

EINDVERSLAG MEESTERPROEF

PENCAK SILAT

Door: Bas Smit, Steven Flendrig en Jarno Kluts

Leerjaar: 21/22

Begeleidende docent: De heer Raemaekers

Opdrachtgever: Persekutuan Silat Melayu Nederland

Contactpersoon: De heer Brandt



Inhoud:

Inhoud:	1
Inleiding:	2
De opdracht:	2
Pakket van eisen:	2
Conceptontwikkeling:	3
Eerste concept:	3
KP V5 2019 mede door Jip van Hoef:	4
REED-contacten:	4
Weerstandsschuim:	4
Model:	5
Arduino:	5
Hardware:	6
Weerstandsschuim:	6
Bedrading:	6
Afbeelding van de twee grids koperstrips in het pak.	7
Multiplexer:	8
Dubbele multiplexer:	9
Materialenlijst model bodyprotector:	10
Aanbeveling:	11
In het kort:	11
REED-contacten:	11
Communicatie met de jury:	12
Detectie stoot of trap:	12
Het afwerken van het pak:	12
Nawoord:	13
Erkenningen:	13

Inleiding:

In de wereld van de sport is corruptie een probleem dat wedstrijden, toernooien of andere evenementen erg negatief beïnvloed. Technologische ontwikkelingen bieden vaak oplossingen voor dit probleem. Bijvoorbeeld met een slow motion camera belangrijke momenten terug te bekijken om zo te kunnen zien of een bal in of uit was. Of bloedonderzoek om te bekijken of een sporter wel of geen doping heeft gebruikt. Bij de sport pencak silat wordt gebruik gemaakt van trappen en stoten om de tegenstander te raken en op deze manier punten te scoren. Bij de sport wordt gebruikt gemaakt van een jury om de punten bij te houden, maar dit is helaas niet waterdicht. Juryleden kunnen omgekocht worden of zijn misschien onbewust partijdig. Met dit project willen wij graag een framework proberen te leggen voor het ontwikkelen van een pak dat trappen en stoten registreert, kan onderscheiden en deze doorstuurt via een beveiligde verbinding naar een systeem dat de punten bij zal houden. Op deze manier kan de jury samen met het systeem de uitslag van een wedstrijd bepalen.

De opdracht:

De opdrachtgever wilt een complete bodyprotector dat het verschil tussen een trap en een stoot kan meten en deze via een beveiligde verbinding doorgeeft aan een puntenteller waar een jury de punten van kan aflezen.

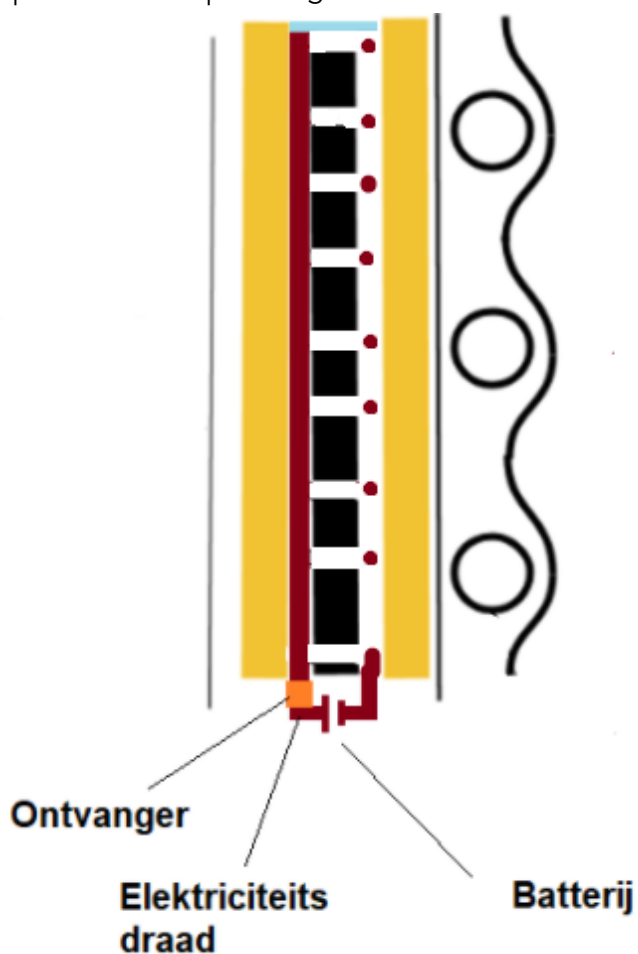
Pakket van eisen:

- De bodyprotector moet een trap en/of stoot waarnemen.
- Er moet een onderscheid gemaakt worden tussen een trap en een stoot, hiervoor kan een oplossing worden gevonden in hardware of software.
- De waarneming die door de bodyprotector moet worden verstuurd via een beveiligde verbinding naar een systeem dat de punten bijhoudt.
- De bodyprotector moet comfortabel zitten en de gebruiker niet hinderen.
- De bodyprotector moet veilig zijn.

Conceptontwikkeling:

Eerste concept:

Dit is het eerste jaar dat er aan het project gewerkt werd. Ze begonnen met de originele bodyprotector en hadden als doel om een werkend systeem te maken dat trappen en stoten kon registreren. Dit hebben ze gedaan door een stroom door de binnenkant van de bodyprotector te laten lopen aan 2 kanten van een schuimlaag, als deze in elkaar wordt gedrukt door een trap of stoot raken de draden elkaar en ontstaat er dus een gesloten stroomkring (zie afbeelding). Hierdoor kun je dus makkelijk een trap of stoot waarnemen door bijvoorbeeld een voltmeter op het pak aan te sluiten. Er is al bewezen dat dit werkt door meerdere testen en het is vrij goedkoop om te maken omdat je in principe alleen wat koperdraad en tape nodig hebt.



KP V5 2019 mede door Jip van Hoef:

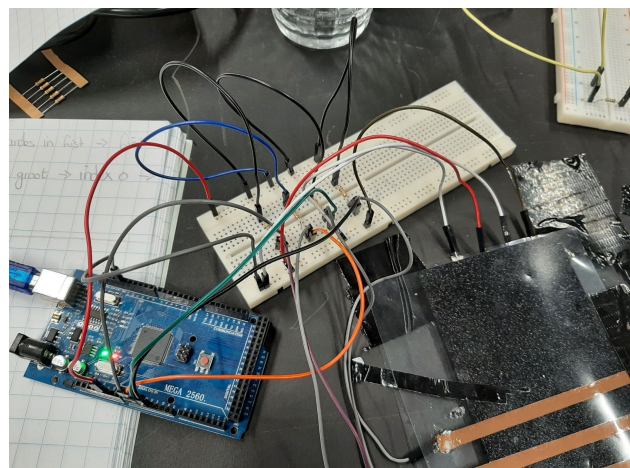
Tijdens dit project is vooral aandacht besteed aan het ontwikkelen van de software. Ze hebben gewerkt met een microcontroller met een wifi module. Deze kon signalen doorsturen naar een raspberry pi waaraan een MySQL server gekoppeld was via een localhost connectie. Deze signalen werden daarna naar de jury gestuurd om te beoordelen of het een trap of een stoot is. Op deze manier kan er erg moeilijk gefraudeerd worden doordat de jury alleen een punt kan 'opschrijven' als er gescoord is. De enige complicatie met dit systeem is dat alle juryleden een fout kunnen maken en bijvoorbeeld een trap invoeren wanneer er een stoot heeft plaatsgevonden. Het is alleen onwaarschijnlijk dat dit daadwerkelijk gebeurt behalve als alle juryleden omgekocht zijn.

REED-contacten:

De meesterproef van Thijs Beurskens is een vervolg op het project: KP V4 Bodyprotector 2.0 vandaar de naam Bodyprotector 2.1. Thijs Beurskens heeft op het eerste concept uitgebreid en gebruik gemaakt heeft van REED-contacten. Dit zijn kleine buisjes met twee metalen plaatjes aan de binnenkant die elkaar alleen raken als een magneet in de buurt komt. Hiervoor zijn handschoenen ontwikkelt met magneten erin die de REED-contacten 'activeren.' Door gebruik te maken van deze sensoren is het probleem van het onderscheiden van de trap en stoot zonder veel complicaties opgelost.

Weerstandsschuim:

Na overleg met Dhr. Cox van de TU Eindhoven hebben we besloten om het eerste concept met de stroomdraden verder te ontwikkelen. Volgens Dhr. Cox konden we het beste gebruik maken van een weerstandsschuim en koperstrips. De koperstrips vervangen de koperdraden. Het weerstandsschuim zorgt ervoor dat we een variabele weerstand in een oppervlak kunnen verwerken. Met deze opstelling kunnen we eigenlijk gemakkelijk de locatie van de impact meten.



Afbeelding van de 'proof of concept'

Model:

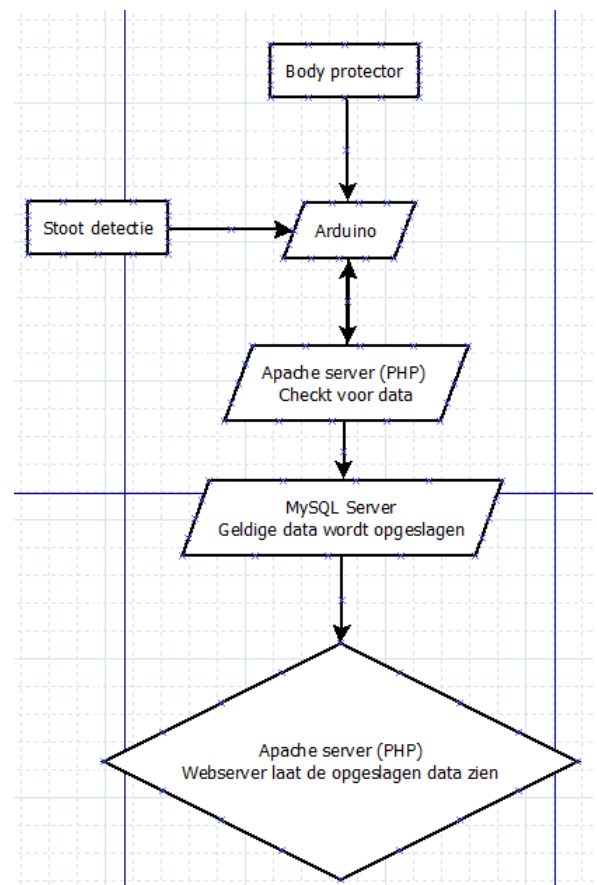
Arduino:

Voor de arduino hebben we na grondig testen gekozen voor de [Arduino MKR WiFi 1010](#). Deze beslissing is voornamelijk gemaakt op het feit dat dit een van de weinige wifi module is van de arduino en omdat deze klein maar krachtig zou blijken te zijn.

De code van de arduino werkt als volgt:

De arduino wordt aangesloten op de body protector waarna een stoot gedetecteerd kan worden. Deze stoot wordt vervolgens door de arduino via een [HTTP post](#) pakket verzonden naar de apache webserver die vervolgens de data met de MySQL server doorvoert om zo de data in een werkende database op te slaan. Na dit opgeslagen te hebben haalt de apache server de data weer op via PHP om deze vervolgens op de webserver te laten zien.

Om dit alles in werking te zien hebben wij stap voor stap alles uitgelegd in deze [github](#) repository.



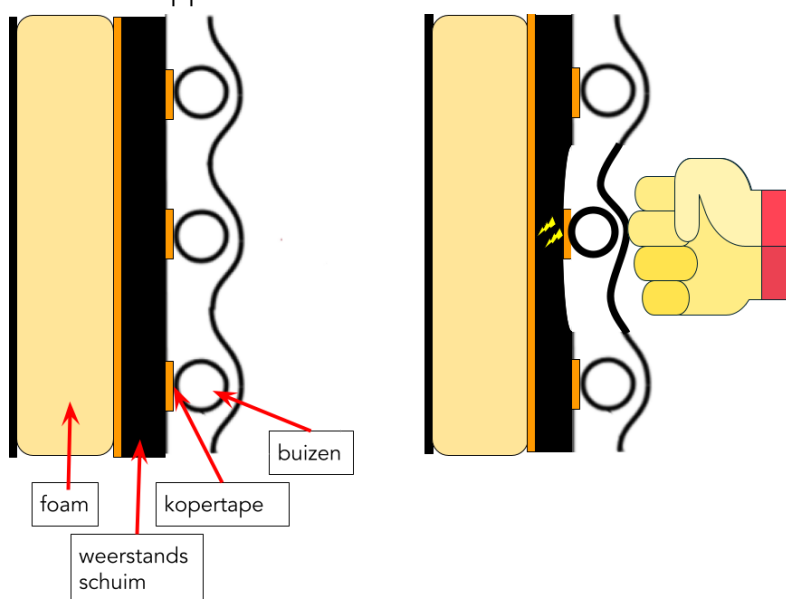
Hardware:

Weerstandsschuim:

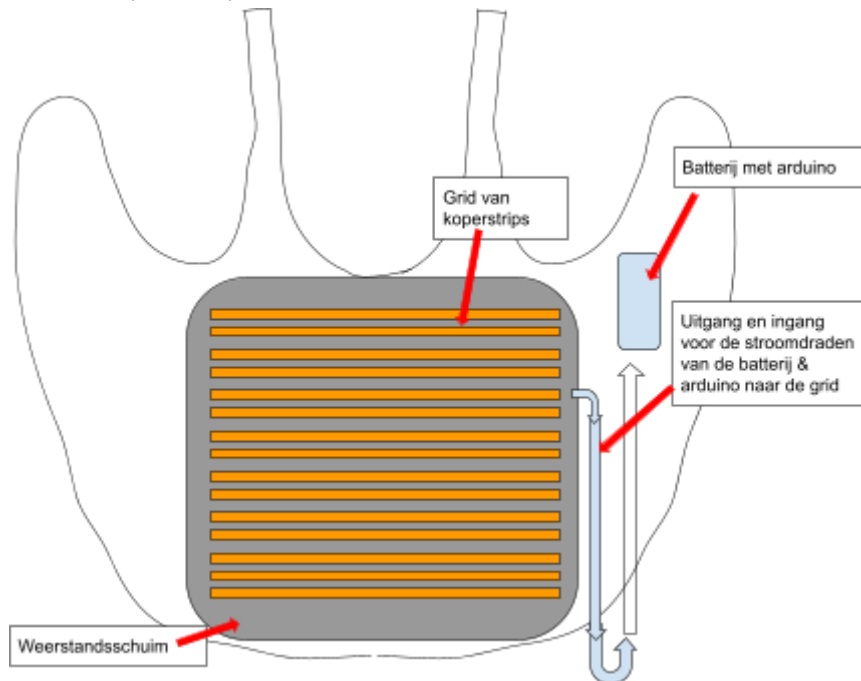
De eigenlijke naam voor het schuim dat we gebruiken is eigenlijk elektrostatisch afleidende schuimstof, maar voor het gemak gebruiken we de term weerstandsschuim. Dit schuim verhoogt namelijk de weerstand tussen de koperstrips. Het weerstandsschuim bestaat uit polyethyleentereftalaat (PET). Het bestaat uit meerdere geleidende strengen, als het schuim wordt ingedrukt komen deze strengen tegen elkaar aan en hoeft de stroom een minder lange weg af te leggen waardoor de weerstand lager wordt.

Bedrading:

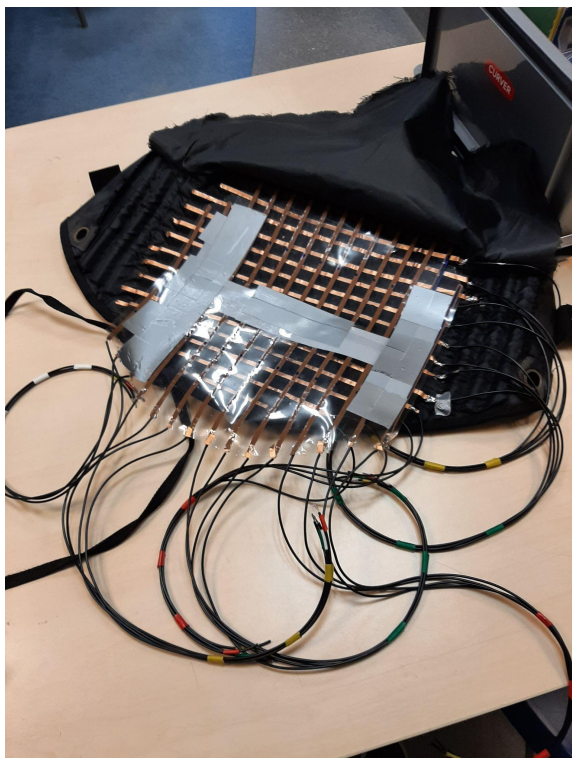
De stroom loopt van de arduino door 2 lagen van parallel lopende strips kopertape die 90 graden ten opzichte van elkaar lopen en over elkaar heen lopen. Hierdoor kun je makkelijk meerdere raakpunten bepalen door de verschillende stukken kopertape te beschouwen als coördinaten en je een rij dus als x en een als y beschouwd. Tussen deze 2 strips zit de laag weerstandsschuim waardoor de 2 lagen elkaar niet direct raken en er dus alleen een signaal naar de jury wordt gegeven als de laag diep genoeg in wordt gedrukt door een trap of stoot (zie afbeelding). De kopertape aan de voorkant (in de afbeelding de rechterkant) van het pak zitten de koperstrips op de stof vast op de plek waar de buizen lopen, we hebben dit zo ontworpen omdat de buizen de klap opvangen en we zo dus een beter beeld kregen van waar geslagen werd, ook zitten de buizen op een vaste en voor ons fijne afstand uit elkaar waardoor we een precies genoeg weergave kunnen maken om het verschil tussen een trap en een stoot te kunnen waarnemen. De kopertape aan de andere kant van het weerstandsschuim zit vast op een lichte en flexibele kunststof plaat die makkelijk in het pak kan worden gezet en ervoor zorgt dat de tape op dezelfde plek blijft zitten. Aan de achterzijde van het pak zit nog steeds de foamlag die al in het pak zat en heeft nog steeds dezelfde functie, namelijk het beschermen van de gebruiker tegen de stoten en trappen.



De stroomdraden lopen gezamenlijk het pak in, bij de grid en de arduino delen ze zich weer op in de verschillende coördinaten. De batterij met arduino hebben we in een van de zijflappen bevestigd zodat deze zich op de rug van de gebruiker zit. Op deze manier kan de micro elektronica niet beschadigd worden tijdens een wedstrijd. Ook zit de batterij met de arduino op deze plek niet in de weg van de gebruiker.



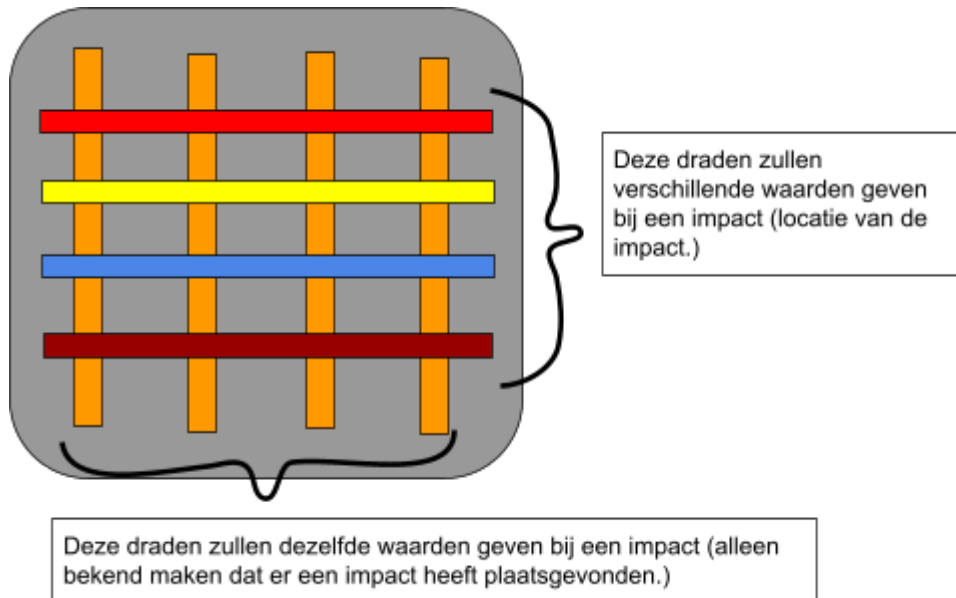
Schets van het volledige model; zichtbaar is hoe de stroomdraden lopen en de locatie van de fijne elektronica.



Afbeelding van de twee lagen koperstrips in het pak.

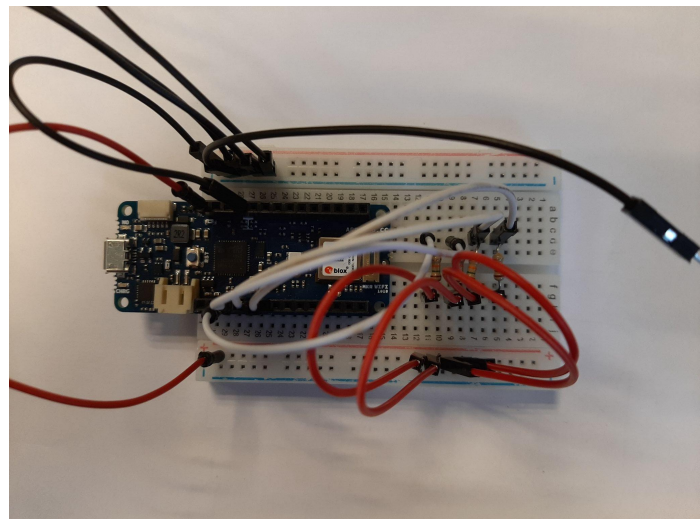
Multiplexer:

Bij deze opstelling is het enige probleem dat een hele grid (dus een x- of y-coördinaat) op de min wordt geschakeld. Het resultaat hiervan is dat we de hele grid niet als meerdere contactpunten kunnen meten maar eigenlijk als één contactpunt.

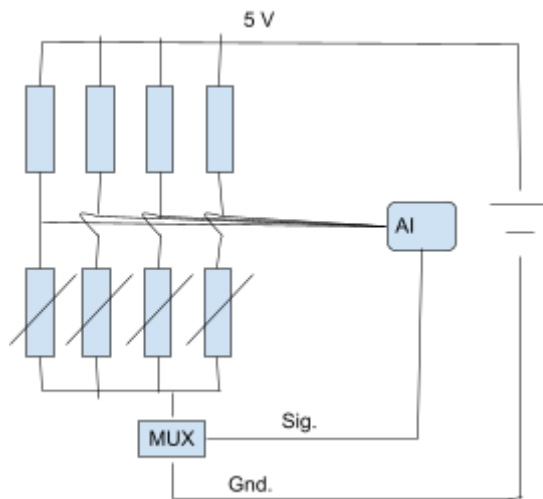


Schets van de koperstripschakeling zonder de multiplexer

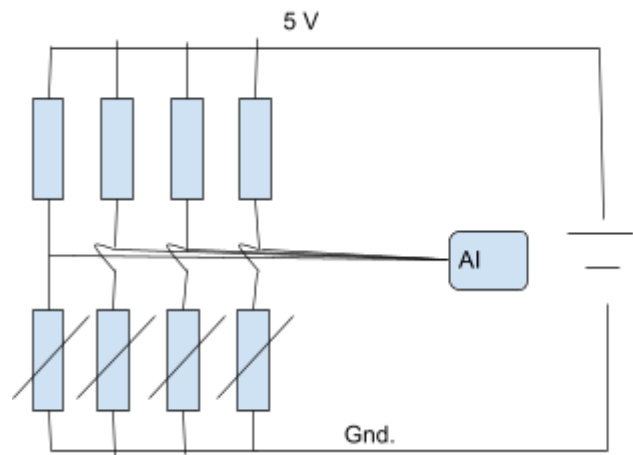
Om dit probleem op te lossen introduceren we een multiplexer (74HC4067) in het systeem. De multiplexer zorgt er eigenlijk voor dat de gemeten waarde steeds van poort wisselt, dit gebeurt zo snel dat in de tijd dat een stoot heeft plaatsgevonden de multiplexer alle poorten heeft verwisselt. Op deze manier kunnen we beide grids meten en de locatie van een stoot waarnemen. Als er veel van deze strips in het pak wordt aangebracht kan ook de vorm van de impact worden waargenomen, via deze weg zou onderscheidt gemaakt kunnen worden tussen een trap of stoot.



Afbeelding van de huidige arduino opstelling



Schets van de schakeling met de MUX (multiplexer)



Schets van de schakeling zonder de MUX (multiplexer)

Dubbele multiplexer:

De arduino stelt heeft helaas een limiet aan hoeveel digitale pins we kunnen gebruiken. Dit zou kunnen opgelost worden door voor de weerstanden ook een multiplexer te schakelen. Op deze manier zal de plus en de minstroom steeds gewisseld worden en zou ons aantal beschikbare digitale pins met 16 vermenigvuldigen. Er was alleen een probleem met deze opstelling. Het zou de code veel ingewikkelder maken, omdat we in plaats van een multiplexer twee multiplexers zouden moeten aansturen. Met de werkdruk die Bas al had leek dit ons niet verstandig. Dit zou wel een streven moeten zijn voor een vervolg, deze opstelling zou het probleem met de limiet van digitale pins elimineren.

Materialenlijst model bodyprotector:

Hieronder een tabel van alle materialen die gebruikt zijn bij het maken van het prototype. Vanzelfsprekend zijn dit niet alle materialen die gebruikt zijn enkel de belangrijke materialen zijn genoemd.

Gebruikte materialen:
<ul style="list-style-type: none">- Elektrostatisch afleidende schuimstof- Kopertape- Arduino MKR wifi 1010- Pencak silat bodyprotector- Weerstand ($15\text{ k}\Omega \pm 5\%$)- 4067 16-kanaals analoge multiplexer



Afbeelding van de bodyprotector, zoals deze gebruikelijk bij de sport wordt gebruikt.

Aanbeveling:

In het kort:

Wij bevelen aan om verdere ontwikkelingen te onderzoeken met dit model, omdat we tot nu toe veelbelovende resultaten hebben gehad en het volgens ons realistisch is om het prototype volledig werkend te krijgen in een project. De volgende zaken raden wij aan om verder te ontwikkelen om een volledig eindproduct te produceren:

- Het omzetten van de geregistreerde gegevens in een kaart waardoor je de vorm van de trap of stoot kunt waarnemen in een grid die aan de jury getoond wordt.
- Het verder afwerken van het pak zodat het gevechtssklaar en mooier is.
- Nadenken over eventuele productietechnieken die geschikt zijn voor een uiteindelijk model.
- Encryptie van de data, de data moet worden versleuteld zodat deze niet door partijen buitenaf kan worden gelezen en aangepast.
- Een app waarin de instellingen makkelijk te veranderen zijn. Op het moment is het aanpassen van de instellingen een vervelende klus, het ontwikkelen van een gebruikersvriendelijke interface raden wij daarom sterk aan.
- Een website online te brengen voor een room met koppelcode. Op deze manier kunnen meerdere devices gehost worden in plaats van alle data lokaal op te slaan.
- Onderzoek doen naar gebruik maken van twee multiplexers. Dit zou namelijk het probleem dat ontstaat door het limiet aan digitale pins kunnen oplossen. Tot nu toe is alleen theoretisch gebrainstormt, een praktisch onderzoek mist dus nog.

REED-contacten:

Door Dhr. Beurskens was geëxperimenteerd met reed-contacten. Een reed-contact is een elektrische schakeling die wordt geregeld door magneetvelden. Het idee was om met deze reed-contacten het verschil tussen een trap of stoot waar te nemen. Door handschoenen met magneten te introduceren kan gemakkelijk de gemeten impact onderscheiden worden door te checken of de reed-contacten geactiveerd werden tijdens het impact moment of niet. Dit idee wordt dan gecombineerd met allereerste concept dat alleen een impact kon waarnemen met behulp van een stroomkring die alleen gesloten wordt bij een impact. Op deze manier zou het pak aan alle eisen voor het meten voldaan zijn.

Er zijn wel een aantal nadelen bij deze opstelling. Het introduceren van handschoenen met magneten erin bij een sport waar voorheen (vaak) geen handschoenen gebruikt worden zou de sporter kunnen hinderen. Ook zijn reed-contacten eigenlijk kleine glazen buisjes, bij pencak silat zijn sommige impacts best hard en zullen de glazen buisjes vrij snel breken.

Communicatie met de jury:

We adviseren eigenlijk dat het systeem samen gaat werken met de jury, dit was ook de input die we van Dhr. Brandt kregen. De jury werkt als controlerende factor voor het systeem. Het systeem geeft aan of en waar een trap of stoot heeft plaatsgevonden en de jury kan dan selecteren of dit geldig is of niet. Dit zal dan gedaan moeten worden via een interface die makkelijk navigeerbaar is. In deze interface zal het moment van de impact worden weergegeven, of de impact een trap of stoot was en als optie de afbeelding gemaakt door het systeem te weergeven.

Detectie stoot of trap:

Op dit moment wordt erg makkelijk de locatie en het moment van impact geregistreerd. Met de informatie van de locatie kan een soort kaart van waardes worden gevormd. Een trap of stoot hebben beide een andere kaart die bij de twee types impact horen. Er kan een systeem worden ontwikkeld die deze 'kaarten' vergeleken met vorige trappen en stoten en op deze manier kan bepalen of de impact een trap of stoot was. Dit is naar ons kennen de beste manier om het verschil tussen een trap of stoot op een simpele wijze te detecteren, terwijl tegelijkertijd ook een impact geregistreerd wordt.

Om dit voor elkaar te krijgen moet ook de code aangepast worden zodat deze compatibel is met de multiplexer. Op dit moment is de code gecodeerd op de schakeling zonder de multiplexer. Bij de huidige schakeling hoeft alleen maar de multiplexer toegevoegd te worden.

Het afwerken van het pak:

Op dit moment hebben we nog wat dingen die netjes gemaakt kunnen worden. Door de toegevoegde schuimlaag zal het pak iets aangepast moeten worden en er zal een locatie waarin de elektronica past gemaakt moeten worden. Deze ruimte is er al op dit moment, maar we raden aan om een pak te designen wat eigenlijk om de elektronica past zonder te ver af te wijken van het huidige design. Het zou ook handig zijn als de elektronica toegankelijk is als deze gerepareerd moet worden of gecontroleerd op mogelijke gesjoemel met de hardware.

Ook stellen wij voor dat de schuimlaag opgedeelt kan worden in twee gedeeltes: voor de weerstandsschuim en achter het weerstandsschuim. Op deze manier wordt de persoon die de impact uitoefent beschermt van de misschien wat hardere onderdelen in het pak en tegelijkertijd ook de drager van het pak. Deze extra schuimlaag biedt uiteraard ook extra bescherming voor de verwerkte elektronica.

Nawoord:

We zijn er achter gekomen dat dit probleem ingewikkelder is dan dat we voorheen ingeschat hadden. Bij elke oplossing die we vonden kwamen er steeds meer problemen bij kijken. Wij denken wel dat onze vondsten en proof of concept een goede basis vormen voor een afgewerkt product. Er valt nog veel te halen, bijvoorbeeld een praktisch onderzoek naar de werking van twee multiplexers in de schakeling of de data-encryptie die erg belangrijk is bij professionele wedstrijden.

Erkenningen:

We willen graag onze dank betuigen voor alle ondersteuning die we hebben mogen ontvangen aan:

- Dhr. Raemaekers
- Dhr. Cox
- Dhr. Brandt
- Dhr. Cuppens
- Dhr. Körver
- Dhr. van Hoef
- Dhr. Beurskens
- Het O&O team
- De mensen van Persekutuan Silat Melayu Nederland