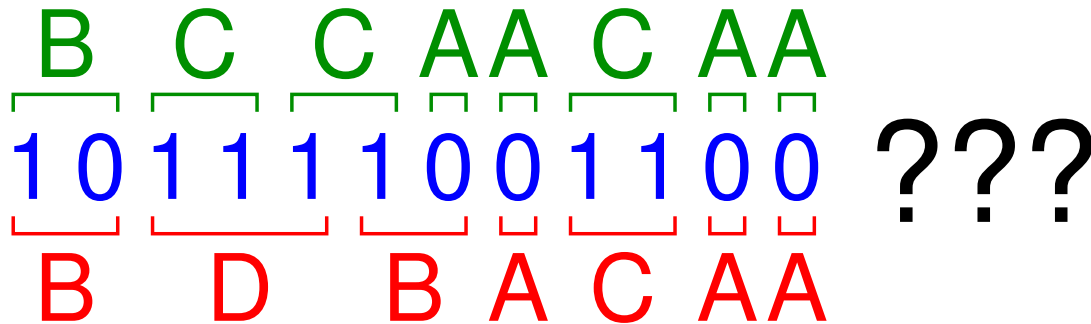
Απλό  
Παράδειγμα

| Σύμ-<br>βολο | Κώ-<br>δικας |
|--------------|--------------|
| A            | 0            |
| B            | 10           |
| C            | 110          |
| D            | 111          |

# Διφορούμενοι (ambiguous) Κώδικες

Γνωστοί από την Αρχαιότητα:

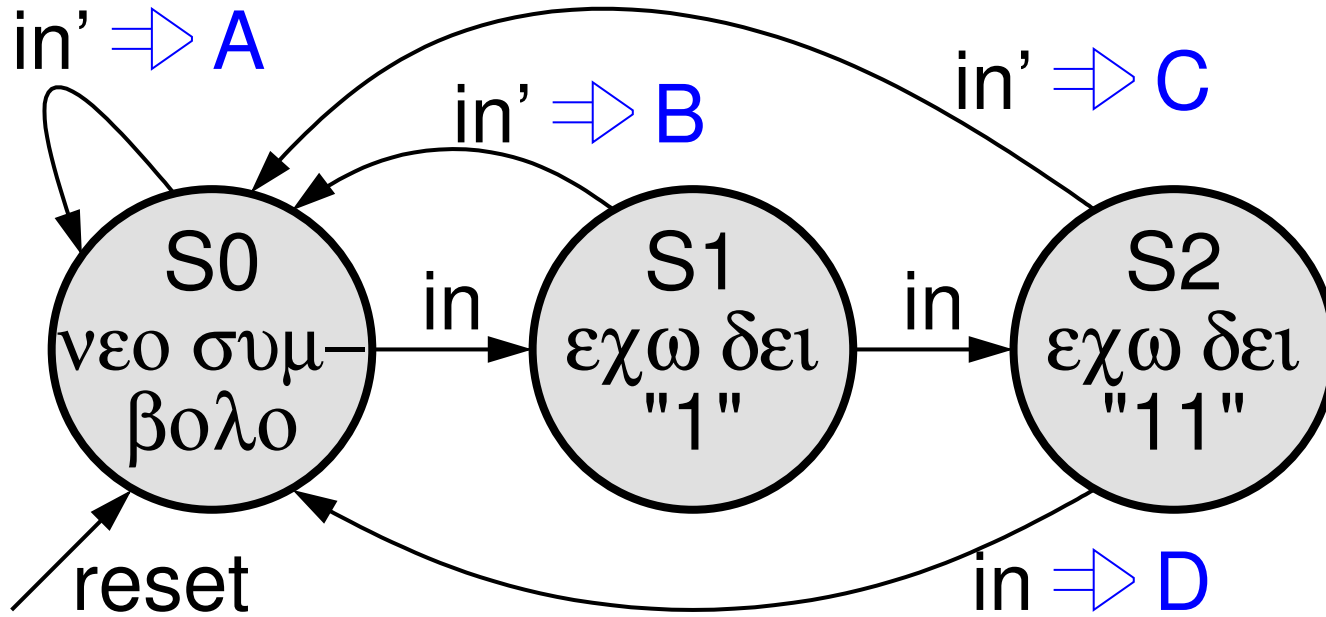
- *Ίξεις αφίξεις ουκ εν τω πολέμω θνήξεις:*
  - Ίξεις, αφίξεις, ουκ εν τω πολέμω θνήξεις – ή:
  - Ίξεις, αφίξεις ουκ, εν τω πολέμω θνήξεις



Διφορούμενος:

| Σύμβ. | Κώδ. |
|-------|------|
| A     | 0    |
| B     | 10   |
| C     | 11   |
| D     | 111  |

# FSM Αποκωδικοποίησης απλού κώδικα Huffman

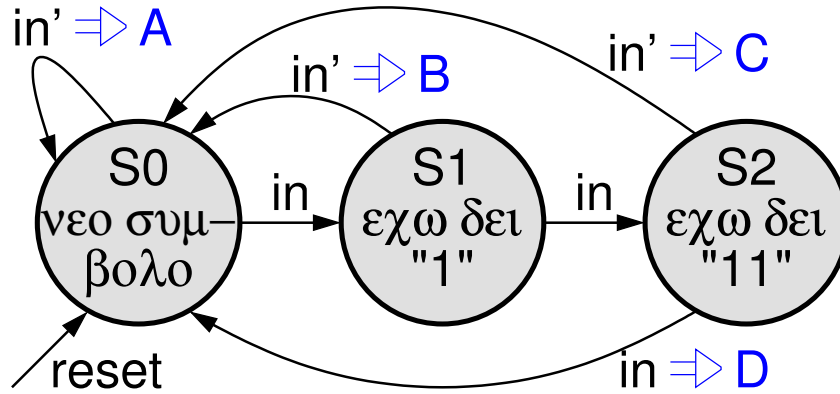


Απλό  
Παράδειγμα

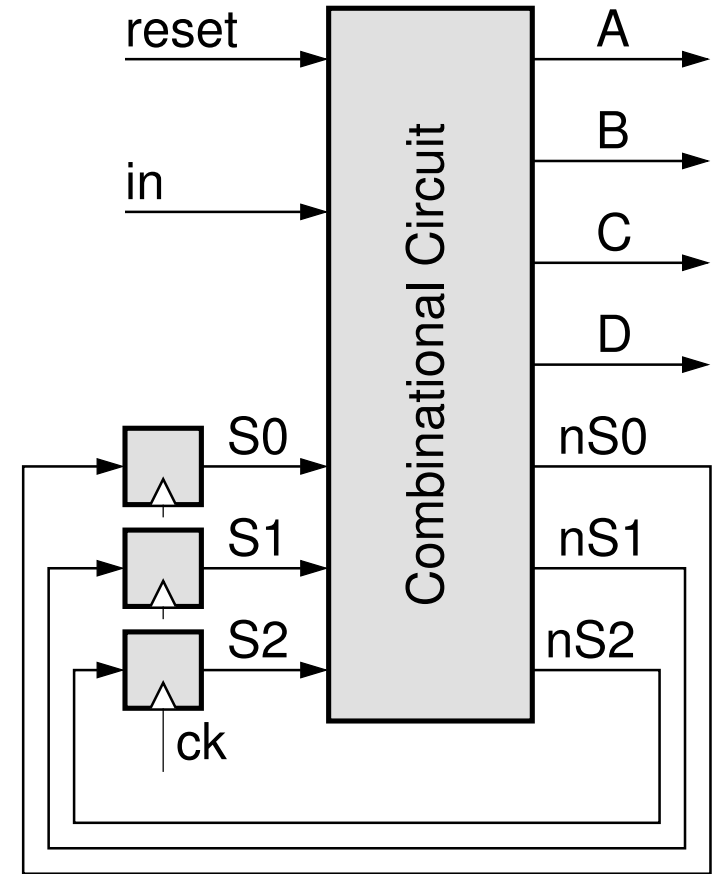
| Σύμβολο | Κώδικας |
|---------|---------|
| A       | 0       |
| B       | 10      |
| C       | 110     |
| D       | 111     |

- Απαιτείται Reset
- Υπόθεση χρονισμού εξόδων: δηλώνουμε την αναγνώριση συμβόλου στον ίδιο κύκλο με το τελευταίο bit του – αλλιώς θα χρειαζόνταν πολύ περισσοτ. καταστ.

# Κωδικοποίηση Καταστάσεων *One-Hot*: η ιδέα

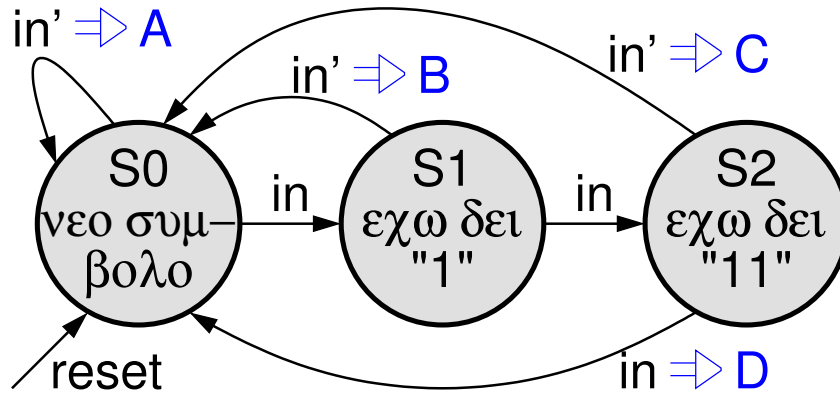


- *One-Hot*: φροντίζουμε πάντα ένα και μόνον ένα από τα flip-flops κατάστασης να ανάβει
- Ισοδύναμο με κλασικά flip-flops κατάστασης ακολουθούμενα από έναν αποκωδικοποιητή





# Κωδικοποίηση Καταστάσεων One-Hot: η υλοποίηση



- $A = S0 \cdot in'$        $B = S1 \cdot in'$   
   $C = S2 \cdot in'$        $D = S2 \cdot in$
- $nS1 = S0 \cdot in \cdot reset'$
- $nS2 = S1 \cdot in \cdot reset'$
- $nS0 = in' + S2 + reset$

