

swarm bee LE Embedded

Voor de lokalisering als GPS niet werkt

Wanneer GPS satellietnavigatie niet beschikbaar is, zijn er alternatieve locatiemethoden nodig voor lokalisering. Deze situatie treffen we bijvoorbeeld aan in gebouwen, maar ook onder de grond, in mijnen en tunnels werkt GPS niet en kan dit systeem niet gebruikt worden. De Duitse firma Nanotron levert daarvoor fraaie oplossingen. Nieuw is hun module swarm bee LE die speciaal bedoeld is om makers van embedded systemen een simpele oplossing te bieden voor lokaliseringsproblemen.

Lokalisering is iets dat we vooral kennen van de satellietnavigatie in de auto, maar wanneer we over robotisering praten, dan is lokalisering daarvoor ook een belangrijk onderwerp. Daarnaast kunnen heel veel situaties een stuk veiliger worden wanneer de beveiligingsunits weten waar mensen zijn zodat er op tijd ingegrepen kan worden voordat een onveilige situatie ontstaat.

Bij Nanotron gaan heel veel van de applicaties waarvoor zij elektronica ontwikkelen, over veiligheid. Te denken valt aan het voorkomen van botsingen tussen mens en machines, maar ook machines onderling. Deze veiligheidsvoorzieningen kunnen met name in mijnen goede diensten bewijzen. Als voertuigen weten waar mensen aanwezig zijn (bijvoorbeeld van belang bij het nemen van scherpe bochten in slecht verlichte mijngangen), dan kan er op tijd ingegrepen worden als er iets mis dreigt te gaan.

Om de machine zo slim te maken dat hij mensen in zijn omgeving kan 'zien', kan er gebruik gemaakt worden van diverse technieken. Met optische of radarsensoren kan er natuurlijk gekeken worden of er obstakels zijn, maar willen we het verschil tussen een voorwerp of een mens kunnen zien, dan moet er met camera's en beeldherkenning gewerkt worden. Dit is niet alleen ingewikkeld, maar vaak ook onmogelijk. Een voertuig die een bocht om moet gaan in een mijngang kan immers niet zien wat er voorbij de bocht allemaal aanwezig is.

Een oplossing die zeker werkt is het gebruik van radiolocatie. Wanneer iedereen een kleine radiozender met zich mee draagt, dan kan een gevaarlijke machine op basis van de signaalsterkte een redelijk beeld krijgen of er personen binnen een bepaalde zone aanwezig zijn. Echt nauwkeurig is dit niet en er kan niet zomaar een goede plaatsbepaling aan gekoppeld worden. Het is echter wel een eerste stap. Veel beter wordt het wanneer de tijd gemeten wordt die nodig is om het radiosignaal van de zender naar de ontvanger te versturen. Hieruit kan immers direct de afstand tussen zender en ontvanger bepaald worden.

Uitgaande van de afstand tussen zender en ontvanger, weten we nog niet de exacte plaats. De zender kan zich immers overal op het oppervlak van een denkbeeldige bol bevinden rondom de ontvanger. Voor een exacte locatie hebben we nog meer gegevens nodig.

nanoRTL

Al enige tijd brengt Nanotron het systeem nanoRTL op de markt. Dit is een locatiesysteem waarbij met een aantal vast opgestelde radiobakens een gebied gemarkeerd wordt. Binnen dit gebied wordt met behulp van de looptijd van de radiogolven de locatie van een mobiele post binnen dit gebied bepaald door de afstand tot de vaste posten te bepalen. De mobiele post bevindt zich nu op het snijpunt van de virtuele cirkels rond de vaste posten.



Een fraaie toepassing van deze technologie is het virtuele hek dat gebruikt kan worden om te voorkomen dat kinderen rond scholen, in pretparken, hotels of grote evenemententerreinen zoek raken. Zoals in figuur 1 te zien is, zijn er drie vaste posten nodig. Softwarematig wordt nu het gebied vastgelegd waarbinnen het kind moet blijven en altijd te lokaliseren is. Uiteraard werkt dit systeem ook binnen een gebouw en kan ook daar gebruikt worden voor het lokaliseren van personen of goederen.

Swarm

Vaste posten zijn niet altijd handig en ook lang niet altijd noodzakelijk. Als er namelijk veel deelnemers in het lokaliseringssysteem aanwezig zijn, dan kan ook met een slim algoritme de lokalisering ten opzichte van elkaar bepaald worden. Het spreekt voor zich dat dit veel ingewikkelder is, maar het kan. We krijgen dan een systeem dat lijkt op het gedrag van zwermen vogels of scholen vissen. De spreeuwen die zich aan het einde van het zomerseizoen verzamelen en vlak voordat ze gaan slapen met duizenden tegelijkertijd gezamenlijk een waar luchtballet opvoeren, zijn hier een mooi voorbeeld uit de natuur van. Bij hun vlucht vliegen de vogels op enkele centimeters van elkaar met grote snelheid door de lucht waarbij ze de meest ingewikkelde patronen vliegen. Daarbij weten ze elkaar te vermijden en vinden er geen botsingen tussen de vogels onderling plaats. Dit doen ze door constant de onderlinge afstand tot elkaar in de gaten te houden en deze razendsnel bij te sturen als er een botsing dreigt. Dit zwermgedrag kunnen we ook elektronisch uitvoeren met de juiste lokaliseringoplossingen. Ook dan gaat het om het volgen van de onderlinge afstand. Uit alle afstanden tussen de deelnemers van de zwerm kan dan vervolgens binnen de zwerm de positie van elke deelnemer apart bepaald worden. Dit is natuurlijk niet een positie ten opzichte van een vast punt. Daarvoor is en blijft minimaal één vast oriëntatiepunt noodzakelijk.

Zonder klok

Bij GPS wordt ook op basis van de looptijd van het radiosignaal tussen satelliet en ontvanger op de grond de afstand

bepaald. Daarvoor zijn de satellieten uitgerust met gelijk lopende atoomklokken voor de synchronisatie. In de producten van Nanotron zijn geen atoomklokken aanwezig, dus heeft men een andere oplossing bedacht om de looptijd te kunnen meten zonder dat het noodzakelijk is dat zender en ontvanger gelijklopende klokken hebben. Deze oplossing is even simpel als voor de hand liggend. Wat er plaats vindt, is te zien in figuur 2. Als node 1 de afstand tot node 2 wil weten, dan stuurt hij een bericht naar node 2. Deze verwerkt dat en stuurt vervolgens het bericht terug. In de tussentijd heeft node 1 bijgehouden hoe lang het bericht heen en weer gaat en hoe lang node 2 er over gedaan heeft om het bericht dus in principe ook de tijd dat het bericht onderweg geweest is. Ter controle stuurt node 2 vervolgens een bericht naar node 1 dat na verwerking weer teruggestuurd wordt naar node 2 zodat ook node 2 de tijd en dus de afstand kan berekenen. Die uitkomst stuurt node 2 nu naar node 1 zodat deze het resultaat van zijn berekening kan controleren met die van node 2.

Als het goed is, dan zijn natuurlijk de uitkomsten van beide berekeningen gelijk en weten node 1 en 2 hun onderlinge afstand. Door dit proces te herhalen met alle andere nodes in de buurt weet node 1 de afstanden tot alle nodes in zijn omgeving. Wanneer nu alle nodes hetzelfde doen en uiteindelijk alle resultaten uitgewisseld worden, kan elke node zijn plaats in de zwerm bepalen.

Het spreekt voor zich dat met name het laatste, de uiteindelijke plaatsbepaling aan de hand van alle verschillende onderlinge afstanden, een behoorlijk slim rekenalgoritme vraagt. Gelukkig heeft Nanotron dit allemaal verwerkt in de firmware van de controller en hebben de gebruikers van de swarm-producten hier geen omkijken naar.

swarm bee LE

Dit is de 2e generatie swarm-producten. Het grootste verschil ten opzichte van de eerste generatie is het energiegebruik. Dit heeft men aanzienlijk weten te verlagen, hetgeen zeer gunstig is voor de levensduur van de batterijen waaruit

de totale schakeling gevoed wordt. Ook is de elektronica nu in een module ondergebracht die als een groot IC op de print van de uiteindelijke applicatie gesoldeerd kan worden.

Naast het radio-plaatsbepalingssysteem zijn er in de module ook een sensor voor temperatuur en versnelling ondergebracht. Bij deze laatste gaat het om een industriële 3D-versnellingssensor die direct is uit te lezen vanuit de applicatie. Een verandering van beweging in welke richting dan ook wordt daarmee direct zichtbaar zonder eerst het radioplatsbepalingsproces te moeten doorlopen. Dit verhoogt het reactievermogen en voorkomt daarmee nog beter dat er botsingen plaats vinden.

De robuuste module is geschikt voor elk embedded systeem.

In figuur 3 is het blokschema van de interne opbouw te zien. Dit bevat alles dat nodig is aan hard- en software voor de lokalisering en in feite is het alleen de antenne voor de communicatie die nog extern aangesloten dient te worden. De module communiceert met de microcontroller van de host via de UART-interface. Daarvoor draait er in de microcontroller van de module een hardware-onafhankelijke Application Programming Interface (API) waardoor gemakkelijk elk denkbaar embedded systeem uitgerust kan worden met de module. Elke module bevat een door Nanotron ontwikkelde single-chip spread spectrum Chirp transceiver voor communicatie op 2,4 GHz. Het uitgangsvermogen van de module kan geconfigureerd worden tussen -22...16 dBm en de gevoeligheid van de ontvanger bedraagt ongeveer -90 dBm. Dit maakt plaatsbepaling over afstanden van honderden meters mogelijk. Wel neemt de nauwkeurigheid af als de afstand groter wordt. Volgens opgave is de afwijking in de afstandsbeplating maximaal 30 cm.

De module werkt op een voedingsspanning tussen 3,3 en 5 V en gebruikt bij zenden 120 mA en bij ontvangen 60 mA. In de stand-by mode, waarbij de CPU stil gezet is, maar de rest wel alert blijft, is het stroomverbruik gedaald naar 6,5 mA. Wordt de totale module in een diepe slaapmode gebracht, dan is het stroomverbruik minder dan 1 µA.

Voor elke situatie

Maakten de eerste producten van Nanotron altijd gebruik van vaste bakken en was de eerste generatie swarm-producten uitsluitend in staat om alleen posities binnen een groep te kunnen bepalen, de nieuwe swarm bee LE combineert beide. Dit maakt dat de nieuwe module universeel inzetbaar is. Wat blijft is de eenvoud waarmee de plaatsbepaling uitgevoerd wordt. Nanotron heeft alle kennis en inventiviteit gestopt in de firmware en als gebruiker hoeft je je alleen druk te maken over de verdere verwerking van de coördinaten voor de lokalisering. Het ingewikkelde algoritme, de complexe radiocommunicatie en alles wat daar bij hoort, is al voor u uitgedokterd en uitgevoerd zodat u zich kunt concentreren op uw applicatie.

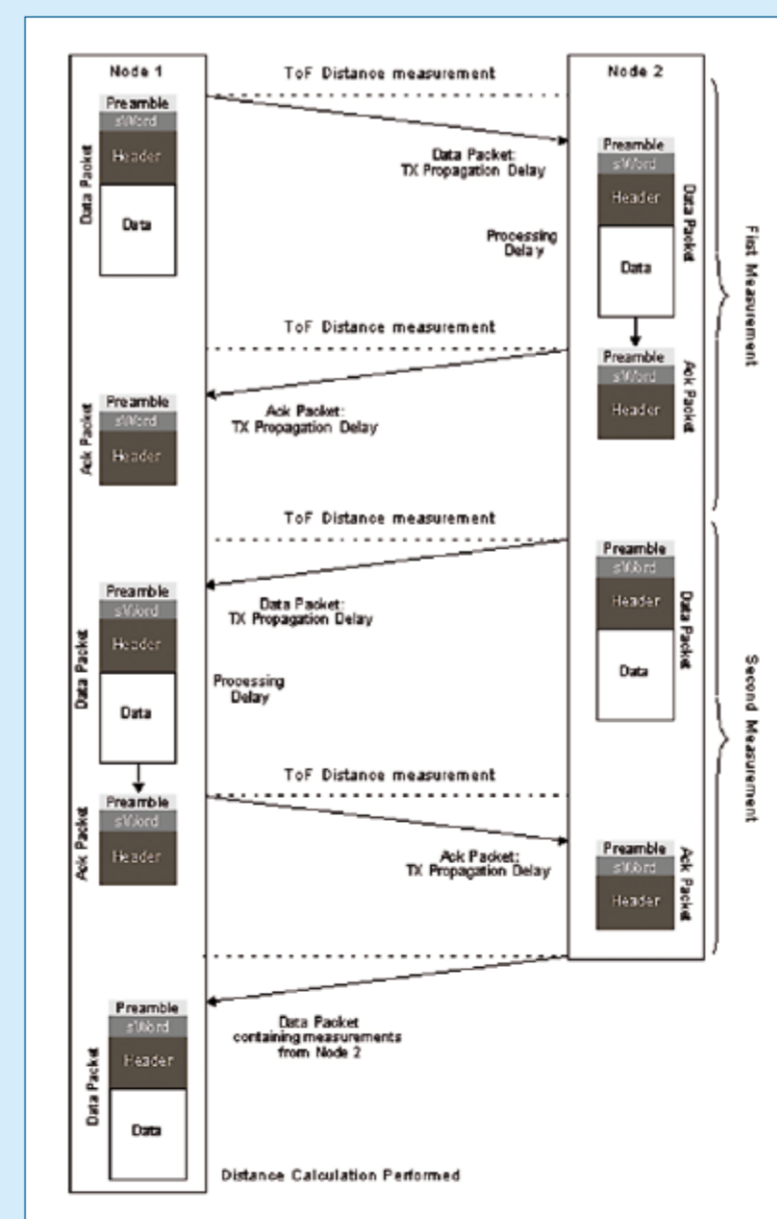
Voor meer informatie zie www.etotaal.nl/achtergrond. Artikel "swarm bee LE Embedded".

TOP-electronics
www.top-electronics.com

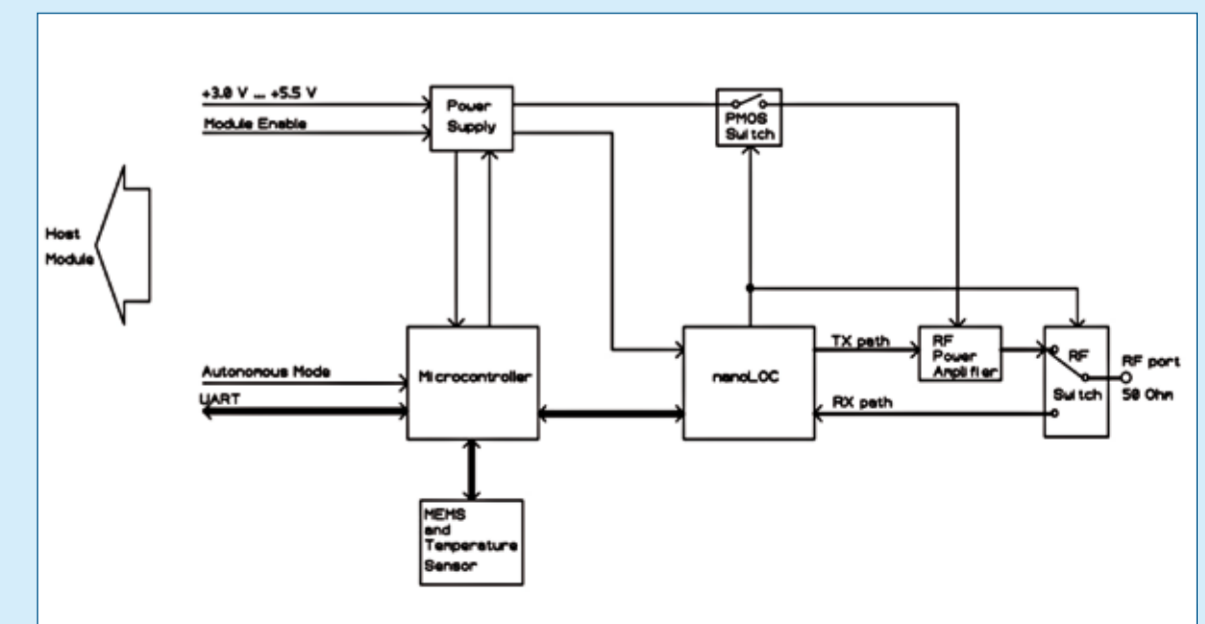
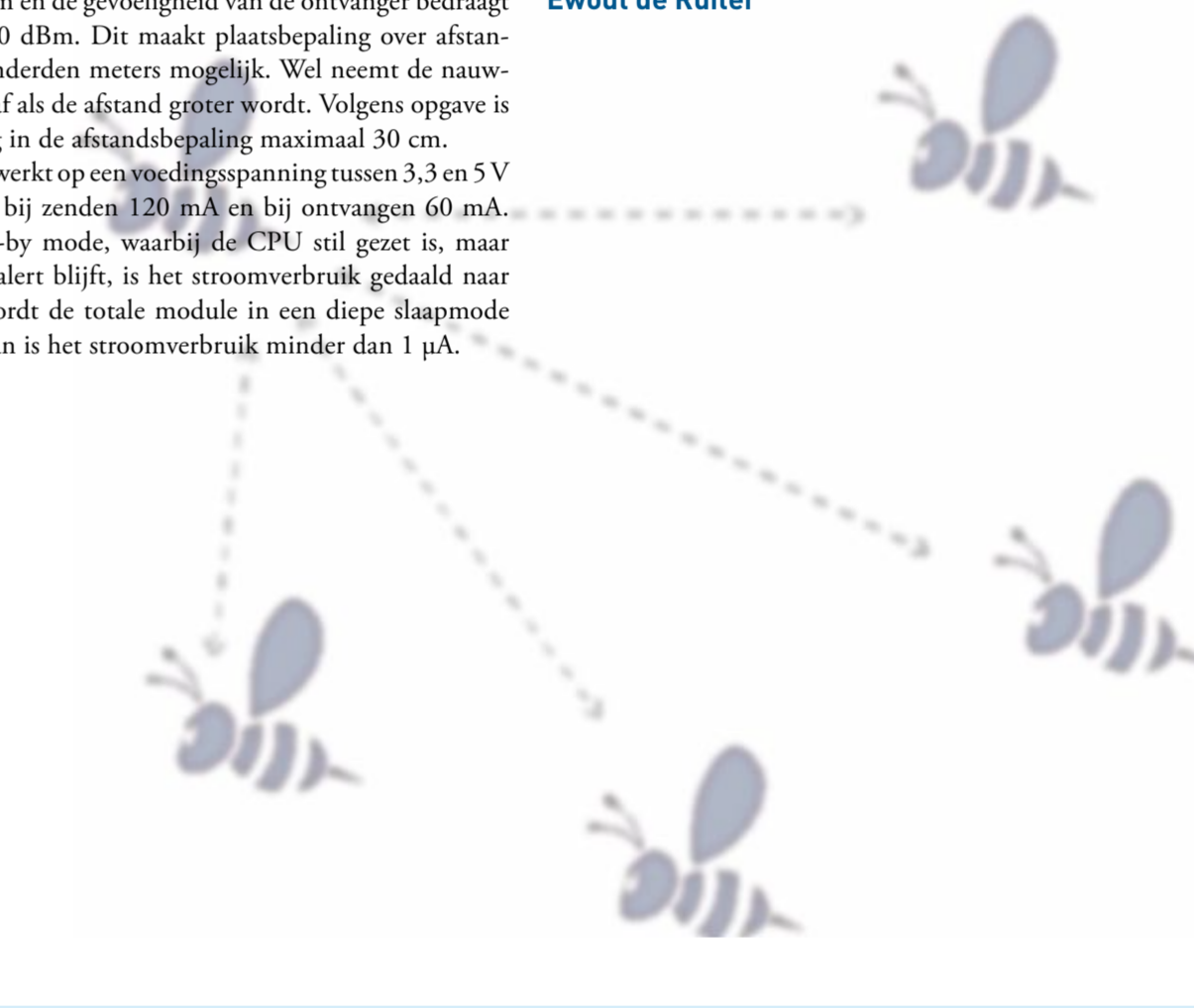
Ewout de Ruiter



Figuur 1. Met drie vaste posten, kan een gebied bepaald worden waarbinnen kinderen met de oplossing van Nanotron gelokaliseerd kunnen worden.



Figuur 2. Door een bericht heen en weer te sturen, kan de looptijd van het radiosignaal en dus de onderlinge afstand bepaald worden.



Figuur 3. De opbouw van de swarm bee LE.