



*Versiebeheer*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Versie* | *Auteur* | *Omschrijving* | *Datum* |
| 0.1 | Jasper Polder | Conceptversie | 13-4-2019 |
| 0.2 | Dylan Rakiman | Beperking onderzoeksrapport tot range metingen | 05-06-2019 |
| 0.3 | Team 4 | Verwerking informatie en trekken van conclusie | 20-06-2019 |
| 0.4 | Daniel Slagt | Aanbeveling geschreven | 22-06-2019 |
| 1.0 | Team 4 | Verslag definitief maken | 23-06-2019 |

*Beoordelingstabel*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Versie* | *Beoordelaar* | *Rol* | *Actie* | *Datum* |
| 0.1 | Groep/team 4 | Studenten | Beoordelen | 18-4-2019 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

# Managementsamenvatting

Sinds februari van 2017 heeft het bedrijf Semtech Corporation een Wi-fi radio-ontvangende en versturende chip op de markt gebracht, genaamd de SX1280. Volgens Semtech Corporation (2017) kan deze chip tot ruim twee kilometer afstand een Wi-fi verbinding behouden.

Het onderdeel KIXS (Kennis, Innovatie, eXperimenten en Simulatie) van het Ministerie van Defensie wilt weten of het verstandig is om gebruik te maken van de SX1280 in plaats van de huidig gebruikte Wi-fi chips. Om erachter te komen of het bereik van de SX1280 ook echt daadwerkelijk zo ver komt als het bedrijf Semtech zelf claimt, is de taak opgesteld om het bereik van de SX1280 te meten in verschillende gebieden, namelijk een stedelijk gebied, een bosrijk gebied, op het platteland en op het water.

De casus waarin deze chip gebruikt zou worden is als volgt: tijdens een search and rescue operatie worden er vaak honden losgelaten in gebieden waar mensenlevens in eerste instantie in gevaar zouden kunnen komen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een ingestorte parkeergarage. In zo’n geval is het dus aan de hond zelf om eventuele slachtoffers te herkennen, terug te lopen naar de reddingswerkers en deze te laten zien waar hij een slachtoffer heeft gevonden. Om dit proces sneller en met minder fouten te laten lopen, heeft het KIXS bedacht dat het wellicht slim zou zijn om een Wi-fi chip met een camera te monteren aan de hond, zodat zij zelf mee kunnen kijken en sneller kunnen reageren in het geval dat zij een slachtoffer herkennen. Om deze reden had KIXS ook de opdracht opgesteld om te kijken of het zou lukken om een camera aan de Wi-fi chip te verbinden en de beelden door te sturen naar een andere Wi-fi chip.

Wij zijn team 4 van het project Devices, gegeven door de Hogeschool Utrecht in samenwerking met KIXS. Aan team 4 was de opdracht om het bereik van de SX1280 te bepalen en om te kijken of dit apparaat in combinatie met een camera gebruikt zou kunnen worden in de voorheen genoemde casus. Aangezien KIXS bij het bestellen van de SX1280 chips tegen wat oponthoud liep, had team 4 alleen genoeg tijd om de bereik metingen uit te werken. De casus met de camera, alhoewel dit onderdeel was van het project, wordt dan ook buiten beschouwing gehouden. Dit document bevat dan ook alleen de meetgegevens die team 4 hebben kunnen bepalen door twee SX1280-chips met elkaar te verbinden en ze verder van elkaar vandaan te halen terwijl team 4 met GPS bepaalden wat de afstand tussen de twee chips was. De meetgegevens staan aan het einde van [3.2 Informatieverwerking](#_bw0suwb0ifq8).

Inhoudsopgave

[**Managementsamenvatting**](#_30j0zll) **2**

[1 Inleiding](#_1fob9te) **4**

[1.1 Aanleiding](#_3znysh7) 4

[1.2 Achtergrond opdracht](#_2et92p0) 4

[1.3 Probleemstelling](#_tyjcwt) 4

[1.4 Scope](#_3ntvsg190cwz) 4

[2 Theoretisch kader](#_3dy6vkm) **5**

[2.1 Definities](#_4d34og8) 5

[SX1280](#_j7wbl1rx4jjw) 5

[SX1280 Dev Kit](#_j7wbl1rx4jjw) 5

[RSSI](#_j7wbl1rx4jjw) 5

[SNR](#_j7wbl1rx4jjw) 5

[2.2 Gekozen methodische aanpak](#_17dp8vu) 5

[2.2.1 Situaties](#_4x8deop4nmke) 5

[2.2.2 Aanpak](#_hc92mr618cg5) 5

[**3 Resultaten Range bepaling**](#_j35umu5rklg) **6**

[3.1 Informatieverzameling](#_d19gvml6hw1z) 6

[3.2 Informatieverwerking](#_bw0suwb0ifq8) 7

[3.3 Conclusie](#_so1062oycxyj) 9

[Aanbevelingen](#_1hmsyys) **10**

[**Verwijzingen**](#_8tagfwmo3ke6) **11**

[Bijlagen](#_41mghml) **11**

[Team 4](#_97t4xfir9tnx) 0

# **1 Inleiding**

## 1.1 Aanleiding

De aanleiding voor dit project is omdat Hogeschool Utrecht een cursus georganiseerd heeft waar studenten van verschillende afstudeerrichtingen samen komen. Dit wordt ook wel een multidisciplinair project genoemd. Er worden een aantal opdrachten aangeboden van diverse bedrijven en instellingen waar men uit kan kiezen. In het geval van de leden van Team 4 is de keuze gevallen op het project genaamd Positiebepaling Honden, in samenwerking met KIXS (Kennis, Innovatie, eXperimenten en Simulatie van het Ministerie van Defensie).

## 1.2 Probleemstelling

Een vraag van de honden reddingsbrigade van het Ministerie van Defensie is of het mogelijk is om de honden uit te rusten met een camera en een Wi-fi chip zodat ze mee kunnen kijken als de hond een gebouw binnengaat en zijn positie kunnen bepalen door middel van triangulatie.

## 1.3 Achtergrond opdracht

KIXS heeft zijn oog gericht op een nieuwe Wi-fi transceiver: de SX1280. Naast positiebepaling wil de opdrachtgever ook graag live beelden van een kleine VGA camera kunnen bekijken. De genoemde chip heeft ook modem-functionaliteit aan boord waarmee dit gerealiseerd zou moeten kunnen worden. Met behulp van evaluatie-boards voorzien van WiFi zou er een koppeling gemaakt moeten kunnen worden tussen een WiFi camera, het WiFi board en dan via SPI naar de Semtec. De bedoeling is dat er uiteindelijk een transparante IP verbinding komt van camera naar het basisstation. De vraag is of de leden van Team 4 een dergelijk project zouden kunnen maken.

Ook is aan Team 4 de taak opgesteld om het bereik van de SX1280 te meten in verschillende gebieden, namelijk een stedelijk gebied, een bosrijk gebied, op het platteland en op het water. Dit zal gedaan worden door de signaalsterkte te registreren en de GPS-locaties bij te houden.

## 1.4 Scope

Naar omstandigheden is er besloten om de scope te verkleinen. De reden hiervoor is omdat de Semtec chip’s niet op tijd binnen waren en er geen progressie kon worden geboekt. Om het project niet in tijdnood te laten komen is de scope verkleind tot het meten van de signaalsterkte aan de hand van afstand tussen de Semtech chips. Er worden grafieken gemaakt van alle metingen en op basis van deze metingen zal er een aanbeveling worden gedaan.

# **2 Theoretisch kader**

## 2.1 Definities

### SX1280

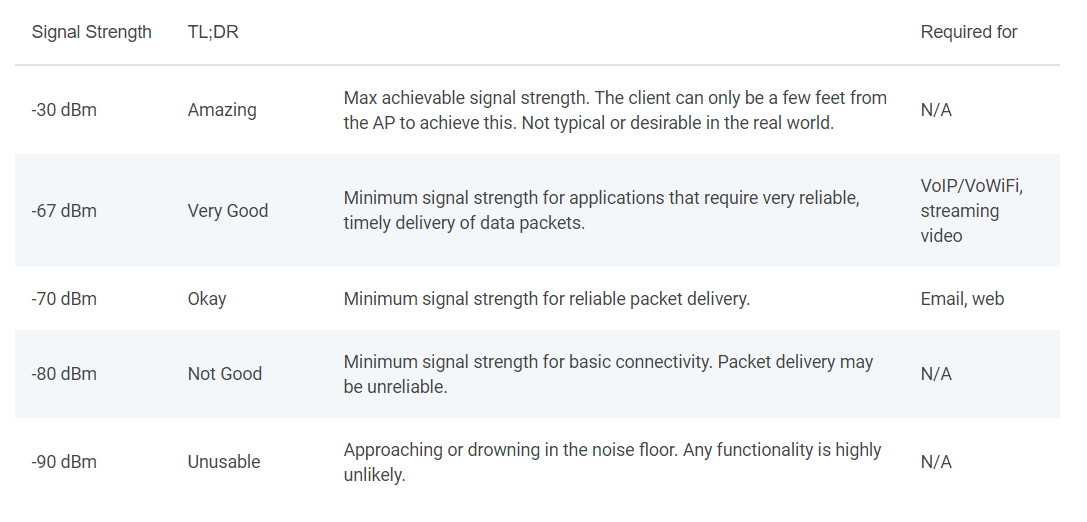
De Semtech SX1280 Wi-fi Transceiver chip, de Wi-fi chip waar wij het bereik voor moeten bepalen.

### SX1280 Dev Kit

Een Development-kit die twee Nucleo L476RG-chips bevat met elk een SX1280 en een touchscreen. Hier draait standaard firmware op die meerdere demo’s bevat, waaronder een demo die de afstand tussen de twee chips bepaalt en een demo die gegevens op vaste intervallen heen en weer stuurt (de PingPong demo).

### RSSI

Relative Signal Strength Indicator: een door Semtech gedefinieerde variabele die indiceert hoe sterk het signaal tussen de twee chips moet zijn om een radioverbinding tot stand te brengen. Dit getal ligt tussen de 0 en de -100 (alhoewel hij soms naar -101 of -102 kan springen). Volgens de Datasheet SX1280 van Semtech (2018, pp. 84) is de daadwerkelijke signaalsterkte -(RSSI)/2 (dBm). Wij hanteren echter alleen de gemeten RSSI. In afbeelding 1 is een overzicht met de verhouding tussen RSSI en de kwaliteit van de verbinding.



Afbeelding 1: overzicht kwaliteit/RSSI

### 

### SNR

Signal-to-Noise ratio. Dit is de ratio van signaal tot ruis die gemeten werd in het laatste pakket. Deze variabele is vermenigvuldigd met vier, dus de daadwerkelijke SNR is (SNR) / 4 (dB). Als SNR <= 0 is de daadwerkelijke RSSI de gemeten RSSI minus de SNR.

## 

## 2.2 Gekozen methodische aanpak

### 2.2.1 Situaties

Om de SX1280 goed te testen hebben we gekozen voor een paar situaties: Bos, platteland, stedelijk en op het water. Met deze plekken kunnen wij de semtech goed testen.

Op het water / platteland kunnen we de perfecte lengte testen aangezien hier weinig / geen obstakels. Hierdoor kan de SX1280 een perfecte signaal bereiken.

In de stad zijn er veel muren en andere obstakels waardoor het maximale bereik kleiner wordt. Aangezien de casus vooral in huizen is kunnen wij dan goed bepalen hoe goed de SX1280 is.

In het bos zijn natuurlijk veel bomen. Hierdoor geldt het eigenlijk een beetje hetzelfde als bij in de stad.

### 2.2.2 Aanpak

We hebben gebruik gemaakt van de waterval methode. Hier hebben we voor gekozen omdat de tests goed gewaarborgd moeten worden.Door middel van de waterval methode zijn alle testen zo goed als hetzelfde aangezien we voor al deze tests dezelfde methode gebruikt hebben.

# 3 Resultaten Range bepaling

## 3.1 Informatieverzameling

We maken gebruik van twee verschillende SX1280-chips om het bereik van hun Wi-fi signaal te bepalen. De firmware van één chip wordt aangepast om de RSSI en SNR van elk pakket serieel uit te printen. Deze twee chips worden vervolgens onderling met elkaar verbonden.

Met deze software is het mogelijk om de signaalsterkte tussen de twee SX1280-chips te bepalen. De signaalsterkte zal worden opgeslagen op intervals van 150 milliseconden (standaard ingesteld op de firmware).   
Omdat het niet mogelijk is met de SX1280 Dev Kit om GPS-gegevens te verkrijgen wordt dit gedaan met een mobiele telefoon en een GPS Logger app. Ook deze app zal elke 5 seconde de gps coördinaten meesturen met een nauwkeurigheid van 10 meter.

We zullen in ieder geval met 2 personen afstanden bepalen. Wanneer verbinding voor vijf seconden verloren is wordt er gecommuniceerd naar de Master, waarna het proces herhaald wordt. Het ruwe idee is om drie paren te maken die elk twee Semtech-chips bij zich houden. Eén Semtech is de master en wordt aangesloten aan een computer met ExtraPutty geïnstalleerd, de andere SemTech is de slave.

Voor een uitgebreide uitleg van de stappen die wij ondernomen hebben om deze tests tot stand te brengen refereren wij naar de Bereikmeting Guide in de bijlage. Hierin staat exact beschreven wat wij gedaan hebben zodat de gegevens gereproduceerd kunnen worden.

Op 14-06-2019 verzamelen we op de Uithof om met het hele team een testmeting te doen. Na deze testmeting zal elk groepje zich begeven naar elke locatie(Urban, Bos, Platteland). Vervolgens zal één persoon zich met de andere chip en de GPS logger app steeds verder van het oorspronkelijke basispunt verplaatsen. Wanneer er geen signaal meer is keert de persoon terug en worden de gegevens van de SEMTEC SX1280 en de GPS Logger opgeslagen in een logboek. Deze test wordt minstens 5 keer herhaald, indien mogelijk vaker.

Tevens doen wij op 19-06-2019 een bereikmeting over het water door naar Den Helder te reizen en de Master en GPS-logger op een boot te zetten. De Slave blijft aan de kust. Deze test is bedoeld om de ideale omstandigheden van de wifi-chip te testen.

Nadat alle tests zijn uitgevoerd worden alle gemeten afstanden en signaalsterktes omgezet tot een signaalsterkte/afstand grafiek. De verwerkte grafieken staan onder het kopje [informatieverwerking](#_49x2ik5). Hieronder staan de locaties die wij gekozen hebben voor de metingen:

|  |  |
| --- | --- |
| Urban | Utrecht Uithof |
| Platteland | Rhijnauwen |
| Water | Den helder Haven |
| Bos | Rhijnauwen |

### 

## 3.2 Informatieverwerking

De .csv-bestanden met GPS-gegevens en .log-bestanden met RSSI en SNR moeten eerst omgezet worden, voordat wij hier grafieken mee kunnen maken.

De GPS-gegevens worden vergeleken met de eerste entry in het .csv-bestand om een afstand tussen twee GPS-locaties te bepalen. Dit wordt gedaan in de file “distance\_parser.py”. Dit geeft ons voor elk bestand met timestamped GPS-gegevens een bestand met timestamped afstanden tussen de twee wifi-chips.

De .log-bestanden met RSSI en SNR moeten eerst schoongemaakt worden. Dit wordt gedaan door alleen de regels die volgens een regex kloppen eruit te filteren en in een .csv-bestand te stoppen. Het bestand “signal\_parser.py” zorgt voor deze conversie.

Tevens hebben wij geprobeerd om voor het bosgebied een ander bestand te gebruiken, namelijk “log\_to\_csv\_parser\_no\_timestamp.py”. De reden hiervoor is omdat we bij deze metingen de timestamps per ongeluk niet aangezet hadden. Daarom pakken wij de tijd die bovenaan het logbestand staat en binden wij deze aan elke RSSI/SNR-waarde, met intervals van 150 milliseconden (de standaard interval tussen pings in de firmware). Desondanks is het ons niet gelukt om bruikbare data hieruit te krijgen. De gegevens van de tests in het bos zijn dus helaas onbruikbaar.

Nu wij de afstand tussen de chips en de RSSI en SNR over tijd hebben, kunnen wij deze gegevens interpoleren om tot grafieken met RSSI over afstand en SNR over afstand. Dit wordt gedaan door het bestand “calculate\_distance\_signal.py”. Door lineair tussen twee afstanden te interpoleren kunnen wij een gok wagen van wat de afstand tussen de chips was op het moment dat de RSSI/SNR-gegevens binnenkwamen op de computer. Let wel op dat dit in het geval van de watermetingen ongeveer voor de eerste 200 meter niet klopt, omdat wij daar in een radius van ongeveer 200 meter om de chip heen vaarden terwijl er in de gegevens geïnterpoleerd is dat we vanaf nul meter begonnen zijn.

Door deze gegevens in een grafiek te stoppen krijgen wij een grafiek met de RSSI over afstand en de SNR over afstand. Deze grafieken worden per gebied, per test apart getoond. De resulterende grafieken van deze verwerkingen staan hieronder.

### 3.2.2 Farm grafieken

## 

### 3.2.3 Urban grafieken

### 

### 

### 

### 

### 

### 3.2.4 Water grafiek

### 

## 3.3 Conclusie

Defensie wilt video’s kunnen streamen tussen de hond en een basisstation. Hiervoor is een minimale signaalsterkte van -67 RSSI nodig. Bij een signaalsterkte van -90 RSSI is er praktisch geen signaal over om data te verzenden. Voor de conclusie is er gebruik gemaakt van deze thresholds om een “geschikte” afstand te bepalen. Daarnaast wordt ook de maximale afstand meegenomen die wij hebben gemeten ongeacht de signaalsterkte.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Farm** | -67 RSSI | -90 RSSI | Maximale afstand |
| Farm 1 | 10 Meter | 40 Meter | 906 Meter |
| Farm 2 | 12 Meter | 90 Meter | 880 Meter |
| Farm 3 | 20 Meter | 70 Meter | 815 Meter |
| Farm 4 | 35 Meter | 140 Meter | 886 Meter |
| Farm 5 | 40 Meter | 110 Meter | 893 Meter |
| **Gemiddelde** | **23.5 Meter** | **90 Meter** | **876 Meter** |
| **Urban** |  |  |  |
| Urban 1 | 34 Meter | 70 Meter | 246 Meter |
| Urban 2 | 11 Meter | 50 Meter | 213 Meter |
| Urban 3 | 20 Meter | 50 Meter | 247 Meter |
| Urban 4 | 15 Meter | 30 Meter | 306 Meter |
| Urban 5 | 5 Meter | 20 Meter | 140 Meter |
| **Gemiddelde** | **17 Meter** | **44 Meter** | **230 Meter** |
| **Water** |  |  |  |
| Water 1\* | - | - | 4027 Meter |

\*Bij de watermeting is er op het startpunt gemeten met een grotere afstand tussen de Semtech chips waardoor er onmiddellijk al een RSSI waarde was van onder de -90. Hierdoor is er geen threshold gemeten op zowel de -67 en de -90 RSSI waarde.

# Aanbevelingen

Dit onderzoek is opgezet om te kijken of deze chips een uitkomst bieden voor defensie om een verbinding te krijgen tussen een hond en een basisstation. Met dat opzicht in gedachte wordt er hieronder een aanbeveling gedaan op basis van de conclusie.

De reddingshonden moeten vaak gebouwen in om reddingen uit te voeren. Tijdens de metingen in het Urban gebied werd het al snel duidelijk dat de SX1280 niet goed in staat is om zonder line-of-sight sterke signalen over te brengen. In de metingen was de signaalsterkte na ongeveer 75 meter gezakt tot -90 RSSI. Deze signaalsterkte betekent dat er vrijwel geen data overgebracht kan worden, aldus Metageek (2019). Om een videosignaal over te brengen is over het algemeen een minimale verbinding nodig van -67 RSSI. Dit signaal verliezen we al ongeveer na 30 meter.

Voor metingen die wel zijn gemaakt in gebieden met een “clear line-of-sight” lijkt het beter te gaan aangezien er veel langer een signaal is. Toch gaat ook bij deze metingen de signaalsterkte heel snel naar beneden. Bij de metingen op het platteland was er na 40 meter de signaalsterkte van -67 RSSI al bereikt en na ongeveer 150 meter een signaalsterkte van -90 RSSI.

Hoewel de range van de semtech bij clear line of sight verrassend goed was, was de signaalsterkte in andere situaties niet goed genoeg voor ons om dit product aan te bevelen met de casus in gedachte. Dit wordt versterkt door het het feit dat er clear line of sight nodig is om relatief goede metingen te krijgen. In de praktijk is dit met de reddingshonden vaak niet het geval.

Om deze redenen bevelen wij het gebruik van deze chip niet aan voor deze casus.

# Verwijzingen

Metageek. (2019). Understanding RSSI. Geraadpleegd van <https://www.metageek.com/training/resources/understanding-rssi.html>

Semtech Corporation. (2017). How to Perform Ranging Tests with the SX1280 Development Kit. Geraadpleegd van <https://www.semtech.com/uploads/documents/AN1200.31_SX1280_EVK_Ranging_How_To_V1.0.pdf>

Semtech Corporation. (2018). Datasheet SX1280. Geraadpleegd van <https://www.semtech.com/uploads/documents/DS_SX1280-1_V2.2.pdf>

Semtech Corporation. (2017). User Guide for the SX1280 Development Kit. Geraadpleegd van <https://www.semtech.com/uploads/documents/sx1280_81_userguide.pdf>

# Bijlagen

Rakiman, D. (2019). README: Bereikmeting Guide. Te vinden in <https://docs.google.com/document/d/1i339szKlUyk0R8cgqLJUvKwozs6W3blDAeQ2A6T_6sY/edit?usp=sharing> of in de Documentatie-folder in git.