

Moderní digitální vícestopý záznam a produkce zvuku

Martin Dostál
katedra informatiky, Univerzita Palackého v Olomouci
<http://dostal.inf.upol.cz>

6.5. 2010

Analogový záznam

- vícestopý záznam
- Ross Snyder (Ampex, 1955) 1" pás, 8 stop
- rozmach populární hudby
- Les Paul
- George Martin (Beatles, cca 1965) – Bouncing Tracks
- běžně 1"/16 stop nebo 2"/24 stop



Analogový záznam

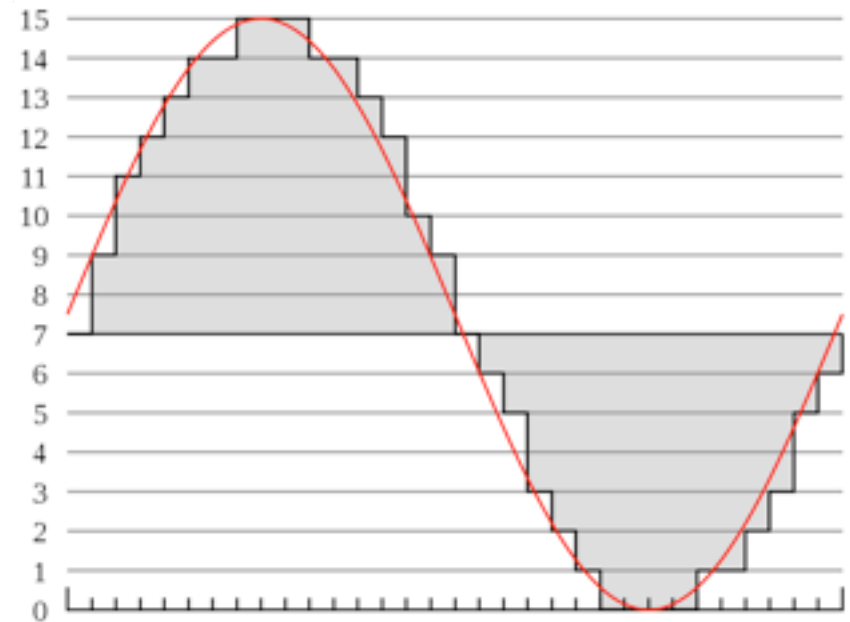
- lineární editace
- spojitost
- zkreslení
- kolorování zvuku
- šum
- přebuzení



SONY MCI JH-24 2" Analog Tape Machine

Digitální záznam

- rozmach cca od 1990
- A/D, D/A převod
- pulzně kódová modulace (PCM)
- bitová hloubka
- vzorkovací frekvence
- převzorkování (oversampling)
- aliasing



Nyquistův-Shannonův teorém:

„Přesná rekonstrukce spojitého, frekvenčně omezeného, signálu z jeho vzorků je možná tehdy, pokud byl vzorkován frekvencí alespoň dvakrát vyšší, než je maximální frekvence rekonstruovaného signálu.“

Digitální záznam

- nelineární editace
- bezeztrátové (?)
- akustické vlastnosti
 - šum
 - zkreslení
 - přebuzení (!)
- značný datový tok (relativně)
- záznam
 - původně pásky, kazety apod.
 - dnes hard disk > Hard Disc Recording (HDR)
- levný !

Alesis ADAT

- Alesis Digital Audio Tape, 1991
- S-VHS kazety
- 8 stop
- synchronizace až 16 zařízení, tj. až 128 stop
- ADAT XT: A/D 18 bit, 128 times oversampling
- ADAT XT: D/A: 20 bit linear, 8 times oversampling
- Sample Rate: 44.1 /48kHz,



Digitální záznam

- 1 byte = 8 bitů
- bitová hloubka pro AD/DA převod: 8/12/16/18/20/24 bitů, tj $2^{\text{počet bitů úrovní}}$
- 1 bit navíc znamená 2 násobné rozlišení
- vzorkovací frekvence: 11/22/44/48/96/192 KHz
- například Audio CD: 16 bitů/44KHz
- čím více tím lépe, ale také větší datový tok
- problém: přebuzení a bitová hloubka
- zvětšení bitové hloubky vs komprese dynamicky na vstupu

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1

Datový tok—příklad

Audio CD

$$2 \text{ byte} \times 44100 \times 2 \text{ (stereo)} = 176.400 \text{ byte/sekundu}$$

HD Audio

$$3 \text{ byte} \times 192000 \times 2 \text{ (stereo)} = 1.152.000 \text{ byte/sekundu}$$

Digitální zpracování

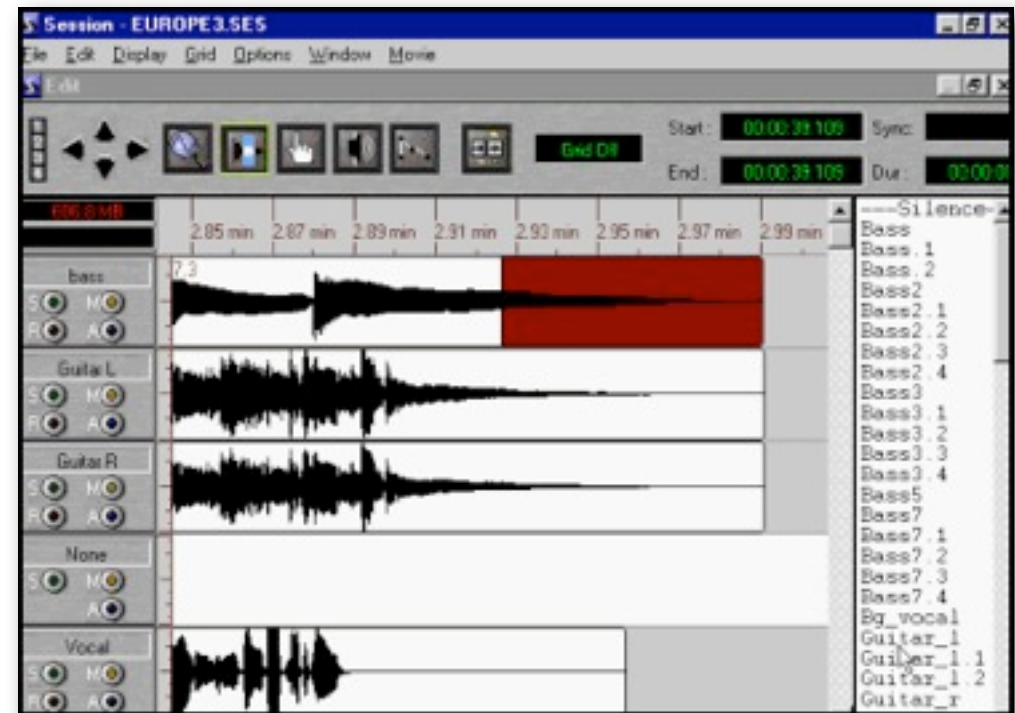
- rozmach Digital Signal Processing (DSP)
- zařízení (digitální pulty, efektové jednotky)
- Digital Audio Workstation
- počítače + audio hardware a software
- odklon od speciálního hardware k osobním počítačům a software
- samplery
- virtuální nástroje

Hard Disc Recording

- záznamovým médiem je pevný disk
- nelineární editace
- vše lze udělat v počítači, odpadá opakovaná A/D konverze
- různý hw/různý sw
- nástup cca 1992 s růstem výkonu počítačů, dnes převažující technologie
- komponenty
 - počítač
 - audio hardware (zvuková karta, audio interface)
 - audio software

Session 8

- průlomový produkt
- Digidesign, 1993, cca 60.000 Kč
 - 8in/8out, 16bit/48Khz
 - 2x karta do PC/Mac
 - externí pevný disk
 - I/O modul s převodníky
 - software ProTools
- výkonný počítač (cca 16MB RAM, 3GB HDD, procesor 486)



Růst výkonu počítačů

- výkonnější procesory (viz Mooreův zákon)
- více paměti RAM
- větší a rychlejší disky (dnes již nejen tzv. pevné disky)
- důsledky
 - lze zpracovávat více stop ve větší kvalitě
 - (relativně) nízká latence > možnost práce v reálném čase
 - softwarové samplery
 - virtuální nástroje

Příklad

- běžný disk 1TB (= 1.000 GB = 1.000.000 MB), cena cca 1.300 Kč
- rychlost čtení 60MB/s
- rychlost zápisu 50MB/s
- kapacita při záznamu jedné stopy 24bit/192 Khz = cca 505 hodin záznamu (1s cca 0.55 MB) !
- zvládne cca 90 stop !
- pro srovnání: 2" páská/762m stojí cca 5.000 Kč a pojme 24stop

Audiointerface

- zařízení, která provádí AD/DA konverzi
- některá obsahují i DSP jednotky
- některá obsahují i MIDI interface
- připojení k počítači
 - USB 2.0 – 480mbit/sec
 - FireWire 400 - 400mbit/sec



Příklad: Tascam US1800

- 8in, 24bit/96Khz
- USB 2.0 připojení
- 8 stop 24/96 cca 2.2 MB/sec
- rychlost USB2.0, 60MB/sec (teoreticky)



Příklad



Příklad: DAW/pult



Samplery

Sampler

- zařízení pro záznam/přehrávání vzorků zvuku s možností úprav a modulace
- rozmach s osobními počítači
- samostatná či dedikovaná zařízení
- průkopníci
 - Ensoniq Mirage (8bit/32kHz, 144Kb RAM, 1984)
 - Roland S-30 (12bit/30kHz, 768kB RAM, 1986)
 - AKAI S-2000 (16bit/44kHz, až 32MB RAM, 1995)

Roland S-50



Sampler

- ROMplery
 - zvukové banky
 - klávesové nástroje
 - bicí automaty
 - drum trigger moduly
- nevýhody ROMplerů
- současnost/trend
 - softwarové samplery (EXS24, GigaStudio, Ableton ...)
 - virtuální nástroje

Virtuální nástroje

- vycházejí buď z
 - samplerů/romplerů
 - simulátorů nástrojů
 - kombinace (Roland V-Drums, V-Accordeon)
- cílí na věrnost simulace
 - modelování/simulace
 - multisamplly
 - horizontální
 - vertikální
 - modulace
- některé dokonce imitují hru

Virtuální nástroje

- simulace syntézátorů/pian
- simulace kytarových aparatur
- virtuální bicí nástroje

Příklad: DX7, FM7

- Yamaha DX-7, 1983
- FM-syntéza
- 6 operátorů–
oscilátorů
- harmonické/
disonantní zvuky
- mnoho emulátorů,
například FM7, FM8,
Nord ...



Hammondovy varhany

- Laurens Hammond, 1934
- původně náhrada za kostelní varhany, ale ..
- elektromechanický princip
- additivní syntéza
- výroba do 1975, později analogové a digitální varianty (Suzuki)
- Leslie (Rotary) Speaker
- Hammond B3



Příklad: B4 Express, Bristol B3



Příklad: B4 Express, Bristol B3



Příklad: Addictive Drums

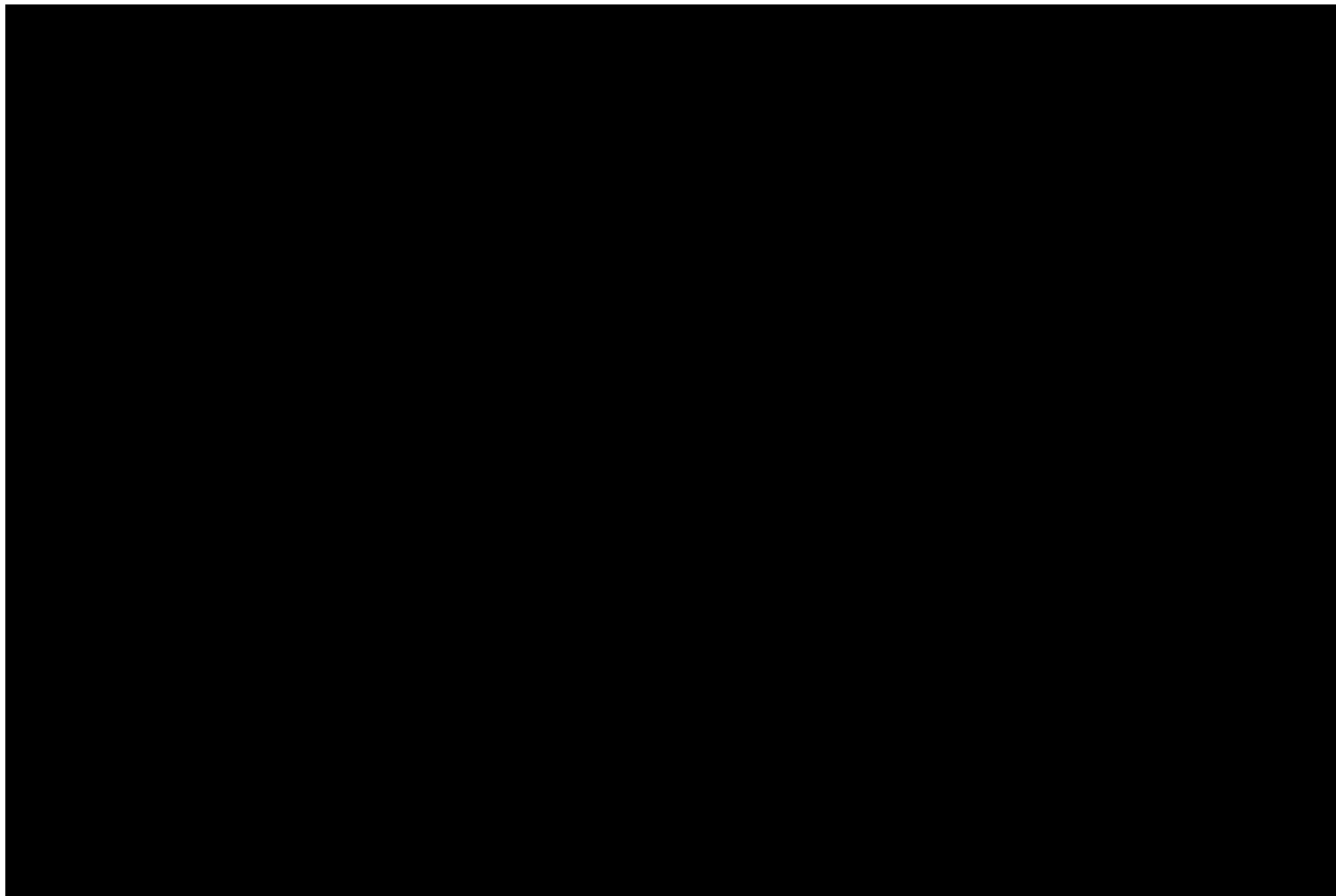


Příklad: DrumTriggering

- drum trigger
- pady
- využití virtuálních nástrojů/samplerů
- zajímavý vývoj v posledních letech

Příklad: Yamaha DTX-900 a BFD2

Příklad: Yamaha DTX-900 a BFD2



Digital Audio Workstation

- realizace
 - speciální zařízení
 - osobní počítač+hw+sw
- často obsahuje
 - HDR
 - mixpult+plug-in architekturu pro efekty
 - MIDI sekvencer
 - virtuální nástroje/sampler/rompler

Diskuse

- pomáhají počítače při tvorbě ?
- digitál nebo analog ?
- lze udělat doma dobrou nahrávku ?
- jak použitelné jsou samplery a virtuální nástroje ?
- trendy ?