

Ph.d.-afhandling - resumé

Lars G. Johansen

2002

Korrektion af Rumakustik baseret på Digital Signalbehandling - Målinger, Undersøgelser, Overblik, Konstruktioner og Tests.



Siden højttaleren blev udviklet for over hundrede år siden, er målene for gengivelse af lyd blevet stadigt mere ambitiøse. I dag har vi forstærkere, andet elektronisk udstyr og højttalere af meget høj standard, så de næste skridt i retning af opfyldelse af målet om High Fidelity i lyd gengivelsen vil skulle tages ved at undersøge, hvordan lyden bliver påvirket af omgivelserne, før den når hen til lytterens ører. Nutidens teknologi inden for digital signalprocessing repræsenterer et stort potentiale for realtid elektronisk manipulation med signaler. DSP-baseret korrektion af de for lyd kvaliteten ødelæggende elementer er formentlig hermed en interessant mulighed.

Først er den teoretiske baggrund for digital rumkorrektion blevet behandlet, dvs. rumakustik, psykoakustik samt diskussion af indledende målinger af højttaler og lytterum. Dernæst følger en kort oversigt over, hvordan forskere og udviklere har grebet problemstillingerne inden for digital korrektion an indtil nu, og hvordan man opstiller fornuftige mål for korrektionen. De relevante signalprocessingsteknikker er gennemgået, og sluttelig er der blevet designet et generisk softwaresystem kaldet RACDEF. Det består grundlæggende af en frekvens equaliser opdelt i tre frekvensbånd med forskellige DSP teknikker optimeret til de forskellige bånd. Systemet kan derforuden separat equalise i tidsdomænet. De anvendte algoritmer har en kompleksitet, der muliggør relativ prisbillig realisation i selvstændigt DSP hardware. Tre forskellige korrektionsalgoritmer fra RACDEF er blevet analyseret med de klassiske rumakustiske parametre (og nogle få nye), og det kan vises, at RACDEF i denne forstand producerer fuldt tilfredsstillende resultater. Efterfølgende data fra en lyttetest har vist, at selv med en fremragende højttaler placeret optimalt i et veldæmpet lytterum, kan der opnås subjektive forbedringer i lyd gengivelsens kvalitet.

Det er ikke svært at frembringe en flad frekvenskarakteristik inden for equalisering, men at inddrage robust tidsdomæne adfærd og ringe følsomhed overfor positionsafvigelse, få små men konsistente forbedringer i de akustiske parametre samt opnå minimal forværring af lyd gengivelsens kvalitet udenfor "sweet spot" stiller store krav. Disse betingelser er faktisk blevet opfyldt sammen med positive subjektive bedømmelser.

Nye bidrag til dette forskningsfelt:

- Nye rumakustiske parametre og analyseteknikker samt en algoritme til refleksionsdetektion.
- Modellering af rumoverføringsfunktioner med introduktion af kildens og modtagerens position, hvilket fører til funktioner for kobling til rummets modale resonanser.
- Praktiske mål for rumkorrektionssystemer er specificeret.
- En omfattende software pakke til analyse af rumimpulsresponsen.
- Generisk equalisersystem med tre frekvensbånd - med DSP teknikker i hver bånd, der er specielt optimerede i forhold til de gældende rumakustiske og psykoakustiske fænomener.
- Tidsdomænekorrektion i kraft af refleksionsdæmpning og refleksionsdiffusion. Korrektion af excess-fase er inkluderet som en mulig parameter.