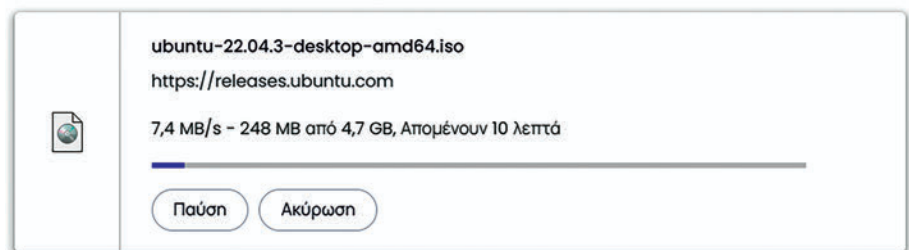


1.4 Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων

Την εποχή της πανδημίας, που τα μαθήματα στα σχολεία γίνονταν εξ αποστάσεως, κάποιες φορές η ποιότητα της εικόνας και του βίντεο δεν ήταν τόσο καλή, λόγω χαμηλής ταχύτητας της διαδικτυακής σύνδεσης των συμμετεχόντων.

Ο έλεγχος ταχύτητας της σύνδεσης υπολογίζει κυρίως δύο ποσοτικούς δείκτες: α) την ταχύτητα λήψης δεδομένων (download) και β) την ταχύτητα αποστολής δεδομένων (upload). Η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται είναι τα bits per second, σε συντομογραφία bps, δηλαδή πλήθος bits ανά δευτερόλεπτο. Για παράδειγμα, αν έχουμε ταχύτητα 16 bps, τότε ο αριθμός 10101010 θα χρειαστεί μισό δευτερόλεπτο για να ληφθεί από εμάς. Οι σημερινές συνδέσεις είναι της τάξης των Mbps, δηλαδή των Mbit ανά δευτερόλεπτο.

Πολλές φορές, όταν κατεβάζουμε ένα μεγάλο αρχείο, παρατηρούμε ότι η ταχύτητα λήψης εκφράζεται σε Bps και όχι σε bps. Αυτό σημαίνει Bytes per second.



Αφού 1 Byte = 8 bits τότε και 1 Bps = 8bps = 8 bits/sec. Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η λήψη ενός αρχείου 4,7 GB με ταχύτητα 7,4 MB/s δηλαδή $7,4 \cdot 8 \text{ Mb/s} = 59,2 \text{ Mbps}$. Έτσι, αν έχουμε μια σύνδεση με ταχύτητα λήψης δεδομένων 56 Mbps, τότε η μέγιστη ταχύτητα που μπορούμε να πετύχουμε είναι $56/8 \text{ MBps} = 7 \text{ MBps}$.



Παράδειγμα 3

Θέλουμε να κατεβάσουμε ένα μεγάλο αρχείο 36 GB και έχουμε μια σύνδεση με ταχύτητα 80 Mbps. Θεωρούμε ότι η ταχύτητα λήψης είναι σταθερή χωρίς αυξομειώσεις. Σε πόσο χρόνο θα έχει κατέβει το αρχείο στον υπολογιστή μας;

Απάντηση

Αρχικά, αφού $1 \text{ Byte} = 8 \text{ bits} \rightarrow 1 \text{ MB} = 8 \text{ Mb} \rightarrow 10 \text{ MB} = 80 \text{ Mb}$, άρα $80 \text{ Mbps} = 10 \text{ MBps}$.

Επίσης $36 \text{ GB} = 36.000 \text{ MB}$.

Αφού τα 10 MB κατεβαίνουν σε 1 δευτερόλεπτο τα 36.000 MB σε πόσα δευτερόλεπτα κατεβαίνουν;

$$\frac{36.000 \text{ MB}}{10 \text{ MB/sec}} = 3.600 \text{ sec}$$

Δηλαδή το αρχείο θα κατέβει σε 3.600 δευτερόλεπτα, δηλαδή σε μια ώρα.



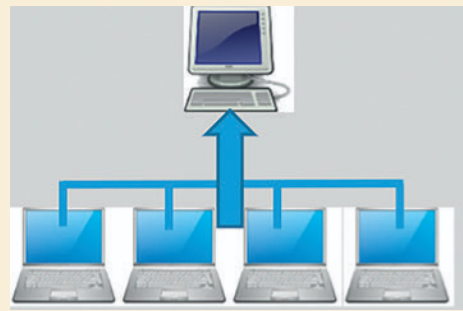
Αρχιτεκτονική BitTorrent

Η ταχύτητα λήψης ενός αρχείου δεν εξαρτάται μόνο από την ταχύτητα του λήπτη (download), αλλά και από την ταχύτητα του αποστολέα (upload). Έτσι, αν κάποιος έχει πολύ γρήγορη σύνδεση, αλλά θέλει να κατεβάσει από κάποιον που έχει αργή σύνδεση, η μετάδοση θα συγχρονιστεί αναγκαστικά στη χαμηλότερη ταχύτητα.

Για παράδειγμα, αν εμείς έχουμε ταχύτητα download 100 Mbps και θέλουμε να κατεβάσουμε ένα αρχείο από ένα φίλο μας που έχει ταχύτητα upload 2 Mbps, τότε η ταχύτητα λήψης θα είναι το πολύ 2 Mbps.

Το πρόβλημα αυτό έρχεται να λύσει η αρχιτεκτονική BitTorrent, η οποία μας επιτρέπει να κατεβάζουμε τμήματα του αρχείου ταυτόχρονα από πολλούς χρήστες, έτσι ώστε η συνολική ταχύτητα λήψης να είναι το άθροισμα των ταχυτήτων μεταφόρτωσης των αποστολέων.

Στο διπλανό παράδειγμα ένα μεγάλο αρχείο έχει χωριστεί σε 4 μέρη, κάθε ένα από τα οποία το κατεβάζει ο υπολογιστής μας από κάθε φορητό υπολογιστή. Το ανέβασμα γίνεται παράλληλα, που σημαίνει ότι, αν κάθε φορητός μπορεί να ανεβάζει με ταχύτητα 6 Mbps, τότε ο υπολογιστής μας κατεβάζει με ταχύτητα $4 \times 6 \text{ Mbps} = 24 \text{ Mbps} = 3 \text{ MBps}$, δηλαδή 3 MegaBytes το δευτερόλεπτο. Για ένα αρχείο 1,2 GB, θα χρειαστούμε $1,2 \text{ GB} / 3 \text{ MBps} = 1.200 \text{ MB} / 3 \text{ MBps} = 400 \text{ sec} = 6 \text{ λεπτά και } 40 \text{ δευτερόλεπτα} \approx 7 \text{ λεπτά}$.





Παράδειγμα 4

Η Ηλέκτρα έχει μια σύνδεση (download/upload) 80 Mbps/8 Mbps, ο Οδυσσέας 16 Mbps/8 Mbps, η Μυρσίνη 496 Mbps/40 Mbps και η Αθηνά 800 Mbps/16 Mbps.

Ο Οδυσσέας, η Μυρσίνη και η Αθηνά έχουν δημιουργήσει ένα βίντεο για ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα και θέλουν να το μοιραστούν με την Ηλέκτρα. Το βίντεο είναι υψηλής ανάλυσης και έχει μέγεθος 8 GB.

Πόσο χρόνο θα χρειαστεί η Ηλέκτρα, αν κατεβάσει το βίντεο:

- α) από την Αθηνά;
- β) από τον Οδυσσέα;
- γ) από όλα τα παιδιά με χρήση της τεχνολογίας BitTorrent;

Απάντηση

Η Ηλέκτρα κατεβάζει με ταχύτητα 80 Mbps = 10 MBps, ενώ η Αθηνά ανεβάζει με ταχύτητα 16 Mbps = 2 MBps. Η Ηλέκτρα μπορεί να κατεβάσει με ταχύτητα μικρότερη από 10 MBps, αλλά η Αθηνά δε μπορεί να υπερβεί το όριο των 2 MBps. Αυτό σημαίνει ότι η μετάδοση δεδομένων θα συγχρονιστεί στην ταχύτητα των 2 MBps, δηλαδή 2 MB το δευτερόλεπτο.

- α) Σε ένα δευτερόλεπτο η Ηλέκτρα κατεβάζει 2 MB.

Σε πόσα δευτερόλεπτα θα κατεβάσει 8 GB = 8.000 MB;

$$t = \frac{8.000 \text{ MB}}{2 \text{ MB/sec}} = 4.000 \text{ sec} \cong 1 \text{ ώρα}$$

- β) Η ταχύτητα αποστολής (upload) του Οδυσσέα είναι 8 Mbps, δηλαδή το μισό από αυτή της Αθηνάς που είναι 16 Mbps, άρα θα κατεβάζει στον διπλάσιο χρόνο, που είναι 2 ώρες.

- γ) Η συνολική ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων προς την Ηλέκτρα θα είναι (8 + 16 + 40) Mbps = 64 Mbps.

Αφού η ταχύτητα λήψης δεδομένων της Ηλέκτρας είναι 80 Mbps > 64 Mbps, η Ηλέκτρα μπορεί να κατεβάσει με 64 Mbps = 64/8 MBps = 8 MBps. Οπότε έχουμε:

Σε ένα δευτερόλεπτο η Ηλέκτρα κατεβάζει 8 MB.

Σε πόσα δευτερόλεπτα θα κατεβάσει 8 GB = 8.000 MB;

$$t = \frac{8.000 \text{ MB}}{8 \text{ MB/sec}} = 1.000 \text{ sec} \cong 16,5 \text{ λεπτά}$$

1.5 Μορφές αναπαράστασης πληροφορίας - Πολυμέσα

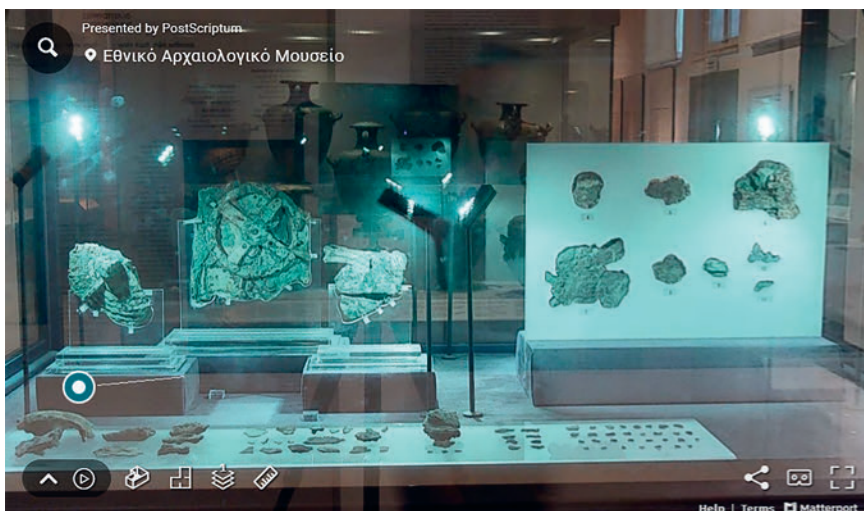
Το εθνικό αρχαιολογικό μουσείο, στην ιστοσελίδα του, μας δίνει τη δυνατότητα εικονικής περιήγησης σε όλα τα εκθέματα του μουσείου. Ανοίγοντας την εικονική περιήγηση, βλέπουμε την είσοδο του μουσείου. Αφού εισέλθουμε στο μουσείο, μπορούμε να μετακινηθούμε σε όποιο έκθεμα θέλουμε, σαν να ήμασταν εκεί.



Εικόνα 1.1 Η αρχική οθόνη της εικονικής περιήγησης στο Αρχαιολογικό Μουσείο

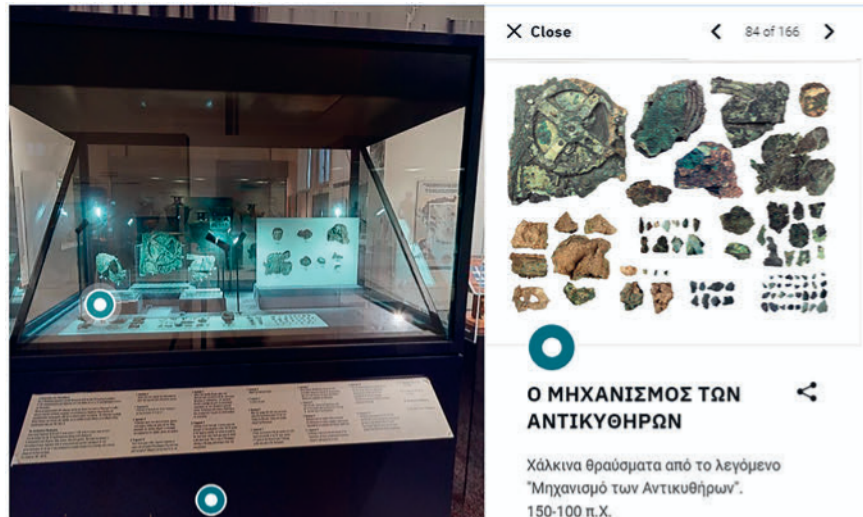
Στη συνέχεια, μπορούμε να επιλέξουμε όροφο, αλλά και αίθουσα, ώστε να μεταφερθούμε απευθείας στο έκθεμα που μας ενδιαφέρει.

Αν μας ενδιαφέρει, για παράδειγμα, ο μηχανισμός των Αντικυθήρων, γνωστός και ως αστρολάβος, που θεωρείται ο πρώτος υπολογιστής που εμφανίστηκε ποτέ, μεταφερόμαστε στην αίθουσα στην οποία βρίσκεται (βλ. Εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2 Ο αστρολάβος των Αντικυθήρων

Στη συνέχεια, μπορούμε να επιλέξουμε να πάμε πιο κοντά και να δούμε το έκθεμα σε μεγέθυνση, να παρακολουθήσουμε κάποιο επεξηγηματικό βίντεο ή να δούμε συνοπτικές πληροφορίες για το έκθεμα, οπότε η οθόνη μας χωρίζεται στα δύο.



Εικόνα 1.3 Πληροφορίες για τον μηχανισμό των Αντικυθήρων

Ποια είναι όμως τα βασικά χαρακτηριστικά αυτής της εφαρμογής για την εικονική περιήγηση στο μουσείο:

- Συνδυάζει διάφορες μορφές πληροφορίας, όπως ήχο, εικόνα, βίντεο και κείμενο.
- Έχει μη γραμμική δομή, δηλαδή για να δούμε τον αστρολάβο των Αντικυθήρων, δε χρειάστηκε να περάσουμε πριν από όλα τα άλλα εκθέματα. Πατήσαμε έναν υπερσύνδεσμο και μεταφερθήκαμε απευθείας στην αίθουσα του εκθέματος. Αν, όμως, ήμασταν με φυσική παρουσία στο μουσείο, θα έπρεπε να περπατήσουμε και να περάσουμε από όλους τους διαδρόμους μέχρι να φτάσουμε στον αστρολάβο.

Οι εφαρμογές που συνδυάζουν τα δυο αυτά χαρακτηριστικά, δηλαδή τη χρήση διαφορετικών μορφών πληροφορίας και τη μη γραμμικότητα, λέγονται **εφαρμογές πολυμέσων**. Σήμερα, σχεδόν όλες οι εφαρμογές που χρησιμοποιούμε στο κινητό μας είναι εφαρμογές πολυμέσων, γιατί συνδυάζουν κείμενο, εικόνα, ήχο και βίντεο.

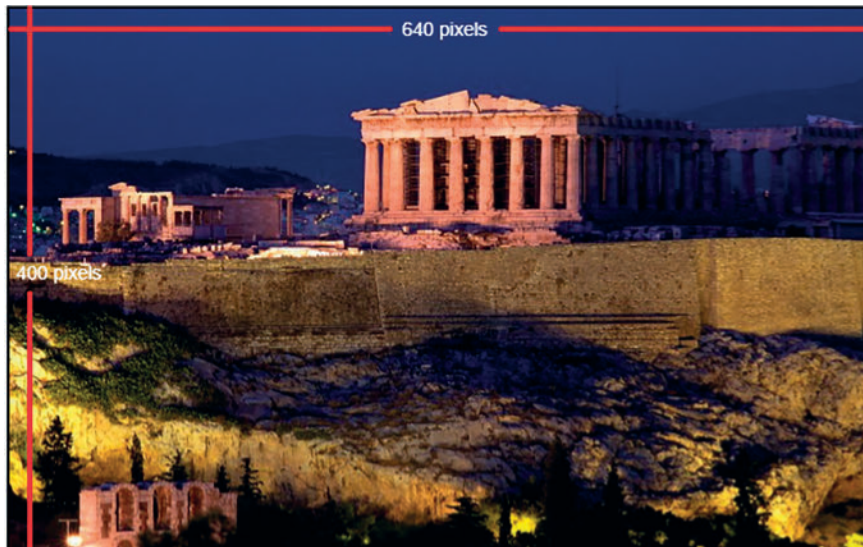
Ένα τρίτο χαρακτηριστικό που έχουν αυτές οι εφαρμογές είναι ο υψηλός βαθμός διαδραστικότητας, δηλαδή η αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Ο χρήστης δεν είναι παθητικός δέκτης, αλλά μπορεί να παρεμβαίνει και να αλλάζει τη ροή της πληροφορίας ή ακόμα και να διαμορφώνει δομή και περιεχόμενο.



Δραστηριότητα 4

Οι εικόνες σήμερα αποθηκεύονται σε αρχεία της μορφής svg, jpeg, png και gif. Τα βίντεο αποθηκεύονται σε αρχεία της μορφής mp4, avi, mov, mkn και ο ήχος σε αρχεία τύπου mp3, wav. Να δώσετε στο ChatGPT ή στο Gemini κατάλληλες προτροπές, ώστε να σας δώσει σύντομες και επεξηγηματικές περιγραφές για κάθε τύπο αρχείου.

Κάθε εικόνα αποτελείται από εικονοστοιχεία (pixels). Φανταστείτε την εικόνα σαν ένα ψηφιδωτό με τις ψηφίδες που τη συνθέτουν να είναι τα εικονοστοιχεία. Στην οθόνη ενός υπολογιστή κάθε εικόνα αναπαρίστανται σαν ένας πίνακας με γραμμές και στήλες εικονοστοιχείων, τα οποία είναι τόσο μικρά, που οι υποδιαιρέσεις αυτές της εικόνας δεν είναι ορατές στο ανθρώπινο μάτι.



Εικόνα 1.4 Μια εικόνα με ανάλυση 640x400 εικονοστοιχεία

Η **ανάλυση μιας εικόνας** είναι ο αριθμός των εικονοστοιχείων που βρίσκονται οριζόντια και κάθετα. Αυτό σημαίνει ότι, εάν κάθε οριζόντια γραμμή της εικόνας χωρίζεται σε 640 εικονοστοιχεία, ενώ κάθε κάθετη σε 400 εικονοστοιχεία, άρα, αποτελείται συνολικά από $640 \cdot 400 = 256.000$ εικονοστοιχεία. Όσο περισσότερα είναι τα εικονοστοιχεία από τα οποία αποτελείται μια εικόνα, τόσο περισσότερο μπορούμε να την μεγεθύνουμε.



Παράδειγμα 5

Μια φωτογραφία που τραβήξαμε με το κινητό μας έχει ανάλυση 1920 x 1080. Πόσα pixels είναι;

Απάντηση

Υπολογίζουμε το γινόμενο $1920 \cdot 1080 = 2.073.600 \approx 2.000.000 \text{ pixels} = 2 \text{ MegaPixels} = 2\text{MP}$, αφού **1 MegaPixel = 1.000.000 Pixels**.

Όταν λέμε ότι η κάμερα του κινητού μας είναι 2 MegaPixels εννοούμε ότι οι φωτογραφίες μας έχουν ανάλυση περίπου 1920x1080. Θα μπορούσαν να είχαν και οποιαδήποτε άλλη ανάλυση, της οποίας οι συνιστώσες θα είχαν γινόμενο 2 MP. Ωστόσο η ανάλυση 1920x1080 έχει επικρατήσει και είναι γνωστή ως FullHD ή 1080p.



Παράδειγμα 6

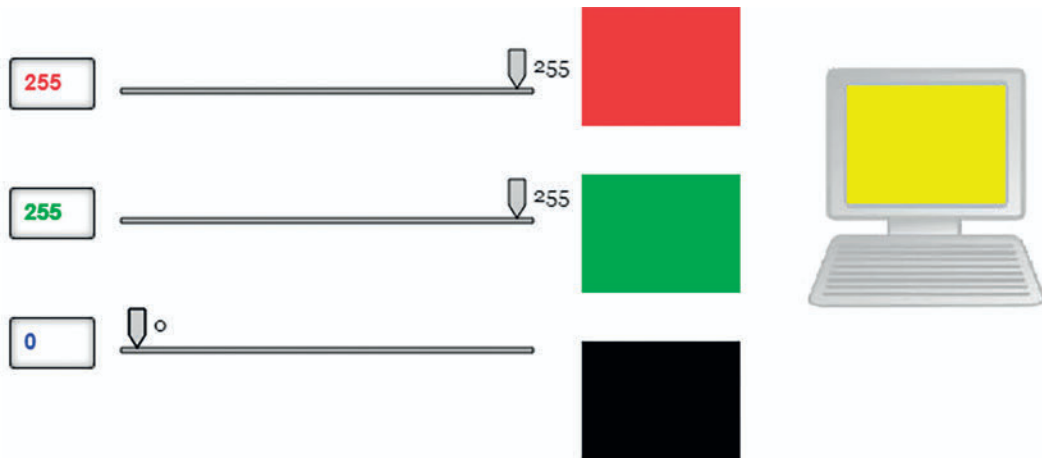
Ο Οδυσσέας θέλει να αγοράσει μια τηλεόραση που έχει ανάλυση 4K, δηλαδή 3840x2160. Πόσα MegaPixels είναι;

Απάντηση

Υπολογίζουμε το γινόμενο $3840 \cdot 2160 = 8.294.400 \approx 8.000.000 \text{ pixels} = 8 \text{ MegaPixels} = 8\text{MP}$. Η ανάλυση 4K είναι γνωστή και ως Ultra High Definition (Ultra HD).

Κάθε εικονοστοιχείο στην οθόνη του υπολογιστή ή του κινητού μας έχει ένα χρώμα. Το χρώμα αυτό παράγεται από τον συνδυασμό διαφορετικών αποχρώσεων των βασικών χρωμάτων: του κόκκινου (Red), του πράσινου (Green) και του μπλε (Blue). Με τον συνδυασμό των διαφορετικών αποχρώσεων των τριών αυτών χρωμάτων μπορεί να επιτευχθεί, τελικά, η εμφάνιση οποιουδήποτε χρώματος στην οθόνη.

Αυτό είναι το μοντέλο RGB, το οποίο αντιστοιχεί σε τρεις αριθμούς από 0-255 για κάθε χρώμα. Όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός τόσο πιο φωτεινό είναι το χρώμα, ενώ κοντά στο μηδέν γίνεται πιο σκούρο.



Εικόνα 1.5 Το κίτρινο χρώμα προκύπτει από κόκκινο και πράσινο στη μέγιστη φωτεινότητα. (255, 255, 0)

Κάθε χρώμα αναπαρίσταται συνήθως από ένα Byte, άρα ένα εικονοστοιχείο χρειάζεται 3 Bytes = 24 bits. Τα 24 bits είναι το **βάθος χρώματος** που συναντάμε συνήθως και είναι, επίσης, γνωστό ως Truecolor. Βάθος χρώματος είναι το πλήθος των bits που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση ενός εικονοστοιχείου.



Παράδειγμα 7

Το κινητό σας έχει μια κάμερα 10 MP και βάθος χρώματος 24 bits. Τι μέγεθος θα έχει μια φωτογραφία αν δε συμπιεστεί;

Απάντηση

Υπολογίζουμε το γινόμενο $10 \text{ MP} \cdot 24 \text{ bits} = 240 \text{ Mbits} = \frac{240}{8} \text{ MBytes} = 30 \text{ MBytes}$

Στο τελευταίο παράδειγμα χρειάστηκε να μετατρέψουμε τα bits σε Bytes και, αφού $1 \text{ Byte} = 8 \text{ bits}$, διαιρέσαμε με το 8. Τα 30 MB είναι πάρα πολλά για μια μόνο φωτογραφία. Γι' αυτό τον λόγο, οι εικόνες στον υπολογιστή μας αποθηκεύονται σε διάφορους τύπους αρχείων που υποστηρίζουν συμπίεση, με στόχο τη μείωση του μεγέθους.

Η ίδια λογική ισχύει και με τα βίντεο. Απλά, ένα βίντεο αποτελείται από μια διαδοχική σειρά φωτογραφιών, οι οποίες απέχουν χρονικά μεταξύ τους μερικά κλάσματα του δευτερολέπτου. Η γρήγορη εναλλαγή τους μας δημιουργεί την ψευδαίσθηση ότι υπάρχει συνεχόμενη κίνηση. Τις ίδιες αρχές χρησιμοποιεί και ένα κινούμενο σχέδιο ή ένα βιντεοπαιχνίδι, για τη ρεαλιστική κίνηση των χαρακτήρων. Το πλήθος των καρέ (εικόνων) που εμφανίζονται σε ένα δευτερόλεπτο είναι γνωστό ως FPS (Frames per Second). Σήμερα, τα 30 FPS θεωρούνται μια ικανοποιητική συχνότητα εναλλαγής καρέ, ενώ τα 60 FPS είναι το μέγιστο όριο για τις σημερινές τηλεοράσεις και κονσόλες.

1.6 Ασκήσεις

1

Ο Δημήτρης έχει μια σύνδεση 40 Mbps/10 Mbps και η Ειρήνη μια σύνδεση 80 Mbps/10 Mbps. Θέλουν να κατεβάσουν ένα βίντεο από τη Σοφία, η οποία έχει μια σύνδεση 20 Mbps/5 Mbps. Πόση ώρα θα χρειαστεί να κατέβει το βίντεο, αν το μέγεθός του είναι 9 GB, σε κάθε περίπτωση; Ποιο παιδί θα κατεβάσει το βίντεο πιο γρήγορα;

2

Η Μαρία είναι η υπεύθυνη μηχανοργάνωσης της Εθνικής Βιβλιοθήκης. Έχει ψηφιοποιήσει 1.000.000 βιβλία, τα οποία καταλαμβάνουν χώρο 10 TB σε τρεις σκληρούς δίσκους. Θέλει να τα στείλει όλα στη διευθύντριά της, την Ασημίνα, που βρίσκεται σε άλλη πόλη, με σύνδεση οπτικής ίνας ταχύτητας 1 Gbps (download/upload). Έχει, όμως, την επιλογή να στείλει τους σκληρούς δίσκους με το ταχυδρομείο, το οποίο χρειάζεται μια μέρα. Σε ποια περίπτωση θα φτάσουν τα αρχεία πιο γρήγορα;

Υπάρχουν άλλα πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα των δυο τρόπων αποστολής δεδομένων;

3

Μεταβείτε στην ιστοσελίδα <https://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/738> και δημιουργήστε διάφορα χρώματα της αρεσκείας σας, δίνοντας τους κατάλληλους συνδυασμούς.

4

Μια φωτογραφία τραβήχτηκε από μια κάμερα 10 MegaPixels και βάθος χρώματος 36 bits. Παρατηρούμε ότι το αρχείο της φωτογραφίας στο δίσκο μας καταλαμβάνει χώρο 3 MB. Πόσο χώρο εξοικονομήσαμε;