

1) Η κάμερα θα βγάλει 2 φωτογραφίες, θα βρει σην απόσταση που διένησε στο αυτοκίνητο, και

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

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

$$\cdot \text{Η πίστα είναι } 20 \text{ m, ώρα σ-ε } \frac{20 \text{ m}}{200 \frac{\text{m}}{\text{s}}} =$$

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

2 φωτογραφίες

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

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

$\left( \text{αν βγάζαμε ακριβώς κάθε } 100 \text{ ms } \text{ φώτο, } n \cdot x \cdot t = \begin{matrix} 0,1 \text{ s} \\ 0,2 \text{ s} \\ 0,3 \text{ s} \end{matrix} \right)$



Σχήμα 1. Ενδεικτική αναπαράσταση φωτογραφίας από σχετική κάμερα.

Σε μια πίστα δικυκλών ταχύτητας αυτοκινήτων, 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 (πίστα) 20m και πρέπει να μετράει την ταχύτητα διέλευσης του οχηματος. Οι κάμερες δεν λαμβάνουν βίντεο, αλλά λειτουργούν σαν φωτογραφικές μηχανές που λαμβάνουν διαδοχικές φωτογραφίες με συγκεκριμένη συχνότητα  $f_c$ . Η μέγιστη ταχύτητα οχημάτος που μπορεί να μετρήσει η κάμερα είναι 720 km/h.  $\rightarrow 1000 / 60$

1. Περιγράψτε έναν τόρο μέτρησης της ταχύτητας του οχηματος, θεωρώντας ότι κάθε κάμερα είναι εφοδιασμένη με ρολόι (για την μέτρηση του χρόνου) και αλγόριθμο ικανό να εντοπίσει ακριβώς τη θέση του οχηματος στην πίστα από την επεξεργασία της φωτογραφίας (Σχήμα 1). (1 μονάδα)

2. Προσδιορίστε την καταλληλή συχνότητα δειγματοληψίας φωτογραφιών στο σύστημά σας. (1 μονάδα)

3. Ο σχεδιαστής του συστήματος (δηλαδή εσες) καλείται να επλέξει ανάμεσα σε δύο πιθανές αρχιτεκτονικές υλοποίησης του συστήματος. Στην 1<sup>η</sup> αρχιτεκτονική, τα data που συλλέγονται από κάθε κάμερα αποστέλλονται σε κεντρικό σταθμό. Στην 2<sup>η</sup> αρχιτεκτονική, τα data που συλλέγονται από κάθε κάμερα προσεκμένουν να προσδιορίσει την ταχύτητα του οχηματος.

a. Υπολογίστε την ζητούμενη τηλεπικονιαστική κίνηση σε κάθε μία από τις δύο αρχιτεκτονικές. Κάντε μόνο σας τις απαραίτητες υποθέσεις, για το μέγεθος των δεδομένων. Για τις φωτογραφίες MHN κάνετε καμία υπόθεση για συμπλεξή 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)

$$f = 20 \text{ Hz}$$

σκέψου σι θα γίνει αν  
λεράσει το αυτ / σο  
ζη σειρή t = 0,11 s  
με 720 km/h (θα βρει μόνο 1)  
μέρα

3) a) 1<sup>η</sup> αρχιτεκτονική  
· Αν θεωρήσουμε ότι λερνάνε 2 αυτοκίνητα/sec., τότε συνέλνουμε 2 zaxúzeta/sec. (2 λαρέα/sec) στη βάση

· Για το μέγεθος του λαρέου θεωρούμε:

· 7 γραμματα/αριθμοί σε κάθε λιναρίδα  $\rightarrow 7 \cdot 8 = 56 \text{ bit}$

· zaxúzeta int  $\rightarrow 32 \text{ bits}$

· ώρα Long  $\rightarrow 64 \text{ bits}$

·  $2 \text{ λαρέα/sec} = 2 \cdot \frac{152 \text{ bits}}{\text{sec}} = 304 \text{ bps}$  η κίνηση στις κάθε κάμερας

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

· Αν θεωρούμε σε Erlang και θεωρήσουμε ρυθμό μεταδοσης 100 Mbps (β ερ.),

τότε κάθε λαρέο των 152 bits διαρκεί  $\frac{152}{100 \cdot 10^6 \text{ sec}} = 1,52 \text{ ns}$

όπως η γιατούρενη κίνηση  $= 2 \text{ λαρέα/sec} \cdot 10 \text{ κάμερες} \cdot 1,52 \cdot 10^{-6} \text{ sec} = 30,4 \cdot 10^{-6} \text{ Erlang}$

2<sup>η</sup> αρχιτεκτονική

· Τώρα συνέλνουμε 20 λαρέα/sec - 10 κάμερες = 200 λαρέα/sec.

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

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

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

όπως η γιατούρενη κίνηση  $= 200 \text{ λαρέα/sec} \cdot 0,32 = 64 \text{ Erlang}$

β) Η 1<sup>η</sup> αρχιτεκτονική σίγουρα θα δουλέψει (είναι διάρια σα δεδομένα που συνέλνουμε)

ενώ η 2<sup>η</sup> αρχιτεκτονική μπορεί να δουλέψει μόνο αν έχουμε μικρά

μεγέθη εικόνας

(κυρίως αν κανουμε compression)

μεγέθη εικόνας (κυρίως αν κανουμε compression)

Σε έναν αγώνα ποδηλάτων έχουν εγκατασταθεί κόμβοι σε διάφορα σημεία της διαδρομής προκαμένου να μετρήσει την ταχύτητα των ποδηλάτων που συμμετέχουν στον αγώνα και έναν κεντρικός κόμβος στο μέσο της πίστας οπού πρέπει να μαζεύονται οι πληροφορίες ταχύτητας για κάθε ποδηλάτη. Κάθε κόμβος περιλαμβάνει μια κάμερα, έναν μικροεπεξεργαστή και έναν πομπόδεκτη. Ο μικροεπεξεργαστής διαθέτει A/D με 8bits και κάτιο sampling rate. Το σύστημα μέτρησης φωνεύει στο Σήμα και περιγράφεται ακολούθως.

Στην προστινή ρόδα κάθε ποδηλάτου, υπάρχει μία χρωματισμένη ακτίνα. Η κάμερα καταγράφει διαδοχικές φωτογραφίες κάθε ποδηλάτου. Θεωρήστε ότι σε κάθε φωτογραφία, το σύστημα επεξεργασίας εικόνας είναι ικανό να ξέχωρίσει τα διαφορετικά ποδήλατα και τις θέσεις των ακτίνων των προστινών τροχού κάθε ποδηλάτου (προσωγγιά). Σεν μετράει πόσο μετακινήθηκε η ρόδα.

1. Αξιοποίησας αυτήν την πληροφορία, περιγράψτε πώς (τον τρόπο) κατά τη γνώμη σας υπολογίζεται η ταχύτητα κάθε ποδηλάτη. Η ακτίνα του τροχού είναι 0.3m. (1 μονάδα)

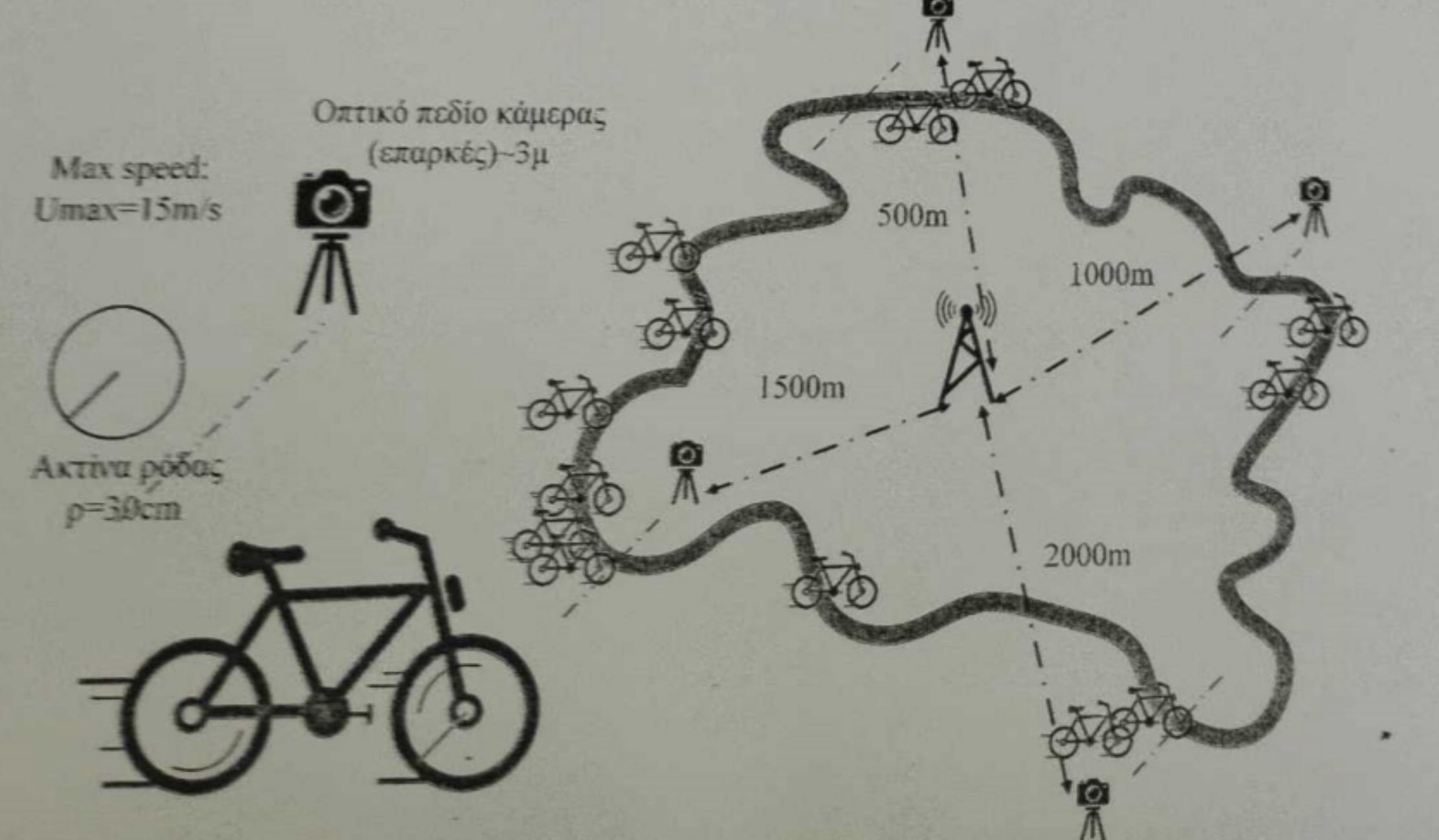
2. Θεωρήστε ότι η μέγιστη ταχύτητα ενός ποδηλάτη είναι 15m/s, προσδιορίστε τον ελάχιστο ρυθμό δειγματοληψίας για κάθε κόμβο. (2 μονάδες)

3. Κατά τη γνώμη σας, πρέπει κάθε κόμβος να στέλνει τις φωτογραφίες στον κεντρικό κόμβο ή είναι προτιμότερο να επεξεργάζεται τις φωτογραφίες και να στέλνει την ταχύτητα; Τεκμηριώστε την απάντηση σας παρουσιάζοντας τα πλεονεκτήματα της επιλογής σας. (1 μονάδα)

4. Για να υπολογίσετε τον συνολικό ρυθμό μετάδοσης στο δίκτυο, κατά τη γνώμη σας, πρέπει να γνωρίζετε το συνολικό αριθμό ποδηλάτων ή το συνολικό πλήθος από κόμβους μέτρησης; Τεκμηριώστε την απάντηση σας και υπολογίστε τον συνολικό μέγιστο ρυθμό παραγωγής bits (ηρος μετάδοση), θεωρώντας ότι έχουμε 100 ποδηλάτες και 4 σημεία μέτρησης. (3 μονάδες)

5. Φτιάξτε μπλοκ διάγραμμα της λειτουργικότητας κάθε κόμβου (τον loop προγραμματισμού) ή τον σχετικό ψευδοκώδικα (δ.τι προτιμάτε). (1 μονάδα)

6. Θεωρήστε ότι στα 10m η ισχύς είναι -20dBm, οι διαλειμώνεις περιγράφονται από Gaussian κατανομή με σ=10dB και αποσύνεται με την 2<sup>nd</sup> δύναμη συναρτήσεις της απόστασης και ζητείται ικανοποιητική κάλυψη για το 98% του χρόνου, ελέγχετε αν εξυπηρετούνται όλοι οι κόμβοι ομαλά, θεωρώντας κατώφλι λήψης τα -91.2dBm και τις αποστάσεις του ακόλουθου σχήματος. (2 μονάδες)



6)  $2q - 1 = 2 \cdot 0,98 - 1 = 0,96$

$\text{erf}(z) = 0,96 \Leftrightarrow z = 1,4557$

$1,4 \rightarrow 0,9523 \quad 1,5 \rightarrow 0,9661 \quad \lambda = \frac{0,9661 - 0,9523}{1,5 - 1,4} = 0,138$

$0,96 - 0,9523 = 0,138(z - 1,4) \Leftrightarrow z = \frac{0,96 - 0,9523}{0,138} + 1,4 \Leftrightarrow z = 1,4557$

$\gamma = \sqrt{2} \cdot z \cdot \sigma = \sqrt{2} \cdot 1,4557 \cdot 10 \Leftrightarrow \gamma = 20,5867 \text{ dB}$

$P_{min} = P_{sens} + \gamma = -91,2 + 20,5867 \Leftrightarrow P_{min} = -70,6133 \text{ dBm}$

$\frac{P_0}{P_{min}} = \frac{r_{max}^2}{r_0^2} \Leftrightarrow r_{max} = \sqrt{\frac{10^{-\frac{20}{10}} \cdot 10^2}{10^{-\frac{70,6133}{10}}}} \Leftrightarrow r_{max} = 3393 \text{ m}$

