

PROIECT DE DIPLOMA
Sistem IoT pentru controlul
accesului in clădire

Alexandru Cristian IONESCU

2021
Noiembrie

Cuprins

1	Introducere	3
1.1	Obiectivele lucrării de licență	3
1.1.1	Realizarea unui studiu de piață	3
1.1.2	Dezvoltarea unui sistem compatibil POTS pentru interfatarea în rețeaua IoT	3
1.2	Descrierea domeniului din care face parte tema de licență	3
1.2.1	Istoric	3
1.2.2	Curent	4
1.3	Prezentare pe scurt a capitolelor	4
2	Descrierea problemei abordate	5
2.1	Formularea problemei	5
2.2	Studiu asupra realizărilor similare din domeniu	5
2.2.1	Videx UK	5
2.2.2	Google Nest x Yale Lock	6
2.2.3	Level Lock - Touch Edition	6
2.2.4	Comparatii	7
2.3	Stabilirea cerințelor funcționale și nefuncționale ale sistemului	7
2.3.1	Controlul accesului într-un apartament	7
2.3.2	Expunerea unui serviciu REST pentru interfatarea cu alte sisteme	7
2.3.3	Implementarea unei funcții pentru răspuns automat	8
2.3.4	Dezvoltarea unui client mobil Android	8
2.3.5	Control granular asupra datelor stocate	8
2.3.6	Criptarea comunicațiilor cu serviciile web	8
2.3.7	Oferirea și revocarea accesului la sistem	8
2.3.8	Expunerea unui flux duplex audio prin tehnologia VoIP	8
3	Stadiul actual în domeniu și selectarea soluției tehnice	9
3.1	Stadiul actual al tehnologiilor utilizate pentru dezvoltarea soluției	9
3.2	Prezentarea tehnologiilor și platformelor de dezvoltare alese	9
4	Considerente legate de implementarea soluției tehnice	10
4.1	Arhitectura sistemului	10
4.1.1	Raspberry Pi HUT	10
4.1.2	Webserver NodeJS	10
4.1.3	Android	10
4.2	Implementarea sistemului	11
4.3	Testarea sistemului	11

5	Studiu de caz	12
5.1	Raspuns automat	12
5.2	Raspuns de la distanta	12
6	Concluzii	13
7	Bibliografie	15

Capitolul 1

Introducere

1.1 Obiectivele lucrării de licență

1.1.1 Realizarea unui studiu de piata

În continuare voi realiza un scurt studiu de piata pe nișa sistemelor Internet of Things (IoT) destinate uzului casnic. Un caz particular de astfel de dispozitive sunt cele care îndeplinesc funcția de interfon sau oferă controlul accesului într-o încălț de la distanță.

În momentul de față există pe piață o multitudine de produse de tip încuietoră inteligentă sau sisteme tip interfon GSM, atât de la producători cunoscuți cât și de la branduri nou înființate.

Soluțiile prezentate mai sus au dezavantajul că nu au fost concepute să fie integrate cu un sistem existent, într-un bloc mai vechi. Prin urmare există un segment de piață de utilizatori care ar dori să beneficieze de funcțiile interfonului inteligent, dar nu pot deoarece asta ar presupune schimbarea sistemului din întreaga clădire.

1.1.2 Dezvoltarea unui sistem compatibil POTS pentru interfatarea în rețeaua IoT

Pentru a putea oferi funcțiile inteligente unei audiențe cât mai largă, sistemul propus în această lucrare se poate conecta la rețeaua Plain Old Telephone Service (POTS) printr-o simplă mufă RJ11.

1.2 Descrierea domeniului din care face parte tema de licență

Această lucrare face parte dintr-un domeniu mai vechi, dar care a prins amploare recent, domeniul automatizărilor casnice și IoT.

1.2.1 Istoric

Interesul în conectarea locuințelor pentru a obține funcționalitate adițională datează încă din anii 60, majoritatea fiind concepute prototipate de entuziaști cu înclinații spre electronică.

Jim Sutherland, inginer la Westinghouse a creat primul sistem de automatizare a domiciliului în anul 1964, ECHO IV. Acesta era capabil să controleze temperatura, alte aparate

casnice cat si sa permita retinerea de mementouri sau liste de cumparaturi. Cu introducerea retelei Advanced Research Projects Agency Network (ARPANet) in 1969, un precursor al Internetului, universul dispozitivelor casnice conectate a cunoscut o perioada rapida de dezvoltare in anii urmasori [6].

Trecerea de la novelty la un sistem ce ofera functii cu adevarat practice a venit sub forma proiectului "X10 Home Automation". Acesta se putea integra cu sistemul de climatizare existent al cladirii, controla electrocasnice mici, cat si corpuri de iluminat.

In anul 1984, Asociatia Nationala a Constructorilor din Statele Unite a creat un grup de control numit "Smart House" pentru a accelera includerea tehnologiei in proiectele viitoare [1].

Pentru consumatori, dezvoltarile din urmasorii ani au adus usi automate pentru garaje, termostate programabile sau sisteme de securitate in cadrul munden, concomitent reducand preturile solutiilor oferite. In ciuda acestor semne, sociologii au concluzionat la vremea respectiva ca nu exista un interes real in conceptul "Smart House".

1.2.2 Curent

Solutiile de tip "Smart Home" din prezent se integreaza in general cu o retea precum Espressif, Apple HomeKit sau Google Home. Aceasta permite controlul dispozitivelor conectate prin intermediul telefonului mobil.

- Apple HomeKit/Google Home
- Nest TC

1.3 Prezentare pe scurt a capitolelor

Capitolul 2

Descrierea problemei abordate

2.1 Formularea problemei

În urma studiului de piață din capitolul anterior am concluzionat că există un segment de utilizatori care ar fi interesați în a folosi un astfel de sistem. În cele ce urmează voi prezenta

2.2 Studiu asupra realizărilor similare din domeniu

2.2.1 Videx UK

Interfoanele GSM de la Videx sunt conectate la rețeaua mobilă de telefonie și permit operarea unei porți prin intermediul unui rețeauă. Ele necesită doar o sursă de curent externă, o antenă și o cartelă Subscriber Identity Module (SIM) pentru a opera.



Figura 2.1: Sistem interfon Videx GSM [4]

Printre funcționalitățile principale se numără:

- Poate include un cititor de carduri RFID și cheie
- Versiune rezistentă la vandalism
- Până la 4 numere de telefon per apartament, pentru redundanță. În cazul în care primul număr nu se poate apela sau nu răspunde, se va încerca următorul număr programat

- Oferă aplicație Android și iOS pentru programat unitatea

Dezavantaje:

- Nu oferă integrare cu servicii din rețeaua IoT

2.2.2 Google Nest x Yale Lock

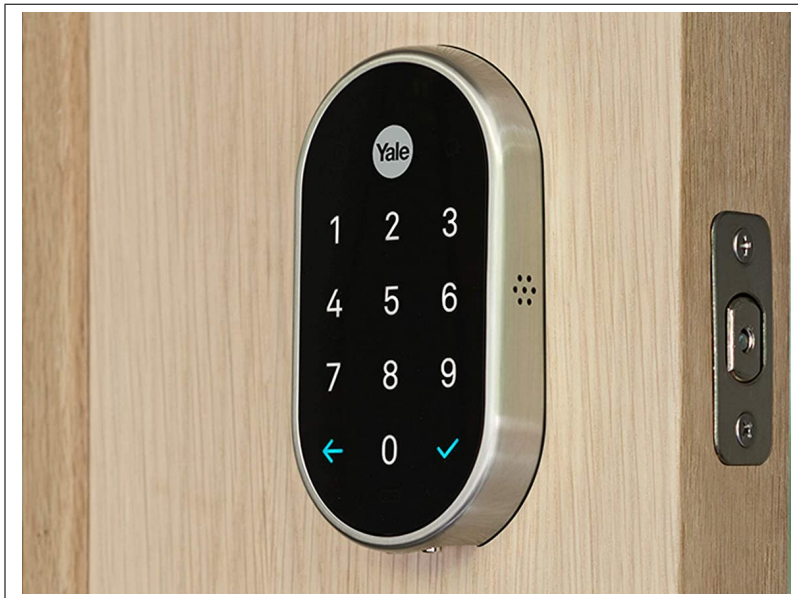


Figura 2.2: Nest x Yale Lock [5]

Avantaje:

- Permite accesul prin intermediul unui PIN ales de utilizator
- Oferă alerte când cineva închide sau deschide ușa
- Oferă integrare cu Google Home și Nest Home

Dezavantaje:

- Are nevoie de 4 baterii tip AA pentru a funcționa
- Nu are acces cu cheie sau cartelă
- Nu are versiune rezistentă

2.2.3 Level Lock - Touch Edition

Level Lock este o încuietorie inteligentă de tip zăvor. Are un design minimalist și ascunde partea electronică în interiorul ușii pentru mai multă securitate.

Avantaje:

- Multiple modalități de acces, printre care: amprentă, PIN,
- Oferă alerte când cineva închide sau deschide ușa
- Oferă integrare cu Google Home și Nest Home

Apple listing



Figura 2.3: Level Lock [3]

2.2.4 Comparatii

Produsele de mai sus adreseaza probleme diferite, dar incearca sa ofere functionalitati similare. Sistemul oferit de Videx Security prezinta un design rezistent, dar familiar tuturor utilizatorilor si este destinat cladirilor cu mai multi locatari. In contrast, cele doua incuietori inteligente ofera o integrare avansata in reseaua IoT si multiple cai de acces, dar sunt destinate unei singure locuinte.

Incuietoarea de la Yale prezinta cea mai inovativa abordare a acestui design prin decizia deliberata de a nu oferi posibilitatea de acces cu cheie. Astfel, simplifica partea mecanica eliminand singura cale de acces din exterior catre mecanismul incuietorii.

Produsul celor de la Videx Security se bazeaza pe o tehnologie utilizata la scara larga si prin urmare prezinta

Din lipsa unor standarde in domeniu, dispozitivele noi sufera de alte tipuri de probleme: [2]

2.3 Stabilirea cerințelor funcționale si nefuncționale ale sistemului

2.3.1 Controlul accesului intr-un apartament

Scopul principal al acestui sistem este de a oferi sau nu acces intr-o incinta, prin urmare consider aceasta cea mai importanta cerinta functionala.

2.3.2 Expunerea unui serviciu REST pentru interfatarea cu alte sisteme

Expunerea si abstractizarea terminalului POTS este realizata printr-un set de servicii Representational State Transfer (REST) care controleaza starea sa. Acest lucru ne permite

interfatarea cu aplicatia mobila, interfata de administrare web si alte servicii precum Google Home/Google Assistant/Apple HomeKit.

2.3.3 Implementarea unei functii pentru raspuns automat

Aceasta functie va permite utilizatorului sa stabileasca o perioada de timp pentru care sistemul va oferi accesul neconditionat.

2.3.4 Dezvoltarea unui client mobil Android

Principalul client care va interactiona cu serviciile REST va fi aplicatia mobila ce va avea rolul de a notifica userul cand ii suna interfonul si de a controla starea sistemului.

2.3.5 Control granular asupra datelor stocate

Arhitectura aplicatiei necesita interactiunea cu o baza de date, care poate fi tinuta in cloud, pentru convenabilitate sau local. Folosind tehnologii de containerizare precum Docker, putem stoca baza de date local, informatiile fiind stocate intr-un mediu controlat.

2.3.6 Criptarea comunicatiilor cu serviciile web

Avand in vedere nivelul de acces pe care l-ar oferi un exploit al acestei solutii, comunicatiile intre server si clienti trebuie realizate printr-un canal criptat de tip Secure Sockets Layer (SSL). Credentialele userului si ulterior tokenul de acces trebuie trimise doar dupa verificarea autenticitatii serverului si a pachetelor trimise.

2.3.7 Oferirea si revocarea accesului la sistem

Dorim de exemplu sa oferim acces neconditionat unui prieten apropiat pentru a intra in bloc fara a mai suna la interfon. De asemenea ar trebui sa putem realiza si inversul acestei operatii.

2.3.8 Expunerea unui flux duplex audio prin tehnologia VoIP

Pasul final in dezvoltarea acestui sistem ar fi interfatarea cu un Analog to Digital Convertor (ADC) si un Digital to Analog Convertor (DAC) si expunerea streamurilor de date prin Voice Over IP (VoIP)

Capitolul 3

Stadiul actual in domeniu si selectarea soluției tehnice

- 3.1 Stadiul actual al tehnologiilor utilizate pentru dezvoltarea soluției**
- 3.2 Prezentarea tehnologiilor si platformelor de dezvoltare alese**

Capitolul 4

Considerente legate de implementarea soluției tehnice

4.1 Arhitectura sistemului

Sistemul prezentat presupune atât o parte hardware, cât și una software. Hardwareul realizează adaptarea dintre terminalul analog POTS și placa digitală de dezvoltare Raspberry Pi, iar ca software am folosit NodeJS pentru server și Android pentru a implementa un client al serverului.

4.1.1 Raspberry Pi HUT

Pentru a proiecta un Printed Circuit Board (PCB) am folosit softwareul Fritzing. Acesta permite proiectarea schemei electrice și ulterior trasarea conexiunilor pe layoutul fizic al plăcii.

Actionarea butoanelor terminalului POTS se realizează cu ajutorul unor opto-cuploare, izolând circuitul interfonului care este proiectat pentru a funcționa cu spike-uri de până la 90V de circuitul Raspberry Pi.

Detectarea unui apel este realizată prin legarea unui Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) la bornele difuzorului terminalului POTS și inserierea cu un amplificator operational în regim de comparator cu referință de 0.1V. Am folosit de asemenea și un Filtru Trece Jos deoarece terminalul este sensibil la zgomote, declanșând accidental notificarea.

4.1.2 Webserver NodeJS

NodeJS este un

4.1.3 Android

Android este o platformă mobilă care s-a maturizat pe parcursul a 12 versiuni majore și principalul competitor de piață al iOS.

4.2 Implementarea sistemului

4.3 Testarea sistemului

Capitolul 5

Studiu de caz

5.1 Raspuns automat

Mi-am comandat pizza si ajunge in timp ce folosesc pistolul de lipit. Prin urmare voi programa interfonul sa raspunda si sa deschida automat usa la urmatorul apel.

5.2 Raspuns de la distanta

Mi-am pierdut cartela standard Radio-Frequency Identification (RFID) pentru a intra in bloc. Asadar, voi suna la numarul apartamentului meu si voi folosi aplicatia mobila pentru a raspunde la propriul apel.

Capitolul 6

Concluzii

concluzia domnuleee?

Acronime

ADC Analog to Digital Convertor. 8

ARPANet Advanced Research Projects Agency Network. 4

DAC Digital to Analog Convertor. 8

GSM Global System for Mobile Communications. 5

IoT Internet of Things. 3, 6, 7

MOSFET Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. 10

PCB Printed Circuit Board. 10

POTS Plain Old Telephone Service. 3, 7, 10

REST Representational State Transfer. 7, 8

RFID Radio-Frequency Identification. 5, 12

SIM Subscriber Identity Module. 5

SSL Secure Sockets Layer. 8

VoIP Voice Over IP. 8

Capitolul 7

Bibliografie

- [1] Frances K Aldrich. "Smart homes: past, present and future". in *Inside the smart home*: Springer, 2003, **pages** 18–18.
- [2] Alexandra Gheorghe. *The Internet of Things: Risks in the connected home*. Research Paper BD-NGZ-86847. Bitdefender, 2016.
- [3] Level Home. *Level Lock: The Smallest and Most Advanced Smart Lock Ever*. 2019. URL: <https://level.co/products/lock> (**urlseen** 29/04/2022).
- [4] Videx Security. *GSM Intercoms*. 2016. URL: <https://www.videxuk.com/system/gsm-intercoms> (**urlseen** 28/04/2022).
- [5] Google Store. *Nest x Yale Lock*. 2018. URL: https://store.google.com/us/product/nest_x_yale_lock?hl=en-US (**urlseen** 28/04/2022).
- [6] Zeus Integrated Systems. *A Brief History of Smart Home Automation*. 2019. URL: <https://zeusintegrated.com/blog/item/a-brief-history-of-smart-home-automation> (**urlseen** 02/06/2022).