

'Systemen zijn zo groot en zo complex te maken als we willen'

Audionetwerken, het

De distributie van audio loopt tegenwoordig vrijwel altijd over een netwerk. In dit artikel een overzicht van protocollen, veel gebruikte begrippen en de nieuwste ontwikkelingen. | DOOR: RUBEN VAN DER GOOR, RON BAKKER |

Waar we dertig jaar geleden van droomden als geluidstechnici, is inmiddels een doodgewone zaak geworden. Een vrijwel onbeperkt aantal kanalen, hoge kwaliteit, flexibiliteit, naadloze redundantie, en dat alles over één 5mm dikke leiding. Welkom in de wereld van digitale audionetwerken.

Definitie

Een netwerk kan gedefinieerd worden als een structuur van verbindingen waarbij de logische laag is losgekoppeld van de fysieke laag. Dat wil in de praktijk zeggen dat de dataverbindingen (in ons geval audio, clock, sturing en dergelijke) binnen de beschikbare bandbreedte vrij te programmeren zijn, onafhankelijk van de manier waarop het netwerk fysiek is opgebouwd en bekabeld. Bij computers zijn we daar al aan gewend. De computer heeft geen rechtstreekse verbinding met de printer meer, maar het af te drukken document vindt zijn weg via de netwerkkabels of door de lucht via wifi. Mocht een printer via een ouderwetse seriële poort zijn aangesloten, dan is die fysieke verbinding er wel en spreken we van een point-to-point verbinding.

Ethernet geschiedenis

Juist de inefficiëntie van point-to-point verbindingen was in 1973 de reden voor Richard Metcalfe van het Palo Alto Research Center (PARC) om samen met David Boggs de basis te leggen voor wat later Ethernet zou worden. Ethernet kreeg zijn eerste commerciële toepassingen in 1980 en werd in 1983 als standaard vastgelegd in IEEE802.3. Dit Ethernet heeft sindsdien een enorme evolutie doorgemaakt van 10Mbps tot 100Gbps of zelfs nog hoger. Het internet, wifi en glasvezel zijn allemaal ontwikkelingen in het verlengde van het oorspronkelijke Ethernet.

Audio over ethernet (1)

Toen de datasnelheden uiteindelijk groot genoeg waren kwamen een aantal fabrikanten op het idee om digitale audio over ethernet te versturen. Het eerste zeer succesvolle protocol was het in 1996 door Peak Audio ontwikkelde CobraNet: een bidirectionele verbinding van maximaal 64 kanalen over elke 100Mbps kabel in het netwerk. CobraNet werd zeer breed opgepakt door de industrie en ingezet in met name installatieprojecten. Een primaire en een secundaire aansluiting op het CobraNet apparaat zijn standaard om voor redundante toepassingen onafhankelijke net-

werken op te bouwen. In 2001 werd het protocol overgenomen door Cirrus Logic en is de technologie niet meer verder ontwikkeld. Producten met CobraNet worden echter nog steeds gemaakt en zorgen daarmee voor compatibiliteit met de grote hoeveelheid installaties die wereldwijd op CobraNet gebaseerd zijn.

Audio over ethernet (2)

Hoewel EtherSound technisch iets anders werkt, is dit in 2001 uitgebrachte protocol ook een audionetwerk dat gebruik maakt van standaard ethernet componenten. Waar bij CobraNet de gebruikte bandbreedte afhankelijk is van de hoeveelheid data-traffic over het netwerk, is EtherSound een zogenaamd streaming netwerk. Er wordt een bidirectionele stream opgezet van 100Mbps die precies plaats reserveert voor 64 kanalen in elke richting. In een latere variant van Ethersound (V3 ofwel ES100) is het mogelijk om een ring van apparaten te configureren om daarmee een redundantie te garanderen.

Audio over ethernet (3)

In 2006 kwam Audinate met het Dante protocol, een Audio over IP netwerk dat is gebaseerd op gigabit verbindingen met maximaal 500 kanalen per netwerkkabel in het netwerk. Het totaal maximaal aantal kanalen in het netwerk is veel groter, slechts beperkt door de beschikbare bandbreedte in het systeem. Ook worden hogere samplingfrequenties (tot 192kHz) en bitrates (tot 32 bits) ondersteund. Dante beschikt over de mogelijkheid systemen middels een dubbel uitgevoerd netwerk, redundant uit te voeren. Dante wordt momenteel gebruikt door 150 fabrikanten in alle toepassingsgebieden, zowel touring, vaste installaties als broadcast. Op dit moment is de acceptatie in de markt van het Dante protocol het grootst.

Audio over ethernet (4)

Ravenna, Q-LAN en LiveWire zijn Audio over IP netwerkprotocollen die sterk lijken op Dante en door verschillende fabrikanten worden toegepast. Verwacht wordt dat ze in de toekomst een zekere mate van compatibiliteit zullen bieden via het AES76 protocol. Dit protocol biedt de laagste functionaliteit van de aangesloten protocollen, waarbij dus functionaliteit ingeleverd wordt in ruil voor compatibiliteit. Voor de implementatie is in 2014 de AES Media networking Alliance opgericht door Bosch, Telios Alliance,

overzicht

QSC, LAWO en Yamaha. Een andere ontwikkeling is AVB, naar verwachting een layer 2 standaard die niet met de andere protocollen gebruikt kan worden. Zowel AES67 als AVB zijn nog niet klaar, implementatie zal in 2015 of later werkelijkheid worden.

Propriëtaire protocollen

Enkele fabrikanten hebben in plaats van ethernet gekozen voor een eigen, zogeheten propriëtaire oplossing. Optocore gebruikt het eigen protocol om tot 500 kanalen via een glasvezel verbinding te transporteren. Binnen dit formaat is er plaats voor audio, low-res video en ook lage bandbreedte data verbindingen. Riedel heeft met RockNet een tot 160-kanaals ringsysteem. Voor de verbindingen wordt gebruik gemaakt van CAT5 of glasvezel. Optocore en RockNet gebruiken beide een ringsysteem voor redundantie. Via Rocknet kan ook een 10Mbps ethernet verbinding tussen twee machines worden gemaakt. Omdat Optocore en RockNet niet door meerdere fabrikanten worden ondersteund is men bij de keuze van componenten weliswaar beperkt, maar zolang de fabrikant het gewenste product

'De opgave voor het komende decennium is om de extreem toegenomen mogelijkheden en schaalgrootte de baas te blijven'

aanbiedt, is dat geen enkel probleem. Beide hebben een breed aanbod aan converters, stageboxen en mixer expansiekaarten beschikbaar.

Eigen protocol als system backbone

Stagetec (Nexus) en Yamaha (Rivage/TwinLane) gebruiken een propriëtair netwerk als 'system backbone' met een hogere bandbreedte en audio resolutie dan de huidige gigabit protocollen kunnen bieden. Naast de interne backbone wordt met name Dante als open netwerk protocol ondersteund.

Point-to-point verbindingen

Twee veel gebruikte point-to-point protocollen zijn MADI (AES10) en SuperMac (AES50). Dit zijn geen netwerken - het zijn oplossingen die twee apparaten met elkaar verbinden, bijvoorbeeld een mixer met een stagebox waarbij de functionele verbinding wordt bepaald door de fysieke bekabeling. Voor eenvoudige systemen is dit prima, maar voor grotere systemen zijn hardware audiorouters en splitters nodig voor de aansluiting van elk extra apparaat. Een netwerk is vaak efficiënter, zowel qua kosten als flexibiliteit. ▶

Cobranet

- Ethernet compliant protocol
- Introductie 1996 door Peak Audio (VS)
- Capaciteit 24bit@48kHz: 64 kanalen per kabel, >100 per netwerk
- Toegepast door Peavey, QSC, Yamaha en meer dan 50 overige aanbieders
- www.cobranet.org



EtherSound

- Ethernet compliant protocol
- Introductie 2001 door Digigram (Frankrijk)
- Capaciteit 24bit@48kHz: 64 kanalen per kabel / netwerk
- Toegepast door Auvitrans, Allen & Heath, Yamaha en meer dan 30 overige aanbieders
- www.ethersound.com



Dante

- Ethernet compliant protocol
- Introductie 2006 door Audinate (Australië)
- Capaciteit 24bit@48kHz: 500 kanalen per kabel, >1000 per netwerk
- Toegepast door Bosch, QSC, Yamaha en meer dan 150 overige aanbieders
- www.audinate.com



Optocore

- Propriëtair ring-netwerk protocol
- Introductie 1996 door OptoCore (Duitsland)
- Capaciteit 24bit@48kHz: 512 kanalen per kabel / netwerk
- Toegepast door Optocore (enige aanbieder)
- www.optocore.com



Latency

Een veel besproken aspect van digitale netwerken is latency. Latency kan gedefinieerd worden als de tijd die een aangeboden signaal nodig heeft om de uitgang van het systeem te bereiken. Dus van convertor naar mixer, of van matrix naar versterker. Bijna altijd wordt bij een heel systeem het netwerk meerdere malen doorlopen en zal de uiteindelijke latency van het signaal een veelvoud van de enkele latency bedragen. Het is dus zaak om de latency van het netwerk zo klein mogelijk te houden. Vroeger hadden systemen door beperkte netwerksnelheden en switch-capaciteit een hoge latency, maar tegenwoordig is die snelheid geen beperking meer. Een latency van 250µs is zonder problemen mogelijk en dat is relatief klein ten opzichte van de latency die A/D- en D/A-convertors hebben (~2ms bij 48kHz). Een efficiënte aanpak hierbij is om zo weinig mogelijk naar analoog te converteren en waar mogelijk alles in het digitale domein te laten.

Clocking

Inherent aan een digitaal systeem is clocking. De apparaten die digitale informatie verzenden en ontvangen moeten allemaal een idee van relatieve tijd hebben zodat de grote hoeveelheden data die langskomen juist worden geïnterpreteerd. Eén apparaat in het netwerk bepaalt die tijd (de *wordclock master*) en alle andere apparaten (de *slaves*) synchroniseren aan dat kloksignaal. In conventionele digitale setups wordt dit gerealiseerd door een van de audioapparaten (of een aparte wordclock generator) master te laten zijn, en alle slaves te synchroniseren door middel van het audiosignaal zelf of door aparte BNC 'wordclock' kabels. In genetwerkte systemen kan het netwerk deze functie overnemen. Er hoeft dan geen extra bekabeling te worden getrokken. Met Ethernet mechanismen als het Precision Time Protocol (IEEE1588) is de stabiliteit van de synchronisatie in veel gevallen ook hoger dan met externe clockdistributie kan worden behaald.

Redundantie

Redundantie betekent dat het systeem automatisch omschakelt bij een storing, bijvoorbeeld als er een audioverbinding uitvalt. Het systeem als geheel blijft dan gewoon werken. Bij grotere events of broadcast toepassingen is dat niet alleen wenselijk, maar ook vanwege de veiligheid een extreem belangrijke functie. Proprietaire protocollen zoals Optocore en RockNet hebben hiervoor een mechanisme ingebouwd. Beide systemen kunnen als een ring worden aangesloten, waardoor het systeem bij uitval van één verbinding altijd een alternatieve route kiest. In de Ethernet compliant protocollen is het vaak mogelijk zowel de netwerklaag als de audiolaag redundant te maken. In het eerste geval gebeurt dat binnen de switches, in het tweede geval via de audiodevices zelf.

Hoe klinken audionetwerken?

Even een mythe uit de wereld helpen. Achter de RJ45-poort van apparaten in een audionetwerk schuilt een Network Interface Card (NIC) die de audio samples als ethernet packets in het netwerk stuurt of ontvangt. De bit rate en sample rate waarmee dit gebeurt worden bepaald door de host componenten waar deze NIC's zijn ingebouwd, bijvoorbeeld A/D-convertors en D/A- ▶

Rocknet

- Proprietair ring-netwerk protocol
- Introductie 2008 door Media Numerics (Duitsland)
- Capaciteit 24bit@48kHz: 80 of 160 kanalen per kabel / netwerk
- Toegepast door Riedel (enige aanbieder)
- www.riedel.net



AVB

- Ethernet compliant protocol
- Introductie: nog niet gepland
- Capaciteit 24bit@48kHz: 500 kanalen per kabel, >1000 per netwerk
- Toegepast door AVID, Meyer Sound (eigen implementaties), meer dan 60 leden (AVNU alliance)
- www.avnu.org



Ravenna

- Ethernet compliant protocol
- Introductie 2010 door ALC Networkx (Duitsland)
- Capaciteit 24bit@48kHz: 500 kanalen per kabel, >1000 per netwerk
- Toegepast door: Genelec, Lawo, Neumann en meer dan 30 andere aanbieders
- ravenna.alcnetworx.com



AES10 / MADI

- Point-to-point protocol (geen netwerk)
- Introductie 1991 als AES-standaard
- Capaciteit 24bit@48kHz: 64 kanalen per kabel
- Toegepast door DigiCo, Soundcraft, Stagetec en meer dan 35 andere aanbieders
- <http://en.wikipedia.org/wiki/MADI>



AES50, Supermac

- Point-to-point protocol (geen netwerk)
- Introductie 2005 door Sony Oxford (UK) als AES-standaard
- Capaciteit 24bit@48kHz: 48 kanalen per kabel
- Toegepast door Auvitran, Midas/Behringer/Klarkteknik, Lynx
- www.supermac-hypermac.com



convertors. Zolang de bit rate en sample rate van de hosts maar worden ondersteund door het netwerk wordt de hiermee samenhangende audiokwaliteit dus op geen enkele manier beperkt. Het enige dat een audionetwerk verandert aan het audiosignaal is de extra latency die het netwerk toevoegt aan de al bestaande latency van de convertors en DSP's in het systeem. Conclusie: afgezien van de latency beïnvloedt een netwerk het audiosignaal op geen enkele manier. Wat er in gaat komt er precies hetzelfde weer uit. Netwerken hebben dus geen 'klank'. De bewering 'netwerk X klinkt beter dan netwerk Y' heeft altijd te maken met de klankkwaliteit van de hosts (A/D, D/A, DSP), niet met het netwerk. Bedenk hierbij dat hosts soms meerdere netwerkprotocollen ondersteunen, vaak door middel van insteekkaarten.

Praktische aspecten

Een audionetwerk is opgebouwd uit hosts, de eigenlijke audio-componenten. Elke host is verbonden met het netwerk. Dit kan in een daisy-chain of ring topologie, zonder gebruik te maken van netwerk apparatuur. Complexe systemen worden vaak als 'ster' opgebouwd, waarbij alle hosts met ethernet kabels aan een centrale switch worden aangesloten. Switches zijn verkrijgbaar in alle maten, van 8 tot meer dan 100 poorten. De verbinding loopt meestal via koperkabel (CAT5, CAT6) tot 100 meter lengte, voor grotere afstanden via optische aansluitingen. De meest gebruikte road proof connectoren op de markt zijn Neutrik EtherCon (voor CAT5/CAT6) en OpticalCon (voor optische kabels).

Switches zijn gebouwd voor IT-infrastructuur en hebben veel softwarefuncties om dataverkeer te optimaliseren. Maar tussen audiodata en normaal dataverkeer

(downloaden, printen, internet) bestaat een belangrijk verschil: de audio moet supersnel aan de andere kant aankomen, het liefst binnen 1 milliseconde. Gelukkig zijn er in het Ethernet protocol veel functies die dit mogelijk maken, maar er zijn andere die dit belemmeren. Bij het kiezen van een switch is het zaak om een type te kiezen dat alle functies die bij audio belangrijk zijn ondersteunt, en waarbij belemmerende functies uitgezet kunnen worden. De meeste audio fabrikanten hebben een lijst met geschikte switches, met bijbehorende handleidingen om de switches voor audiogebruik te configureren.

Schaalbaarheid

Het aantal 'genetwerkte' apparaten op de markt neemt exponentieel toe. Het voordeel is dat steeds meer audioverbindingen digitaal kunnen blijven, waarmee we eindelijk af zijn van de kwaliteitsbeperkingen van meerdere A/D- en D/A-conversies in het signaalpad. Ook kan hierdoor bespaard worden op hardware voor de conversie van het ene protocol naar het andere. En door het grote aanbod van audioproducten worden systemen schaalbaar. Twee kleinere systemen kunnen tijdelijk gecombineerd worden tot een groter systeem zonder dat extra hardware nodig is. Computers hebben standaard een ethernet aansluiting en kunnen dus ook direct op het netwerk worden aangesloten, in elke hoeveelheid. Er worden steeds meer audio-

software oplossingen toegepast - denk aan plug-ins, multichannel live recording en Digital Audio Workstations.

Verschuiving in kennis van de engineer

Tot op zekere hoogte zijn audionetwerken makkelijk zelf te beheren. Ingewikkeld wordt het wanneer audiodata over een bestaande Ethernet infrastructuur moet worden gestuurd. Is dat alleen bekabeling (CAT5 patches of glasvezel) dan is er geen probleem. Maar als het een door een IT-afdeling gerunde infrastructuur is, ga dan eerst om de tafel zitten en spreek goed af hoe een en ander dient te worden geïmplementeerd. Het beheren van de IT-kant van audionetwerken is echter niet de belangrijkste verschuiving. De grootste uitdaging voor geluidsontwerpers en mixing engineers is het managen van de enorme toename in functionaliteit. Bij een analoge mengtafel wordt het aantal functies beperkt door de fysieke knoppen en de beschikbare kanalen op het achterpaneel. Die beperking is er niet bij digitale systemen. DSP-functionaliteit is in principe onbeperkt beschikbaar doordat meerdere DSP-bronnen probleemloos kunnen worden gecombineerd. Inputs en outputs kunnen modulair aan het netwerk worden toegevoegd - zoveel als maar nodig is. Recent zien we ook de ont koppeling van user interfaces. Er komen steeds meer alternatieve manieren om DSP-algoritmes te bedienen - bijvoorbeeld met apps op smartphone of tablet.

Tenslotte zijn ook de bandbreedte-beperkingen van het vorige decennium verdwenen, zowel wat inputs en outputs betreft als de hoeveelheid DSP. Duizenden kanalen en vele gigaflops aan DSP zijn tegen lage kosten beschikbaar. Systemen zijn dus zo groot en zo complex te maken als we willen - en dat wil meestal zeggen dat dit ook gebeurt. De grote uitdaging voor de operators van het systeem is om het te managen, om de controle en het overzicht te behouden over de routing, DSP-functionaliteit en user interfaces.

Tot slot

Tien jaar geleden sloten we het decennium van de digitalisering in de audio-industrie af. Nu zijn we bezig om de introductie van netwerktechnologie te voltooiën - er worden nog maar weinig producten op de markt gebracht zonder ethernet connector. Het managen van de IT-kant van het verhaal is nieuw en complex, maar goed te doen. De opgave waar we in het komende decennium voor staan is om de - door netwerktechnologie - extreem toegenomen mogelijkheden en schaalgrootte de baas te blijven. Uiteindelijk gaat het bij ieder audiosysteem, genetwerkt of niet, om de luisterervaring van het publiek. De uitdaging van audionetwerken is niet zozeer de IT-technologie zelf, maar om de overvloed aan functionaliteit te leren gebruiken om nog fantastischer audioproducties te maken. ◀

Ruben van der Goor en Ron Bakker zijn werkzaam bij Yamaha Commercial Audio Europe.

Onlangs heeft Yamaha zijn white paper over audionetwerken geupdate, zie onder Training & support op www.yamahaproaudio.com/global.

'Netwerken hebben geen klank. Wat erin gaat komt er precies hetzelfde weer uit'

decennium verdwenen, zowel wat inputs en outputs betreft als de hoeveelheid DSP. Duizenden kanalen en vele gigaflops aan DSP zijn tegen lage kosten beschikbaar. Systemen zijn dus zo groot en zo complex te maken als we willen -