

LEEVI TORATTI

3D LJUD FÖR SCEN

Leevi Toratti på Artifon AB skriver del 1 i en artikel om 3D-ljud i lokaler för scenkonst



INTRODUKTION

Senaste tiden har 3D-ljud, eller "immersive sound", genererat stort intresse inom industrin för film, virtuell verklighet och scenkonst. Termen immersive sound och dess synonymer såsom "spatialt ljud", "rumsligt ljud" och "3D-ljud" refererar till tekniker som hanterar tredimensionella ljudbilder.

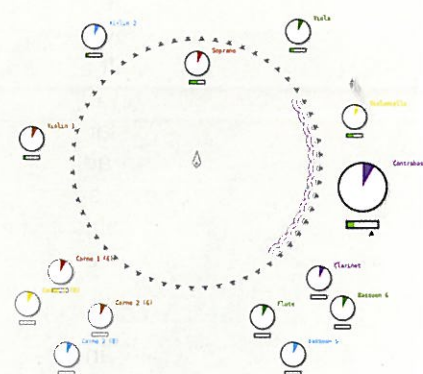
Det kan handla om inspelning av en omgivande ljudmiljö, uppspelning av virtuell ljudmiljö via hörlurar eller skapandet av ett virtuellt ljudfält via en grupp av högtalare. Det som alla dessa tekniker har gemensamt är att ljudbilden hanteras som ett komplett omgivande ljudfält istället för högtalarbundna ljudströmmar.

Rumsligt ljud har varit en naturlig del inom det växande intresset för 3D-upplevelser då dessa kräver att ljudbilden samspelar med det visuella intrycket. Inom scenkonsten ger rumsligt ljud bl.a. möjligheter att placera virtuella ljudkällor fritt i rummen och skapa omgivande atmosfäriskt ljud. Eftersom ljudbilden är stor, finns det utrymme för många virtuella ljudkällor och omgivande ljud utan att ljudbilden blir otydlig och olika ljudkällor maskerar varandra. Tekniken för rumsligt ljud ger också möjlighet till talförstärkning där ljudet

följer talarens position på scen vilket bidrar till en förbättrad taluppfattbarhet.

3D-ljudbilden kan antingen skapas genom ett par hörlurar eller en grupp av högtalare. Vid uppspelning via hörlurar är det viktigt att man simulerar människokroppens och framförallt huvudets och örens påverkan på ljudfältet för en realistisk upplevelse av ljud. Detta kallas för binauralt ljud. Då rumsligt ljud skapas via en grupp högtalare behöver man inte simulera huvudets påverkan men däremot är det viktigt att ljudbilden skapas korrekt i en tillräckligt stor mottagaryta. Syftet är att undvika en så kallad "sweet spot" och få positionering av ljudkällor och atmosfäriskt ljud att fungera för samtliga sittplatser.

Parallellt med utvecklingen av rumsligt ljud har det skapats en teknik för att hantera och lagra rumsliga ljudbilder kallad objektbaserat ljud. Tekniken hanterar ljudströmmar som virtuella ljudkällor, eller ljudobjekt, vilka har en tilldelad position i rummen. När en komplett objektbaserad ljudscen med samtliga ljudobjekt är specificerad, behandlas signalerna i en processor så att utgångssignalerna till hörlurarna eller en grupp av högtalare skapar den tilltänkta ljudbilden. Istället för vanligt kanalbaserat ljud, där man hanterar



Figur 1: Objektbaserat ljud - Vy över en karta där ljudobjekten är placerade i olika positioner på en horisontell plan runt mottagaren i mittpunkten. Högtalarna är placerade i en cirkel runt mottagaren. Bilden är en skärmdump av gratis mjukvaran SoundScape Renderer.

ljudströmmar för enskilda högtalare i en specifik högtalar-layout (t.ex. 5.1 och 7.1 surround), är en objektbaserad ljudscen eller -mix inte bunden till ett visst ljudsystem utan kan användas flexibelt i olika högtalar-layouter så väl som i hörlurar. Denna artikel ger en översikt över olika metoder för rumsligt ljud via högtalaranläggning samt användning av rumsligt ljud inom scenkonst.

OBJEKTBASERAT LJUD

Sedan stereofonin uppfanns har ljudåtergivningssystem utvecklats mot större och mer avancerade surroundsystem där fokus har varit att skapa realistiska och omgivande ljudupplevelser. Denna utveckling har resulterat i ett behov av stora ljudsystem med ett stort antal högtalare för att få en detaljerad omgivande ljudbild. Traditionellt sett har dessa system varit kanalbaserade där ljudteknikern kontrollerar varje högtalar-signal och gör en ljudmix för att skapa en ljudbild i lyssningspositionen för en viss högtalaruppställning. För system med ett stort antal högtalare (i vissa fall hundratals) är kanalbaserad metod inte längre framkomlig. Det skulle kräva manuell lagring och hantering av ett enormt antal specifika ljudkanaler. Ett annat problem är att stora högtalaruppställningar inte är standardiserade vilket gör att ljudteknikern måste skapa en specifik mix för varje högtalarsystem, ett stort jobb när dessutom antalet högtalare är stort.

För att effektivt kunna använda stora surroundsystem har metoden för objektbaserat ljud tagits fram där ljuddesignern jobbar med ljudobjekt istället för högtalarkanaler. Dessa ljudobjekt består av en ljudström tillsammans med information om ljudobjektets position i rummen och ljudstyrka. Själva ljudströmmen kan t.ex. vara en monosignal från mixerutgång. Med ljudobjekt i sina tilldelade positioner kan en ljudprocessor automatiskt räkna ut utgångssignalerna i realtid till varje enskild högtalare för att skapa den eftersträfvade ljudbilden. Ljudteknikerns jobb med objektbaserat ljud är alltså inte att kontrollera enskilda högtalarsignaler utan att ta fram en "karta" med ljudobjekt placerade i rummen (se Figur 1). Kartan kan innehålla både statiska och rörliga ljudobjekt. Utöver ljudobjekt kan ljudscenen bestå av andra typer av ljud så som atmosfäriska ljud som inte har en position utan omger lyssnaren från flera håll. Förutom att objektbaserat ljud gör

det enkelt att hantera ljudbilden i två eller tre dimensioner så passar den särskilt bra för rumsligt ljud som oftast kräver ett stort antal högtalare. Objektbaserat ljud är nämligen inte bundet till en viss högtalaruppställning utan kan flexibelt användas till såväl stora som små anläggningar med olika placering och antal högtalare. Övre gränsen för antalet högtalare avgörs av vad ljudprocessorn klarar av att hantera, men komplexiteten av högtalaruppställningen påverkar inte ljudteknikerns jobb.

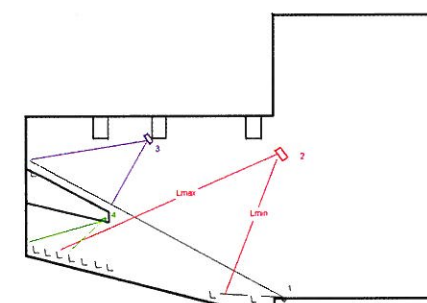
TEKNIKER FÖR RUMSLIGT LJUD

Olika tekniker för uppspelning av rumsligt ljud har utvecklats med fokus på att skapa en korrekt representation av ett ljudfält över en yta med ett begränsat antal högtalare. För ljuduppspelning i realtid krävs att algoritmerna är tillräckligt enkla för en ljudprocessor att kunna behandla signalerna med minimal fördröjning.

Tekniker för rumsligt ljud kan delas i fyra olika metoder:

- Teknik som utnyttjar HAAS-effekten
- Panorering
- Ambisonics
- Vågfältssyntes

Teknik som utnyttjar HAAS-effekten (även kallad Lagen om första vågfronten) är ett psykoakustiskt fenomen enligt vilket lokalisering av ljud hos människor styrs av det ljud som når oss först. Om man till exempel befinner sig i ett klangfullt rum där ljudet studsar mellan ytorna, hjälper HAAS-effekten oss att lokalisera ljudkällan även om vår hörsel utsätts för en mängd reflexer från flera håll. Vid ljudåtergivning och framförallt talförstärkning kan HAAS-effekten användas för att manipulera upplevd riktning av ljud. Denna teknik kallas även för källorienterad förstärkning. Genom att fördröja ljudet mellan ca 10-30 ms efter direktljudet kan man förstärka det fördröjda ljudet uppemot 10



Figur 2: Ljudsystem som nyttjar HAAS-effekten i en teatersalong. Första ljudet kommer från skådespelaren på scen. Om naturliga ljudet är svagt kan denna förstärkas med högtalare 1 för aktivering av lokalisering hos publiken. Därefter förstärks ljudet fördröjt från högtalarna 2, 3 och 4. Dessa högtalare täcker väl avgränsade delar av publiken så att $L_{max} - L_{min} < 7\text{ m}$ (20 ms skillnad i fördröjningstid). Om högtalarens täckningsyta är för stor, blir fördröjningen av ljudet till yttersta sittplatserna för lång.

dB utan att påverka lokalisering. Lokalisering av ljud aktiveras med en första ljudfront och därefter kan denna förstärkas med fördröjt ljud från annat håll. Till exempel kan en skådespelare på scen förstärkas med fördröjt ljud från högtalare i salongen utan att påverka upplevd riktning. Ifall skådespelarens naturliga röst är svag kan den förstärkas med högtalare placerade utefter scenframkanten för att aktivera upplevd riktning hos publiken och därefter kan rösten förstärkas fördröjt från högtalare i andra positioner. Vad som är viktigt att tänka på vid ett ljudsystem som utnyttjar HAAS-effekten är att högtalarna skall täcka ytor eller zoner i publiken där distansen från högtalaren till publiken inom en zon är relativt jämn. Detta är förutsättningen för att kunna kontrollera fördröjningstiderna av ljudet till olika delar av publiken.

- Artikeln fortsätter i nästa nr!

Leevi Toratti
leevi.toratti@artifon.se