

INDUSTRIAL IOT

SENSOREN

De sterren op gebied van IIoT

VAKBIJDRAGE



nl.rs-online.com

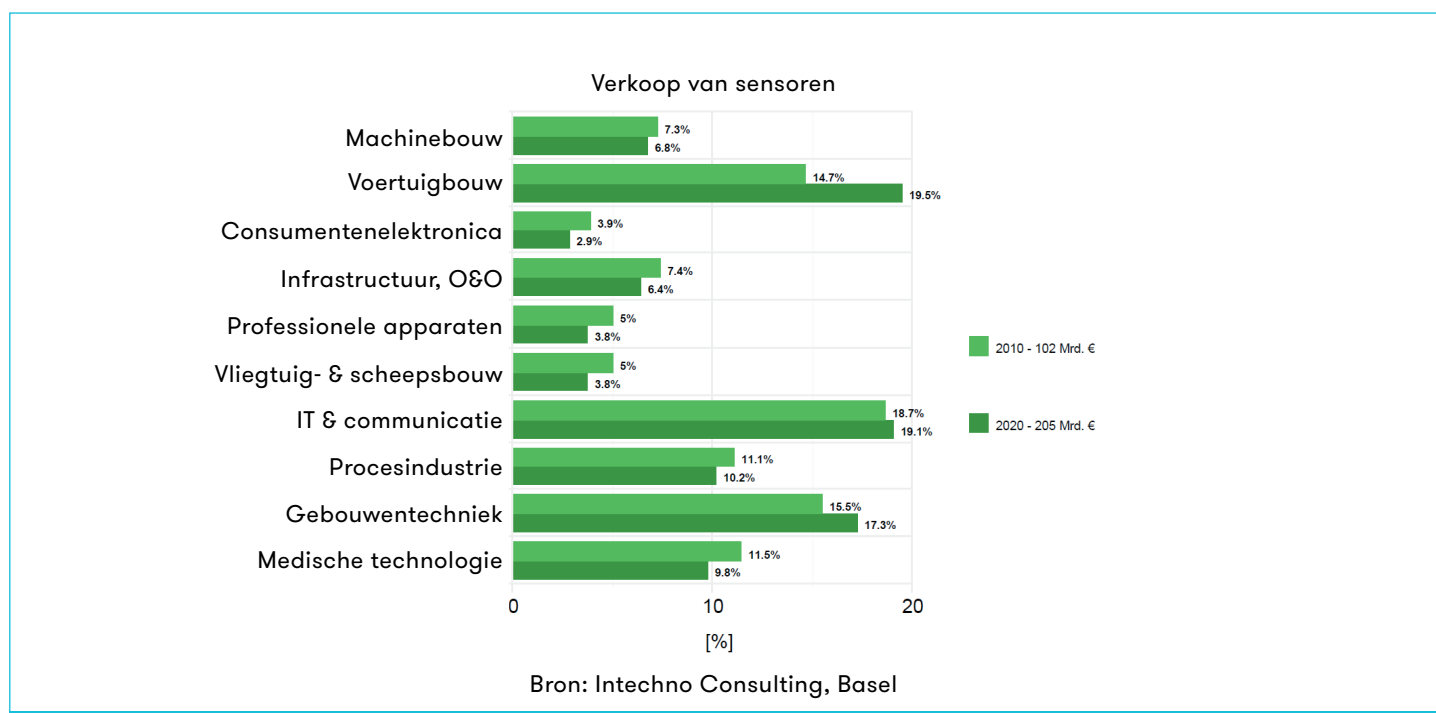
Coverfoto: ifm electronic



Sensoren - De sterren op gebied van IIoT

Een onderdeel van een installatie wordt vervangen, nog voordat die uitvalt en de hele productie lam legt. De auto remt automatisch en op tijd voor een persoon die door de bestuurder niet eens werd gezien. En het CO2-meetapparaat opent automatisch de ramen voor de ventilatie. Deze drie acties werken alleen als de sensoren op de achtergrond gegevens hebben verzameld, deze met behulp van geschikte algoritmen binnen de juiste tijd (of in real time) hebben geëvalueerd en de reacties in gang gezet zijn.

Er zijn meer dan 100 meetgrootheden waarvoor sensoren worden aangeboden. Het voorspelde wereldwijde marktvolume voor het jaar 2020 bedraagt ongeveer 200 miljard dollar (afb. 1). Sensoren ontwikkelen zich in toenemende mate tot onafhankelijke microsystemen, bestaande uit sensoren en elektronica voor gegevensverwerking en -communicatie. Deze systemen zijn verbonden, autonoom en intelligent.



Afb. 1. Het voorspelde wereldwijde marktvolume voor 2020 bedraagt ongeveer 205 miljard dollar

Een belangrijk element van de vierde industriële revolutie is de IIoT-component (Industrial Internet of Things). Hierbij staan de sensoren en de bijbehorende communicatietechnologieën centraal. Deze technologieën maken ook toepassingen mogelijk die verder gaan dan de pure productie. De kern van IIoT is de digitalisering van de sensorsignalen en het gestandaardiseerde "transport" van ruwe of voorbewerkte gegevens naar de plek waar deze nodig zijn. Belangrijke "sensorbolwerken" zijn nog steeds de automotive branche, de medische technologie, de gebouwenautomatisering en het consumentensegment. In de automotive branche hebben met name de bestuurdersassistentiesystemen geleid tot een snelle verdere ontwikkeling van de radar-, ultrasoon-, LIDAR- en videosensoren.

Sensoren in industrieel gebruik

Een consistente, gestandaardiseerde communicatie van de sensor of actuator naar de cloud is één van de uitdagingen voor IIoT. Belangrijke technologieën hiervoor zijn IO-link en Single Pair Ethernet. Voorspellend onderhoud behoort tot de meest interessante toepassingen. In het beste geval kan dit veel tijd en geld besparen.

IO-link is een punt-tot-puntcommunicatieverbinding met gestandaardiseerde connectors, kabels en softwareprotocollen. Het systeem is ontworpen voor gebruik binnen de industriële 3-draads sensor- en actuatorinfrastructuur en bestaat uit de componenten "IO-linkmaster" en "IO-linkapparaat".

De IO-linknorm stelt dat de communicatie over een kabellengte van 20 meter moet plaatsvinden met behulp van niet-afgeschermd kabel met standaard industriële connectors. M8- en M12-connectors worden het meest gebruikt. De communicatie is punt-tot-punt en vereist een 3-draads interface (L+, C/Q en L-). De communicatie tussen master- en slave-apparaten wordt half-duplex gerealiseerd met drie overdrachtssnelheden: COM1 4800 Baud, COM2 38,4 kBaud, COM3 230,4 kBaud. Het voedingsspanningsbereik in een IO-linkstelsel bedraagt 20 V tot 30 V voor de master en 18 V tot 30 V voor het apparaat (sensor of actuator).

Van de sensor naar de cloud via Single Pair Ethernet

Single Pair Ethernet (SPE) wordt beschouwd als een van de megatrends op het gebied van industriële gegevensoverdracht en als een "enabler" van IIoT en Industry 4.0. Met deze technologie kan het "Industrial Internet of Things" gerealiseerd worden. Elke sensor of actuator is toegankelijk via het internetprotocol en kan zijn gegevens barrièrevrij tot in de cloud verzenden of ontvangen.

Sterk gefragmenteerde veldbusinfrastructuren kenmerken het besturings- en veldniveau in de automatiseringstechniek. De resulterende data-eilanden vereisen complexe gateways die de toegang tot gegevens van apparaten in het veld bemoeilijken. Met de eliminatie van deze gateways zouden de kosten en de complexiteit van deze installaties aanzienlijk dalen en de data-eilanden die hierdoor ontstaan, verwijderd kunnen worden.

Eén van de manieren om deze fragmentatie te elimineren is door ethernet vanaf het besturingsniveau tot op veldniveau door te voeren. De beperkte kabellengte van maximaal 100 m, het gebruik van minimaal twee draadparen en minder bruikbare connectoren bemoeilijken deze aanpak echter.

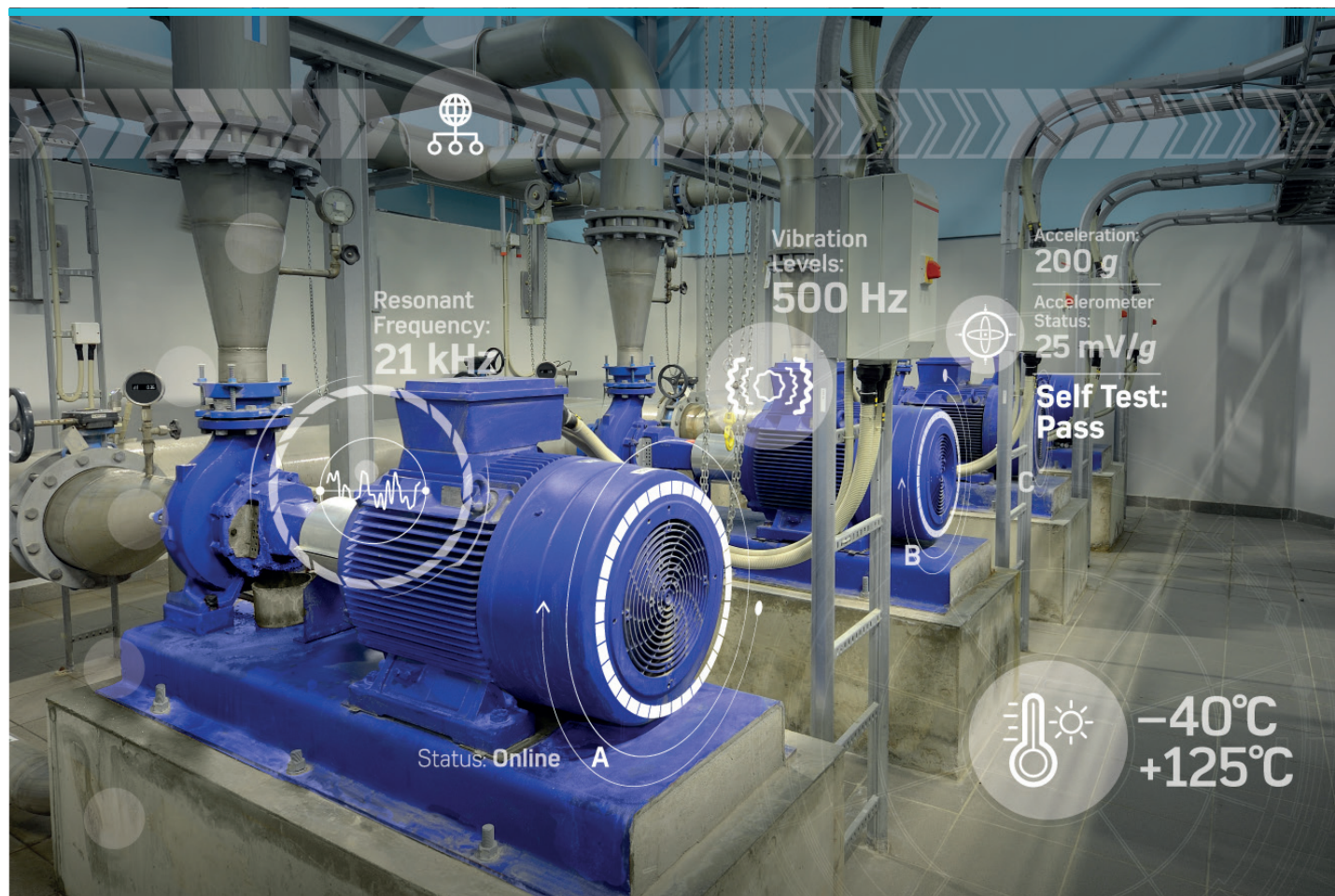
Hoe snel? Hoe ver?

Single Pair Ethernet maakt het nu mogelijk om via een tweedaderige koperkabel gegevens te transporteren met snelheden van 10 Mbps, 100 Mbps en 1 Gbps en om tegelijkertijd stroom te leveren aan eindapparaten via PoDL (Power over Data Line). Gedetailleerd zijn de gegevenssnelheden en de kabellengtes:

- 10 MB/s (duplex) tot 1000 m, overdracht met een bandbreedte van 20 MHz (10Base-T1L)
- 10 MB/s (half-duplex) tot 40 m, overdracht met een bandbreedte van 20 MHz (10Base-T1S)
- 100 MB/s (duplex) tot 15m, overdracht met een bandbreedte van 66MHz (100Base-T1)
- 1000MB/s (duplex) tot 40m, overdracht met een bandbreedte van 600MHz (1000Base-T1)

Eén van de belangrijkste mogelijkheden van Single Pair Ethernet is de gelijktijdige overdracht van gegevens en vermogen over het draadpaar - Power over Dataline (PoDL). In de norm IEEE 802.3bu: "Physical Layer and Management Parameters for Power over Data Lines (PoDL) of Single Balanced Twisted-Pair Ethernet" wordt analoog met Power over Ethernet (PoE), de levering van externe voeding via Single Pair Ethernet-kanalen, gedefinieerd.

Een fabriek vol gegevens - de mogelijkheden van voorspellend onderhoud



Afb. 2: Systeembewaking (afb.: Analog Devices)

Industry 4.0 als trend op het gebied van industriële productie is een paradigmaverschuiving, die vooral gericht is op een optimale benutting van de productiemiddelen. Om dergelijke zelforganiserende processen te realiseren, moeten niet alleen de externe eisen – bijvoorbeeld wat, wanneer en hoe vaak iets gedaan moet worden – duidelijk worden gedefinieerd, maar ook de beschikbaarheid van productiemiddelen en -processen. In dit verband moet van tevoren – idealiter over een periode van enkele maanden – bekend zijn welke onderhoudswerkzaamheden aan een machine of proces nodig zijn om de beschikbaarheid betrouwbaar te kunnen plannen.

Er zijn echter ook opties denkbaar die nog een stapje verder gaan: als een machine niet meer in optimale conditie verkeert, bijvoorbeeld als een verwerkingsmachine niet meer de best mogelijke nauwkeurigheid bereikt, dan kan deze machine wel nog ingepland worden voor andere werkzaamheden als de nauwkeurigheid daarvoor wel nog voldoende is. De kern van het systeem is daarom conditiebewaking van elke individuele machine of proces, om met de kennis van deze huidige conditie het gebruik en onderhoud optimaal en flexibel te plannen.

	Productie- en installatiekosten	Bedrijfskosten	Kosten vanwege ongeplande stilstand
Correctief onderhoud			€€€€€€€€€€ Ongeplande productieonderbrekingen
Preventief onderhoud		€€ Interventie op locatie volgens plan/systematische vervanging van aan slijtage onderhevige onderdelen	€€€€ Aangezien er geen realtime machinebewaking is, treden er ongeplande productieonderbrekingen op
Voorspellend onderhoud	€€ Installatie van speciale apparaten (trillingssensoren, enz.)	€ Kennis van de machineconditie, bewaking door speciale software of met AI	€ Dankzij real-time machinebewaking zijn productieonderbrekingen perfect te plannen

Tabel 1. Door middel van voorspellend onderhoud kunnen de totale kosten geminimaliseerd worden.

Parameters zoals trillingen, geluid en temperatuur worden gebruikt om te bepalen wanneer het juiste moment is om een onderhoudsprocedure in gang te zetten. Van de meetbare fysieke grootheden geeft de meting van het trillingsspectrum de meeste informatie over de oorsprong van een probleem in een roterende machine (motor, generator, enz.). Abnormale trillingen kunnen een teken zijn van een defecte kogellager of een axiale onbalans. Al deze problemen manifesteren zich in een specifiek symptoom, zoals trillingsbronnen in roterende machines.

Drijvende krachten achter technologie - sensoren in de auto

Het aantal sensoren in voertuigen neemt voortdurend toe, terwijl hun prestaties tegelijkertijd verbeteren. Het stroomverbruik wordt voortdurend geminimaliseerd en intelligente verwerkingsfuncties winnen steeds meer terrein. De sensorgegevens uit de verschillende componenten kunnen redundant en in combinatie met de sensorfusie gebruikt worden en zijn een belangrijke voorwaarde voor de netwerkvorming buiten het voertuig (V2X).

In de automotive branche ondersteunen sensoren onder meer de segmenten motorbesturing, uitlaatcontrole, chassisfuncties en airconditioning, functies voor autonoom rijden, ondersteuningsfuncties, e-mobiliteit, bestuurdersherkenning (gebaarbesturing), actieve en passieve beveiliging en algemene carrosseriefuncties.

Het concept van auto's zonder bestuurder (autonoom rijden) is in ontwikkeling. Naast een netwerkinfrastructuur vereist dit veel realtime gegevens van snelheids-, versnellings-, positie- en nabijheidssensoren. Deze sensoren leveren gegevens die verzameld, geëvalueerd, samengevoegd (sensorfusie) en verwerkt worden. Aan de hand hiervan wordt een voertuig, in het beste geval, zonder tussenkomst van een bestuurder bestuurd. Onderweg naar dit doel zijn er nu al sensoren in de bestuurdersassistentiesystemen actief om de veiligheid en het comfort te garanderen. Dit ondersteunt ook het concept van voorspellend onderhoud.

De sensoren worden gebruikt in het voertuig zelf en in de voertuiginfrastructuur. Zo zorgt ongeveer tweederde van de sensoren voor de besturing van de aandrijflijn en de motor. Hiervoor registreren de sensoren veranderingen in gewicht, temperatuur, trillingen, massastroom, volumestroom, koppel, klepstand en draaibeweging. Deze gegevens worden doorgestuurd door naar de besturing.

Steeds meer sensoren worden gebruikt voor bestuurdersassistentiesystemen voor de bestuurder. Verschillende sensortypen worden redundant gebruikt. Gedeeltelijk of volledig autonome systemen moeten de omgeving herkennen en posities bepalen. Ultrasone sensoren (detecteren obstakels op korte afstand), radarsensoren (detecteren de positie en snelheid van objecten op grotere afstand) helpen daarbij. LIDAR-sensoren leveren een 3D-beeld en camerasystemen leggen de kleur en de contouren van een object vast.

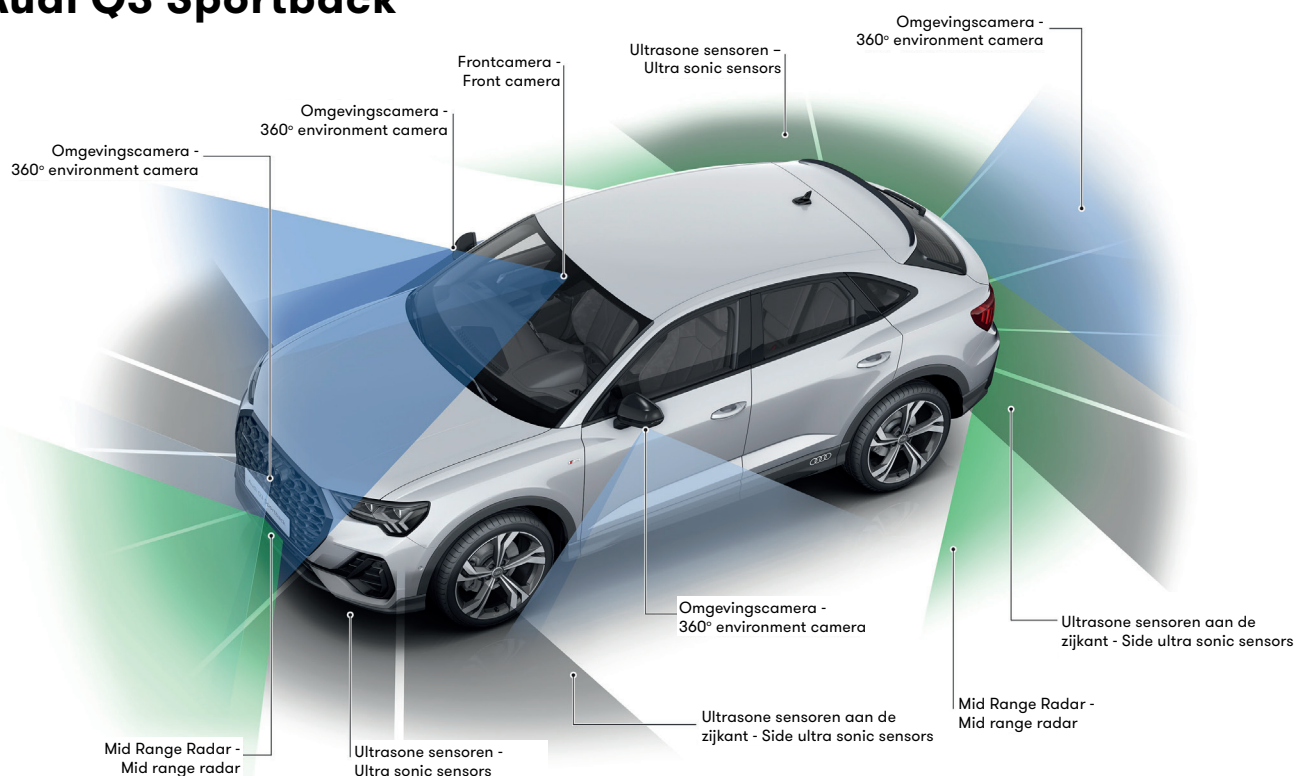
	Camera	Radar	LIDAR	Utrasoon	Radar + LIDAR	Camera + LIDAR	Camera + radar
Objectdetectie	gemiddeld	goed	goed	goed	goed	goed	goed
Objectclassificatie	goed	slecht	gemiddeld	slecht	gemiddeld	goed	goed
Afstandsmeting	gemiddeld	goed	goed	goed	goed	goed	goed
Nauwkeurigheid van de objectrand	goed	slecht	goed	goed	goed	goed	goed
Tracering	goed	slecht	slecht	slecht	slecht	goed	goed
Visueel bereik	gemiddeld	goed	gemiddeld	slecht	goed	gemiddeld	goed
Werking bij slecht weer	slecht	goed	gemiddeld	goed	goed	gemiddeld	goed
Werking bij weinig licht	gemiddeld	goed	goed	goed	goed	goed	goed

Tabel 2. Vooral voor autonome rijfuncties zijn er zijn redundante sensorgegevens nodig. Een combinatie van verschillende technologieën heeft voor- en nadelen. (Gegevensbron: McKinseyCompany)

In de toekomst zullen meer hybride sensoroplossingen (multi-sensortechnologie) worden ontwikkeld om het aantal sensoren en de kosten te minimaliseren. Naast een gecombineerde oplossing van radar en camera, vereist volledig autonoom rijden LIDAR-sensoren om redundantie voor objectanalyse en lokalisatie te garanderen. De gegevens van camera, radar, LIDAR-sensoren, infraroodsensoren en ultrasone sensoren worden verwerkt met behulp van verschillende algoritmen (trefwoorden: kunstmatige intelligentie en Deep Learning). Deze verwerkte gegevens vormen de basis waarop het controlesysteem zijn beslissingen neemt.



Audi Q3 Sportback



Afb. 3. De sensor radius van de omgevingsbewaking in de Audi Q3 Sportback (Afb.: persfoto AUDI AG)

Omgevingssensoren

Infraroodsensoren maken nachtzicht mogelijk. Ultrasonische sensoren dienen als parkeerhulpmiddel, meten parkeerplaatsen tijdens het rijden en detecteren voertuigen in zijstraten. Daarnaast kunnen deze sensoren de dode hoek bewaken. Ultrasonische sensoren meten de afstand tot het object door de reistijd van de gereflecteerde geluidspulsen te meten. Deze sensoren zijn compact en robuust en werken ook 's nachts of bij mist. Sneeuw beïnvloedt de meetresultaten en de zichtafstanden bedragen slechts enkele meters. Ter verbetering van de omgevingsdetectie kunnen er verschillende ultrasonische sensoren gebruikt worden en de triangulatiemethode kan toegepast worden. Speciaal gevormde antennes krijgen de uitgezonden ultrasonische pulsen een richtingskarakteristiek voor gerichte straling. Er wordt een nabijgelegen veld en een ver veld gevormd.

Om de omgeving van autonome voertuigen te detecteren, wordt informatie van radar, ultrasonische sensoren, LIDAR-sensoren en camera gecombineerd. De meetwaarden worden asynchroon gegenereerd en de fusieregelaar berekent in real-time een actueel omgevingsmodel. Vervolgens stuurt de fusieregelaar de besturings-, aandrijf- en remsystemen aan.

Sensoren zorgen ook voor de veiligheid door het interieur te bewaken. Verschillende sensoren observeren en onderzoeken de bewegende persoon. Het doel is om bijvoorbeeld oververmoeidheid en afleiding (trefwoord microslaap) te detecteren.