

# Mobiel, draadloos netwerk

## Voor in bijvoorbeeld treinen

Netwerken en IP-technologie worden al op grote schaal ingezet rondom de trein. Alle stations zijn met elkaar verbonden en heel veel taken met betrekking tot het spoor, worden via dit netwerk afgehandeld. Ondertussen zien we dat ook in treinen netwerktechnologie van de grond komt. Niet alleen willen reizigers draadloos kunnen internetten, maar ook heel veel besturingstaken binnen de trein kunnen gemakkelijker via een netwerk afgehandeld worden. Probleem alleen is hoe maak je een rijdend netwerk?

Een toenemend aantal treinreizigers zorgt voor een technologische uitdaging voor de spoorwegen. Weggebruikers en de reizigers in het openbaar vervoer hebben minimaal één overeenkomst, namelijk zo snel en efficiënt mogelijk van A naar B. Naast oplossingen als meer spoor en meer wegen, zijn de oplossingen van de toekomst voornamelijk gericht op elektronische sturing van de diverse verkeersstromen. Een voorbeeld hiervan is Dynamisch Verkeersmanagement met als doel een optimale doorstroming en veiligheid voor de weggebruiker of een volledige integratie van OV en wegverkeer. Betrouwbare verbindingen zijn hierbij essentieel. Dit geldt ook voor de netwerkverbindingen in een trein. Ook hieraan worden hoge eisen gesteld met betrekking tot de snelheid, de betrouwbaarheid en natuurlijk ook als het gaat om de beveiliging. Binnen een trein kun je natuurlijk met kabels een netwerk maken, maar handig is dit niet. Rijtuigen moeten namelijk gemakkelijk aan- en afgekoppeld kunnen worden en dan is een netwerkkabel een extra aansluiting die gemaakt moet worden. Dit kost tijd, maar belangrijker is dat de koppeling ook defect kan raken en dat is niet gewenst. Zeker niet als meer en meer belangrijke besturingstaken via het netwerk verlopen. Daarbij kan de throughput ook in het geding komen omdat een slechte koppeling tussen twee rijtuigen een netwerkknelpunt kan vormen dat de gegevenstransmissies vertraagt. Om deze uitdagingen te overwinnen en af te rekenen met alle problemen die een fysieke koppeling met zich mee brengt, zien we dat binnen de trein draadloze bridges meer en meer ingezet worden voor de koppeling van het netwerk over de hele trein.

### Trends voor draadloos

Een trein is lang en gemaakt van staal en dus kan er niet volstaan worden met één draadloze router die bijvoorbeeld in het midden van de trein geplaatst is. Voor een betrouwbaar netwerk is het verstandig om met meerdere access points te werken en op de plekken waar de rijtuigen gekoppeld worden twee draadloze bridges te plaatsen. De netwerken binnen de rijtuigen worden zo aan elkaar gekoppeld om te komen tot één groot netwerk dat door de hele trein loopt. Momenteel is de meest gebruikte aanpak om IEEE 802.11a te gebruiken voor de draadloze verbinding tussen de access points die geplaatst zijn in de aan elkaar grenzende rijtuigen en het gebruik van een 802.11b/g-netwerk om draadloze toegang voor passagiers en personeel binnen de trein zelf te verzorgen. De 802.11-oplossing heeft twee voordelen. Ten eerste is de beschikbare data rate

op dit moment 54 Mbps. Ten tweede, omdat 802.11a en 802.11b/g verschillende frequentiebanden gebruiken waardoor de communicatie tussen aangrenzende rijtuigen en het dataverkeer binnen in de rijtuigen elkaar niet interfereren. Blikken we vooruit, dan zien we dat de gloednieuwe IEEE802.11n-standaard zelfs een TX rate levert tot 600 Mbps. Dit is voldoende om meerdere diensten tegelijkertijd of zware, breedbandige diensten (zoals video-entertainment) ook in de toekomst te ondersteunen.

### Beperkingen

Het gebruik van IEEE802.11 heeft helaas een aantal nadelen. Voor elke bridge moet de netwerkbeheerder handmatig een unieke MAC-adres instellen. Wanneer we uitgaan van de situatie in figuur 1 en voor AP1 en AP2 is het MAC-adres zo ingesteld dat er overdracht van data plaats vindt, dan moeten de MAC-adressen bij het anders samengesteld van de trein opnieuw geconfigureerd worden (figuur 2).

De handmatige herconfiguratie is een moeizaam proces voor een specialist en daar hangt dan ook een prijskaartje aan. Tevens levert het een verhoogd risico voor fouten op.

De draadloze verbinding heeft een tweede nadeel, namelijk de kwetsbaarheid voor ongeoorloofde toegang. Het systeem ondersteunt alleen WEP-netwerkbeveiliging. Dit is een verouderde standaard die de IEEE niet meer als 'veilig' heeft verklaard. WEP netwerkbeveiliging kan namelijk een systeem blootstellen aan kwaadaardige en ongeoorloofde toegang.

Voor een hoog gebruiksgemak is er dan ook een nieuw overbruggingsalgoritme nodig voor de verbinding tussen de wagons. Dit moet flexibel genoeg zijn om overweg te kunnen met de voortdurende veranderingen in de topologie en dus past bij de exploitatie van de spoorwegen. Daarnaast dient het veilig genoeg te zijn om het netwerk te beschermen tegen ongeoorloofd toegang van buiten. Zeker nu is dat van belang omdat heel veel passagiers tijdens via hun telefoon, tablet of laptop toegang tot het netwerk kunnen krijgen.

### Technologie specifiek voor treinen

Moxa heeft speciaal voor het gebruik in treinen het systeem Auto Vervoer Connection (ACC) ontwikkeld met een eigen overbruggingsmechanisme speciaal ontworpen voor de draadloze verbinding tussen de wagons. ACC is flexibel aan te passen aan eventuele veranderingen in de treinformaties en handhaaft de hoge beveiliging van het draadloze netwerk. ACC werkt door het automatiseren van de eerder genoemde handmatige processen voor het creëren van de nieuwe draadloze bruggen.

De werking is als volgt: Wanneer een inter-rijtuig access point in de nabijheid van een ander access point komt, dan detecteert deze het HF-sigitaal van het tweede access point. Dit kan afkomstig zijn van een potentiële kandidaat voor de uitbreiding van het netwerk en er wordt op de volgende manier automatisch gereageerd:

- 1 • De access point bepaalt of de kandidaat voldoet aan de criteria om in aanmerking te komen voor een netwerkverbinding.
- 2 • De access point controleert of de verbinding met de kandidaat mogelijk is voor opname in het netwerk. Daarbij moet het HF-sigitaal stabiel zijn en niet veranderen in de tijd.
- 3 • De access point vormt automatisch de brugverbinding.



- 4 • De access point wijst de kandidaat af indien deze zich buiten het bereik komt.

Met ACC, hoeven de access points slechts eenmaal te worden geconfigureerd. Daarna kunnen ze dynamisch koppelen met andere access points op basis van de samenstelling van de treinwagons. Dit mechanisme elimineert de noodzaak voor het handmatig herconfigureren en voorkomt fouten in de configuratie. Voor netwerkbeveiliging, ondersteunt ACC encryptie WPA/WPA2. Dit is de meest veilige IEEE 802.11-modus die vandaag beschikbaar is.

### Hoe werkt ACC?

Laten we eens kijken naar de aan- en afkoppelmethode. Hierbij gaan we uit van dat wat er gebeurt als een access point (AP1) op een stilstaande wagen (C1) genaderd wordt door een andere wagen (C2) met AP2. De grafiek in figuur 3 illustreert de ontvangen signaalsterkte zoals gedetecteerd door AP1 in de tijd dat C2 nadert. Als het signaalniveau boven de drempelwaarde (in dit geval ingesteld op -60 dBm) komt, dan zal AP1 de naderende AP2 accepteren als een potentiële kandidaat voor een netwerkverbinding. Op dit punt zal AP1 nu continu het signaalniveau van AP2 in de gaten houden om ervoor te zorgen dat gedurende de link time-outperiode (in dit geval ingesteld op 60 seconden), het signaalniveau boven de drempelwaarde blijft liggen. Deze time-outperiode is nodig voor de bevestiging dat de twee rijtuigen gekoppeld zijn en moet onnodige ont koppeling voorkomen. De draadloze communicatie begint nu zodra AP1 en AP2 bevestigd hebben dat ze gerechtigd zijn om met elkaar te communiceren.

Wanneer de wagons losgekoppeld worden om de treinwagon opnieuw samen te stellen, zal een soortgelijk proces in omgekeerde volgorde plaatsvinden. ACC herkent de ont koppeling, verbreekt de bestaande brugverbinding en zal wachten

tot er een volgende geldige kandidaat verschijnt. De grafiek in figuur 4 illustreert dit proces. Nadat het signaalniveau van AP2 onder de drempelwaarde gekomen is, zal de koppeling na een bepaalde time-outperiode verbroken worden. Nogmaals, de time-outperiode is om ervoor te zorgen dat er geen verkeerde ont koppeling optreedt als gevolg van signaalfuctuaties.

### Het selecteren van een antenne voor ACC

De ACC link is een een-op-een, korte afstand aansluiting, waarvoor kleine en gerichte antennes het meest optimaal functioneren. Het doel van de inter-wagon draadloze verbindingen is immers het verzorgen van een betrouwbare verbinding met een ander draadloos access point in een specifiek gedefinieerde locatie, namelijk de aangrenzende wagon. Daarom is een gerichte antenne met een lage gain het beste voor deze ACC link. Een directionele antenne stuurt het signaal onder een bepaalde kleine hoek gericht weg naar de antenne van de andere access point. Dit voorkomt storing en ongewenste verbindingen. Dit in tegenstelling tot een omnidirectionele antenne. Deze heeft een groot bereik en kan signalen oppikken van nabijgelegen access points waarmee in principe geen verbinding gemaakt moet worden. Dit is een situatie die we bijvoorbeeld tegen kunnen komen in een gebied met veel treinverkeer of in een treindepot. Een directionele antenne voorkomt ook ongewenste draadloze verbindingen met naburige treinen op een station of wanneer ze elkaar passeren of naast elkaar rijden. Bovendien zorgt de lage antenneversterking voor een kleinere dekking en specificeert dit alleen tot het doelgebied.

### Een ACC applicatie

Figuur 5 is een illustratie van een ACC in actie, zoals uitgevoerd met een Moxa AWK-5222 dual RF access point. Deze access point biedt twee draadloze interfaces. Hierbij kan de eerste geconfigureerd worden voor de draadloze verbinding tussen de wagons en kan de tweede als draadloos toegangspunt geschakeld worden voor mobiele apparatuur van bijvoorbeeld de reizigers. Met één apparaat worden zo beide functies verkregen, hetgeen met name bij de installatie grote voordelen oplevert.

### Een meer intelligente link

ACC maakt draadloze netwerken tussen de wagons eenvoudiger dan ooit tevoren om op te zetten en te onderhouden. Dankzij ACC kunnen de spoorwegen genieten van de operationele voordelen en de lagere gebruikskosten die het gebruik van draadloze rijkuitverbindingen, zonder extra onderhoudskosten en beveiligingsproblemen met zich meebrengt. Bij ACC hoeft immers elk access point slechts een keer te worden geconfigureerd en is daarna klaar om ingezet te worden in de wagons. Ze vormen de schakels in elke treinconfiguratie.

Er hoeft geen personeel ingezet te worden om de access point opnieuw te configureren wanneer de samenstelling van de trein aangepast wordt. ACC-technologie vormt zo de intelligente en dynamische brug voor foutloze breedbandcommunicatie in de gehele trein. Daarbij komt dan nog de hoge netwerkbeveiliging dankzij WPA/WPA2 encryptie en ondersteunt ACC ook high throughput toepassingen, omdat het beschikbaar is voor 802.11n.

### Voor veel meer

Met ACC heeft Moxa de geavanceerde netwerktechnologieën om netwerken voor spoorwegen zo betrouwbaar en kosteneffectief mogelijk te maken. Bedenk daarbij dat deze draadloze netwerktechnologie voor veel meer toepassingen bruikbaar is dan alleen treinen. Neem als voorbeeld de productieband in een autofabriek. Bij dit laatste voorbeeld zorgt ACC er voor dat er een betrouwbaar netwerk ontstaat door de hele fabriek heen, zonder gebruik te hoeven maken van een grote hoeveelheid draadloze routers waarmee men een totale dekking probeert te halen.

Voor meer informatie zie [www.etotaal.nl/achtergrond](http://www.etotaal.nl/achtergrond). Artikel "Mobiel, draadloos netwerk".

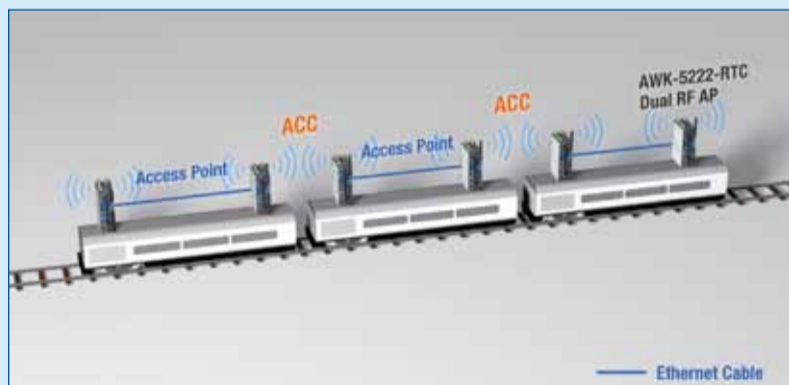
Calvin Chuko, senior engineer/product marketing, Moxa



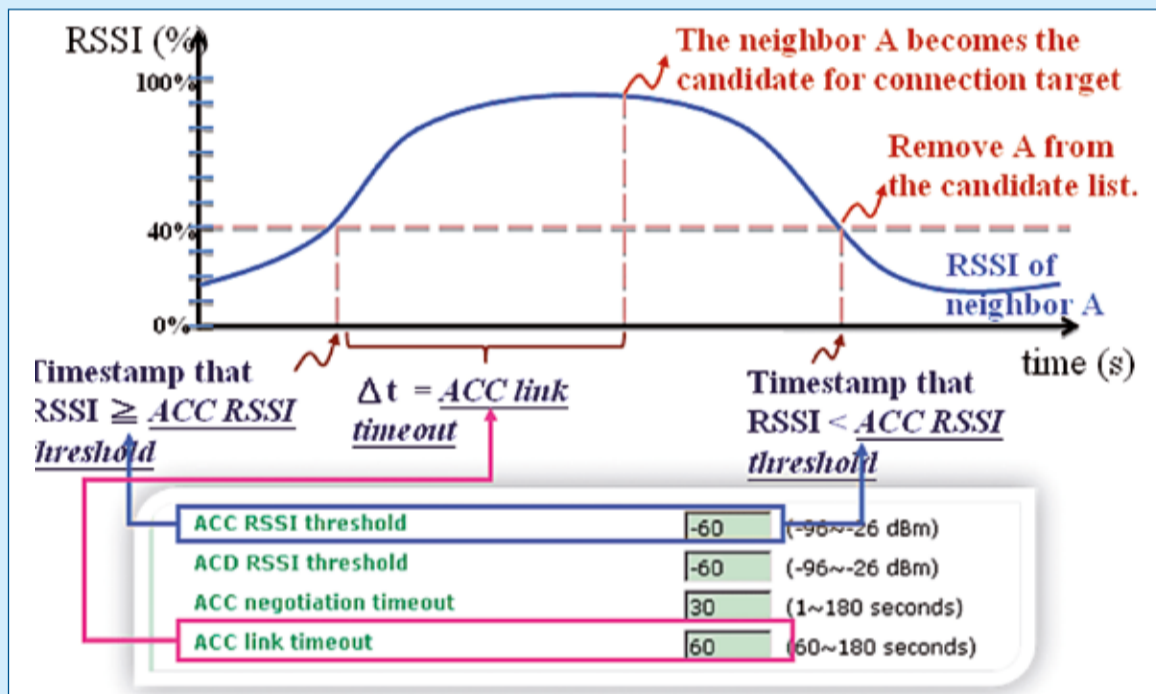
Figuur 1. Voor de verbinding moeten de MAC-adressen van AP1 en AP2 handmatig ingesteld worden.



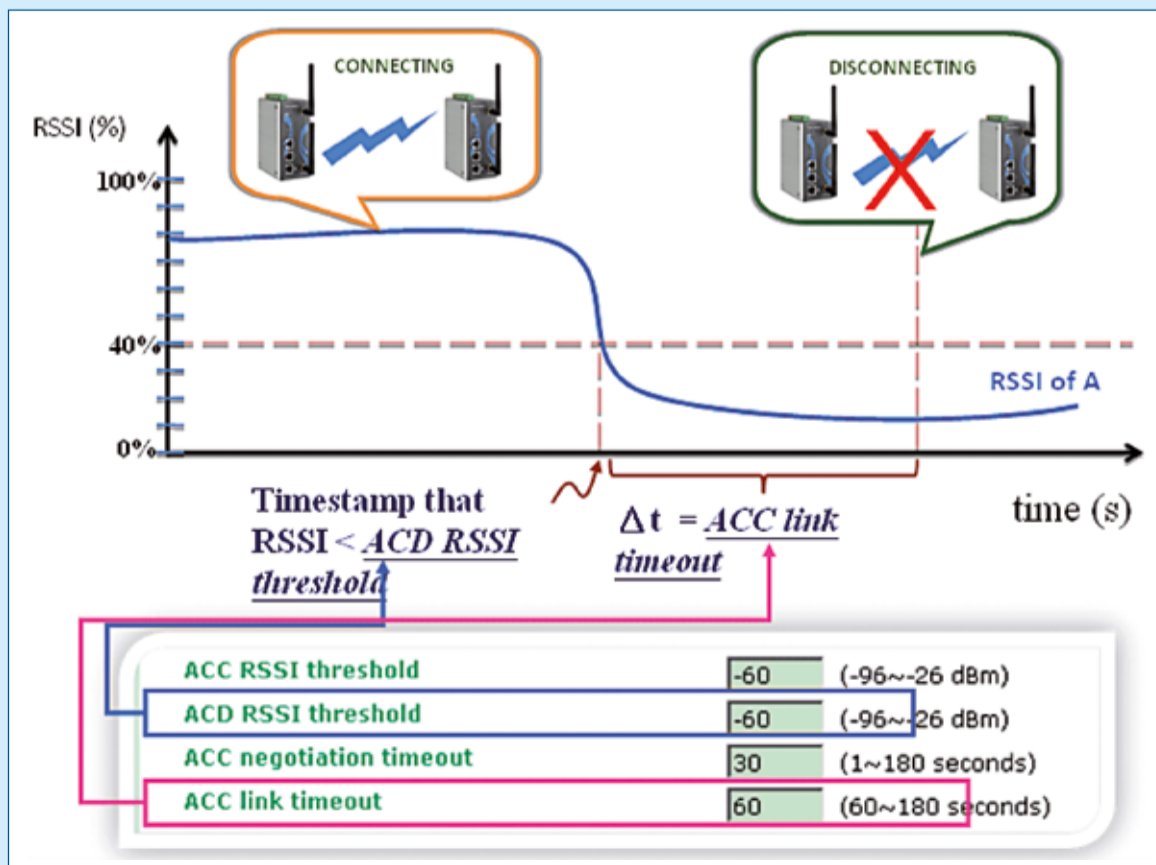
Figuur 2. Als de trein een andere samenstelling krijgt, moeten de MAC-adressen ook aangepast worden.



Figuur 5. De complete trein met een ACC-netwerk dat geheel automatisch voor de verbinding tussen de rijtuigen zorg draagt.



Figuur 3. De signaalsterkte die AP1 meet (RSSI) wanneer AP2 nadert. Bij een signaalsterkte van -60 dBm wordt de verbinding tussen beide access points opgebouwd.



Figuur 4. Wanneer het signaalniveau beneden de -60 dBm komt, zal na een time-outperiode van 60 seconden de verbinding definitief verbroken worden.