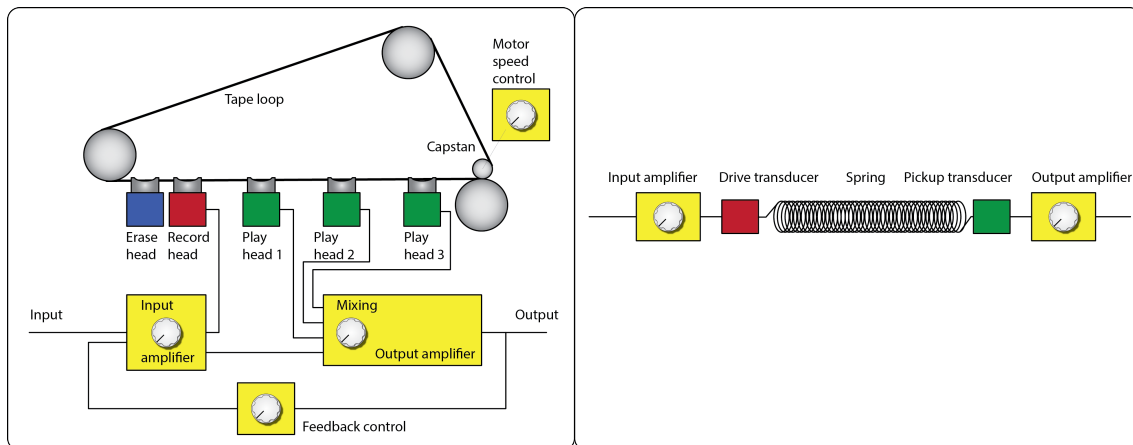


Matlab 2 – Eko och ljudsyntes

Under början av 1950-talet uppfanns bandekot. Echoplex var ett tämligen tidigt och bra bandeko som skapades 1959, och blev mer eller mindre studiostandard under 60-talet. Bandekot fungerar genom att spela in ljud på ett magnetband, som sedan spelas upp; bandhastigheten på bandet eller avståndet mellan tonhuvudena bestämmer fördröjningen/ekotiden, medan en återkoppling (där den fördröjda ljudet fördröjs igen) skapar en upprepad ekoeffekt. Denna laboration går ut på att framställa ett bandeko med hjälp av Matlab, på liknande sätt som Roland RE501, som förutom bandeko också innehöll ett fjäderreverb.



Inför laborationen

Ni ska med hjälp av Matlab återskapa ett gammal bandeko, men den absolut viktigaste uppgiften är att ni lyssnar på originalljudet många gånger. Ni behöver lyssna på ljudet i olika typer av lyssningar, som olika typer av högtalare och i hörlurar, för att höra alla saker som sker med ljudet för att ni sedan ska kunna återskapa effekten.

Förberedelse – 1. Lyssna, lyssna igen, och lyssna ytterligare en gång (minst)

Ni ska lyssna på ljudfil "TimeFactor_RE501_120BPM.wav" och jämföra detta ljud med ljudfilen utan delay, "AnalogRytm_120BPM.wav". Sedan ska ni analysera vad som skiljer ljuden åt, för att sedan efter bästa förmåga återskapa delayljudet genom att bearbeta originalljudet i Matlab under laborationstillfället.

Ljuden är inspelade av Andreas Tilliander som är en svensk musikproducent, och producerar musik i genrer som electronica, drone, tech-house och techno. Här hittar ni ett Youtubeklipp från inspelningen av delayet. Andreas testar fem olika banddelayeffekter och RE501 hittar ni omkring 1:45-2:05:

<https://youtu.be/PppZtuYobS8>

Mer av Andreas Tilliander hittar ni på soundcloud: <https://soundcloud.com/tilliander>
Eller på Spotify under Tilliander, TM404 eller Mokira...

Förberedelse – 2. Läs på om Roland RE-501

Ett sätt att underlätta uppgiften är att ni faktiskt läser på om delayet och förstår hur det fungerar. Roland RE-501 var det sista bandeko som Roland producerade.

Läs mer här:

https://en.wikipedia.org/wiki/Roland_RE-201

<https://www.doctormix.com/blog/roland-re-501-chorus-echo-tape-delay>

Uppgiften

Ni ska alltså återskapa ljudet från ett bandeko. Att använda ett impulssvar (vilket finns att ladda ned via nätet för en stor variation av reverb, delay, och liknande apparater) och sedan använda `conv` i Matlab är för enkelt, övningen går ut på att ni ska lyssna, tänka, och sedan göra.



Det bör finnas åtminstone sex aspekter i ljudet med bandekot som ni bör ta er an i laborationen, själva delayeffekten är en (och antagligen den mest uppenbara) av dessa och reverbet är ytterligare en. Övriga aspekter måste ni själva lyssna er till, och kanske kan ni inte höra alla men då kan ni reflektera över vad som skiljer er version åt och den version som har den ”riktiga” effekten. Ett annat tips är att läsa igenom tipsen i detta dokument... :-)

Vilka egenskaper/egenheter i delayet hör ni?

Vad, vilka egenskaper, är det som gör att ni kan höra dessa ljud?

Titta på ljudet

Ett annat sätt att undersöka ljudet, bortsett från att lyssna (som nog ändå är det viktigaste) är att titta på ljudet. Med `plot(y)` ; plottar ni hela ljudet och visar vågformen. Ett annat, och kanske mer användbart sätt att visa en vågform är med ett spektrogram (`spectrogram(y,window,noverlap,nfft)`), där `y` är ljudfilen i mono, `window` används för att dela in signalen i sektioner/fönster som är så många samples stora, `noverlap` är antalet samples som överlappar mellan fönstren, och `nfft` är antalet samplingspunkter som används för att beräkna den diskreta Fouriertransformen (fft). Sist kan `'yaxis'` läggas till för att ”vrida” visningen av spektrogrammet. Med `ylim` kan frekvensomfånget i spektrogrammet begränsas, och med `colorbar` visas färgskalan som anger amplituden/ljudenergin som visas i spektrogrammet.

Ser ni något som ni inte hörde? Om så är fallet, varför syns det men inte hörs?

Delay

Ett enkelt delay skapas genom att skapa en kopia av signalen (y), stoppa in nollor i slutet av den ena ljudvektorn och i början av den andra ljudvektorn och sedan summera dessa två ljudvektorer. Tänk på att normalisera ljudnivån så att ni inte tillför oönskad överstyrning.

Hur låter det? Kan ni få till rätt tempo och rätt rytm?

Läs mer här:

<https://se.mathworks.com/help/matlab/ref/zeros.html>

Genom att känna efter tempot (beats per minute, eller BPM) i originalfilen (eller om ni läser filnamnet noga) kan ni sedan räkna ut antalet nollor som behövs adderas med hänsyn till F_s .

För att ett eko eller delay ska låta naturligt så bör ekosvaren dämpas i ljudvolym så att ekot avtar med varje ekosvar. Det kan också låta bra om ekosvaren lågpasfiltreras så att höga frekvenser dämpas också.

Hur låter det? Förbättras delayeffekten, i så fall, på vilket sätt?

Reverb

Läs föreläsningsanteckningarna om Schroeders reverberator. Den äldsta versionen med tre seriekopplade allpassfilter skapar en ganska god simulering av fjäderreverb.

Hur låter det? Var i signalkedjan är det bäst att lägga reverbet?

Läs mer här:

http://www.paulwittschen.com/files/schroeder_paper.pdf

För att få ett så pass bra reverbljud som möjligt ska originalljudet mixas med det reverbererade ljudet. Liksom med ekosvaren från delayet kan reverbeffekten också lågpasfiltreras.

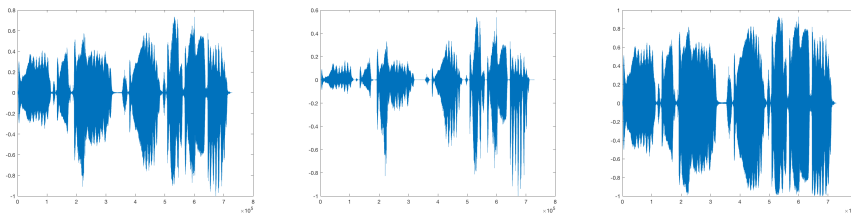
Hur låter det? Förbättras reverbeffekten, i så fall, på vilket sätt låter det bättre?

Förstärka och komprimera förloppet

Förstärkning av ljudet görs enkelt med `y.*förstärkningsfaktorn`. Kolla bara att ljudet inte överstyr med `max(abs(y))`. Det finns olika sätt att minska dynamiken, de enkla sätten innebär att distorsion tillförs men att medelvolymer på ljudet blir jämnare. Trots att distorsion tillförs kan ibland hörbarheten öka.

```
distLevel = 5;
distSound = (distLevel*y) ./ (1+distLevel*abs(y));
```

Med hjälp av `for`-loopar kan ni enkelt göra beräkningar enskilt på varje samplevärde. När ni vill göra **expansion** av det dynamiska omfånget i ljudet vill ni öka skillnaden mellan svaga och starka ljud. Detta kan ta bort svaga störningar och brus mellan starkare ljud vilket kan öka hörbarheten. Ljudsampler (`y`) på nuvarande position (`i`) i `for`-loopen ska bli lika med ljudsampler multiplicerat med det absoluta värdet av ljudsampler. Om ljudsampler är -0.5 ska uträkningen alltså vara $-0.5 * (0.5) = -0.25$, om ljudsampler är 0.25 är uträkningen $0.25 * (0.25) = 0.0625$, och om ljudsampler är 1 så $1 * (1) = 1$. Det är möjligt att stoppa in en variabel för att ställa expansionsgraden som används för att multiplicera det absoluta värdet. För **kompression** kan ni i stället ta ljudsampler multiplicerat med 2 minus det absoluta värdet. Så, om ljudsampler är -0.5 ska uträkningen vara $-0.5 * (2-0.5) = -0.75$, om ljudsampler är 0.25 så är uträkningen $0.25 * (2-0.25) = 0.4375$, och om ljudsampler är 1 så $1 * (2-1) = 1$. Vid både expansion och kompression måste ni normalisera ljudet efteråt.



Till vänster originalljudet (medelvärde 0.2006), mitten det expanderade ljudet (medelvärde 0.0833), och till höger det komprimerade ljudet (medelvärde 0.3282). Medelvärdet, dvs medelljudvolymen, räknas ut med `rms` (root mean square) i Matlab.

Läs mer här:

http://clas.mq.edu.au/speech/acoustics/basic_acoustics/basic_acoustics.html

<https://se.mathworks.com/help/signal/ref/rms.html>

Finns distorsion i originalljudet? Om så är fallet, hur hör ni detta, vad är det som utmärker detta?

Går det att använda expansion eller kompression för att efterlikna originalljudet? Vilken av dessa är det i så fall som kan finnas med i originalljudet, och vad kan detta bero på?

Att reflektera kring

Vilka andra egenskaper i ljudet hör ni, och hur gick ni till väga för att återskapa dessa?

Hur bra lyckades ni återskapa och härma ljudet från originaldelayet?

Vidare läsning

Wikipedia om Echoplex

<https://en.wikipedia.org/wiki/Echoplex>

Sweetwater om bandeko/tape delay:

<http://www.sweetwater.com/insync/tape-delay/>

Digitech om tape delay:

<http://digitech.com/en/products/vintage-tape-delay>

Wikipedia om rullbandspelare:

https://en.wikipedia.org/wiki/Reel-to-reel_audio_tape_recording

Wikipedia generellt om delay:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Delay_\(audio_effect\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Delay_(audio_effect))

Och, för den händige:

<http://www.instructables.com/id/Microcassette-Tape-Delay/>