

# Read me (proposals must be ready before May 22 2019)

## @ promoters / assistants

Please add your proposals here. Please take 1 page per proposal. Proposals of last year can be found at this link:

[https://docs.google.com/document/d/1Jhp3MDjcp3\\_-STQ3-oh3qoXhyJweOSoqiFJ5yOQftwI/edit#](https://docs.google.com/document/d/1Jhp3MDjcp3_-STQ3-oh3qoXhyJweOSoqiFJ5yOQftwI/edit#)

- Please copy and paste interesting proposals to this document
- Do not copy proposals which are not relevant anymore
- If you want to keep a proposal for later use (not included in proposals seen by students), please park it behind the parking page.
- When finishing each proposal, please add a page break so that a new topic can be started automatically on a new page.
- Please use the Title element and heading 3 for the title and the advisors and promotor sections. That way all proposals share the same layout

In case you do not have write access to this document, please send your gmail-address to [laurent.segers@vub.be](mailto:laurent.segers@vub.be); He will add you to this document

## @ students (dutch version)

Indien je interesse hebt in een onderwerp kan je dit kenbaar maken door een comment toe te voegen aan de betreffende slide (met daarin zeker je naam vermeld) **en** ook de promotor via email te verwittigen van je interesse.

Wil je je eigen onderwerp definiëren? Dat kan! Schrijf in dat geval zelf een onderwerp uit in samenspraak met een assistent/promotor

## @ students (english version)

In case you have interest in one of the topics, please mark that page with your name (and e-mail address) in comment. Please also notify the responsible assistant/professor by e-mail. They will take care of having a chat about the topic(s).

You would like to define your own topic? This is also possible! In this case please have a chat with an assistant/professor to define the subject of your master thesis.

Thank you!

<b>Read me (proposals must be ready before May 22 2019)</b>	<b>1</b>
<b>Device pairing by means of acoustic characteristics of environment</b>	<b>4</b>
Advisors: Bruno da Silva	
Promotor: An Braeken	4
<b>FPGA-based Speaker Array</b>	<b>5</b>
Advisors: Bruno da Silva	
Promoters: An Braeken, Abdellah Touhafi	5
<b>Embedding Machine Learning Techniques for Urban Sound Recognition</b>	<b>6</b>
Advisors: Bruno da Silva	
Promoters: Abdellah Touhafi	6
<b>Embedding Deep Neural Networks for Urban Sound Recognition</b>	<b>7</b>
Advisors: Bruno da Silva	
Promoters: Abdellah Touhafi	7
<b>Enhancement of Acoustic Imaging</b>	<b>8</b>
Advisors: Bruno da Silva, Jurgen Vandendriessche	
Promoters: Abdellah Touhafi	8
<b>Multispectral Camera (RGB + IR)</b>	<b>9</b>
Advisors: Bruno da Silva, Jurgen Vandendriessche	
Promoters: Abdellah Touhafi, Jan Lemeire	9
<b>Audio Tracking System Combined with a Smart Webcam</b>	<b>10</b>
Advisors: Bruno da Silva, Jurgen Vandendriessche	
Promoters: Jan Lemeire	10
<b>Beveiligd opslag van data in een cloud omgeving</b>	<b>11</b>
Advisors: Steffen Thielemans	11
Promoters: An Braeken, Kris Steenhaut	11
<b>Robots 'slim' maken met sensoren</b>	<b>12</b>
Advisors: Nog te bepalen	
Promoters: Jan Lemeire	12
<b>Machine/robot voor het sorteren van legoblokjes</b>	<b>13</b>
Promoters: Jan Lemeire	13

<b>Confocal scanning fluorescence lifetime microscopy</b>	<b>14</b>
<b>Investigation of CoAP group communication on an IPv6 multicast enabled IoT lighting pilot</b>	<b>16</b>
Advisors: Steffen Thielemans	16
Promotors: An Braeken, Kris Steenhaut	16
<b>Trade-off of communication and computational costs of security mechanisms for Long Range LoRA-based communication</b>	<b>17</b>
Advisors: Ruben De Smet	
Promotors: An Braeken, Kris Steenhaut	17
Schaakklok	<b>18</b>
Advisors: Ruben De Smet	
Promotors: An Braeken, Kris Steenhaut	18
<b>Security solutions and evaluation of IPv6 multicast and Constrained Application protocol group communication evaluation on smart IoT lighting pilot.</b>	<b>19</b>
Promotors: Kris Steenhaut, An Braeken	19
Advisors: Ruben De Smet	19
<b>Masterproeven Colruyt</b>	<b>20</b>

# Device pairing by means of acoustic characteristics of environment

Advisors: Bruno da Silva

Promotor: An Braeken

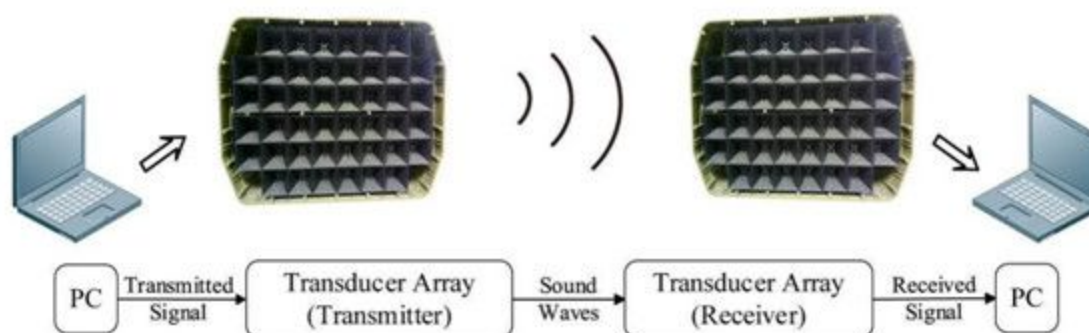
Device pairing is typically used as the basis for authentication of two devices. In most of the proposed methods in literature, either pre-installation of key material is required or interaction/input of the user. In an IoT context, devices do not always have input possibilities and pre-installment is often very impractical.

Therefore, in this master thesis, we want to evaluate the possibility to perform device pairing and key establishment based on acoustic characteristics of the environment.

We will evaluate the use of tones or other acoustic patterns for such communication. Also the option to make it directional instead of omnidirectional can be considered. A small prototype should be developed and analysed.

Work to be done:

1. Literature study.
2. Propose strategies for pairing.
3. Implement and evaluate.



# FPGA-based Speaker Array

Advisors: Bruno da Silva

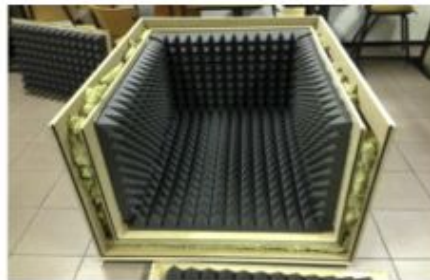
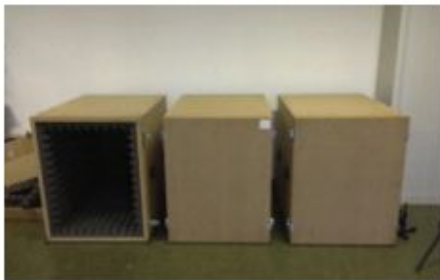
Promotors: An Braeken, Abdellah Touhafi

Speaker arrays consist of a group of transducer elements that are pulsed independently, creating an acoustic wave front when combined with those created from other elements. Such a type of array enables the focusing of the sound in a desired direction by applying the principle of phasing. The capability of beaming to a particular direction can be exploited by applications such as directive communication or like particle levitation when using ultrasound signals. This type of arrays is the counterpart of microphone arrays and can be used to their testing.

The student must build such speaker array, providing full control of each individual speaker in order to support the mentioned applications. The ultimate purpose is to be integrated in a portable acoustic box as part of a validation setup for a microphone array / acoustic camera.

Work to be done:

1. Literature study. Comparison of existing solutions.
2. Propose an architecture to provide full control of the speaker array.
3. Implement and integrate the proposed solution in the existing acoustic boxes.



# Embedding Machine Learning Techniques for Urban Sound Recognition

Advisors: Bruno da Silva

Promotors: Abdellah Touhafi

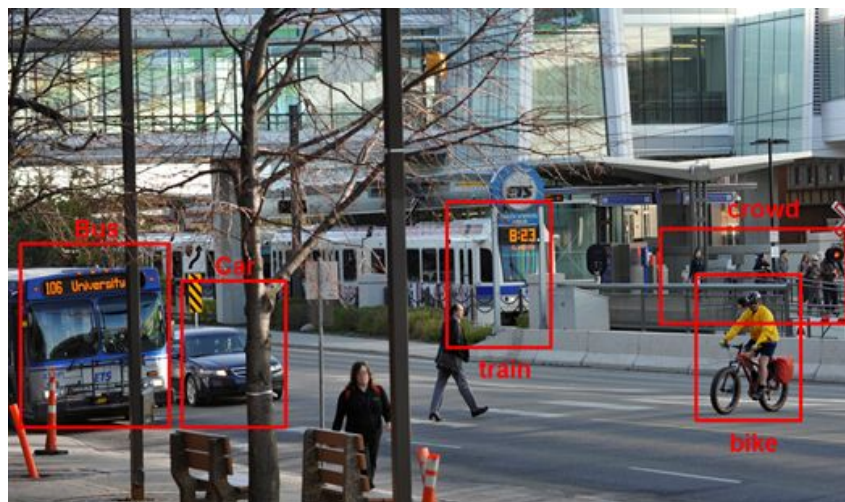
Machine learning (ML) techniques can be used to recognize particular sounds. They demand several operations, such as feature extraction and data classification which can be embedded on System-on-Chip (SoC) FPGAs to satisfy real-time and power-efficiency constraints.

An existing solution uses several libraries in C/C++ running on a Raspberry Pi 3. The student must migrate this solution to a SoC FPGA-based system using modern tools such as Vivado HLS, which supports C/C++ language instead of VHDL to design for FPGAs.

The ultimate goal is to combine the ML techniques with our MEMS microphone array, which is used to determine the sound's direction of arrival. Their combination would ultimately have the potential to identify acoustic patterns while determining the direction of arrival.

Work to be done:

1. Literature study of similar solutions.
2. Migration to our SoC platform.
3. Evaluation of the solution.



# Embedding Deep Neural Networks for Urban Sound Recognition

Advisors: Bruno da Silva

Promoters: Abdellah Touhafi

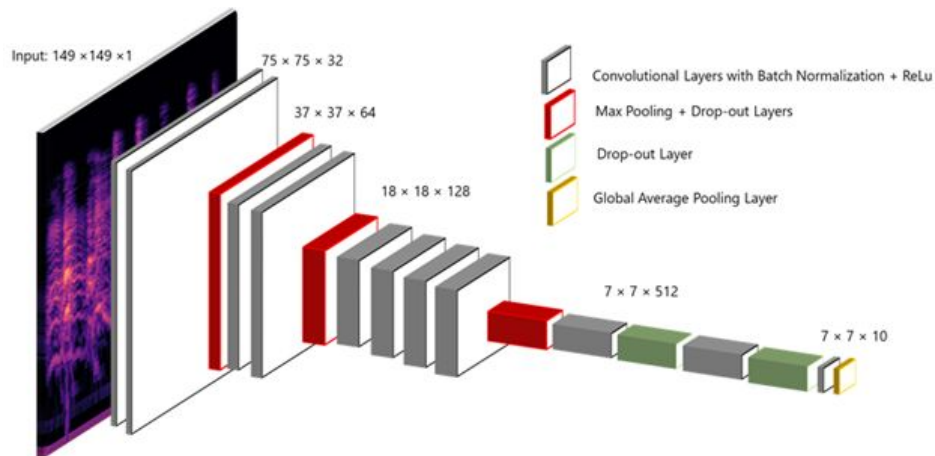
Deep Neural Networks (DNN) can be used to recognize particular sounds. Such a solution demands an architecture exploration before being embedded on a System-on-Chip (SoC) FPGAs in order to satisfy real-time and power-efficiency constraints.

An existing solution uses several libraries in C/C++ running on a Raspberry Pi 3. The student must migrate this solution to a SoC FPGA-based system using modern tools such as Vivado HLS, which supports C/C++ language instead of VHDL to design for FPGAs.

The ultimate goal is to combine the most promising DNN with our MEMS microphone array, which is used to determine the sound's direction of arrival. Their combination would ultimately have the potential to identify acoustic patterns while determining the direction of arrival.

Work to be done:

1. Literature study of DNN solutions.
2. Develop and evaluate your own DNN architecture.
3. Compare the DNN-based solution with other Machine Learning solutions.
1. Embed on a SoC FPGA system the most promising architecture.





# Enhancement of Acoustic Imaging

Advisors: Bruno da Silva, Jurgen Vandendriessche

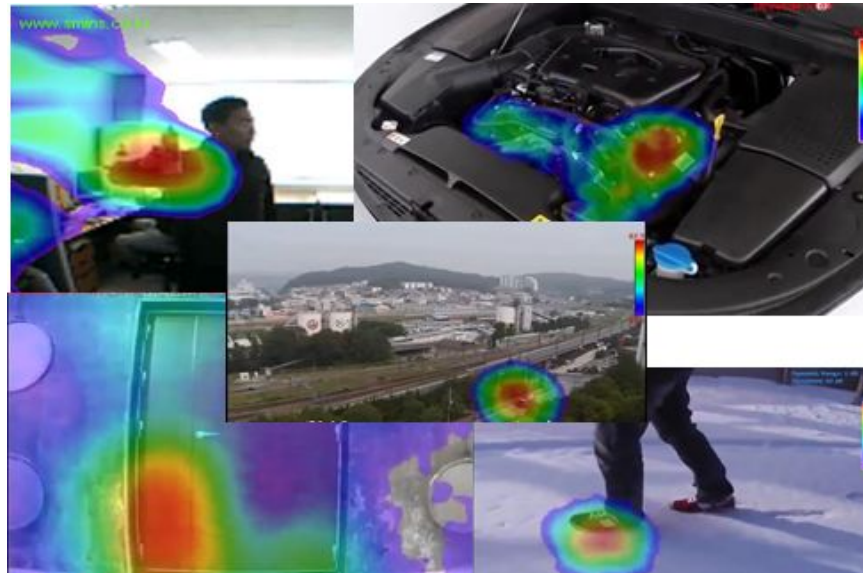
Promotors: Abdellah Touhafi

Acoustic Cameras are graphical catalogs of noise, local ambient sound, or anything else which is audible. The target of this proposal is to improve the overall quality of an existing System-on-Chip (SoC) FPGA-based acoustic camera by using image libraries such as OpenCV or Deep Learning (DL) approaches.

Additional operations such as microphone equalization, image correction or super-resolution can also be used to improve the generation of the acoustic images. The proper distribution of the operations executed in an embedded processor and on the hardware accelerator leads to high-quality real-time sound map of the surrounding environment. The target platform is a SoC FPGA and a MEMS microphone array.

Work to be done:

1. Study of the most relevant image operations to enhance the quality of the acoustic images.
2. Performance analysis and task distribution between an embedded processor and a hardware accelerator of the relevant image operations.
3. SW/HW co-design on an SoC FPGA to achieve the highest quality and performance.





# Multispectral Camera (RGB + IR)

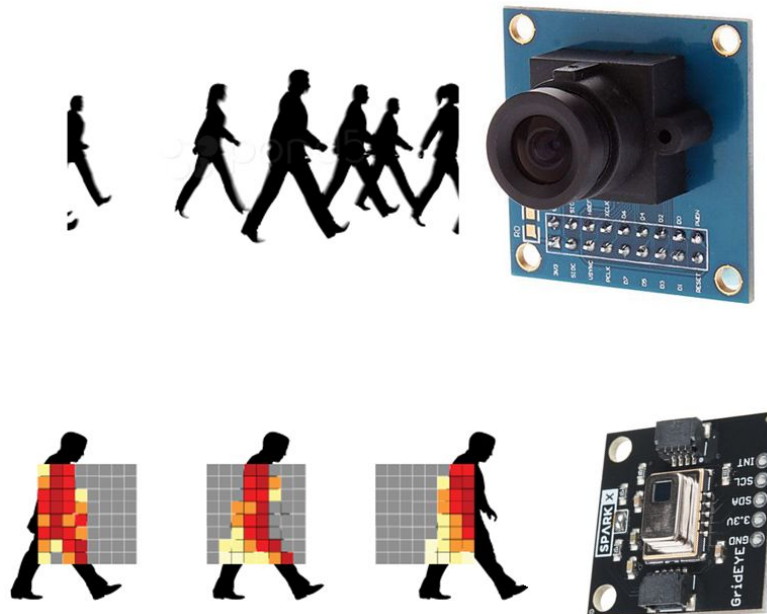
Advisors: Bruno da Silva, Jurgen Vandendriessche

Promotors: Abdellah Touhafi, Jan Lemeire

Low-cost IR cameras provide new opportunities for thermal-image applications, but they lack in their image resolution. Traditional RGB cameras offer a reasonable resolution at a very low price. The main goal of this thesis is to combine both type of image sensing by performing a data fusion. For instance, the thermal image with a low-resolution can be enhanced when combined with RGB image. Furthermore, events can be detected when combining both sensors. Nevertheless, their combination demands additional operation such as the alignment of the cameras or their synchronization. The student must build an RGB + IR demonstrator capable of performing the mentioned operations in real-time while combining both type of sensors.

Work to be done:

1. Literature study existing solutions and their limitations.
2. Propose your own architecture.
3. Implement the most promising architecture on an embed system (e.g SoC FPGA).



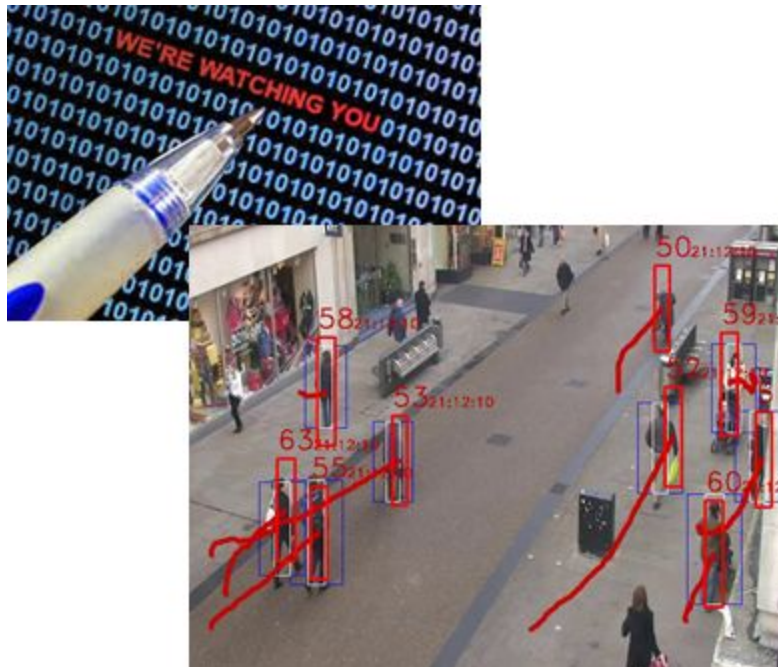
# Audio Tracking System Combined with a Smart Webcam

Advisors: Bruno da Silva, Jurgen Vandendriessche  
Promoters: Jan Lemeire

Become a real NSA guy by developing your own Tracking People Webcam. Design your own DIY system able to detect from where the sound is coming, point a smart camera to who is talking human and record the audio while following him/her. Existing solutions lack in time response or in the quality of the detection. I believe you can improve it. Are you interested?

Work to be done:

1. Literature study of the most interesting algorithms.
2. Software evaluation of the available tracking algorithms on OpenCV.
3. Implementation in an embedded system (FPGA SoC or GPU-based platform) for real-time tracking. Include motors to move the camera and to have more fun.



# Beveiligd opslag van data in een cloud omgeving

Advisors: Steffen Thielemans

Promotors: An Braeken, Kris Steenhaut

In het Tetra Horizontal-IoT project wordt heel veel data van verschillende soorten van sensoren opgeslagen. Deze data dient in feite beveiligd te worden zodat enkel de partijen die betalen voor toegang tot de data deze ook effectief kunnen bekijken.

Er bestaan reeds verschillende oplossingen in literatuur. Echter, wij wensen een oplossing te ontwerpen waarbij ook de cloud server de effectieve data niet kan achterhalen. Dit concept wordt ook “veilig maar nieuwsgierig” genoemd. Aangezien we werken met sensoren die niet al te krachtig zijn, dienen de voor te stellen oplossingen ook efficiënt te zijn.

Dit werk omvat bijgevolg het ontwerp van een efficiënte en veilige oplossing voor de beveiliging van data.

- Studie van re-encryptie protocollen
- Implementatie op server (met oneM2M framework) en sensor
- Evaluatie

# Robots 'slim' maken met sensoren

Advisors: Nog te bepalen

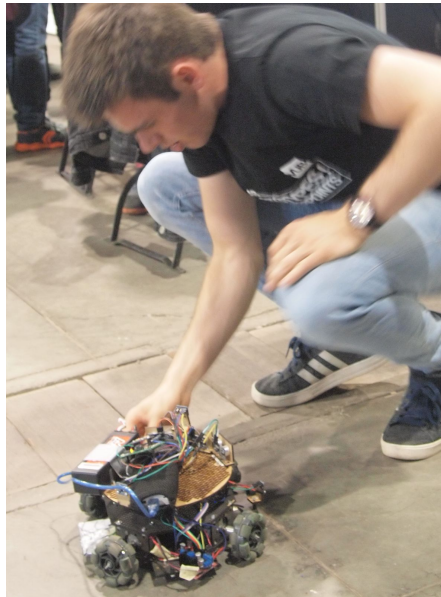
Promotors: Jan Lemeire

Robots zijn momenteel nog grotendeels 'blind'. Het doel is om robots bewust te maken van zijn omgeving: zijn positie, de obstakels en objecten. Dit kan gebeuren door gebruik te maken van afstandssensoren, kleursensoren en multimodale cameras. De sensorinformatie moet dan (a) omgezet worden in een 3D-model van de wereld, die dan (b) door de robot kan aangewend worden om zich te bewegen en iets met objecten te doen. Voor beiden zijn intelligente algoritmen nodig. Gezien de opkomst van robots, zijn er vele toepassingen mogelijk. De studenten mogen zelf een toepassing kiezen, dit kan een opruimrobot zijn, of een robot voor 1 van de robotcompetities ([www.roboticday.org](http://www.roboticday.org)).

We hebben reeds enkele robots die gebruikt kunnen worden. Ook hebben we heel wat ervaring opgedaan met sensoren.

## Taken

- Literatuurstudie: robots, sensoren, algoritmen (localisatie, objectherkenning, ...).
- Testen van sensoren.
- Aanbrengen van sensoren op robot(s).
- Ontwerpen en implementeren van algoritmen.
- Experimenten: uittesten en nut aantonen



# Machine/robot voor het sorteren van legoblokjes

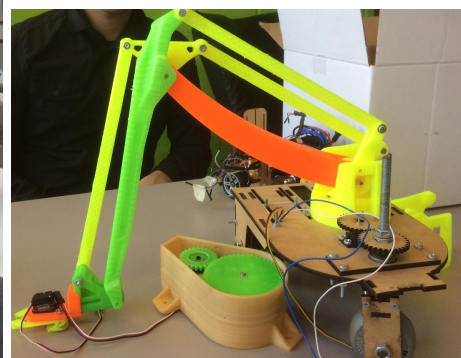
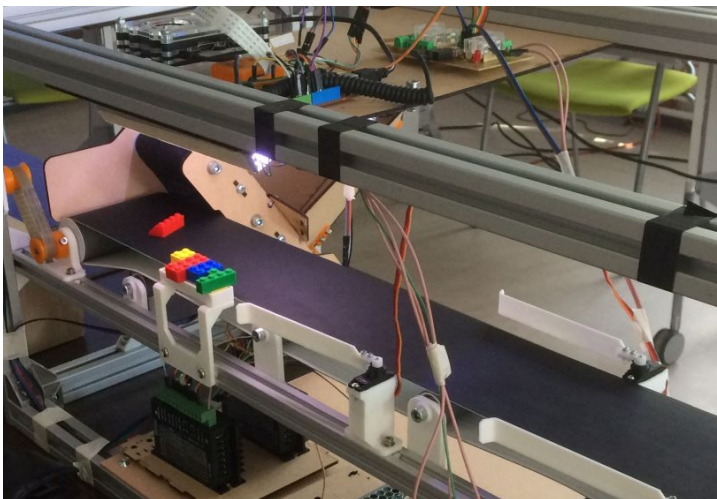
Advisors: Lieven Standaert

Promotors: Jan Lemeire

Smart vision, het toepassen van camera's op robots is een hot topic vandaag. Legoblokjes zijn gestructureerde objecten. Jan Lemeire is bezig met de ontwikkeling van een algoritme om blokjes te herkennen. Hij verwacht goede resultaten binnen enkele maanden. We zijn op zoek naar een multidisciplinair team van elektronici, informatici en mechanici om de sorteerrobot te maken. Dit omvat het ontwerpen van de robot (hier zijn een heel wat opties mogelijk, feel free!), het maken van het mechanisch (robot) en elektronisch (camera met eventueel andere sensoren) gedeelte, en de programmatie. Momenteel testen we heel wat embedded processoren (zoals raspberry pi) voor het uitvoeren van het herkenning algoritme. Tot slot: dit bestaat nog niet!

## Het werk omvat:

- literatuurstudie
- Uitbreiden sorteerband (foto links) of robot (foto rechts)
- uittesten van camera's, belichting en sensoren
- ontwerpen, implementeren en testen van herkenning algoritme, dit kan gebeuren met deep learning
- bouwen
- uittesten





# Confocal scanning fluorescence lifetime microscopy

Thesis proposal voor Industriële wetenschappen: Elektronica – ICT

Keywords: Embedded systems, FPGA, C, C#, VHDL, software development, fluorescentie

## Contact:

Thomas Lapauw (ETRO – LAMI), [tlapauw@etrovub.be](mailto:tlapauw@etrovub.be)

Campus Etterbeek – Gebouw K- 5.04B

## Introductie & Achtergrond

Fluorescentie is een fenomeen waar moleculen door middel van licht naar een hogere energie-toestand gebracht worden, na verloop van tijd gaan deze terug naar hun oorspronkelijke lagere energie-toestand. Bij dit laatste straalt de molecuul opnieuw een foton uit, weliswaar met een andere golflengte als de excitatiebron.

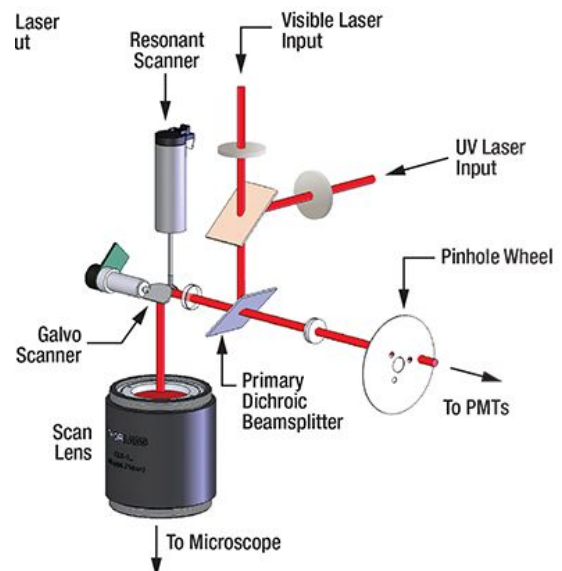
De excitatie en emissie golflengte is een eigenschap van de fluorescente molecuul. De gemiddelde tijd tussen het exciteren en het uitzenden van een foton, de levensduur of 'fluorescence lifetime', is een eigenschap van de molecuul, maar tegelijk ook afhankelijk van zijn omgeving.

In conventionele fluorescente microscopie wordt enkel de golflengte van het uitgestraalde licht gebruikt om structuren die gelabeld zijn met verschillende fluorescente verbindingen (of fluorophoren) zichtbaar te maken.

De fluorescentie levensduur kan ook gebruikt worden om deze structuren zichtbaar te maken die anders niet te onderscheiden zijn. Maar gezien deze levensduur meestal maar 500 picoseconden tot een paar nanoseconden bedraagt is deze zeer moeilijk op te meten. Hiervoor hebben wij een speciale detector en device (Model-One) ontwikkeld om dit te gaan opmeten.

## Onderwerp

Confocal scanning microscopy gebruikt een scanning head om de sample af te scannen in het XY vlak om zo punt per punt een meting te doen en hiermee tot een beeld te komen. Met deze Model-One is het mogelijk om deze levensduur op te meten in één enkel punt in combinatie met een gepulste laser. Nu willen wij ons device voor fluorescentie levensduur op te meten gebruiken in combinatie met zo een confocal scanning microscoop om fluorescentie levensduur beelden te maken op microscopisch niveau. Hiervoor werken wij samen met de universiteit van Hasselt die

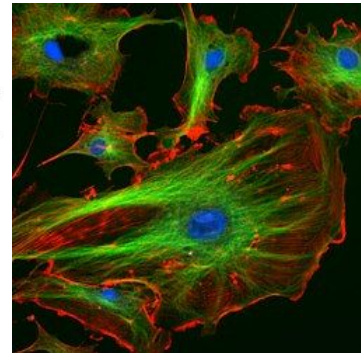
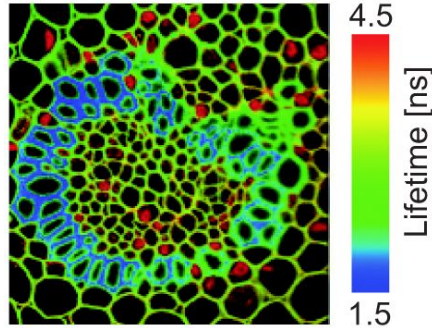


zo'n confocale microscoop heeft. Deze scanhead scant de microscoop sample aan een vrij hoge snelheid pixel-pixel af en tegelijk moeten de metingen gedaan worden. Metingen moeten gebeuren aan het tempo van de frame, pixel en lijn synchronisatie signalen. Gezien de tijd beperkt is om een meting voor één enkele pixel te doen moet het uitvoeren en uitlezen van een meting heel tijdsefficiënt gebeuren. Hiervoor is een FPGA ideaal, en deze is al reeds aanwezig in het meettoestel.

Het doel van deze thesis is het realiseren van een totaaloplossing om confocal scanning fluorescence lifetime imaging te doen. Hiervoor zullen er VHDL blokken geschreven moeten worden voor het uitvoeren van de metingen op basis van de signalen van de scanning head. Deze VHDL blokken zullen vooraf moeten gesimuleerd worden, en getest worden op de hardware in een testsetup vooraleer dit op de effectieve microscoop zal getest worden.

De metingen zullen op hun beurt door de processor van het device uitgelezen worden en dan naar de computer gestuurd worden over USB voor de uiteindelijke visualisatie op de computer.

Deze thesis omvat dus kortweg full stack development van Hardware/VHDL, naar firmware in C, tot pc-software in C#.





# Investigation of CoAP group communication on an IPv6 multicast enabled IoT lighting pilot

Advisors: Steffen Thielemans

Promotors: An Braeken, Kris Steenhaut

In our lab, a test setup features 15 Zolertia Remotes that are connected to the LED drivers of 15 LED panels. Through wireless 802.15.4 (ZIGBEE PHY) communication, the lamps can be steered. To make the communication efficient, IPv6 multicast is used and is enabled on the wireless sensor and actuator network. Our IPv6 multicast protocol called BMRF is available for use on the motes. BMRF allows to organize IPv6 multicast on small low resource devices.

The Constrained Application Protocol (CoAP) is a new standard protocol that implements the same principles as the Hypertext Transfer Protocol (HTTP), but is tailored towards constrained devices. In many IoT application domains, devices need to be addressed in groups in addition to being addressable individually. Two main approaches are currently being proposed in the IoT community for CoAP-based group communication. The main difference between the two approaches lies in the underlying communication type: multicast versus unicast.

Kind of work

In this thesis we want to use CoAP group communication over IPV6 multicast and BMRF and to add other devices in the test set-up.

A performance study must be done on a real testbed.

Framework of the Thesis

Edison++ smart lighting and building automation.

Number of Students

Good programming skills.

An adventurous mind to work with wireless communication.

# Trade-off of communication and computational costs of security mechanisms for Long Range LoRA-based communication

**Advisors:** Ruben De Smet

**Promotors:** An Braeken, Kris Steenhaut

## Subject

Integration of security in systems always comes down to a compromise between efficiency and performance. Especially for very constrained devices, a thorough assessment is required and both the impact of communication and computation needs to be studied. If the computational cost is higher than the cost of communication, it can be better to wait for a moment before sending the encrypted data.

In this master thesis we want to determine the ideal frequency for different types of encryption (with or without authentication) for the Long Range LoRA-based communication with different spreading factors (ie bandwidths).

The security issues can be studied for LoRaWAN star based topologies and for multi-hop LoRa.

## Kind of work

Implement the security proposal on LoRA motes and monitor the performance of the network.

## Framework of the Thesis

Horizontal-IoT project follow up.

## Expected Student Profile

Good programming skills.

# Schaakklok

Advisors: Ruben De Smet

Promotors: An Braeken, Kris Steenhaut

## Subject

Wanneer onze schaakkring een toernooi organiseert, zijn we ongeveer 30 minuten kwijt aan het instellen van schaakklokken. Met een draadloze interface zouden we die op afstand allemaal te samen kunnen instellen.

In deze thesis willen we een oplossing bieden voor dit probleem rekening houdend met de mogelijkheid dat een boze toeschouwer zich kan gaan mengen en de klokinstellingen ongeoorloofd wijzigt. Een protocol met authenticatie kan dat verhinderen, maar dient erg efficiënt te zijn want de schaakclub wil ook niet elke keer de batterijen vervangen.

## Kind of work

Implementatie van proof of concept.

## Framework of the Thesis

Horizontal-IoT project follow up.

## Expected Student Profile

Good programming skills.

# Security solutions and evaluation of IPv6 multicast and Constrained Application protocol group communication evaluation on smart IoT lighting pilot.

Promotors: Kris Steenhaut, An Braeken

Advisors: Ruben De Smet

## Subject

In our lab, a test setup features 15 Zolertia Remotes that are connected to the LED drivers of the LED panels. Through wireless 802.15.4 communication the lamps can be steered. To make the communication efficient, IPV6 multicast is used and is enabled on the wireless sensor and actuator network. Our IPv6 multicast protocol called BMRF is available for use on the motes. BMRF allows to organize IPv6 multicast on small low resource devices.

The Constrained Application Protocol (CoAP) is a new alternative standard protocol that implements the same principles as the Hypertext Transfer Protocol (HTTP), but is tailored towards constrained devices. In many IoT application domains, devices need to be addressed in groups in addition to being addressable individually. Two main approaches are currently being proposed in the IoT community for CoAP-based group communication. The main difference between the two approaches lies in the underlying communication type: multicast versus unicast.

## Kind of work

In this thesis we want to test CoAP group communication using IPV6 multicast and BMRF, with a special focus on security for the chosen solutions.

## Framework of the Thesis

Edison ++ smart lighting and building automation

## Expected Student Profile

- Good programming skills
- Basic knowledge of security
- Adventurous mind to work with wireless communication

# Masterproeven Colruyt

Link naar het document:

<https://drive.google.com/open?id=1OOOwRpTabHOPkgFwo4VcwIVmQmAteVqB>