

# Κεφάλαιο 8

## Τα πολυμέσα



### Περιεχόμενα

<b>Κεφάλαιο 8: Τα πολυμέσα</b> .....	<b>198</b>	Τα φίλτρα στην επεξεργασία εικόνας .....	215
Εισαγωγή .....	198	Η κινούμενη εικόνα: Το βίντεο .....	215
<b>Μάθημα 8.1 Υπερκείμενο, υπερμέσο και πολυμέσα</b> .....	<b>199</b>	Το κινούμενο σχέδιο .....	218
Εισαγωγή .....	199	Τρισδιάστατα γραφικά .....	219
Η έννοια της διαδραστικότητας .....	199	Η μεταμόρφωση (morphing) .....	219
Το υπερκείμενο .....	201	Προσομοιώσεις και εικονική πραγματικότητα .....	220
Το υπερμέσο .....	201	Προσομοιώσεις από το Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού .....	221
Τα πολυμέσα .....	202	Ο συμπαγής δίσκος DVD .....	222
<b>Μάθημα 8.2 Η έννοια της δειγματοληψίας - Ο ήχος</b> .	<b>204</b>	<b>Μάθημα 8.4 Η δημιουργία μιας πολυμεσικής εφαρμογής</b> .....	<b>223</b>
Εισαγωγή .....	204	Πώς φτιάχνεται μια παραγωγή πολυμέσων .....	223
Η δειγματοληψία (sampling) .....	205	Ο γράφος της πλοήγησης .....	224
Η επεξεργασία του ήχου .....	207	Το περιβάλλον διεπαφής .....	227
Το μέγεθος των αρχείων ήχου .....	208	Τα εργαλεία συγγραφής .....	227
Η ηλεκτρονική μουσική - Το πρότυπο MIDI .....	208	Ανακεφαλαίωση .....	229
Η συμπίεση αρχείων ήχου - Η μέθοδος MP3 .....	209	Λέξεις - κλειδιά .....	229
<b>Μάθημα 8.3 Στατική και κινούμενη εικόνα</b> .....	<b>211</b>	Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης .....	229
Η στατική εικόνα .....	211	Πολυμεσικές παραγωγές .....	230
Παρουσίαση μιας φωτογραφίας στην οθόνη του υπολογιστή .....	211	Βιβλιογραφία .....	232
Αναπαράσταση των εικόνων στη μνήμη .....	212	Διευθύνσεις Διαδικτύου .....	232
Εικόνα και Διαδίκτυο .....	213	Ελληνικές πολυμεσικές παραγωγές .....	233-234
Τύποι αρχείων εικόνας .....	214		
Η επεξεργασία της εικόνας .....	214		

# Κεφάλαιο 8

## Τα πολυμέσα

- Βιβλίο χωρίς σελίδες; Υπάρχει, αλήθεια, κάτι τέτοιο;
- Γιατί τόσος θόρυβος για τα πολυμέσα; Τι μας προσφέρουν;
- Ντοκιμαντέρ από τον υπολογιστή μου και όχι από την τηλεόραση;
- Η αγαπημένη μου ραδιοφωνική εκπομπή από τον υπολογιστή μου; Γίνεται αυτό;
- Πώς συνδυάζονται κείμενο, ήχοι και εικόνες;
- Πώς δημιουργείται μια παραγωγή πολυμέσων;

## Εισαγωγή

Η ανάγκη του ανθρώπου για επικοινωνία είναι πανάρχαιη. Η ανθρώπινη επικοινωνία πάντα περιείχε την έννοια των πολλαπλών μέσων, που δηλώνει ο όρος «πολυμέσα» (multimedia). Ο άνθρωπος ακούει, μιλάει, γράφει, ζωγραφίζει, παίζει μουσική, κινείται και εξωτερικεύει συναισθήματα και σκέψεις. Αυτός ο πολυαισθητικός τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων επιχειρήθηκε να μεταφερθεί και στην τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών και ειδικότερα στην αλληλεπίδραση μεταξύ του ανθρώπου και του υπολογιστή. Έτσι, από τη δεκαετία του 1980 έγινε αντιληπτό ότι στην ανθρώπινη επικοινωνία μπορούσε να συμβάλει καταλυτικά ο υπολογιστής. Ο υπολογιστής μπορεί να συνδυάσει κείμενο, στατική εικόνα, ήχο αλλά και κινούμενη εικόνα, κάνοντας έτσι τη διάδοση των πληροφοριών πολύ πιο ζωντανή και ενδιαφέρουσα διαδικασία. Όταν συνδυάζονται όλα τα πιο πάνω στοιχεία σε μια εφαρμογή υπολογιστή, λέμε ότι χρησιμοποιούμε **πολυμέσα**.



Σχ. 8.1.1: Εικόνες από παραγωγές πολυμέσων: «Ιστορία της Νεότερης και Σύγχρονης Ελλάδας» (Conceptum)

Στο Κεφάλαιο αυτό θα δούμε τι είναι και πώς δημιουργείται μια πολυμεσική εφαρμογή. Θα αναφέρουμε τις βασικές τεχνικές και μεθόδους που ακολουθούνται και θα περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί και τις δυνατότητες που προσφέρει μια καλά σχεδιασμένη πολυμεσική εφαρμογή.

# Μάθημα 8.1



## Υπερκείμενο, υπερμέσο και πολυμέσα

### Εισαγωγή

Στις πρώτες εφαρμογές της Πληροφορικής κάθε πληροφορία εμφανίζεται κατά ένα συνεχόμενο ή γραμμικό, όπως λέγεται, τρόπο, ο οποίος ήταν προεπιλεγμένος από το πρόγραμμα, δηλαδή η πρώτη σελίδα, η δεύτερη σελίδα κ.ο.κ. Σύντομα όμως προέκυψε η ανάγκη να αλλάξει αυτός ο τρόπος παρουσίασης και να δοθεί στο χρήστη των προγραμμάτων η δυνατότητα να επιλέξει εκείνος τόσο τη σειρά με την οποία θα παρουσιάζονται οι πληροφορίες όσο και το ποιες πληροφορίες θα είναι αυτές. Όπως έχουμε δει μέχρι τώρα, ο υπολογιστής είναι εργαλείο που μπορεί να χειριστεί πληροφορίες σε διάφορες μορφές: Κείμενο, ήχο, εικόνα κτλ. Κατ' επέκταση, φάνηκε ότι ήταν δυνατή η δημιουργία εφαρμογών που θα περιλάμβαναν πληροφορίες με όλες αυτές τις μορφές και θα επέτρεπαν στο χρήστη να επιλέξει ποιες από αυτές θέλει να δει. Αυτή είναι η κεντρική ιδέα πίσω από τις εφαρμογές των πολυμέσων.

**Τα πολυμέσα είναι εφαρμογές της Πληροφορικής που συμπεριλαμβάνουν πληροφορίες σε διάφορες μορφές, όπως κείμενο, ήχο, γραφικές παραστάσεις, κινούμενη και στατική εικόνα κτλ. Οι πληροφορίες αυτές βρίσκονται σε λογική σύνδεση μεταξύ τους.**

Το στοιχείο της **διαδραστικότητας** (interactivity) με το χρήστη είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις εφαρμογές πολυμέσων: Είναι αυτό που εξασφαλίζει ότι ο χρήστης δεν είναι πλέον παθητικός δέκτης, όπως συμβαίνει με τις συμβατικές (γραμμικές, όπως λέγονται) εφαρμογές. Ο χρήστης είναι σε θέση να επιλέγει ο ίδιος τι θα διαβάσει, τι θα ακούσει, τι θα δει. Η επιλογή του μπορεί να αλλάζει κάθε στιγμή, ανάλογα με το πού θέλει να εστιάσει την προσοχή του από όσα του εμφανίζονται στην οθόνη του.

### Η έννοια της διαδραστικότητας

Όπως λοιπόν αναφέραμε, η δυνατότητα που δίνει μια εφαρμογή στο χρήστη να επιλέγει τη σειρά, το είδος, την ταχύτητα ή και τον τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών που διαθέτει ονομάζεται **διαδραστικότητα** (interactivity).

Η δυνατότητα αυτή εισάγει το «διάλογο» μεταξύ χρήστη και υπολογιστή και χαρακτηρίζει σε σημαντικό βαθμό την αποτε-

### Μαθαίνουμε...

- Τι είναι τα πολυμέσα και τι μπορεί να μας προσφέρει η χρήση τους
- Τι είναι υπερκείμενο και τι υπερμέσο
- Ποια η έννοια της αλληλεπιδραστικότητας



Σχ. 8.1.2: Η εξέλιξη στον τρόπο δόμησης των πληροφοριών

λεσματικότητα και την ευχρηστία της εφαρμογής.

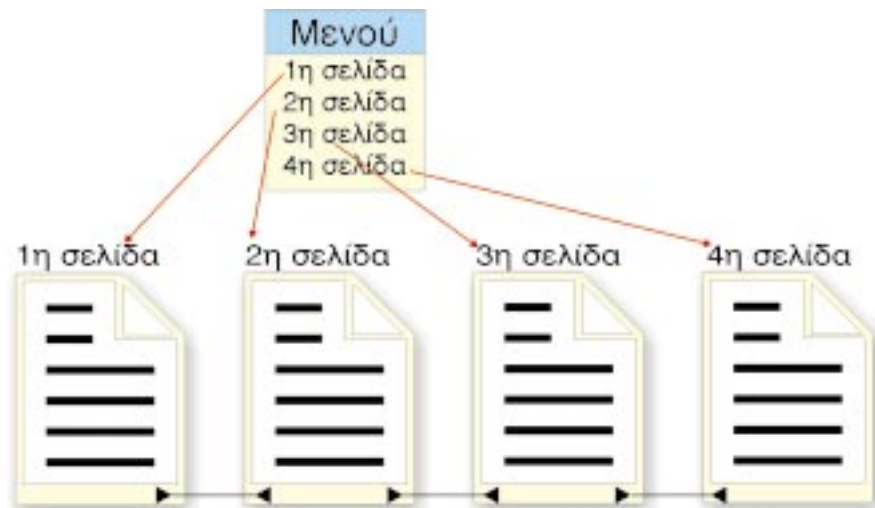
Ιστορικά, οι πρώτες εφαρμογές δεν είχαν καθόλου το στοιχείο της διαδραστικότητας. Το πρόγραμμα «έτρεχε» και, όταν ολοκληρωνόταν η εκτέλεσή του, το αποτέλεσμα εμφανιζόταν στην οθόνη και μπορούσε ν' αποθηκευτεί σε ένα αρχείο ή να τυπωθεί στον εκτυπωτή. Κάθε επόμενη επιλογή του χρήστη σήμαινε την εκ νέου εκτέλεση του προγράμματος. Τα αποτελέσματα είχαν ένα γραμμικό, συνεχή τρόπο παρουσίασης, δηλ. 1ο αποτέλεσμα, 2ο αποτέλεσμα κ.ο.κ. (Σχ. 8.1.3).



Σύντομα, λοιπόν, δημιουργήθηκε η ανάγκη ο χρήστης να ελέγχει, έστω και στοιχειωδώς, την εξέλιξη του προγράμματος ή/και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Δημιουργήθηκε έτσι η έννοια των μενού ή πινάκων επιλογών (Σχ. 8.1.4). Σε κάποια στιγμή, κατά την εκτέλεση του προγράμματος, εμφανιζόταν μια οθόνη και ο χρήστης έπρεπε να διαλέξει μια από τις εμφανιζόμενες σ' αυτήν επιλογές. Ο συνεχής - γραμμικός τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων, όμως, συνέχιζε να υπάρχει.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και οι ανάγκες των χρηστών σύντομα έφεραν στο προσκήνιο την έννοια της μη γραμμικής παρουσίασης των πληροφοριών και της δυνατότητας πιο ελεύθερου διαλόγου και της διαδραστικότητας μεταξύ του

Σχ. 8.1.3: Γραμμικός τρόπος δόμησης πληροφοριών. Για να εμφανίσουμε το περιεχόμενο κάποιας σελίδας, πρέπει να φτάσουμε σ' αυτήν από μια αυστηρά προεπιλεγμένη διαδρομή ή, στην καλύτερη περίπτωση, από κάποιο επίσης προκαθορισμένο μενού. Το κεντρικό μενού ή τα βελάκια επόμενη - προηγούμενη σελίδα (◀ ▶) είναι οι μόνες δυνατότητες αλληλεπίδρασης με το χρήστη.







χρήστη και του υπολογιστή. Έτσι, δημιουργήθηκαν οι έννοιες του υπερκειμένου, των υπερμέσων και των διαδραστικών πολυμέσων.

## Το υπερκείμενο

Για το υπερκείμενο, που είναι μια πρώιμη μορφή των πολυμέσων, έχουμε μιλήσει στο κεφάλαιο 6. Ας θυμηθούμε λοιπόν:

**Υπερκείμενο ονομάζεται ένα δομημένο κείμενο, κάποιες λέξεις του οποίου έχουν συνδεθεί λογικά με άλλες σελίδες ή φράσεις κειμένου.**

Οι λέξεις από τις οποίες μπορούμε να ενεργοποιήσουμε μια τέτοια λογική σύνδεση λέγονται **ενεργές ή θερμές** λέξεις (hotwords). Για παράδειγμα, σε ένα κείμενο Βιολογίας μπορεί να υπάρχουν ορισμένες έννοιες, των οποίων δε γνωρίζουμε τον ορισμό. Δημιουργώντας έναν **υπερσύνδεσμο** (hyperlink) για καθεμία από αυτές, μπορούμε να εμφανίζουμε τον αντίστοιχο ορισμό. Οι λογικοί αυτοί υπερσύνδεσμοι έχουν ενσωματωθεί από τον προγραμματιστή στη φάση της δημιουργίας της εφαρμογής και ο χρήστης δε χρειάζεται να γνωρίζει τίποτα γι' αυτό. Αυτό όμως που συνήθως του προσφέρεται είναι ένας διαφορετικός χρωματισμός των λέξεων που διαθέτουν λογικούς συνδέσμούς ή, ακόμα, αυτόματη αλλαγή του εικονιδίου του δείκτη του ποντικιού, όταν αυτός περνά από πάνω τους. Έτσι ο χρήστης αντιλαμβάνεται την ύπαρξη του συνδέσμου και, εφόσον επιθυμεί, τον ενεργοποιεί.

## Το υπερμέσο

Το υπερμέσο (hypermedium) είναι μία έννοια η οποία αποτελεί διεύρυνση της έννοιας του υπερκειμένου και χρησιμοποιείται όταν οι λογικές συνδέσεις μεταξύ διάφορων μορφών πληροφορίας δε γίνονται αποκλειστικά από και προς κείμενο. Τα **ενεργά σημεία** (hotspots) μπορεί να είναι όχι μόνο λέξεις αλλά και εικονίδια, τμήματα εικόνων ή πλήκτρα. Για παράδειγμα, σε ένα γεωγραφικό άτλαντα, όπου παρουσιάζεται ο χάρτης της Ευρώπης, όταν περνάει το ποντίκι πάνω από τη θέση όπου αναφέρεται το Παρίσι, εμφανίζεται στην οθόνη ένα παράθυρο κειμέ-

*Σχ. 8.1.4: Μη γραμμικός τρόπος δόμησης της ίδιας πληροφορίας. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέγει ακριβώς την πληροφορία που θα εμφανιστεί, ανάλογα με το ενδιαφέρον του. Ο βαθμός ελευθερίας στην πλοήγηση μέσα στην πληροφορία έχει αυξηθεί σημαντικά, γεγονός που οφείλεται στο χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης υπολογιστή - χρήστη*



Σχ. 8.1.5: Η δομή του υπερκειμένου

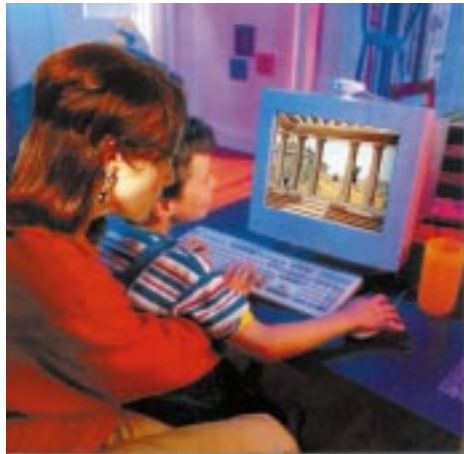


### Ας δούμε κι αυτό...

*Ο όρος υπερκείμενο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Ted Nelson στην περιγραφή του συστήματος Xanadu, που αποτελεί επινόησή του. Πρόκειται για μια ομάδα από ιδέες και μια μελέτη για το σχεδιασμό λογισμικού για παγκόσμιο σύστημα αποθήκευσης και ανάκτησης πληροφοριών.*



Σχ. 8.1.6: Παράδειγμα υπερμέσου. Συγκεκριμένα σημεία του χάρτη είναι συνδεδεμένα με κείμενα, τα οποία έρχονται στην επιφάνεια όταν επιλέξουμε κάποιο από τα σημεία αυτά. Αν για κάποια περιοχή του χάρτη υπάρχει συνδεδεμένη φωτογραφία ή σχετικό βίντεο, τότε αυτά εμφανίζονται στα αριστερά της οθόνης, όταν την επιλέξουμε με το ποντίκι μας



Σχ. 8.1.7: Τα πολυμέσα στην εκπαίδευση. Η εφαρμογή τους είναι κατάλληλη για όλες τις βαθμίδες

νου με την ιστορία της πόλης. Διαβάζοντας το κείμενο βλέπουμε ότι έχει αναφορά και στην πόλη του Λονδίνου. Επιλέγοντας τη λέξη «Λονδίνο», για παράδειγμα, ανοίγει ένα νέο παράθυρο με ιστορικά και περιγραφικά στοιχεία του Λονδίνου ή μπορεί να εμφανίζεται φωτογραφικό υλικό σχετικό με την πόλη κ.ο.κ

## Τα πολυμέσα

Σήμερα οι πολυμεσικές εφαρμογές διαθέτουν μεγάλο βαθμό αλληλεπίδρασης. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταφέρεται στα διάφορα σημεία της εφαρμογής με μόνο περιορισμό να έχουν προβλεφθεί οι λογικοί σύνδεσμοι στη φάση του σχεδιασμού της. Μια πολυμεσική εφαρμογή μπορεί να είναι μικρή και ανεξάρτητη, ώστε να χωρά σε ένα διανεμόμενο αποθηκευτικό μέσο. Μπορεί όμως να είναι και αρκετά μεγάλη, ώστε να είναι εγκατεστημένη σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα, από όπου τη χρησιμοποιούν διάφοροι χρήστες με τα τερματικά τους. Ακόμα, πολυμεσικές εφαρμογές με πολύ πλούσιο υλικό μπορούν να εγκατασταθούν στο Διαδίκτυο, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα προσπέλασης σε αυτές από όλο τον κόσμο.

Τα πολυμέσα έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν έναν πολύ πιο ενδιαφέροντα, ξεκούραστο και συναρπαστικό τρόπο προσέγγισης θεμάτων σε διάφορους τομείς, όπως είναι:

- η βασική εκπαίδευση
- η επαγγελματική εξάσκηση
- η ενημέρωση
- η ψυχαγωγία

και πολλοί άλλοι.

♦ Σκεφτείτε, για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα με τη βοήθεια του οποίου μπορείτε να μάθετε μια ξένη γλώσσα.

Μπορείτε να ακούτε την προφορά της γλώσσας και να βλέπετε τον τρόπο που οι λέξεις συνδέονται με τα αντικείμενα που εμφανίζονται. Μπορείτε να ηχογραφείτε τη φωνή σας, να συγκρίνετε την προφορά σας με αυτήν που ακούγεται. Οι ασκήσεις σας διορθώνονται αυτόματα και θα παρακολουθείτε την πρόοδό σας εύκολα. Μπορείτε να επιμείνετε σε όποιο σημείο είστε «αδύνατοι». Ο ρυθμός μάθησης θα εξαρτάται αποκλειστικά από εσάς, το χρόνο που αφιερώνετε και την πρόοδό σας.

♦ Σκεφτείτε ένα πρόγραμμα πολυμέσων σχετικά με τη ζωή στην αρχαία Αθήνα.

Επιλέγοντας πάντα εσείς το χώρο που θα θέλατε να επισκεφθείτε, θα μπορούσατε να δείτε ολοκληρωμένα τα έργα της Ακρόπολης. Θα κάνατε μια βόλτα στην Αγορά. Θα συναντούσατε άλλους ανθρώπους με την

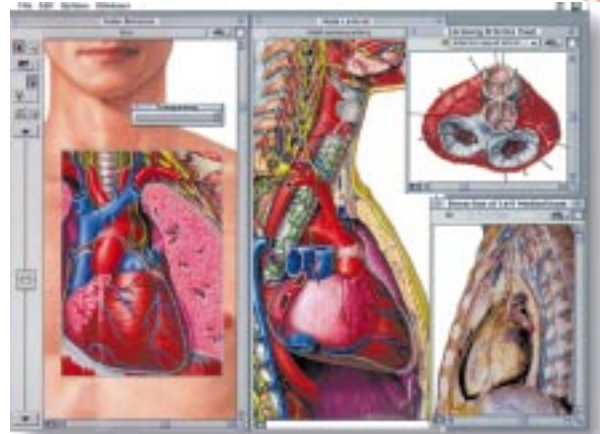
ενδυμασία εκείνης της εποχής, θα παρατηρούσατε τα αγαθά που υπάρχουν στην αγορά, ακόμα και τα νομίσματα με τα οποία γίνονταν οι συναλλαγές. Θα μπορούσατε να επιλέξετε να επισκεφθείτε ένα τυπικό σπίτι, όπου θα βλέπατε τις συνήθειες των ανθρώπων. Θα πηγαίνατε σε ένα κεραμοποιείο και θα παρατηρούσατε τις βιοτεχνίες εκείνης της εποχής. Θα μπορούσατε, αν θέλατε, να μπειτε στη Βουλή και να παρατηρήσετε τη διαδικασία από κοντά. Και, τέλος, επιλέγοντας το Γυμναστήριο θα βλέπατε από κοντά τα αγωνίσματα εκείνης της εποχής, όπως τα αγωνίσματα δρόμου ή το παγκράτιο. Μια τέτοια σύντομη «βόλτα» θα σας μάθαινε πολύ περισσότερα για την αρχαία Αθήνα παρά αν διαβάζατε ένα πολυσέλιδο βιβλίο χωρίς εικόνες.

♦ Φανταστείτε μια εφαρμογή όπου ένας γιατρός θα δοκιμάζει τις γνώσεις του ή θα εξασκείται σε φανταστικούς αρρώστους.

Ένας «άρρωστος» θα τον επισκέπτεται, θα του λέει τα συμπτώματά του και ο γιατρός θα του κάνει ερωτήσεις, θα τον εξετάζει, θα βλέπει τα αποτελέσματα από διάφορες εξετάσεις του, θα κάνει διάγνωση της ασθένειας και θα προτείνει θεραπεία. Όλο το ιστορικό του ασθενούς θα καταγράφεται με περιγραφή, εικόνες (ακτινογραφίες, υπερήχους, καρδιογραφήματα κ.τ.λ.), ενώ ο γιατρός θα μπορεί να ενσωματώνει απαραίτητα και κατάλληλα βίντεο που θα έχει συλλέξει από κάποια πολύπλοκη ενδοσκοπική συσκευή.

Ο υπολογιστής θα μπορεί να ελέγχει τη μεθοδολογία του γιατρού και να αποφαίνεται πόσο ακριβής ήταν ο γιατρός στην αντιμετώπιση του φανταστικού αρρώστου. Έτσι, μπορεί να εφιστά την προσοχή του γιατρού σε πιο σπάνιες ασθένειες που πιθανώς του διαφεύγουν. Αργότερα, για παρόμοιες περιπτώσεις, ο ίδιος ή οι άλλοι συνάδελφοί του θα μπορούν να ανατρέχουν στην ολοκληρωμένη αυτή παρουσίαση στοιχείων, για να βρουν σχέσεις με κάποια άλλη περίπτωση ασθενούς που εξετάζουν.

Μια τέτοια εφαρμογή θα ήταν ένα πολύ καλό εργαλείο για τη βελτίωση της γνώσης ενός γιατρού και της θεραπείας των ασθενών.



Σχ. 8.1.8: Εφαρμογές πολυμέσων: Ιατρική. Οι εικόνες που εμφανίζονται στην οθόνη είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους. Με το ποντίκι μπορούμε να μεγεθύνουμε μια περιοχή της εικόνας, μπορούμε να ανακαλέσουμε σχετική πληροφορία που είναι συνδεδεμένη υπό μορφή υπερκειμένου, να ακούσουμε μια περιγραφή του ή να δούμε ένα σχετικό βίντεο που παρουσιάζει, για παράδειγμα, τη λειτουργία ενός ανθρώπινου οργάνου.



## Ματιά στο μέλλον

Το βιβλίο του μέλλοντος, πολύ πιθανόν, θα είναι μια συσκευή σε σχήμα περίπου σημερινού βιβλίου, με μία οθόνη στη μία πλευρά και έναν οδηγό δίσκου αποθήκευσης στα πλάγια. Τοποθετώντας το δίσκο της αρεσκείας μας, θα μπορούμε στην οθόνη του, εκτός από το να διαβάζουμε, να βλέπουμε εικόνες, κινούμενο σχέδιο, βίντεο και να ακούμε ήχους ή μουσική. Αν είμαστε κουρασμένοι, το ίδιο το βιβλίο θα μας διαβάζει το κείμενο και εμείς απλώς θα βλέπουμε γραφικές αναπαραστάσεις των όσων ακούμε. Με τη σύνδεσή του στο Διαδίκτυο θα μπορούμε να αντλούμε πληροφορίες για όποιο θέμα θέλουμε, ενώ εύκολα θα μπορούμε να του ζητάμε να μας βρει το σημείο όπου είναι γραμμένη κάποια φράση που θυμόμαστε. Αυτό βέβαια, δε σημαίνει ότι το ηλεκτρονικό αυτό βιβλίο θα μπορέσει ποτέ να αντικαταστήσει το σημερινό έντυπο, όμως θα μας δώσει πολλές νέες δυνατότητες.







# Μάθημα 8.2

## Η έννοια της δειγματοληψίας Ο ήχος

### Μαθαίνουμε...

- Την έννοια της δειγματοληψίας και πώς εφαρμόζεται στον ήχο
- Τι είναι και πώς γίνεται η επεξεργασία του ήχου

### Εισαγωγή

Ένα από τα πιο απαραίτητα και εκφραστικά συστατικά κάθε πολυμεσικής εφαρμογής είναι ο ήχος, είτε αυτός είναι αφήγηση είτε ένα ηχητικό εφέ είτε μια μουσική επένδυση.

Τα απαραίτητα εξαρτήματα, για να να μπορέσει ένας υπολογιστής να αναπαραγάγει ήχο, όπως έχουμε δει, είναι:

- η κάρτα ήχου
- τα ηχεία

Εξαιτίας του μικρού κόστους τους, σχεδόν όλοι οι σύγχρονοι υπολογιστές διαθέτουν τις παραπάνω περιφερειακές συσκευές.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό του ήχου είναι η **έντασή** του, δηλαδή το πόσο δυνατά ακούγεται. Η ένταση εξαρτάται από το πόσο κοντά το ένα στο άλλο είναι τα αραιώματα και πυκνώματα.

Ένας ήχος όμως αποτελείται από συνεχείς τιμές πυκνωμάτων και αραιωμάτων αέρα (αναλογικό σήμα), ενώ ο υπολογιστής μπορεί, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, να αποθηκεύσει και να επεξεργαστεί μόνο συγκεκριμένες ψηφιακές πληροφορίες, δη-

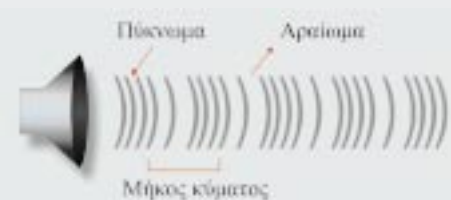
Όπως γνωρίζουμε από τη Φυσική, ο ήχος είναι μηχανικά κύματα τα οποία αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί. Πιο απλά, είναι μεταφορά ενέργειας με τη βοήθεια του αέρα με τη μορφή διαταραχών στην πυκνότητά του (πυκνώματα και αραιώματα).

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε **ποσοτικά** τον ήχο, ας δούμε τα βασικά χαρακτηριστικά του, που είναι:

- **το μήκος κύματος:** η απόσταση μεταξύ δύο πυκνωμάτων
- **η συχνότητα:** ο αριθμός των πυκνωμάτων που έχουμε σε συγκεκριμένο σημείο σε ένα δευτερόλεπτο. Η συχνότητα μετριέται σε μονάδες Χερτζ (Hz):

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ κύκλος ανά δευτερόλεπτο}$$
$$1 \text{ KHz} = 1.000 \text{ Hz.}$$

Ο αριθμός των πυκνωμάτων (ή αλλιώς των κύκλων) ανά δευτερόλεπτο στο συγκεκριμένο σημείο μετριέται σε Hz (κύκλους ανά δευτερόλεπτο). Το ανθρώπινο αυτί μπορεί να ακούσει από 16 μέχρι 20.000 Hz (ή αλλιώς 20 KHz). Τις πιο πολλές φορές, βέβαια, ένα ηχητικό σήμα αποτελείται από ήχους πολλών διαφορετικών συχνοτήτων.



Σχ. 8.2.1: Ο ήχος στον αέρα συνίσταται από πυκνώματα και αραιώματα



λαδή πληροφορίες που αποτυπώνονται με μια σειρά δυαδικών αριθμών, π.χ. 10010111. Γι' αυτόν το λόγο, η αποθήκευση του ήχου από τον υπολογιστή προϋποθέτει την ψηφιοποίησή του. Η ψηφιοποίηση επιτυγχάνεται με τη διαδικασία της δειγματοληψίας. Ας δούμε πώς γίνεται αυτό.

## Η δειγματοληψία (sampling)

**Δειγματοληψία είναι η διαδικασία με την οποία ένα συνεχές αναλογικό σήμα μετατρέπεται σε ψηφιακό.**

Η μετατροπή αυτή επιτυγχάνεται με την επιλογή και αποθήκευση της τιμής του αναλογικού σήματος σε τακτά χρονικά διαστήματα. Καθεμιά τιμή που συλλέγουμε λέγεται **δείγμα** (sample). Ένα χαρακτηριστικό της δειγματοληψίας είναι το πόσο συχνά γίνεται. Ονομάζουμε **ρυθμό** δειγματοληψίας (sampling rate) τον αριθμό των δειγμάτων που καταχωρεί η κάρτα ψηφιοποίησης στη μονάδα του χρόνου.

Έτσι, η κάρτα ήχου παίρνει χιλιάδες «στιγμιότυπα» του ήχου, καθώς αυτός εισάγεται στον υπολογιστή, και δημιουργεί ένα ψηφιακό αντίγραφο τους στη μνήμη RAM βάζοντας το ένα στιγμιότυπο πλάι στο άλλο. Η ποιότητα του ψηφιοποιημένου ήχου και το μέγεθος του αρχείου που χρειάζεται για να αποθηκευτεί εξαρτάται, λοιπόν, από το ρυθμό με τον οποίο παίρνονται αυτά τα στιγμιότυπα. Εξαρτώνται επίσης και από τον αριθμό των bits που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση κάθε τέτοιου στιγμιότυπου.

Αφού γίνει, λοιπόν, η δειγματοληψία, η τιμή κάθε δείγματος αποθηκεύεται στη μνήμη του υπολογιστή. Ο αναλογικοψηφιακός μετατροπέας αποθηκεύει αυτές τις τιμές ως δυαδικούς αριθμούς με σταθερό μήκος 8, 16 ή και περισσότερα bits ανά δείγμα. Όσο περισσότερα bits χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση ενός δείγματος, τόσο η ψηφιακή αποτύπωση του αναλογικού σήματος είναι καλύτερη και άρα τόσο καλύτερος είναι ο ήχος που μπορεί να αναπαραχθεί από τον υπολογιστή μας. Ο αριθμός των bits που χρησιμοποιούνται για την καταχώρηση κάθε δείγματος λέγεται **μέγεθος** δείγματος (sampling size). Μέγεθος των 16 bits είναι περισσότερο κατάλληλο για στερεοφωνική μουσική υψηλής πιστότητας, ενώ αντίστοιχο των 8 bits πετυχαίνει ικανοποιητική αναπαραγωγή σε ήχους με χαμηλές απαιτήσεις πιστότητας, όπως είναι η ανθρώπινη ομιλία.

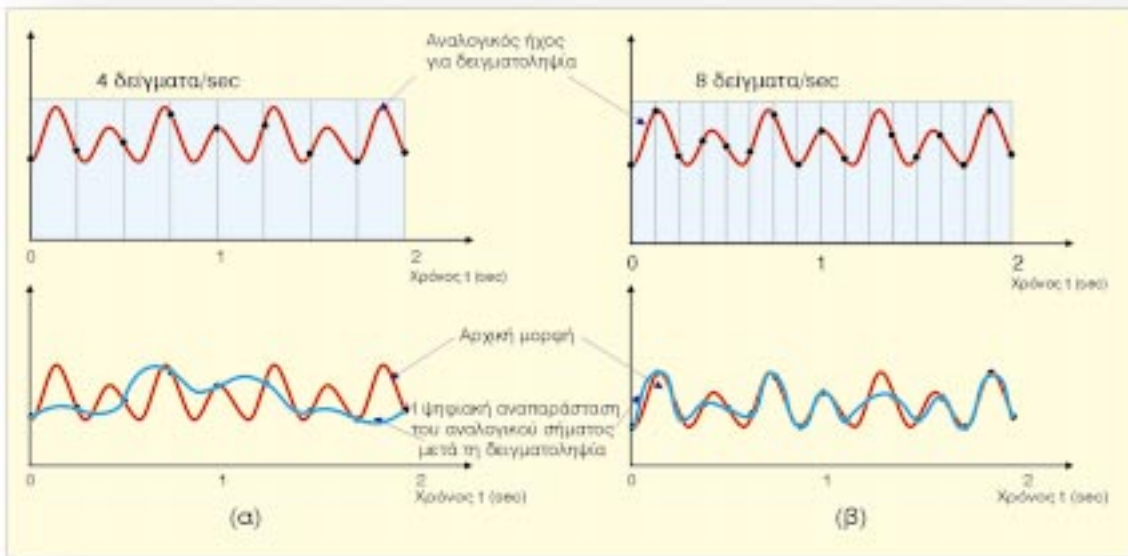
Είναι γεγονός ότι το ανθρώπινο αυτί μπορεί να ακούσει συχνότητες μέχρι 20 KHz περίπου. Έτσι, αν πάρουμε δείγματα με συχνότητα διπλάσια, δηλαδή 2x20 KHz, πετυχαίνουμε μια πολύ ικανοποιητική ποιότητα κατά την αναπαραγωγή του ήχου για το ανθρώπινο αυτί. Επειδή η ευαισθησία του αυτιού διαφέρει μετα-



**Ας δούμε κι αυτό...**

Για να είναι ικανοποιητική η αναπαραγωγή του αρχικού σήματος, η συχνότητα δειγματοληψίας πρέπει να έχει διπλάσια τιμή από τη μέγιστη συχνότητα του σήματος.

(Θεώρημα Shannon)



Σχ. 8.2.2: Η έννοια της δειγματοληψίας. Το αναλογικό σήμα ψηφιοποιείται με ρυθμό 4 δειγμάτων/sec (α) και 8 δειγμάτων/sec (β). Στην πρώτη περίπτωση μπορούμε να δούμε ότι η ψηφιακή αναπαράσταση του ψηφιακού σήματος διαφέρει πολύ από το αρχικό. Όταν αυξάνει ο ρυθμός δειγματοληψίας (β), το αρχικό αναλογικό σήμα αναπαριστάνεται πολύ καλύτερα από τα ψηφιακά δείγματα



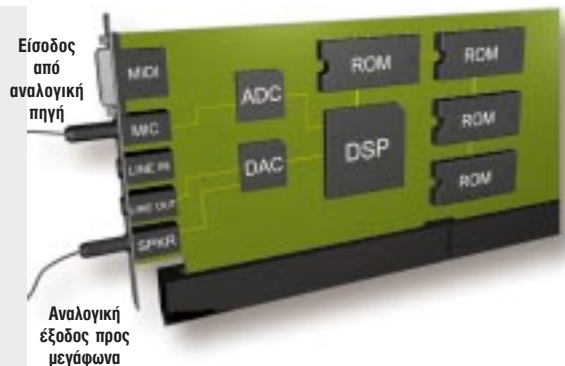
**Δείτε στο CD-ROM Πληροφορικής**

Δείτε το σχετικό βίντεο όπου παρουσιάζεται η διαδικασία της ψηφιοποίησης του ήχου.

Ξύ των ατόμων, έχει γίνει πλέον αποδεκτό ότι η συχνότητα δειγματοληψίας στα 44,1 KHz δίνει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στην πράξη, βέβαια, μπορούμε να έχουμε οποιαδήποτε συχνότητα δειγματοληψίας επιτρέπει ο εξοπλισμός μας.

Η δειγματοληψία μπορεί να γίνει μονοφωνική (με ένα κανάλι, όπως λέγεται) ή στερεοφωνική (με δύο κανάλια). Στην τελευταία περίπτωση ψηφιοποιείται και καταχωρείται χωριστά καθένα από τα δύο κανάλια του ήχου.

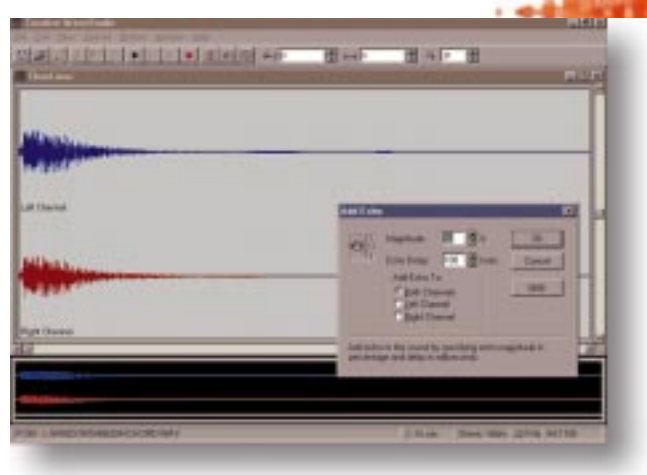
Τη μετατροπή ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό την αναλαμβάνουν ειδικοί μετατροπείς, που ονομάζονται αναλογικοψηφιακοί μετατροπείς (Analog to Digital Converters ή αλλιώς ADC). Οι μετατροπείς αυτοί βρίσκονται στις κάρτες ήχου και μπορούν να είναι τμήμα ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος που ονομάζεται επεξεργαστής ψηφιακού σήματος (Digital Signal Processor, DSP). Ο αναλογικοψηφιακός μετατροπέας, σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, μετράει την ένταση του σήματος και την αποθηκεύει υπό μορφή ψηφιακών δεδομένων. Η κάρτα ήχου δε χρησιμεύει μόνο για τη μετατροπή ήχων σε ψηφιακά δεδομένα. Έχει τη δυνατότητα τα ψηφιακά αυτά δεδομένα να τα επαναφέρει στην αρχική τους, αναλογική μορφή, ώστε να αναπαράγονται από τα ηχεία. Για το σκοπό αυτό ενσωματώνει ένα ακόμη ολοκληρωμένο κύκλωμα, που εκτελεί την αντίστροφη εργασία από τον αναλογικοψηφιακό μετατροπέα: Είναι ο ψηφιοαναλογικός μετατροπέας (Digital to Analog Converter, DAC). Διαθέτει επίσης κατάλληλο επεξεργαστή για την ψηφιακή επεξεργασία του ήχου (Digital Signal Processing, DSP).



Σχ. 8.2.3: Σχηματική αναπαράσταση της κάρτας ήχου. Διακρίνονται οι DAC, ADC, καθώς και οι υποδοχές εισόδου - εξόδου

# Η επεξεργασία του ήχου

Αφού ο ήχος ψηφιοποιηθεί και αποθηκευτεί στη μνήμη του υπολογιστή μας, μπορεί να υποστεί επεξεργασία από κατάλληλο λογισμικό. Η επεξεργασία αυτή μας επιτρέπει να βελτιώσουμε την ποιότητά του, να αφαιρέσουμε τμήματα που δε μας χρειάζονται, να αυξομειώσουμε την έντασή του στα σημεία που θέλουμε, να προσθέσουμε ειδικά εφέ, όπως βάθος και ηχώ, ακόμη και να αναμείξουμε δύο ή περισσότερους ήχους. Οι δυνατότητες περιορίζονται μόνο από τη φαντασία και τη δημιουργικότητα του ανθρώπου που χειρίζεται το αντίστοιχο πρόγραμμα (και, φυσικά, από τον εξοπλισμό).



Σχ. 8.2.4: Η αναπαράσταση των δύο κυματομορφών ενός ήχου που έχει ψηφιοποιηθεί σε στερεοφωνική μορφή.

## Λογισμικό επεξεργασίας ήχου

(α) Μεγεθύνοντας συγκεκριμένα σημεία της κυματομορφής, μπορούμε να εντοπίσουμε και να αφαιρέσουμε πολύ μικρούς θορύβους (σκρατς), ακόμα και ένα φθόγγο. Λεπτομερής σύγκριση κυματομορφών μπορεί να οδηγήσει σε αναγνώριση φράσεων, γεγονός που χρησιμοποιείται ευρέως από σύγχρονα προγράμματα.

(α)

(β)

Στην εικόνα (β) βλέπουμε τις κυματομορφές που δημιουργήθηκαν από φωνή που λέει τις λέξεις «ένα», «δύο», «τρία». Με το πρόγραμμα επεξεργασίας του ήχου και χρησιμοποιώντας τις εντολές αντιγραφής και επικόλλησης, μπορούμε να αλλάξουμε τη σειρά των λέξεων σε «δύο», «ένα», «τρία».

(γ)

(γ) Με τον τρόπο αυτό μπορούμε συγκεκριμένες λέξεις που έχει πει κάποιος να τις βάλουμε σε όποια σειρά θέλουμε, χωρίς αυτό να γίνει αντιληπτό από κανέναν τρίτο. Όταν αναπαραχθεί ο επεξεργασμένος ήχος, η ψηφιοποιημένη φωνή θα ακούγεται να λέει τη φράση «δύο-ένα-τρία», σαν να την είχε πει έτσι εξ αρχής.

Σχ. 8.2.5

## Το μέγεθος των αρχείων ήχου

Η αποθήκευση ήχου σε ψηφιακή μορφή χρειάζεται συνήθως μεγάλο χώρο. Ένα λεπτό στερεοφωνικής μουσικής, (δύο κανάλια), που έχει ψηφιοποιηθεί με συχνότητα δειγματοληψίας 44.1 KHz (44.100 δείγματα/sec) και μέγεθος δείγματος 16 bits, χρειάζεται χώρο που υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Μέγεθος αρχείου} = \text{Αριθμός καναλιών} \times \text{Συχνότητα δειγματοληψίας} \times \text{Μέγεθος δείγματος} \times \text{Χρόνος}$$

### Γιατί ενδιαφέρει το μέγεθος των αρχείων ήχου;

Μια πολυμεσική παραγωγή αποτελείται από όλα τα στοιχεία που είδαμε παραπάνω. Κάθε στοιχείο έχει απαιτήσεις σε αποθηκευτικό χώρο. Όταν λοιπόν σχεδιάζεται μια πολυμεσική παραγωγή, ένα από τα στοιχεία που εξετάζονται είναι ο χώρος που θα χρειαστούν τα επιμέρους στοιχεία που την αποτελούν, επειδή το μέσο όπου θα αποθηκευθούν θα έχει κάποιους φυσικούς περιορισμούς, π.χ. το μέγεθος του σκληρού δίσκου. Επιπλέον, όταν θα γίνεται η αναπαραγωγή του κατά τη χρήση της εφαρμογής, τα διάφορα επιμέρους αρχεία θα πρέπει να είναι τέτοιου μεγέθους, που να μπορούν να τα χειριστούν η ΚΜΕ και η μνήμη του υπολογιστή.

Με βάση το πιο πάνω παράδειγμα έχουμε:

$$2 \times 44.100 \text{ δείγματα/sec} \times 16 \text{ bits/δείγμα} \times 60 \text{ sec/min} = 84.672.000 \text{ bits}$$

και αφού 8 bits = 1 byte

$84.672.000/8 = 10.584.000 \text{ bytes}$  περίπου, δηλαδή 10 Mbytes για διάρκεια ενός λεπτού.

Ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία υπολογίστε το χώρο που χρειάζεται για να αποθηκευτεί ένα αγαπημένο σας τραγούδι.

## Η ηλεκτρονική μουσική - Το πρότυπο MIDI

Το 1983 οι κατασκευαστές μουσικών οργάνων συμφώνησαν να κωδικοποιήσουν τις νότες και τα εφέ για τα αρμόνια και τα ηλεκτρονικά όργανα (synthesizers) που κατασκεύαζαν, ώστε αυτές να μπορούν να αποθηκεύονται ή να αναπαράγονται ψηφιακά από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Έτσι αναπτύχθηκε το πρότυπο MIDI (Musical Instrument Digital Interface).

Το πρότυπο MIDI επιτρέπει τη σύνδεση μουσικών οργάνων και συνθεσάιζερ με υπολογιστές, ενώ το υποστηρίζουν όλες οι σύγχρονες κάρτες ήχου.

Ένα όργανο που συνδέεται σε έναν υπολογιστή μέσω της θύρας MIDI (ένα καλώδιο συνδέει την υποδοχή MIDI του μουσικού οργάνου με τη θύρα MIDI της κάρτας ήχου του υπολογιστή) μπορεί να μεταφέρει στον υπολογιστή με ακρίβεια τις νότες που παίζει ο μουσικός σε αυτό.

Ένας συνθέτης που χρησιμοποιεί υπολογιστή μπορεί να ακούσει τη σύνθεσή του παιγμένη από μεγάλη ποικιλία οργάνων, γράφοντας στον υπολογιστή μόνο την παρτιτούρα.

Όπως καταλαβαίνουμε, το MIDI είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για ένα συνθέτη. Μπορεί ο ήχος που παράγεται με τη

### Ας δούμε κι αυτό...

Στο πρότυπο MIDI δε μεταφέρεται στον υπολογιστή αυτούσιος ο ήχος, αλλά η πληροφορία που χρειάζεται για να αναπαραχθεί. Έτσι, όταν ο μουσικός πιέζει τη νότα ντο στο πληκτρολόγιο του μουσικού οργάνου, στον υπολογιστή μεταφέρεται το τονικό ύψος, η διάρκεια, η χροιά και η εξασθένιση. Χάρη στις πληροφορίες αυτές, το πρόγραμμα αναπαραγωγής ήχων MIDI (αποκαλείται *sequencer*) σε συνεργασία με την κάρτα ήχου μπορεί να αναπαράγει πιστά την αρχική νότα.



βοήθεια του MIDI να έχει κάποια μεταλλική χροιά, αλλά, παρ' όλα αυτά, η δυνατότητα δημιουργίας μιας ορχήστρας χωρίς μουσικούς και όργανα είναι πράγματι εντυπωσιακή. Με τη βοήθεια του MIDI, ο συνθέτης δε χρειάζεται να ξέρει να παίζει το συγκεκριμένο όργανο, για να συνθέσει μουσική γι' αυτό! Ακόμα, μπορεί να ξεπεράσει τις φυσικές δυνατότητες και του οργάνου και του εκτελεστή του. Έτσι, με τον υπολογιστή μπορούμε να παίξουμε, για παράδειγμα, ένα μουσικό κομμάτι για το οποίο ο οργανοπαίχτης θα χρειαζόταν περισσότερα από 5 δάχτυλα σε κάθε χέρι.



Σχ.8.2.6: Πρόγραμμα επεξεργασίας αρχείων MIDI

Ένας ήχος MIDI έχει παραχθεί ηλεκτρονικά, αλλά όταν τον αποθηκεύσουμε υπό μορφή αρχείου χρειάζεται ελάχιστο αποθηκευτικό χώρο. Ένας ήχος διάρκειας ενός λεπτού που παράχθηκε σύμφωνα με το πρότυπο MIDI μπορεί να αποθηκευτεί σε αρχείο μεγέθους 4 ή 5 KB, δηλαδή χρειάζεται 2.000 φορές λιγότερο χώρο σε σύγκριση με τους άλλους τύπους αρχείων.

Η ανθρώπινη φωνή δεν μπορεί να μετατραπεί σε αρχείο MIDI. Δηλαδή ένα αρχείο MIDI μπορεί να περιέχει μόνο μουσική.

## Η συμπίεση αρχείων ήχου - Η μέθοδος MP3

Το μεγάλο μέγεθος των αρχείων που δημιουργούνται από την ψηφιοποίηση του ήχου αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα τόσο για την αποθήκευσή τους όσο και για τη μεταφορά τους μέσω δικτύων.

Μία καλή λύση του προβλήματος του μεγάλου μεγέθους των αρχείων ήχου προσφέρει η **συμπίεση** (compression) των αρχείων.

Ο μέγιστος βαθμός συμπίεσης ενός αρχείου, δηλαδή το πόσο μικρότερο θα γίνει σε σχέση με την αρχική του μορφή, εξαρτάται τόσο από το περιεχόμενο όσο και από το πρόγραμμα που θα χρησιμοποιηθεί για να επιτευχθεί αυτή η συμπίεση. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει, ανάλογα με το πρόγραμμα συμπίεσης που θα χρησιμοποιήσει, το βαθμό συμπίεσης που επιθυμεί. Θα πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι κάθε βαθμός συμπίεσης έχει ως συνέπεια την απώλεια ελάχιστου ή σημαντικού μέρους της ποιότητας του ήχου. Αυτό είναι κάτι που πρέπει να αποφασιστεί, αφού λάβουμε υπόψη μας τη χρήση για την οποία προρίζεται ο ήχος.

Τύποι των αρχείων ήχου

- Audio Interchange File Format (AIFF, AIF)
- Musical Instruments Digital Interface (MID, MDI, MFF)
- Resource Interchange File Format (RIFF)
- Sound (SND)
- Roll (ROL)
- Wave (WAV)
- Sun Audio (AU)
- Voice (VOC)
- Turtle SMP (SMP)



### Συμπίεση αρχείων

Compression = Συμπίεση = Τεχνική με την οποία μια ομάδα δεδομένων υφίσταται κάποιες μετατροπές, ώστε να καταλαμβάνει μικρότερο χώρο στο μέσο αποθήκευσης.

Μια συνήθης συμπίεση για μουσική είναι η σχέση 12 προς 1. Έτσι ένα μουσικό κομμάτι διάρκειας δύο περίπου λεπτών, που κανονικά χρειάζεται αποθηκευτικό χώρο 20 MB, συμπιεσμένο περιορίζεται στο 1,5 MB περίπου. Μια μέθοδος που επιτυγχάνει μεγάλα ποσοστά συμπίεσης είναι η αποκαλούμενη MP3. Με τη συμπίεση MP3 ο ήχος διατηρεί σε μεγάλο βαθμό την αρχική του ποιότητα, όμως απαιτείται ειδικό πρόγραμμα για την ανάγνωση και αναπαραγωγή αρχείων συμπιεσμένων με αυτό το πρότυπο. Με τη συμπίεση MP3 ένας απλός μουσικός συμπαγής δίσκος (CD) διάρκειας 74 λεπτών (μίας ώρας και 14 λεπτών) μπορεί να χωρέσει μουσική δωδεκάπλάσιας διάρκειας, δηλ. περίπου 13-14 ώρες, διατηρώντας σχεδόν την ποιότητά του. Ένας τέτοιος δίσκος (CD) μπορεί να αναπαραχθεί από έναν υπολογιστή που διαθέτει το κατάλληλο λογισμικό.



Σχ.8.2.7: Λογισμικό αναπαραγωγής στον υπολογιστή αρχείων ήχου συμπιεσμένων με τη μέθοδο MP3