

Design Deel 1

Inleiding

Dit project richt zich op het ontwikkelen van een prototype dat professionals, zoals powerliftcoaches en fysiotherapeuten, ondersteunt bij het analyseren van bewegingen tijdens powerlifting. Het systeem moet inzicht bieden in lichaamsbewegingen, corespanning en compensatiepatronen. Dit document beschrijft het ontwerp op basis van eerdere analyses en expertinterviews.

Uitwerking Expertinterview 1 (Powerliftcoach)

- **Belangrijkste behoefte:** inzicht in het hele lichaam, hoe beweegt iemand, is de beweging efficiënt en behoudt de sporter corespanning en rugspanning.
- **Minimaal nuttige feedback:** corespanning
- **Eigen observatie:** disbalans komt vaak tot uiting in drukverdeling (bijv. links/rechts verschil in voeten of bankdruk).

Conclusie uit interview 1:

Focus op het meten van corespanning en drukverdeling als startpunt.

Uitwerking Expertinterview 2 (Sensorexpert)

De sensorexpert gaf een overzicht van hoofdcategorieën:

Hoofdcategorie	Concrete sensoren / toepassingen	Wat ze meten
Mechanisch / kracht	Bandjes die uitzetten, rekstroken / stretch sensors, plakketjes op huid (spieractivatie), bloeddrukmeters, acupunctuur-vоelers	Spieractivatie, kracht, druk, vervorming, uitzetting
Beweging / positie	Accelerometers / gyroscopen / IMU, radarsensoren voor beweging in bed, sensorpack op lichaam, detectie van beweging bij ontbrekende ledematen	Versnelling, positie, hoek, beweging, hoogte
Temperatuur	Warmtesensoren, thermische camera's	Huidtemperatuur, lichaamswarmte
Magnetisch / elektrisch	Elektrische geleiding van huid (GSR), EMG sensoren, fysioapparatuur die elektrische pulsjes	Spieractivatie, elektrische signalen, huidgeleiding

	geeft	
Optisch / visueel	Camera / videobeeld, ultrasoon sensoren, radarmodule voor houding en beweging.	Afstand, beweging, positie, beeld, straling/licht
Chemisch / biologisch	Acupunctuur-technologie (reactie via huid), sensoren voor zuurstof, bloedchemie, zweetanalyse	Chemische veranderingen, biofeedback, fysiologische reacties

Advies uit interview: meten moet zoveel mogelijk lijken op hoe de beweging in het echt plaatsvindt.

Conclusie uit interview 2: maak een matrix van sensoren per hoofdcategorie en bepaal wat je wilt meten: de persoon of de apparatuur.

Beperkingen en voorkeuren

- **Budget:** beperkt → goedkope, open-hardware sensoren.
- **Ervaring:** beperkt → eenvoudige setup met duidelijke documentatie en actieve community.
- **Prototype:** proof-of-concept, niet commercieel.
- **Draagbaarheid:** makkelijk bruikbaar in de sportschool.
- **Toepasbaarheid:** mag de gebruiker niet in de weg zitten.
- **Open-source:** voorkeur voor open-source technologie.

Keuze hoofdcategorie sensor

Hoewel EMG-sensoren geschikt zijn voor het meten van corespanning, brengen ze praktische nadelen met zich mee, zoals het telkens opplakken van sensoren en kabels die valse signalen kunnen geven onder belasting. Daarom is een andere aanpak praktischer.

Het primaire doel is eerst het analyseren van het beweegpatroon: is het symmetrisch, vloeiend of juist schokkerig? Pas daarna kan onderzocht worden waarom afwijkingen optreden, bijvoorbeeld door onvoldoende corespanning.

Optisch/visuele sensoren sluiten goed aan bij de manier waarop coaches bewegingen visueel beoordelen. Een praktische tweede stap kan dan gericht zijn op spierspanning.

Na verdere overweging lijken IMU's (Inertial Measurement Units) het meest geschikt. Deze kunnen bijvoorbeeld in de halterschijf worden geplaatst, zodat de zwaartekracht gebruikt kan worden om de positie ten opzichte van de barbell vast te stellen. Dit systeem kan naadloos worden toegepast zonder

aanpassingen aan de halter. Door de beweging van de barbell te analyseren, kunnen subtiele afwijkingen zichtbaar worden gemaakt.

Verificatie van het idee

Het idee om IMU's in de halterschijven te plaatsen is besproken met de powerliftcoach. Hij beoordeelde het concept als zeer bruikbaar en verwacht dat hij hiermee waardevolle informatie kan krijgen om bewegingen tijdens het powerliften beter te analyseren en gerichte aanwijzingen te geven.

Keuze van de IMU-sensor

Na goedkeuring van de coach is het concept verder besproken met een sensorexpert. Geadviseerd werd om te starten met een eenvoudige Arduino en een basis IMU-sensor, zodat een proof-of-concept kan worden gemaakt. Dit is geschikt voor een eerste project, later kan de hardware indien nodig worden verbeterd.

De huidige eisen voor de definitieve sensor (betrouwbaar, schokbestendig, klein genoeg voor halterschijf, betaalbaar en draadloos) zijn voorlopig nog niet relevant voor het prototype.

Gekozen hardware:

- **Arduino R3:** beschikbaar en geschikt voor prototyping.
- **MPU-6500 IMU:** een goedkope 6-assige sensor (3-assige versnellingsmeter + 3-assige gyroscoop) die lineaire bewegingen en rotaties in drie richtingen kan meten.

Deze combinatie biedt voldoende context om de beweging van de barbell te analyseren en inzichten te verkrijgen over symmetrie en bewegingskwaliteit.

Diagrammen

Voordat het prototype wordt gebouwd, is het belangrijk om de functionele eisen duidelijk in kaart te brengen. Voor dit project ligt op dit moment de focus op de "Must-Haves":

1. Arduino configureren om sensordata op te halen en door te sturen naar een computer.
2. De computer in staat stellen de data te ontvangen en correct op te slaan.
3. Een opslagstructuur ontwikkelen die later analyses mogelijk maakt.

Deze punten worden als volgt uitgewerkt:

1. **Arduino-processen:**

Een state-diagram wordt gebruikt om de stappen te visualiseren die de Arduino doorloopt. Complexere stappen worden nader uitgewerkt met flowcharts om de logica duidelijk te maken, indien nodig.

2. **Computerprocessen:**

Een state-diagram toont de stappen die het computerprogramma doorloopt om de sensordata uit te lezen en op te slaan. Complexere onderdelen worden, net als bij de Arduino, verder uitgewerkt met flowcharts.

3. **Opslagstructuur:**

Een ER-diagram (Entity-Relationship diagram) wordt opgesteld om alle benodigde gegevens in kaart te brengen. Dit omvat informatie die aan een persoon gekoppeld moet worden en de structuur die nodig is om later analyses uit te voeren. (virtual paradigm)

4. **Database:**

Het ER-diagram dient als basis voor de daadwerkelijke database, waarin alle sensordata overzichtelijk en terugvindbaar wordt opgeslagen.

Bijlagen

Expert interview Powerlift Coach

Expert interview SensorHardwareExpert

- Uitwerking expertinterview SensorHardwareExpert

ER-diagram

Database Design

State-diagrams

- Arduino

- Software

Flowcharts

Bronvermelding (AI)

Expertinterview met powerliftcoach

Doel: Inzicht krijgen in welke bewegingen en informatie voor de coach het meest waardevol zijn bij het analyseren van cliënten.

Vragen:

1. Bij welke oefeningen mis je cruciale informatie over de beweging van cliënten?
 - Antwoord: Alle powerlift oefeningen, Benchpress, Deadlift & Squat.
2. Welke fouten of compensatiepatronen wil je sneller of duidelijker kunnen zien?
 - Antwoord: Alle oefeningen en beweegpatronen waaruit blessures kunnen ontstaan.
3. Wat zou je minimaal op een scherm willen terugzien tijdens of na een oefening?
 - Antwoord: Beweegpatroon
4. Zijn er specifieke bewegingen of posities waarvan je denkt dat ze vaak verkeerd worden uitgevoerd?
 - Antwoord: Core- en rugspanning, het behouden daarvan. Mobilitas, problemen die onstaan doordat mensen bepaalde mobiliteitsproblemen hebben.
5. Welke meetwaarden zouden jou helpen bij het corrigeren van techniek tijdens trainingen?
 - Antwoord: Achterkomt waar het lichaam energie verliest, het complete lichaam, hoe alle spiergroepen en botten bewegen, kunnen inzien.
6. Als u zelf een prototype zou mogen ontwerpen: wat zou u er absoluut in stoppen, en wat zeker niet?
 - Antwoord: Filmpje maken waarbij analyse plaatsvindt hoe je beweegt. Weten waar mensen in lichaam/gewrichten knikken/buigen en ook automatisch advies hoe dat lichaam dat wordt gemeten, wat daarvoor de optimale beweegpatroon is.
 - Antwoord vervolg: Het product kan analyseren over de gebruiker ervan optimale beweegpatronen heeft en zo niet, welke oefeningen moet deze persoon dan doen om dat te krijgen.
7. Kent u nog andere experts of praktijksituaties die nuttig zouden zijn om in dit onderzoek te betrekken?
 - Antwoord: Een gymnastiek coach

Omdat het interview niet helemaal verliep zoals gehoopt, de vragen waren te open en te vrij, waardoor de coach vooral een ideaalbeeld schetste - heb ik aansluitend nog een aanvullende vraag gesteld:

Aanvullende vraag:

Als ik iets heel simpels ga maken, dat maar één ding meet met beperkte techniek, wat zou u dan willen weten?

- Antwoord: Corespanning, behoudt iemand de corespanning.

Naast de input van de coach neem ik ook mijn eigen ervaring als powerlifter mee. In mijn beleving komt disbalans vaak tot uiting in de drukverdeling van het lichaam op de grond of bank. Bijvoorbeeld: via de rechtervoet gaat 45% van de kracht en via de linkervoet 55%.

Expertinterview met sensor- of hardware-expert

Doel: Bepalen welke informatiebehoeften uit het coach-interview technisch meetbaar zijn en haalbaar binnen de scope van dit project.

Constraints:

- Beginner in sensortechniek; advies moet eenvoudig toepasbaar zijn.
- Sensoren moeten robuust zijn (~200 kg per voet).
- Draagbaar, niet-beperkend voor de gebruiker en betaalbaar.
- Voorkeur voor open-hardware / open-software oplossingen.

Vragen - Sensoren

1. Welke types sensoren zijn geschikt om de spanning/activatie van de core te meten?

Bandjes die je omkan doen, waar sensoren inzitten. Die uitzetting meten. Ademhaling, etc. / Radar minuscule bewegingen te detecteren. Vanaf afstand weten of iemand ademt. Plakketjes op de huid, elektrische spanning / spieren aanspanning kan je aan de buitenkant meten. Bloeddruk, kan dat iets? / Stretch stape, hoe die vervormt andere waarden terug geven. Acupuntuur technologie, Voelers nabouwen, die uitzetten als spier uitzet. Beeldvorings sensoren, camera, warmte, bepaalde camera door de huid heen kijken. Toestel zelf kan je ook sensoren inbouwen. Ultrasoon sensoren, luchtrilling meten, Radarmodule hoe mensen in bed liggen. Elektrische geleiding huid. Contact sensoren. Interactie (mensenlijke communicatie) Mensen die been missen, zien aanstureings signalen zoals meisje dat hand mist.

Fysio doen iets met elektrische pulsjes, spier overspannen, Blonde oud klasgenoot uit Winterswijk, Wellicht videobeeld en camera. Zijn spieren aangesponnen

Structuur / vervorming / absorberen & reflecteren /

Structuur in te vinden. Afstand waarnemen, aanraken, iets tegen aangooien, straling/licht

Pieter van de hogeband had ook een sensorpack dat werdt gelogt.

Acceleratie, positie, hoogte,

Tip ga uit van hoe het nu gaat. Voelen is blijkbaar belangrijk.

Gaat het met het optimale tempo. Accelatatie

- Hoe zou u dit praktisch aanpakken bij een prototype voor een beginner? Welk van deze sensoren heeft een kans van slagen, toen

terug gaan naar diskundige of deze sensoren wat kan doen. Als we dit willen, hoe preceis zou dit moeten? Is het haalbaar?

2. Welke types sensoren zijn geschikt om krachten te meten bij belastingen van ± 200 kg per voet?

Glasplaat (als het bij winkels is, dan moet het te doen zijn), Matrix met krachtsensoren (veel sensoren),

- Stel dat we een grid van sensoren willen maken van ca. 60-62,5 cm lengte en 32-35 cm breed, met een uiteindelijke pixeldichtheid van 1 cm^2 : verandert dit uw advies?

3. Welke sensoren zijn praktisch haalbaar binnen een laag budget?

4. Zijn er sensoren die vaak falen bij dynamische toepassingen zoals krachttraining?

- Zo ja, welke factoren veroorzaken dit?

5. Wat zijn de belangrijkste technische factoren om nauwkeurige realtime data te verkrijgen?

Vragen - Microcontroller & Software

1. Welke microcontrollers of ontwikkelplatformen (bijv. Arduino, ESP32, Raspberry Pi) zijn volgens u het meest geschikt voor realtime bewegingsfeedback?

Waarschijnlijk iets portable, met bluetooth

2. Welke microcontroller of ontwikkelplatform zou u adviseren voor een eerste prototype, rekening houdend met de eerder genoemde constraints?

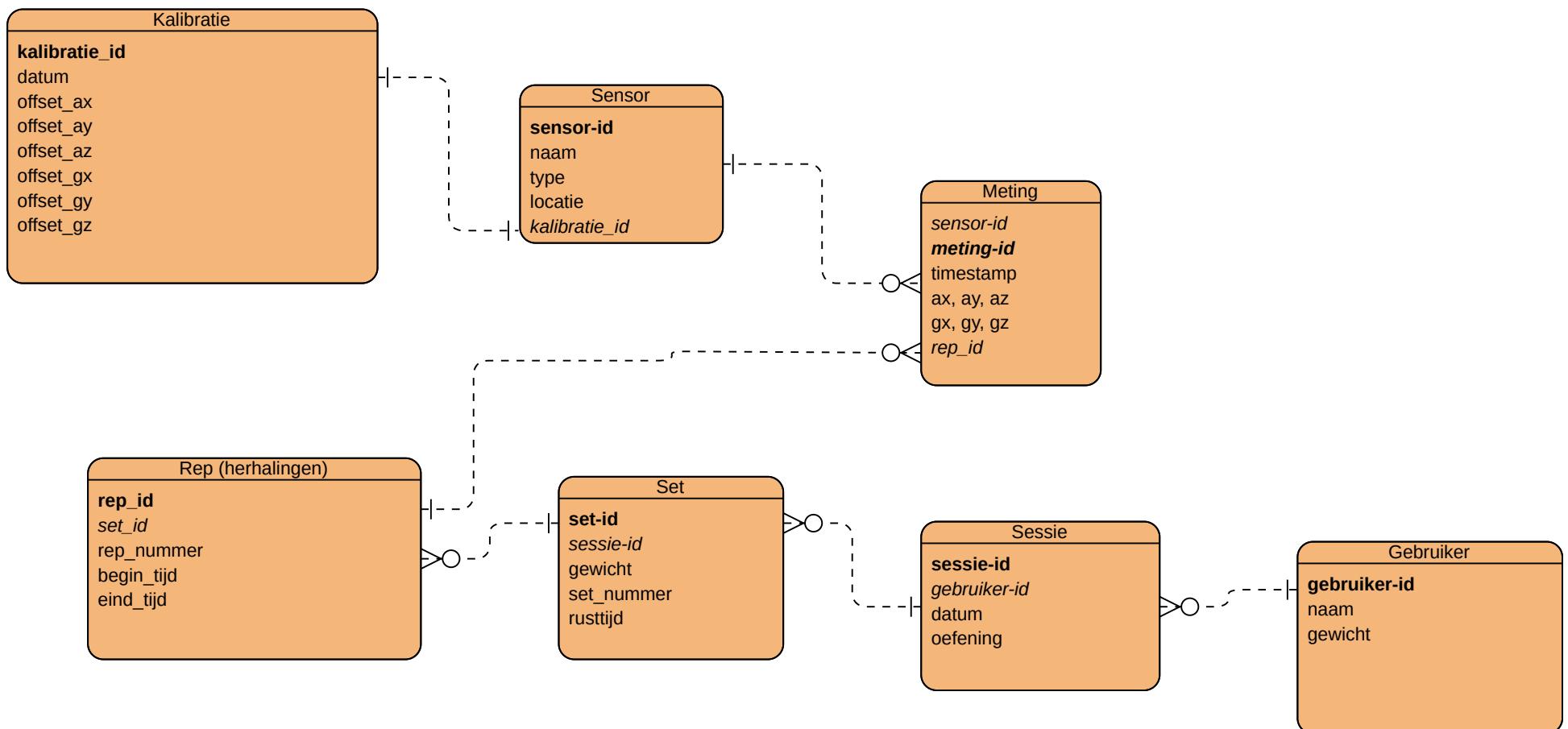
3. Welke software-omgeving of programmeertaal sluit volgens u het beste aan bij sport- en bewegingsanalyse met deze hardware?

4. Welke valkuilen ziet u vaak bij de koppeling van sensoren met microcontrollers?

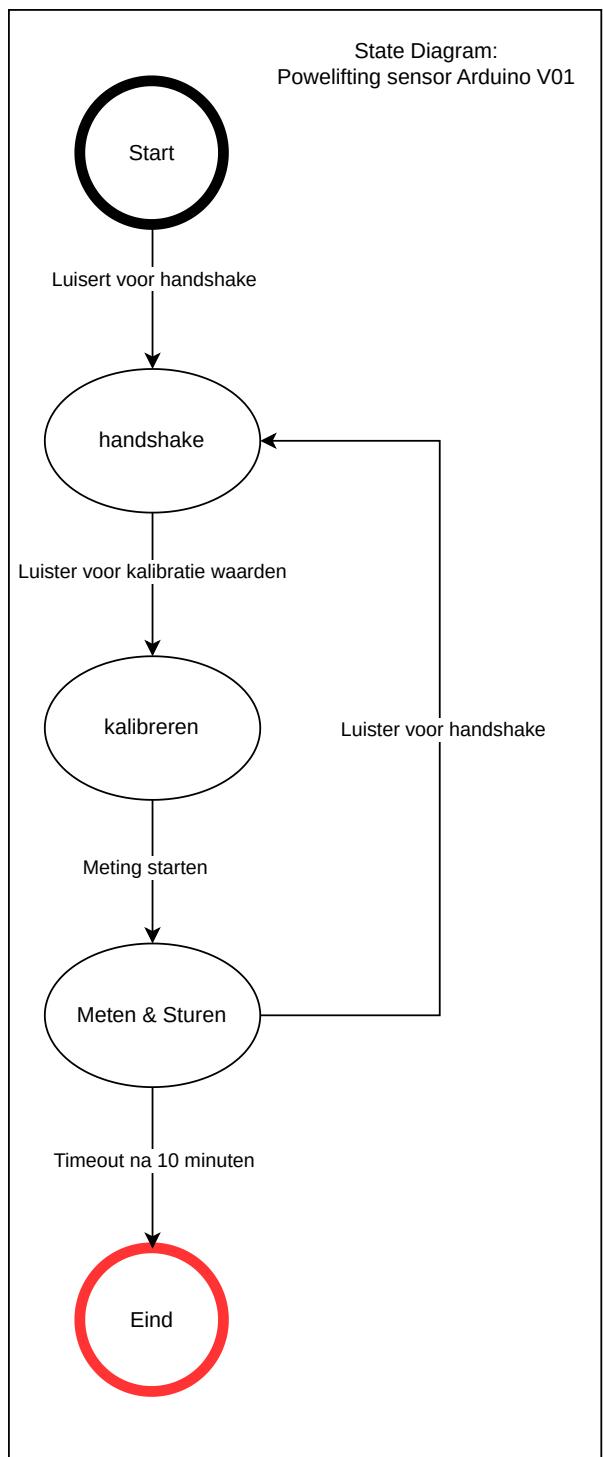
5. Hoe zou u adviseren om de balans te vinden tussen:

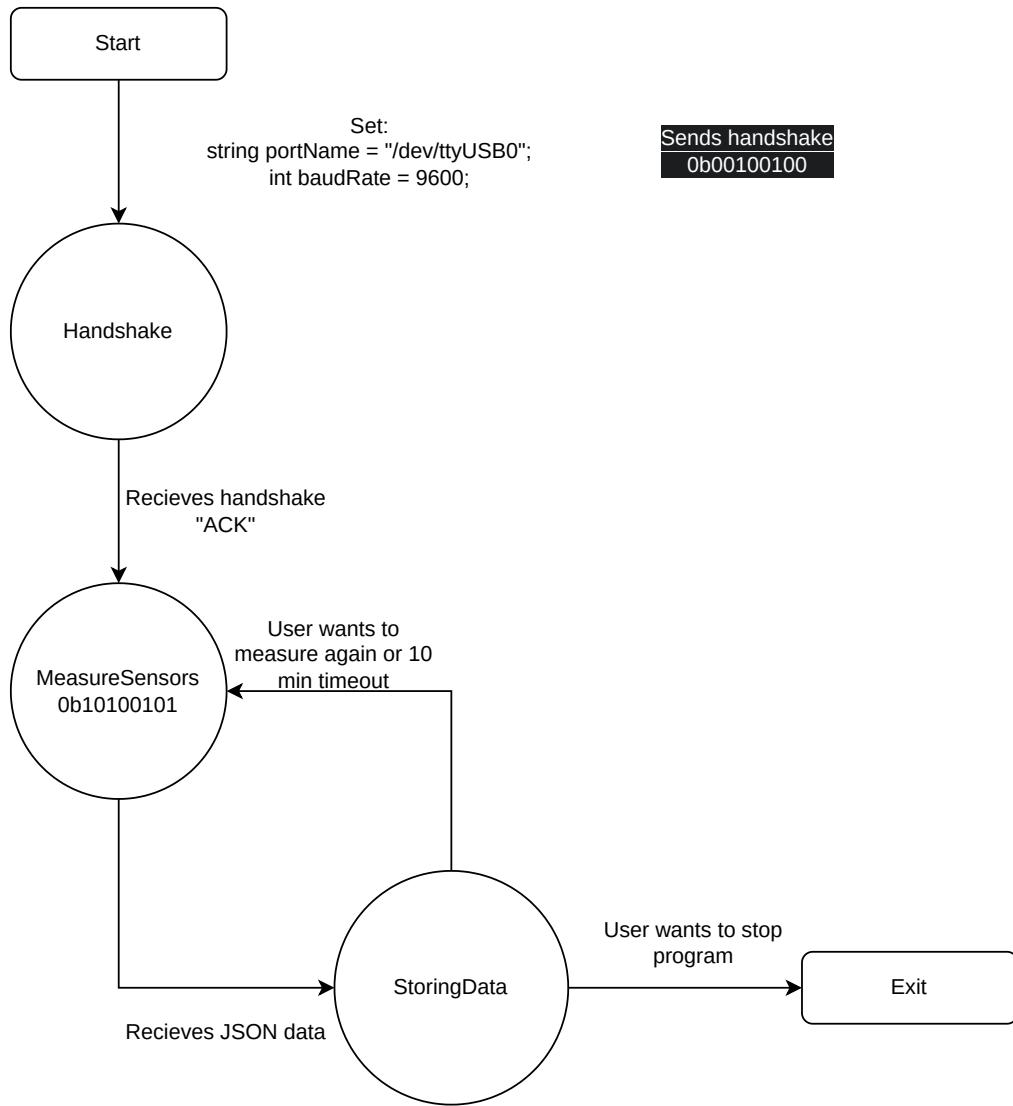
- “Snel iets werkends hebben”
- “Duurzaam en schaalbaar een systeem bouwen”?

Hoofdcategorie	Concrete sensoren / toepassingen	Wat ze meten
Mechanisch / kracht	Bandjes die uitzetten, rekstroken / stretch sensors, plakketjes op huid (spieractivatie), bloeddrukmeters, acupunctuur-voelers	Spieractivatie, kracht, druk, vervorming, uitzetting
Beweging / positie	Accelerometers / gyroscopen / IMU, radarsensoren voor beweging in bed, sensorpack op lichaam, detectie van beweging bij ontbrekende ledematen	Versnelling, positie, hoek, beweging, hoogte
Temperatuur	Warmtesensoren, thermische camera's	Huidtemperatuur, lichaamswarmte
Magnetisch / elektrisch	Elektrische geleiding van huid (GSR), EMG sensoren, fysio-apparatuur die elektrische pulsjes geeft	Spieractivatie, elektrische signalen, huidgeleiding
Optisch / visueel	Camera / videobeeld, ultrasoon sensoren, radarmodule voor houding en beweging, beeldvormingssensoren	Afstand, beweging, positie, beeld, straling/licht
Chemisch / biologisch	Acupunctuur-technologie (reactie via huid), sensoren voor zuurstof, bloedchemie, zweetanalyse	Chemische veranderingen, biofeedback, fysiologische reacties



State Diagram:
Powelifting sensor Arduino V01





Bronvermelding: Gebruikte ChatGPT-interacties

OpenAI. (2025, oktober 27). **Prompts gebruikt voor het verbeteren en aanvullen van het HBO-rapport over het powerlifting-analyse prototype:**

1. "Verbeter deze tekst over het ontwerp van een powerlifting-analyse prototype voor HBO-niveau."
2. "Verbeter het stuk over diagrammen, state-diagram, flowchart en ER-diagram, en stroomlijn de uitleg."
3. "Verwerk contextinformatie over de MPU-6500 IMU-sensor in de projectbeschrijving."