

Akustiksimulering

Joachim Bildt IT00 * Robert Gavelin IT00 †
Hans Hedung IT00 ‡

Uppsala den 9 december 2002

Sammanfattning

I detta projekt undersöktes hur rumsakustik uppkommer och hur det kan simuleras. Gruppen var dessutom intressad av huruvuda det var möjligt att eliminera eko effekter i ett rum med stor akustik. För att undersöka detta gjordes inspelningar av impulssvar först i Helga Trefaldighets kyrka och sedan i en korridor på Magistern. De impulssvar som uppstod tillämpades på korta ljudfiler för att simulera lokalens akustik. Tyvärr var inte de uppmätta impulssvaren tillräckligt exakta för att ett tydligt eko kunde urskiljas, så gruppen gjorde ett virtuellt filter i MATLAB som motsvarade ett eko. På detta filter var det lätt att se hur ekot skulle släckas ut, så gruppen tillverkade ett inversfilter, som släckte ut huvuddelen av ekot. Resultatet var tillfredsställande och uppgiften löst.

*jobi8295@student.uu.se

†roga0531@student.uu.se

‡hahe8605@student.uu.se

Innehåll

1	Introduktion	2
2	Genomförande	2
2.1	Kyrkan	2
2.2	Magistern	2
2.3	Labbet	3
3	Resultat	4
3.1	Kyrkan	4
3.2	Magistern	4
3.3	Ekogenerering & ekoeliminering	5
3.3.1	Ekogenerering	5
3.3.2	Ekoeliminering	5
4	Slutsatser	7
5	Referenser	7
6	Bilagor	8

1 Introduktion

Projektet ägnades åt att undersöka akustikens uppförande i stora lokaler, exempelvis en kyrka. Tanken var att spela upp en impuls och genom manipulationer med impulssvaret kunna utröna huruvida det är möjligt att reducera ekon samt simulera lokalens akustik med hjälp av ett digitalt filter.

2 Genomförande

2.1 Kyrkan



Genomförandet av ekoinspelningen inleddes med att domkyrkans vaktmästare kontaktades. Tid bestämdes då gruppen kunde komma och genomföra inspelningen. Det visade sig sedermera att domkyrkan var upptagen för repetitioner inför en skivinspelning. Därför förlades inspelningen till Helga Trefaldighets kyrka där det erbjöds tid och rum.

För att inspelningen skulle kunna genomföras lånades mobil utrustning från universitetet och Dirac Research. Gruppen hade till sin hjälp en doktorand med sig vid namn Ludvig Lundström som med sin kunskap bidrog till att göra inspelningarna så effektiva som möjligt.

2.2 Magistern

Då de inspelningar av impulssvaren som gjordes vid första besöket av kyrkan inte blev tillfredställande, bestämdes att nya inspelningar skulle göras vid ett nytt tillfälle följande vecka. Tyvärr fick inte gruppen tillgång till samma mobila utrustning som användes vid första tillfället, därmed fanns ingen möjlighet att återvända till kyrkan. Det bestämdes att inspelningen skulle göras i en korridor på Magistern, där gruppen hoppades på att få tydliga ekon i impulssvaret på den signal som spelades upp.



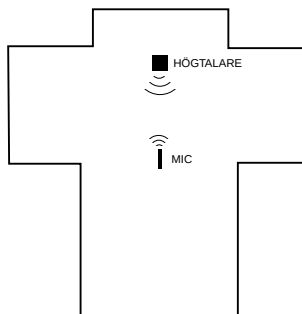
Den utrustustning som användes vid andra tillfället var tyvärr på intet sätt tillfredställande. När inspelningen satte igång upptäcktes att det i bakgrunden hela tiden låg ett brus som spelades in trots att rummet i övrigt var fullständigt tyst. Detta berodde förmodligen på störningar från den mikrofon samt dator som användes men det var ingenting som gick att få bort. Eftersom ingenting kunde göras för att få bort bruset fortsatte gruppen med sina impulssvarsinspelningar.

2.3 Labbet

För att få klara svar på de frågor som ställts genomfördes tester i MATLAB. Där skapades impulssvar med ekon samt filter för ekoutsläckning.

3 Resultat

3.1 Kyrkan



På grund av tekniska bekymmer med kyrkans högtalarsystem kunde aldrig ett äkta impulssvar spelas in. Därför blev resultatet av hela besöket näst intill noll. Som nödlösning gjordes ett försök att skapa ett impulssvar som nära nog motsvarade det impulssvar man ville ha. Detta gjordes genom att som impuls slå två pennor mot varandra.

Väl tillbaka på Magistern konstaterades att det gick att efterlikna den akustik som fanns i kyrkan med hjälp av det impulssvar som spelades in. Dessvärre var impulssvaret av så pass dålig kvalitet att man inte kunde använda det mer än i testsyfte.

3.2 Magistern



Vid inspelningarna upptäcktes att inga tydliga ekon kunde avläsas av impulsvaret och eftersom hela poängen med inspelningen var att få ett impulssvar med ekon, var detta ett misslyckande. Trots otaliga försök att ändra placeringen på både mikrofonen och högtalaren gick det inte att få några tydliga ekon i impulssvaret. Eftersom gruppen misslyckades med en tillfredställande inspelning bestämdes att ett eget impulssvar skulle skapas med hjälp av MATLAB. I detta impulssvar skulle tydliga ekon urskiljas och därmed skulle de filter som gruppen önskade kunna skapas.

3.3 Ekogenerering & ekoeliminering

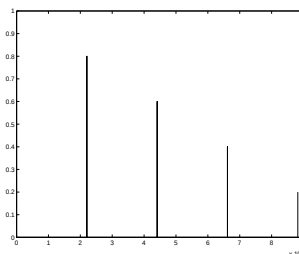
Eftersom ljudinspelningarna från kyrkan och Magistern inte genererade impuls-svar med tillräckligt tydligt eko, fick gruppen tillverka ett eget ekofilter matema-tiskt för att kunna testa ekoelimineringsteorierna.

3.3.1 Ekogenerering

Ekofilter skapades med hjälp av MATLAB på följande sätt:

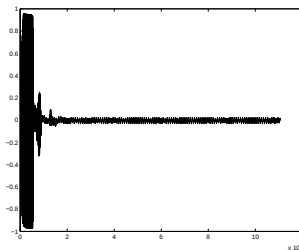
```
impulssvarEko=[1 zeros(1, 22050) 0.8 zeros(1, 22050) 0.6 zeros(1, 22050)
0.4 zeros(1, 22050) 0.2];
```

Man ser att impulssvaret är en inledande etta och därefter 4 avtagande 'spikar' med en halv sekunds mellanrum (eftersom signalerna samplas med 44100 Hz).



Figur 1: Eko-impulssvar

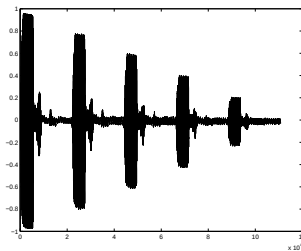
När en godtycklig insignal körs genom detta filter blir resultatet följande:



Figur 2: Insignal

3.3.2 Ekoeliminering

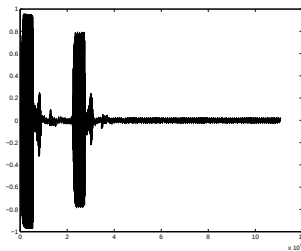
För att eliminera ekot gällde det att behålla den första spiken men radera de efterföljande avtagande spikarna. För att åstadkomma detta skapades ett sorts inversfilter på följande sätt:



Figur 3: Utsignal

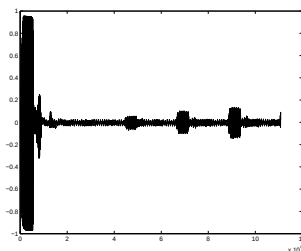
```
impulssvarEkoInv=[1 zeros(1, 22050) -0.8];
```

När den godtyckliga insignalen kördes genom detta filter bevarades det första svaret, och dessutom adderades en inverterad insignal med amplitud 0.8 gånger den ursprungliga insignalen.



Figur 4: "Inverterad"insignal

När denna insignal därefter körs genom ekofiltret resulterar det i utsignalen nedan:



Figur 5: Utsignalen efter ekoeliminering

Man ser att ekot är så gott som eliminerat. Hurra!

4 Slutsatser

De slutsatser vi kan dra utifrån detta projekt är att det inte är så lätt att spela in impulssvar som man lätt kan tro. Ofta är signal-till-brusförhållandes så dåligt att impulssvaren inte säger någonting. Det hade nog varit bättre att spela upp vitt brus och generera ett impulssvar utifrån det, men tyvärr hade vi inte nödvändig mjukvara tillgänglig.

Dock visade sig våra teorier om ekoutsläckning stämma efter vi testat med det matematiska impulssvaret. Dessa kunskaper skulle kunna användas för att släcka ut ekon i högakustiska lokaler och skapa en bättre värld för gamla och hörselskadade människor.

5 Referenser

- A. Svärdröm, Signaler och system, Studentlitteratur, 1999

6 Bilagor

- **ove.m** M-fil för att generera utsignal utifrån insignal och impulssvar.