

EXAMENSARBETE Modeling Loudspeaker Nonlinearities with Deep Learning**STUDENTER** Albin Andersson, Salam Jonasson**HANDLEDARE** Pierre Nugues (LTH), Dino Spiller (Axis Communications)**EXAMINATOR** Jacek Malec (LTH)

Modellering av icke-linjäriteter i högtalarsystem med hjälp av neurala nätverk

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING **Albin Andersson, Salam Jonasson**

En stor utmaning i högtalarsystem är befintligheten av icke-linjäriteter och hur de ska hanteras. I detta arbete undersöker vi huruvida det är möjligt att modellera icke-linjäriteterna med hjälp av maskininlärningsmetoder, och vidare om det bidrar till förbättrad ekoreducering.

I moderna kommunikationsystem är eko ofta ett vanligt problem som försämrar ljudkvaliteten, till exempel i videosamtal. Problemet uppstår när ljudet från en högtalare plockas upp av mikrofonen som då hamnar i ett återkopplingstillstånd, ofta förvrängt av icke-linjäriteter. Med icke-linjäriteter menas här ljudförändringar som inte kan beskrivas med linjära modeller. Allmänt sett så kan algoritmer för ekoreducering neutralisera de lineära delarna, men förmår oftast inte hantera icke-linjäriteterna.

I detta examensarbete utforskar vi hur maskininlärningsmetoder, som neurala nätverk, kan bidra till att fånga upp icke-linjäriteterna i högtalarsignaler. Genom att först filtrera bort de lineära delarna utvecklade vi neurala nätverk som fokuserar på de återstående icke-lineära delarna. Dessa modeller lärde sig hitta de ljudförändringarna som uppstår mellan signalen ut ur högtalaren och mikrofonens insignal.

Vi testade flera arkitekturer, och den bäst presterande var en komplex LSTM-modell. Genom att använda denna förbättrade signal i traditionella linjära ekofilter kunde vi drastiskt förbättra den totala ekoreduceringen. Den förbät-

trade hur mycket eko som effektivt eliminerades med upp till 7 decibel.

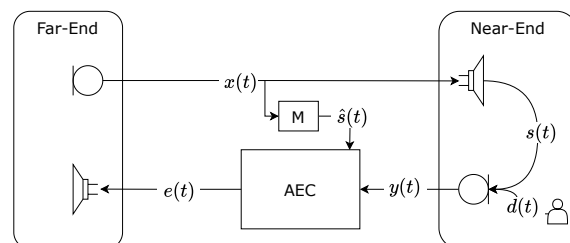


Figure 1: Vår introducerade lösning, maskininlärningsmodellen (M), bredvid konventionell akustisk ekodämpning.

Resultaten visar att icke-linjäriteter är tillräckligt strukturerade för att kunna läras in, där en kombination av de traditionella metoderna tillsammans med maskininlärningsmetoder är ett möjligt tillvägagångssätt till förbättrad ekoreducering. Detta ger oss skäl till att hoppas på förbättringar inom det här området, vilket skulle innebära en bättre ljudupplevelse för konsumentprodukter, allt från smarta högtalare till videokonferenssystem och andra kommunikationslösningar.