**Bachelorproef: Proof-of-Concept**

**Real-time queue management system**

**using Internet of Things (IoT)**

**IMPLEMENTATION PLAN**

**VERSION 1.0 | 28/02/2025**

# **1.** **Introduction**

## **Purpose**

*Het doel van dit plan is om de implementatie van een systeem te beschrijven dat gericht is op het verminderen van wachttijden in spoedeisende-hulpafdelingen met behulp van IoT. Dit document definieert de reikwijdte, doelstellingen en technische vereisten voor een succesvolle implementatie.*

### **Assumptions and Constraints**

***Aannames***

*Bij de ontwikkeling en uitvoering van de Proof-of-Concept (PoC) voor het* ***Real-Time Smart Queue Management systeem met IoT*** *worden de volgende aannames gehanteerd:*

* ***Planning:*** *De PoC wordt binnen de geplande tijd uitgevoerd, waarbij voldoende tijd is voorzien voor ontwikkeling, testen en evaluatie.*
* ***Budget:*** *Het beschikbare budget is toereikend voor de aanschaf van sensoren, de centrale eenheid, netwerkinfrastructuur en cloudopslag.*
* ***Beschikbaarheid van middelen en vaardigheden:*** *Het projectteam beschikt over de nodige technische expertise op het gebied van IoT, data-analyse en cloud computing.*
* ***Gebruik van bestaande technologieën:*** *Waar mogelijk wordt gebruikgemaakt van bestaande cloudplatformen en standaard sensoren om de implementatie te versnellen.*
* ***Testomgeving:*** *De PoC wordt uitgevoerd in een gecontroleerde omgeving binnen een spoedafdeling in Vlaanderen, waarbij realistische, maar niet grootschalige operationele scenario’s worden gesimuleerd.*

***Beperkingen***

*Bij de implementatie van de PoC moeten de volgende beperkingen in acht worden genomen:*

* ***Tijdsbeperkingen:*** *De PoC heeft een beperkte looptijd, wat betekent dat niet alle optimalisaties of uitbreidingen binnen dit project zullen worden gerealiseerd.*
* ***Budgettaire beperkingen:*** *De implementatie is gebonden aan het beschikbare budget, waardoor geavanceerdere sensortechnologieën of uitbreidingen mogelijk niet haalbaar zijn.*
* ***Beperkte toegang tot patiëntgegevens:*** *Aangezien het systeem geen persoonlijke gegevens verwerkt, kunnen de resultaten alleen op basis van geanonimiseerde patronen worden geëvalueerd, wat de precisie van sommige analyses kan beïnvloeden.*
* ***Technologische beperkingen:***
  + *De nauwkeurigheid van sensoren kan variëren afhankelijk van de positionering en externe factoren zoals lichtomstandigheden of fysieke obstakels.*
  + *De draadloze communicatie tussen sensoren en de centrale eenheid kan onderhevig zijn aan interferentie in een ziekenhuisomgeving.*
* ***Regelgeving en ethische richtlijnen:*** *Het systeem moet volledig voldoen aan privacyregelgeving en ethische richtlijnen, wat aanvullende verificaties en goedkeuringen kan vereisen alvorens de PoC operationeel wordt.*

### **Project Organization**

*De implementatie van de* ***Proof-of-Concept: Real-Time Smart Queue Management systeem met IoT*** *omvat zowel hardware- als softwarecomponenten. Dit hoofdstuk beschrijft de projectstructuur, de belangrijkste onderdelen van de implementatie en hoe het project wordt beheerd.*

***Projectstructuur en Componenten***

*De implementatie is onderverdeeld in drie hoofdlagen:*

1. ***Hardwarelaag (IoT-sensoren en controllers)***
   * ***Sensor Controller****: Stuurt de aangesloten sensoren aan en verwerkt de ruwe data.*
   * ***Bewegingssensoren****: Detecteren patiëntbewegingen binnen de wachtruimte.*
   * ***Druksensoren****: Onder de stoelen geplaatst om te bepalen of een stoel bezet is.*
   * ***Thermische camera****: Identificeert staande patiënten zonder gebruik van persoonlijke gegevens.*
   * ***Centrale eenheid (Server/Raspberry Pi)****: Verzamelt en verwerkt sensorgegevens en stuurt deze door naar de cloud.*
2. ***Softwarelaag (Dataverwerking en Interface)***
   * ***Dataverwerking****: Software filteren en analyseren de data om wachttijden en patiëntvolgorde te berekenen.*
   * ***Cloudplatform****: Slaat gegevens op en verwerkt ze in Real-Time voor verdere analyse.*
   * ***Dashboard****: Een webapplicatie die Real-Time inzichten biedt over het aantal wachtende patiënten en hun geschatte wachttijden.*
3. ***Communicatielaag***
   * ***Draadloze en seriële communicatie*** *tussen de sensoren en de centrale eenheid.*
   * ***Beveiligde dataoverdracht*** *via versleutelde protocollen zoals TLS.*

# **2. Management Overview**

*De implementatie wordt uitgevoerd in verschillende fasen om een gestructureerde en efficiënte uitvoering te garanderen.*

## **Description of Implementation**

*De implementatie is opgedeeld in de volgende fasen:*

1. ***Analyse en Ontwerp***
   * *Analyseren van Locatieplan.*
   * *Selecteren van geschikte hardwarecomponenten en softwaretechnologieën.*
2. ***Prototype-ontwikkeling***
   * *Implementeren van een testversie van het systeem met een beperkte set sensoren.*
   * *Validatie van sensorfunctionaliteit en initiële dataverwerking.*
3. ***Uitrol en Integratie***
   * *Installeren van sensoren en de centrale eenheid in de wachtruimte.*
   * *Opzetten van cloudinfrastructuur en beveiligde dataverbindingen.*
4. ***Testen en Validatie***
   * *Testen van de accuraatheid van wachttijdberekeningen.*
   * *Evalueren van systeemprestaties onder realistische omstandigheden.*
5. ***Eindrapport en Evaluatie***
   * *Documenteren van bevindingen en aanbevelingen voor een eventuele full-scale implementatie.*

*Door deze gefaseerde aanpak wordt de implementatie systematisch uitgevoerd en wordt het risico op problemen tijdens de uitrol geminimaliseerd.*

# **3. Major Tasks**

*De implementatie van het* ***Real-Time Smart Queue Management Systeem met IoT*** *vereist een gestructureerde benadering met duidelijke taken en een zorgvuldige afweging van verschillende strategieën. De belangrijkste taken zijn als volgt:*

***1. Systeemontwerp en Architectuurdefinitie***

* ***Doel:*** *Ontwerpen van de systeemarchitectuur, inclusief hardware- en softwarecomponenten.*
* ***Benodigde middelen:***
  + *Hardware: Sensoren, centrale eenheid, cloudomgeving*
  + *Software: Verwerking en analyse, beveiliging, debouncing en filtering, communicatie, integratie van thermische camera, dashboard*
* ***Succescriteria:*** *Goedgekeurde architectuurdocumentatie en proof-of-concept model*

***2. Hardware-installatie en configuratie***

* ***Doel:*** *Installeren en configureren van de sensoren en de centrale eenheid in een testomgeving.*
* ***Benodigde middelen:*** *Sensoren (bewegingssensoren, infraroodsensoren, druksensoren, thermische camera), montagekits*
* ***Succescriteria:*** *Correcte installatie en succesvolle communicatie tussen hardwarecomponenten*

***3. Integratie van software***

* ***Doel:*** *Installeren en configureren van de nodige software op de centrale eenheid en cloud omgeving.*
* ***Benodigde middelen:***
  + *Software: TODO*
  + *Frameworks: TODO*
* ***Succescriteria:*** *Werkend prototype met testdata*

***4. Gegevensvoorbereiding en testfase***

* ***Doel:*** *Verzamelen en simuleren van testgegevens om de accuraatheid en betrouwbaarheid van het systeem te evalueren.*
* ***Benodigde middelen:*** *Testomgevingen, gesimuleerde patiëntbewegingen*
* ***Succescriteria:*** *Succesvolle validatie van dataverwerking en wachttijdberekening*

***5. Implementatiestrategie en uitrol***

* ***Opties:***
  + ***Incrementele implementatie:*** *Stapsgewijze implementeren om aanpassingen te vergemakkelijken.* 
    - *Voordelen: Beperkte verstoring van de dienstverlening, mogelijkheid tot bijsturing*
    - *Nadelen: Langere implementatieduur*
    - *Risico's: Mogelijke incompatibiliteit tussen verschillende fasen*

# **4. Documentation**

*De documentatie over de Privacy Policy wordt samen met dit document verzonden. Als dit niet het geval is, verzoeken wij u vriendelijk een e-mail te sturen naar:* [*brahim.mahfoudhi@student.hogent.be*](mailto:brahim.mahfoudhi@student.hogent.be)

# **5. Acceptance Criteria**

***Functional requirements****:*

* ***Volledige werking van de IoT-oplossing****: De PoC moet demonstreren dat IoT-apparaten in staat zijn om relevante gegevens over patiëntstatus en wachttijden te verzamelen en door te geven.*
* ***Visualisatie van wachttijden****: Er moet een dashboard of ander visueel hulpmiddel zijn om de wachttijden van patiënten in de wachtruimte te tonen en te monitoren.*

***Performance benchmarks:***

* ***Nauwkeurigheid van gegevens****: De gegevens die door de IoT-apparaten worden verzameld, moeten met ten minste 95% nauwkeurigheid overeenkomen met de werkelijke situatie.*
* ***Tijdige gegevensoverdracht****: Gegevens van de IoT-apparaten moeten binnen een specifieke tijdslimiet worden verzameld en doorgestuurd naar de centrale eenheid.*

# **6. Glossary**

* ***IoT (Internet of Things)****: Technologie waarbij apparaten en sensoren verbonden zijn met het internet om gegevens te verzamelen en uit te wisselen.*
* ***PoC (Proof-of-Concept)****: Een testimplementatie om de haalbaarheid en werking van een idee of technologie te valideren.*
* ***Real-Time Smart Queue Management****: Een systeem dat in real-time wachttijden analyseert en beheert door het gebruik van IoT-technologieën.*
* ***Cloudplatform****: Een extern beheerde IT-infrastructuur die wordt gebruikt voor gegevensopslag, verwerking en analyse.*
* ***Sensor Controller****: Een hardwarecomponent die gegevens van aangesloten sensoren verzamelt en verwerkt.*
* ***Bewegingssensor****: Een sensor die de bewegingen van patiënten in een wachtruimte detecteert.*
* ***Druksensor****: Een sensor die detecteert of een stoel bezet is door een patiënt.*
* ***Thermische camera****: Een camera die warmte detecteert om staande patiënten te identificeren zonder persoonlijke gegevens vast te leggen.*
* ***Centrale eenheid****: Een server of Raspberry Pi die gegevens van sensoren verzamelt en verwerkt.*
* ***Dashboard****: Een webapplicatie die real-time informatie biedt over wachttijden en patiëntvolgorde.*
* ***TLS (Transport Layer Security)****: Een cryptografisch protocol voor beveiligde dataoverdracht.*
* ***Debouncing****: Een techniek om ongewenste signaalschommelingen in elektronische componenten of sensoren te filteren.*
* ***Filtering****: Het proces van het verwijderen van ruis of onnodige gegevens uit een dataset.*
* ***Integratie****: Het samenvoegen van verschillende software- en hardwarecomponenten om een werkend systeem te creëren.*
* ***Privacyregelgeving****: Wettelijke richtlijnen zoals de GDPR die de verwerking en opslag van persoonsgegevens reguleren.*
* ***Nauwkeurigheid van gegevens****: De mate waarin de verzamelde gegevens overeenkomen met de werkelijkheid.*
* ***Testomgeving****: Een gecontroleerde omgeving waarin het systeem wordt getest voordat het in een operationele setting wordt gebruikt.*
* ***Succescriteria****: De meetbare voorwaarden waaraan een project of systeem moet voldoen om als succesvol te worden beschouwd.*

**7. References**

*Voeg de naam, versienummer, beschrijving en fysieke locatie toe van alle documenten die in dit document worden vermeld. Voeg indien nodig rijen toe aan de tabel.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DOCUMENT NAME** | **DESCRIPTION** | **LOCATION** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**12. Project Implementation Plan Approval**

**Ondergetekenden erkennen dat zij het implementatieplan voor Real-Time queue management system**

**using Internet of Things (IoT) hebben beoordeeld en akkoord gaan met de informatie in dit document. Wijzigingen in dit implementatieplan worden gecoördineerd met en goedgekeurd door de ondergetekenden of hun aangewezen vertegenwoordigers.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SIGNATURE** | **PRINTED NAME** | **DATE** |
|  |  |  |
| **TITLE** | **ROLE** | |
|  |  | |