

Stereo en Surround

Plaatsbepaling van geluid

Het menselijk gehoororgaan kan zeer goed geluid lokaliseren. Om een goede stereo- of surround-mix te kunnen maken, is een goed begrip van hoe de waarneming van geluid plaatsvindt van belang. Een transparant geluidsbeeld is makkelijker te realiseren indien men de mechanismen van het gehoororgaan en hun bijbehorende invloed begrijpt.

Men onderscheidt in dit verband:

- Het intensiteitsverschil;
- Het tijdsverschil;
- De anatomische transferfunctie;
- Het voorrangseffect.

Intensiteitsverschil

Het verschil in geluidsterkte voor beide oren wordt onder andere gebruikt om de richting van waaruit het geluid komt te bepalen. Het hoofd schermt geluid komend vanaf bijvoorbeeld de linkerkant af voor het rechteroor. Dit geluidsverschil wordt gebruikt om de richting te bepalen. Het verschil is echter sterk afhankelijk van de frequentie. Lagere frequenties – dus langere golflengtes – gaan makkelijk om voorwerpen heen en verzwakken daarom minder. De verhoudingen van het verschil in geluidsniveau wordt uitgedrukt in decibel (dB). We kunnen een intensiteitsverschil van ca. 0,5 dB waarnemen. Uit berekeningen die zijn geverifieerd met metingen blijkt, dat de intensiteitsverschillen van frequenties beneden de 500 Hz nauwelijks waarneembaar zijn, maar dat de richtingsperceptie daarboven toeneemt. Bij 4.000 Hz geeft het hoofd een significante schaduw. De frequentiegevoeligheid is ook afhankelijk van de invalshoek. Bij stereo-installaties regelen we met de balansregeling de sterkte van de kanalen. We maken daarbij dus gebruik van dit mechanisme van ons gehoororgaan.

Het blijkt echter dat we bij lagere frequenties ook nog de richting te kunnen bepalen. Er moet dus ook nog een ander mechanisme zijn dat wordt gebruikt.

Tijdsverschil

Geluid recht voor ons zal gelijktijdig bij beide oren arriveren. Het gehoororgaan kan het faseverschil detecteren van het geluid dat op de beide oren aankomt. Gaan we uit van een sinustoon van 500 Hz die van recht voor ons afkomt, dan kan een variatie in 1 tot 2° worden waargenomen. 1° komt overeen met een verschil van ca. 13µsec. Het is ongelooflijk dat ons zenuwstelsel snel genoeg is om deze kleine verschillen te verwerken.

Dit gaat goed zolang het verschil in looptijd kleiner is dan de halve golflengte van het geluid. Bij precies de halve golflengte is het niet duidelijk en bij iets langere golflengte wordt het ervaren of het geluid van de andere kant komt. Bij frequenties boven de 1.500 Hz blijkt dit detectievermogen daarom af te nemen. Dit geldt voor pure tonen, maar bij gemoduleerde tonen kan dit mechanisme nog goed werken tot ca. 4.000 Hz.

Aan de lage kant van het frequentiespectrum kunnen we de plaats van geluid nog bepalen bij frequenties van ca. 100 Hz. In de literatuur komt men ook waarden van ca. 270 Hz tegen.

Geluidsinstallaties met slechts kleine luidsprekers, zoals: melkpakjes of golfballetjes voor de hoge frequenties en één sub-woofer voor de lage frequenties zullen dus nooit een volledig stereobeeld of surround-beeld geven.

De vraag komt nu natuurlijk op, hoe we bepalen of het geluid van voren of van achteren komt.

De anatomische transferfunctie

Als we muziek via een hoofdtelefoon beluisteren lijkt het net of het geluid zich in ons hoofd bevindt. Kennelijk wordt er informatie gemist waarmee de locatie van het geluid kan worden bepaald. Als geluid onze oren bereikt, wordt het beïnvloed door ons lichaam. De oorschelpen, het hoofd, de schouders en de bovenkant van de torso. Deze invloed noemen we de anatomische transferfunctie, maar wordt ook wel in de literatuur het hoofd gerelateerde transferfunctie genoemd. In het Engels: head-related transfer function (HRTF). Het blijkt dat de signaalsterkte erg afhankelijk is van de richting en van de frequentie. Het is juist deze informatie waarmee ons gehoororgaan bepaalt of het geluid van voren, achter, onder of boven komt. Boven de 4.000Hz wordt het geluid sterk door ons lichaam beïnvloed. Een voorbeeld: het geluid van boven heeft een sterke piek op 7.000 Hz.

Als we deze kennis gebruiken en het geluid dus op de juiste wijze bewerken, blijkt dat we ook met een hoofdtelefoon het geluid van buiten ons hoofd ervaren. Dit mechanisme wordt gebruikt bij het simuleren van surround-effecten uit twee luidsprekers of een hoofdtelefoon.

Er is echter een mechanisme dat specifiek een rol speelt bij geluidsheergave.

Vorrangseffect

De Duitse onderzoeker Helmut Haas heeft dit effect voor het eerst beschreven. In de literatuur wordt het als het voorrangseffect of ook wel als de 'Wet van het Eerste Golffront' aangeduid. Ook komen we het tegen als het 'Haas effect'.

Het is een psycho-akoestisch fenomeen, dat bij geluidswaergave optreedt. Als het geluid bijvoorbeeld uit twee bronnen komt, wordt de richting van het geluid bepaald door de signaalbron waarvan het geluid het oor het eerst bereikt. Voorwaarde is dat de vertraging niet meer dan ca. 20 milliseconden bedraagt. Grotere vertragingen worden als een echo ervaren. Vertragingen in het geluid kunnen dus de plaatsbepaling door intensiteitsverschillen teniet doen. Laten we uitgaan van een even sterk geluid uit twee luidsprekers. Bij een vertraging van één van de geluidsbronnen van 5 à 20 milliseconden zal het stereobeeld verschuiven van de vertraagde bron naar de niet vertraagde bron. Om dit te compenseren zal een verschil van ca. 10 dB tussen beide geluidsbronnen nodig zijn.

In de geluidstechniek wordt dit effect soms gebruikt om het stereobeeld te verbeteren of om een voller geluid te krijgen. Het kan gebeuren door twee microfoons te gebruiken bij de opname en deze microfoons op verschillende afstand van de bron op te stellen. Ook kan het achteraf gebeuren door geluid van een kanaal met een kleine vertraging bij te mengen en zo het stereobeeld te beïnvloeden.

Bij geluid in een ruimte met veel galm, kan mede door dit effect het lokaliseren van het geluid worden bemoeilijkt.

Slotwoord

Hier is in het kort de algemene zienswijze over het lokaliseren van geluid weergegeven. Uit de literatuur blijkt dat er op details nog veel verschillende opvattingen zijn. Er wordt dan ook nog veel onderzoek op dit terrein verricht en we kunnen dus nieuwe en aangepaste inzichten op dit terrein verwachten.