

20 juni 2018

Verslag Wearable Sensor System Project (Sensornaut.nl)

Tijdens de ontwikkeling het wearable sensor system zijn wij tegen een aantal technische obstakels gelopen en hebben hierdoor diverse wegen moeten proberen om tot het werkend prototype te komen. Hier het verslag van deze gebeurtenissen.

In eerste instantie hebben wij een inventarisatie gemaakt van de te gebruiken sensoren en componenten, en hoe wij de beoogde ultra dunnen kabel kunnen toepassen.

Eerst zijn we begonnen de eigenschappen van de kabel te onderzoeken, welke voedings stroom kunnen wij toepassen en vanaf welke data snelheid ontstaat er verlies. De conclusie was dat de stroom niet hoger dan 15 mA mocht zijn en de data niet sneller kon dan 150kHz. De stroom was een duidelijk beperking omdat de meeste sensoren toch gauw 25mA verbruiken en er moest ook een Edge processor op draaien. Wij hebben hier een 2 tal Buck converters voor ontworpen doe spanning door de kabel laat toenemen tot 15 volt. Door dit uit te sturen met 15mA kunnen wij 225mW aan energie door de kabel sturen. Door bij de sensor de spanning omlaag te converteren is bij 100% rendement een stroom te realiseren van 68mA. In de praktijk blijken we zelfs pieken van 80mA bij 3.3V te kunnen halen, de ingangsspanning krijgt wel een redelijke spanningsval maar blijft stabiel.

Ondertussen zijn we in combinatie met een ander project een moederbord gaan ontwikkelen die de eigenschappen zou bezitten die nodig waren voor dit project. Dit was:

- een GPS ontvanger
- 2G umts zender
- motion sensor
- lipo accu lader
- voeding converter met groot spannings bereik en voldoende kracht voor het Modem/GPS, de sensoren en de lip lader. Hiervoor was 4.2V 3Ampere piek voeding nodig.
- op basis van de ATMEGA2560 processor
- energie zuinig

Hierna zijn we de data communicatie tussen de sensor en het ontwikkelde mainboard gaan onderzoeken. Dit hebben we via bitbang gedaan, omdat er 2 draden beschikbaar zijn. 1 draad is dan voor de synchronisatie en de andere voor de data. Door in het protocol eerst een sensor ID mee te sturen kunnen we de sensor uitwisselbaar maken. Hierdoor maakt het niet meer uit welke sensor op welke aansluiting komt.

20 juni 2018

Een volgende stap was de sensoren te onderzoeken. We zijn begonnen met de hartslag sensor omdat ons bekend was dat dit het meest complex zal zijn. We zijn begonnen met de AD8232 van Analog Devices. Hier zijn developer boards voor besteld en we zijn gaan meten. De sensor werkt met 3 pads die op het lichaam geplakt moeten worden. Uiteindelijk hebben we deze sensor goed werkend gekregen maar moesten concluderen dat deze niet geschikt was voor ons project. De sensor was alleen stabiel met een ontkleed boven lichaam en zonder beweging.

We zijn dit verder gaan onderzoeken en trokken de conclusie dat deze sensor te complex was om in dit stadium in dit project te integreren.

De volgende sensor die we zijn gaan onderzoeken is de luchtkwaliteit sensor. We hebben hier de CCS811 voor genomen. Deze werkt met het I2C protocol. Deze hebben we laten communiceren met de attiny26l. Deze Edge processor hebben we gekozen voor het ultra lage stroom verbruik van 0,75mA. Tijdens deze ontwikkeling liepen we vrij snel tegen beperkingen aan om de I2C te combineren met de bitbang. De processor kon beide protocollen niet aan.

We zijn opnieuw op zoek gegaan naar een zeer zuinig processor. Hiervoor hebben we de low power ARM processor STM32K6 gevonden. Deze is veel complexer om te programmeren maar heeft veel meer kracht en ingebouwde I2C, SPI en UART bussen.

Met deze processor hebben we de lucht kwaliteitsensor aangestuurd en de bitbang geprogrammeerd. Dit bleek niet 100% stabiel te werken. We hebben CRC data controle toegevoegd maar merkten de er te veel synchronisatie problemen waren.

Omdat de ARM processor een UART heeft hebben we er voor gekozen om deze data bus te gebruiken. Deze wordt hardware matig gesynchroniseerd, is dynamisch instelbaar qua snelheid en is bi-directioneel. Een nieuw probleem was dat het mainbord geen 10 UARTs heeft en we hadden ons zelf als norm gesteld dat we 10 sensoren flexibel wilden kunnen aansluiten.

Hiervoor hebben we een UART adresseerbare data switch ontworpen. Hiermee kunnen de sensoren na elkaar met dezelfde UART verbonden worden. Omdat via de UART behoorlijke data snelheden gehaald kunnen worden is er tijd genoeg om dit in 10 stappen te doen. Tot binnen een seconde kunnen alle 10 sensoren worden uitgelezen.

20 juni 2018

Dit geheel hebben we opgebouwd en getest en werkte zoals we voor ogen hadden.

Omdat het inmiddels een hele groot en lastig beheersbaar systeem was geworden (heel veel losse draden) hebben we de voor buckstep-down converter en de Edge processor een print ontworpen.

Deze print hebben we opgebouwd en de spanning was eerst niet stabiel. Na wat tweaken hadden we een goede stabiele spanning met het juiste vermogen. We hebben het verder opgebouwd met de lucht kwaliteit sensor.

Om de UART selector verder te testen hebben we nog 2 printen opgebouwd en voorzien van een teller die dit met ID op de UART bus uitstuurt. Dit bleek bij 3 printen niet meer stabiel te werken. Steeds gingen de processoren vast lopen of leken ze defect te gaan. Na veel onderzoek was de conclusie dat de buck converter, die onder de processor was geplaatst te veel inductie veroorzaakte op de processor. Door de print te scheiden leek het wel stabiel. In eerste instantie zijn we zo verder gegaan maar hadden regelmatig problemen met het programmeren van de processoren. Steeds leek de processor stuk te gaan.

Om dit te omzeilen en toch verder te kunnen hebben we eerst gebruik gemaakt van universele Nucleo bordjes die de zelfde processor bevat.

We zijn verder gegaan met het verdiepen in de huidgeleiding sensor, dit werkt analoog maar geeft een mooi signaal.

Nu was het tijd om de draadloze verbinding te testen. In eerste instantie hadden we een 433Mhz 100mW zender en ontvanger gevonden die volgens de gegevens 1km bereik moest hebben in de open lucht. Dit hebben we als geheel opgebouwd en getest. Het bereik viel enorm tegen. Inpandig halen we nog geen 50 meter. Diverse verschillen instellingen en antennes hebben we geprobeerd maar het werd niet veel beter.

De volgende uitdaging van de buiten temperatuur sensor en de body sensor. Voor de body temperatuur sensor hebben we gekozen voor de PT1000. Dit is een NTC sensor die industrieel veel wordt toegepast. Omdat dit een analoge sensor is moest hier een versterker voor gemaakt worden. Dit hebben wij ontworpen en getest. Uiteindelijk bleek dit ontwerp zelf invloed te hebben van ruis en brom en temperatuur invloeden. Dit was te corrigeren maar hierdoor werd de schakeling zo groot dat dit niet met op een sensor print zou kunnen.

20 juni 2018

We zijn op zoek gegaan naar digitale temperatuur sensoren en hier is veel keuze in. Maar dit zijn alleen maar chip sensoren die daardoor niet geschikt zijn om contact te maken met de huid. Uiteindelijk hebben we de DS18B sensor gevonden die er als halfgeleider en als waterdichte buiten sensor is. Deze werkt allen met het 1-wire protocol, zoals we konden zien zou dat in combinatie met de ARM processor een hele uitdaging worden. Dit omdat de timing naar deze sensor heel precies zou komen. We hadden van de bitbang al gezien dat dit lastig zou worden. Maar omdat dit verreweg de beste sensor was zijn we hier toch mee begonnen. Na veel testen hebben we de sensor wel kunnen laten opstarten maar de data registers uitlezen bleek een brug te ver in combinatie met de UART uitsturing. Door gebruik te maken van een extern mini protocol converteertje konden we dezelfde sensor aansturen met I2C. Dit hadden we al eerder gedaan en konden hier qua synchronisatie goed mee uit de voeten.

Inmiddels hebben we de print opnieuw ontworpen in een andere opzet met een afscherm laag in de tussenlagen van de print. Deze print was na flink testen wel stabiel dus konden we verder. De volgende sensor die op ons lijstje stond was een bewegings sensor. In eerste instantie waren we begonnen met de MMA7455. Deze bleek uitlopen te zijn en zijn we verder gegaan met de MMA8452. Deze sensor werkt via het SPI protocol. De sensor hebben we zonder problemen kunnen toepassen op onze sensor print.

Nu konden we het geheel verder opbouwen en konden we diverse sensoren met het moederbord laten communiceren en laten zenden via de transmitter.

Omdat het moederbord een GPS ontvanger heeft hebben we deze geprogrammeerd en toegevoegd aan de sensor data. Ook de lipo spanning en de laad status werd uitgelezen.

Nu dit geheel werkte hebben we een dochterbord ontworpen voor het moederbord van de sensor zijde. En het gehele systeem netjes kunnen opbouwen.

Ook het repeater gedeelte hebben we kunnen opbouwen, de database server ingericht en de goline server ingericht voor de realtime data verwerking.

Nu kon de data opgevangen worden door de repeater die het decodeert en doorstuurt via SSL naar de server.

Door de frontend verder te ontwerpen werd de data nu ook werkelijk zichtbaar.