

1) Η κάμερα θα βγάλει 2 φωτογραφίες, θα βρει την απόσταση που διύνησε το αυτοκίνητο, και

$$\text{θα εφαρμόσει τον τύπο } u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$2) \cdot \text{Max ταχύτητα} = 720 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{720.000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 200 \text{ m/s}$$

$$\cdot \text{Η πίστα είναι } 20 \text{ m}, \text{ άρα σε } \frac{20 \text{ m}}{200 \frac{\text{m}}{\text{s}}} =$$

$$= 0,1 \text{ sec} = 100 \text{ ms} \text{ πρέπει να έχουμε βγάλει}$$

2 φωτογραφίες

• Εφαρμόσουμε κριτήριο Nyquist:  $f_s > 2 \cdot f_{\text{max}} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow f_s > 2 \cdot \frac{1}{0,1 \text{ s}} = 2 \cdot 10 \Leftrightarrow f_s > 20 \text{ Hz}, \text{ άρα η καταλληλή συχνότητα είναι}$$

αν βγάλουμε ακριβώς κάθε 100ms φώτο, π.χ.  $t = 0,1 \text{ s}$   
 $t = 0,2 \text{ s}$   
 $t = 0,3 \text{ s}$   
 $\vdots$

σκεψου τι θα γίνει αν  
 περάσει το αυτ/το  
 τη στιγμή  $t = 0,1 \text{ s}$   
 με  $720 \text{ km/h}$  (θα βρει μόνο 1  
 φώτο)

### 1<sup>η</sup> αρχιτεκτονική

3) α) • Αν θεωρήσουμε ότι περνάνε 2 αυτοκίνητα/sec, τότε σκέπνουμε 2 ταχύτητες/sec (2 πακέτα/sec) στη βάση

• Για το μέγεθος του πακέτου θεωρούμε:

- 7 γραμμάτα/αριθμοί σε κάθε ηπακίδα  $\rightarrow 7 \cdot 8 = 56 \text{ bit}$
- ταχύτητα int  $\rightarrow 32 \text{ bits}$
- ώρα long  $\rightarrow 64 \text{ bits}$

$$56 + 32 + 64 = 152 \text{ bits}$$

$$\cdot 2 \text{ πακέτα/sec} = 2 \cdot \frac{152 \text{ bits}}{\text{sec}} = 304 \text{ bps} \text{ η κίνηση της κάθε κάμερας}$$

$$\cdot \text{Συνολική κίνηση: } 10 \cdot 304 \text{ bps} = 3040 \text{ bps}$$

• Αν θέλουμε σε Erlang και θεωρήσουμε ρυθμό μετάδοσης 100 Mbps (β.ερ.), τότε κάθε πακέτο των 152 bits διαρκεί  $\frac{152}{100 \cdot 10^6} \text{ sec} = 1,52 \text{ ns}$

$$\text{άρα η ζητούμενη κίνηση} = 2 \text{ πακέτα/sec} \cdot 10 \text{ κάμερες} \cdot 1,52 \cdot 10^{-6} \text{ sec} = 30,4 \cdot 10^{-6} \text{ Erlang}$$

### 2<sup>η</sup> αρχιτεκτονική

• Τώρα σκέπνουμε 20 πακέτα/sec  $\cdot 10 \text{ κάμερες} = 200 \text{ πακέτα/sec}$

• Θεωρούμε 4MB ανά φώτο, δηλ.  $4 \cdot 10^6 \cdot 8 \text{ bit} = 32 \text{ Mb}$  /φώτο

$$\cdot \text{Συνολική κίνηση} = 200 \cdot 32 \cdot 10^6 \frac{\text{bit}}{\text{sec}} = 6400 \text{ Mbps} = 80 \text{ MBps}$$

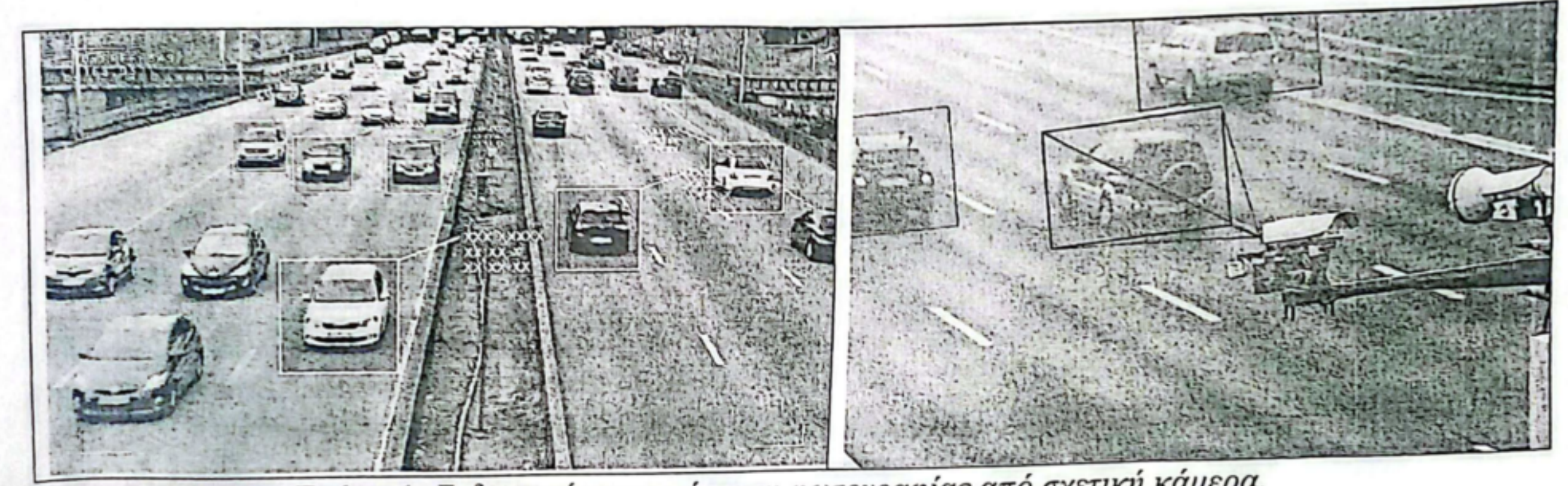
$$\cdot \text{Σε Erlang: } \text{κάθε πακέτο διαρκεί } \frac{32 \cdot 10^6}{100 \cdot 10^6} \text{ sec} = 0,32 \text{ sec}$$

$$\text{άρα η ζητούμενη κίνηση} = 200 \text{ πακέτα/sec} \cdot 0,32 = 64 \text{ Erlang}$$

β) Η 1<sup>η</sup> αρχιτεκτονική σίγουρα θα δουλέψει (είναι λιγα τα δεδομένα που σκέπνουμε) ενώ η 2<sup>η</sup> αρχιτεκτονική μπορεί να δουλέψει μόνο αν έχουμε μικρά μεγέθη εικόνas (κυρίως αν κάνουμε compression)

Σε μια πίστα δοκιμών ταχύτητας αυτοκινήτων και μοτοσυκλετών, έχουν εγκατασταθεί 10 κάμερες, μαζί με το απαραίτητο ηλεκτρονικό σύστημα συλλογής των μετρήσεων (κόμβος), υπεύθυνες για την μέτρηση της ταχύτητας των οχημάτων. Κάθε κάμερα έχει οπτικό πεδίο συνολικού μήκους (πίστας) 20m και πρέπει να μετράει την ταχύτητα διέλευσης του οχήματος. Οι κάμερες δεν λαμβάνουν βίντεο, αλλά λειτουργούν σαν φωτογραφικές μηχανές που λαμβάνουν διαδοχικές φωτογραφίες με συγκεκριμένη συχνότητα  $f_c$ . Η μέγιστη ταχύτητα οχήματος που μπορεί να μετρήσει η κάμερα είναι 720km/h.

→ 1000/60



Σχήμα 1. Ενδεικτική αναπαράσταση φωτογραφίας από σχετική κάμερα.

1. Περιγράψτε έναν τρόπο μέτρησης της ταχύτητας του οχήματος, θεωρώντας ότι κάθε κάμερα είναι εφοδιασμένη με ρολόι (για την μέτρηση του χρόνου) και αλγόριθμο ικανό να εντοπίζει ακριβώς τη θέση του οχήματος στην πίστα από την επεξεργασία της φωτογραφίας (Σχήμα 1). (1 μονάδα)
2. Προσδιορίστε την κατάλληλη συχνότητα δειγματοληψίας φωτογραφιών στο σύστημά σας. (1 μονάδα)
3. Ο σχεδιαστής του συστήματος (δηλαδή εσείς) καλείται να επιλέξει ανάμεσα σε δύο πιθανές αρχιτεκτονικές υλοποίησης του συστήματος. Στην 1<sup>η</sup> αρχιτεκτονική, τα data που συλλέγονται από κάθε κάμερα επεξεργάζονται τοπικά (στον κόμβο συλλογής) και αποστέλλεται ασύρματα η ταχύτητα του οχήματος σε κεντρικό σταθμό. Στην 2<sup>η</sup> αρχιτεκτονική, τα data που συλλέγονται από κάθε κάμερα αποστέλλονται απευθείας ασύρματα στον κεντρικό σταθμό, οποίος θα κάνει την ανάλυση προκειμένου να προσδιορίσει την ταχύτητα του οχήματος.
  - a. Υπολογίστε την ζητούμενη τηλεπικοινωνιακή κίνηση σε κάθε μία από τις δύο αρχιτεκτονικές. Κάντε μόνοι σας τις απαραίτητες υποθέσεις, για το μέγεθος των δεδομένων. Για τις φωτογραφίες MHN κάνετε καμία υπόθεση για συμπίεσή τους. Τεκμηριώστε τις απαντήσεις σας. (5 μονάδες) ✓
  - b. Θεωρήστε ότι διαθέτετε πομποδέκτες που υποστηρίζουν ρυθμό μετάδοσης μέχρι 100Mbps. Ποια αρχιτεκτονική μπορεί να λειτουργήσει σίγουρα και υπό ποια προϋπόθεση θα μπορούσε να δουλέψει και η άλλη αρχιτεκτονική; Τεκμηριώστε τις απαντήσεις σας. (3 μονάδες)