

Analóg és digitális jelek fogalma, átalakítása, jelentősége, az átalakítás hardvereszközei.  
A hang digitalizálásának folyamata

### Vázlat:

#### I. Alapfogalmak:

- a. Kódolás-dekódolás, információ-jel-jelsorozat
- b. Analóg-digitális jel fogalma

#### II. A digitalizálás célja

#### III. A digitalizálás eszközei

#### IV. A hang digitalizálása

- a. Alapfogalmak
- b. A hangok tömörítésének fajtái
  - Vesztéses és típusai (FLAC)
  - Vesztésmentes és típusai (MP3, AAC, WMA)

### I. Alapfogalmak

Az információk **jelek, jelsorozatok** segítségével jutnak el hozzánk.

- Képszerű (rajz, festmény, hieroglif írás, fénykép, mozgókép, mozi, tévé, videojáték... stb.)
- Stilizált (térkép, műszaki rajz, áramköri rajz, tervrajz, ikon, piktogram... stb.)
- Szimbolikus (karakter, arab számok, ékírás, latin betűírás, cirill írás... stb.)
- 3D háromdimenziós jelek ritkábbak
- Tárgyak (szobor, öltözék, pénzérme, zászló, jelvény)
- Virtuális tárgyak (hologram, virtuális valóság, sztereo kép)

Az **analóg jelek** időben, térben folytonosak, vagyis bizonyos határok között bármilyen értéket felvehetnek. (Pl.: a hang) A **digitális jelek** diszkrét, azaz rövid időtartamú jelek, melyek között szünetek vannak. A jelek nagysága csak korlátozott számú értéket vehet fel, gyakran csak két értéket: 0-át és 1-et.

### II. A digitalizálás célja

hogya a két- ill. háromdimenziós térben lévő objektumokról a számítógép által értelmezhető és feldolgozható adatokat állítson elő. A digitalizálás speciális eszközökkel (scanner, hangkártya, digitális fényképezőgép, digitális kamera, stb.) történik, az egyes lépések megvalósítása eszköztől függően különböző módon lehetséges.

A digitalizált objektumok, típustól függően szerkeszthetők, amely műveletek végrehajtására a legkülönbözőbb programok állnak rendelkezésünkre. Ezen szerkesztő műveletek célja lehet az analóg-digitális átalakítás hibáinak kijavítása, az eredetitől különböző virtuális objektumok létrehozása

### III. A digitalizálás eszközei

A **szkenner** tárgyasztala egy üveglap, amelyre a beolvasandó dokumentumot kell helyezni. A leggyakoribb esetben a tárgyasztal alatt található a képérzékelő, az optika és a megvilágító egység egy síkpályán mozgó mechanikus berendezésre szerelve, amelyet egy motor működtet. A megvilágító egység alulról egyenes fényerővel megvilágítja a beolvasandó dokumentumot, amely a ráeső fény egy részét visszaveri. A visszavert fény információt szállít a dokumentum alakjáról, elhelyezkedéséről és felületének jellemzőiről. A visszavert fényt optikai eszközök (például tükrök, lencsék) képezik le és a kicsinyített valódi képet a CCD érzékelőre. Az érzékelő a dokumentumról érkező visszavert fényt elektronikus jellé alakítja,

amelyből az eredeti dokumentum digitális képe állítható elő. A képletapogatás soronként történik.

A **digitális kamerák** felépítése hasonló a hagyományos fényképezőgépekéhez: lencserendszerből és képérzékelőből állnak. A digitális kamerák működési elve: a képet a lencserendszer vetíti a CCD érzékelőre, majd megtörténik a képek kiolvasása, digitalizálása. A kamerák saját állandó memóriával rendelkező processzorral rendelkeznek, amely elvégzi a kép korrekcióját (a leképező rendszer okozta hibák stb.). Az elkészített képek egy kis LCD képernyőn megtekinthetők, módosíthatók és törölhetők. A digitális kamerák felbontása 1-6 Megapixel körüli. A kamerával tömörített és tömörítetlen képfájlok is létrehozhatók. A tömörítés mértéke és típusa (vesztésmentes, ill. vesztéses) beállítható. A vesztésesen tömörített képek formátuma JPEG, a vesztésmentesen tömörítettek TIFF. A készülék számítógéphez és/vagy nyomtatóhoz csatlakoztatható.

A **hangkártya** egy számítógép-bővítőkártya, ami hangot fogad és ad ki, számítógépes programok utasítására. Tipikus felhasználási területei: multimédiás alkalmazások, hang és videószerkesztések, és szórakozás (filmmézés, zenehallgatás, játékok). A legtöbb mai számítógépben ez az eszköz az alaplapra van építve (integrálva), de egyes korábbi gépekhez még külön kell beszerezni. A professzionális felhasználók szintén külön szoktak hangkártyát vásárolni, sokkal jobb minősége és teljesítménye miatt.

A folyamatot **kódolásnak** nevezzük. Amikor a jeleket meghatározott szabályok alapján egy másik jelrendszerbeli jelekké alakítunk – kódolásnak nevezzük. A visszaalakítás a **dekódolás**. Nagyon sok esetben a kódolási folyamat végén, - pl. helymegtakarítás céljából- **tömörítést** is végzünk. A tömörítéskor el kell döntenünk, hogy **vesztéseset**, vagy **vesztésmenteset** választunk. Ez majd a dekódolás utáni állapotot határozza meg.

### IV. A hang digitalizálása

A digitális hangfelvétel alapvető módszerét 1930-as években szabadalmaztatták. Az első CD-k 1982-ben kerültek a piacra. A személyi számítógépek elterjedésével felmerült az igény, hogy minél jobb minőségben, ám minél kisebb helyen kívánjuk tárolni a hangfelvételeinket.

#### a) Alapfogalmak

A digitalizálás mintavétellel történik. A folyamatos analóg hanghullámból bizonyos időnként (a mintavételi frekvencia szerint) mintát véve, megállapítjuk az éppen aktuális értékét. A mintavételi frekvencia nagyon fontos tényező, minél sűrűbb, annál jobb. Mivel az emberi fül nagyjából 22,05 KHz feletti hangot már nem hall, 44,1KHz –es mintavételi frekvencia kell a hangk igazán jó reprodukálásához.

A másik fontos tényező, hogy hány biten tárolunk egy-egy mintát. Vagyis a hanghullám mintáját milyen pontosan tároljuk el. (kvantizáció)

Nézzünk rá **példát!**

Mintavételezzünk 44,1 KHz-en, 2 csatornán (sztereóban), 16 biten (2bájt) tárolva a hangot.

$44,1\text{KHz} \times 2 \times 2\text{bájt} = 176,4 \text{ Kbájt}$  másodpercenként, azaz 10584Kbájt (10,34Mb) percenként

A példából látszik, hogy egy 60 perces CD-re ~620,4Mb adatfolyam kerül a fentti paraméterekkel, tömörítés nélkül. A legalapvetőbb digitalizált formátum a wav.

Mivel a CD nagyon sérülékeny (karcolódik), ezért a ráégetett információ mellett bonyolult hibajavító kódolást is tárolnak, garantálva, hogy az lejátszható maradjon. Következzék egy táblázat a leggyakrabban használt mintavételi frekvenciákról és felhasználási területeikről.

11025 Hz	8 bit:	emberi hang (szöveg) érthető ábrázolására alkalmas (telefon)
22050 Hz	16 bit:	középhullámú rádióadás minősége
44100 Hz	16 bit:	CD minőség, az általánosan elterjedt formátum
48000 Hz	24 bit:	fél professzionális studio
96000 Hz	24 bit:	DVD/Audio
192000 Hz	32 bit:	professzionális studio

Az előző példa rávilágít arra, hogy ha zenét tömörítetlenül tárolunk, az nagyon sok helyet foglalna el. Illetve bonyolult hibajavító algoritmust kellene alkalmaznunk az esetleges karcolódások ellen.

A mágneses és a félvezető technikán alapuló un flash háttértáron történő zenék kódolása más irányt mutat. Itt kevésbé fontos a hibajavítás, mert nem túl jellemző a sérülés. Viszont, ha mégis, akkor a hibajavító kódolás sem tudna segíteni rajta. Sokkal fontosabb, hogy az adatfolyam minél kisebb helyet foglaljon el a háttértárolón. Gondoljunk csak a számítógépben található merevlemezre, mp3 lejátszók memóriakártyáira. A fő cél, hogy a lehető legtöbb zenének ráférjen, minél jobb minőségben. természetesen hibajavító kódolás is belekerülhet a rendszerbe.

## b) hangok tömörítésének fajtái

**A zenék tömörítésére alapvetően két irány terjedt el. Mindegyiknek megvan a maga előnye és hátránya.**

Az egyik a **veszteségmentes**, a másik pedig a veszteséges tömörítési eljárás. Eleve a fentebb felvázolt digitalizálás is egyfajta tömörítés, hiszen egy folyamatos analóg jelből különálló pontok halmazát hozzuk létre. Ha a mintavételi frekvencia és a bitszám elég magas, akkor az „eredeti“ állapot helyreállítható. Ezt a digitális halmazt szeretnénk még tovább zsugorítani. A veszteségmentes eljárás lényege, hogy nincsen további adatvesztés. Az eredeti bitfolyamot matematikai eljárással (a zip –hez hasonlóan) tömörítjük. S ebből bitről bitre minden adatot helyre tudunk állítani. Több ilyen formátum is létezik, de a legismertebb a **FLAC (Free Lossless Audio Codec)** Ez a formátum az általános tömörítőkhöz képest jóval hatékonyabb, hiszen zenefájlok kezelésére hegezték ki. Akár 30-50% -os méretcsökkenés is elérhető vele. A hátránya, hogy a sok médialejátszó program alából nem támogatja. De további kiegészítők telepítésével orvosolható a probléma.

A **veszteséges** eljárás a pszicho akusztikán alapul. Ennek a lényege, hogy az emberi hallás közel sem tökéletes, nem minden hangot hall meg. Nem ugyanolyan érzékeny bizonyos magasságú hangokra. Ezért a „kevésbé“ fontos frekvenciákat akár el is hagyhatjuk, vagy alacsonyabb bitszámon kódolva kevesebb információt tárolhatunk. Visszajátszáskor az emberek zöme nem fog érezhető különbséget hallani. Nem beszélve a különböző lejátszó eszközök minőségéről. Egy másik elfedési eljárás a frekvencia elfedés. Ha egyszerre szólal meg egy nagy és egy kisebb intenzitású hang, akkor a valamivel halkabb hangot észre sem vesz az ember. Ezért amíg az erős szól, addig a környezetében szóló halkabbakat

kidobhatjuk a lekódoló jelfolyamból. Egy másik jelenség az időbeli elfedés. Ha megszólal egy erős intenzitású, nagyon erős hang, hiába van már vége, akkor sem hallunk még 0,15 másodpercen belül ennél akár csak kicsit halkabb hangokat sem.

**Fajtái:**

**MP3:** Az egyik legelterjedtebb formátum. Ennek definíciója nem tartalmazza a tömörítés (enkódolás) folyamat algoritmusát, de pontosan leírja a kicsomagolás (dekódolás) menetét. Az MP3-as kódolás után a végeredményt veszteségmentesen is tömörítik. Mint a legtöbb formátumnál állítható a bitsűrűség. Vagyis mérlegre tehetjük a „kisebb adatfájl=rosszabb minőség“, valamint a „nagyobb fájlméret=jobb minőség“ lehetőségeit. Általában a 128 kbs bitsűrűségű tömörítés az elfogadott. Ez 11:1 tömörítési arányt jelent a CD-hez, vagy a sima WAV –hoz képest. Ez azt jelenti, hogy egy 700Mb –os CD-re 9-11 audió CD tartalmát tömöríthetjük. Egy 2 Gbájtos MP3 lejátszón több mint 20 audió CD tartalma fér el?

**AAC** (Advanced Audio Coding): Az MP3 utódjának szánták, de nem terjedt el annyira. Ugyanolyan bitsűrűség mellett lényegesen jobb hangzást ér el. Legfontosabb alkalmazási területe Apple iPod, iTunes, iPhone.

**WMA** (Windows Media Audio: A Microsoft fejlesztése. Jogdíjköteles tömörítési algoritmusú formátum. Ez is jobb hangminőségű azonos bitráta mellett, de nem tudott gyökeret verni a piacon.

Összefoglalva, mindegyik (veszteséges) kódolás adatvesztéssel jár. Az eredeti adatfolyam nem állítható vissza.

Felhasználási területek:

A hordozható zenelejátszók megjelenésével lehetőség nyílt –megfelelő tömörítés után- szinte a teljes gyűjteményünk hordozhatóvá tétele.

Régi audio kazettáink, bakelit lemezeink digitalizálás, szerkesztés, szűrés után enkódolva hallgathatóvá válnak a zenelejátszónkon.

## Forrás:

Tudnivalók a tömörített zenéről. Computer Panoráma. 2007/12. 48-51p.  
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Hangk%C3%A1lrya>