**TITLUL LUCRĂRII DE DISERTAȚIE**

APLICAȚIE DE GESTIUNE A LOCURILOR DE PARCARE ONLINE

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Absolvent: | **Irina Andrada RADU** |
|  |  |  |
|  | Coordonator ştiinţific: | **Asistent universitar doctor inginer**  **Lorand BOGDANFFY** |

**2021**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | |
| DECAN, |  | | DIRECTOR DEPARTAMENT, | |
| **Prof. dr. ing. Liviu MICLEA** |  | **Prof. dr. ing. Rodica POTOLEA** | |

Absolvent: **Irina Andrada RADU**

**APLICAȚIE DE GESTIUNE A LOCURILOR DE PARCARE ONLINE**

1. **Enunţul temei:** *Scurtă descriere a temei lucrării de licenţă şi datele inițiale*
2. **Conţinutul lucrării:** *(enumerarea părţilor componente) Exemplu: Pagina de prezentare, aprecierile coordonatorului de lucrare, titlul capitolului 1, titlul capitolului 2,… titlul capitolului n, bibliografie, anexe.*
3. **Locul documentării**: *Exemplu*: Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Departamentul Calculatoare
4. **Consultanţi**:
5. **Data emiterii temei:** 1 noiembrie 2016
6. **Data predării:** 21 februarie 2018

|  |  |
| --- | --- |
| Absolvent: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |
| Coordonator ştiinţific: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

**Declaraţie pe proprie răspundere privind**

**autenticitatea lucrării de licenţă**

Subsemnatul(a)**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**, legitimat(ă) cu \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ seria \_\_\_\_\_\_\_ nr. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_   
CNP \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, autorul lucrării \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_elaborată în vederea susţinerii examenului de finalizare a studiilor de licență la Facultatea de Automatică și Calculatoare, Specializarea \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ din cadrul Universităţii Tehnice din Cluj-Napoca, sesiunea \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ a anului universitar \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, declar pe proprie răspundere, că această lucrare este rezultatul propriei activităţi intelectuale, pe baza cercetărilor mele şi pe baza informaţiilor obţinute din surse care au fost citate, în textul lucrării, şi în bibliografie.

Declar, că această lucrare nu conţine porţiuni plagiate, iar sursele bibliografice au fost folosite cu respectarea legislaţiei române şi a convenţiilor internaţionale privind drepturile de autor.

Declar, de asemenea, că această lucrare nu a mai fost prezentată în faţa unei alte comisii de examen de licenţă.

In cazul constatării ulterioare a unor declaraţii false, voi suporta sancţiunile administrative, respectiv, *anularea examenului de licenţă*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  | Nume, Prenume  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |  |
|  |  | Semnătura |

**De citit înainte** (această pagină se va elimina din versiunea finală):

1. Cele trei pagini anterioare (foaie de capăt, foaie sumar, declaraţie) se vor lista pe foi separate (nu faţă-verso), fiind incluse în lucrarea listată. Foaia de sumar (a doua) necesită semnătura absolventului, respectiv a coordonatorului. Pe declaraţie se trece data când se predă lucrarea la secretarii de comisie.
2. Pe foaia de capăt, se va trece corect titulatura cadrului didactic îndrumător (consultaţi pagina de unde aţi descărcat acest document pentru lista cadrelor didactice cu titulaturile lor).
3. Documentul curent a fost creat în **MS Office 2007.** Dacă folosiţi alte versiuni e posibil sa fie mici diferenţe de formatare, care se corectează (textul conţine descrieri privind fonturi, dimensiuni etc.).
4. **Cuprinsul** începe pe pagina nouă, impară (dacă se face listare faţă-verso), prima pagina din capitolul **Introducere** tot aşa, fiind numerotată cu 1. Pentru actualizarea cuprinsului, click dreapta pe cuprins (zona cuprinsului va apare cu gri), Update field->Update entire table.
5. Vizualizaţi (recomandabil şi în timpul editării) acest document după ce activaţi vizualizarea simbolurilor ascunse de formatare (apăsaţi simbolul **** din *Home/Paragraph*).
6. Fiecare capitol începe pe pagină nouă, datorită simbolului ascuns Section Break (Next Page) care este deja introdus la capitolul precedent. Dacă ştergeţi din greşeală simbolul, se reintroduce (*Page Layout -> Breaks*).
7. Folosiţi stilurile predefinite (Headings, Figura, Tabel, Normal, etc.)
8. Marginile la pagini nu se modifică (Office 2003 default).
9. Respectaţi restul instrucţiunilor din fiecare capitol.

Cuprins

[Capitolul 1. Introducere – Contextul proiectului 1](#_Toc384994105)

[1.1. Contextul proiectului 1](#_Toc384994106)

[Capitolul 2. Obiectivele proiectului 3](#_Toc384994108)

[2.1. Înregistrarea conturilor utilizator și păstrarea informațiilor legate de modalitățile de plată ale clienților confidențiale 1](#_Toc384994106)

[2.2. Facilitarea unei modalități de rezervare a unui loc de parcare pentru o perioadă dată ..................... 1](#_Toc384994106)

[2.2.1. Neocuparea locului de parcare la începerea rezervării 1](file:///C:\Users\Andrada\AppData\Local\Temp\TemplateLicentaRom2018.doc#_Toc384994107)

[2.2.2. Neeliberarea locului de parcare la încheierea rezervării 1](file:///C:\Users\Andrada\AppData\Local\Temp\TemplateLicentaRom2018.doc#_Toc384994107)

[2.2.3. Prelungirea timpului alocat rezervării 1](file:///C:\Users\Andrada\AppData\Local\Temp\TemplateLicentaRom2018.doc#_Toc384994107)

[2.3. Facilitarea înregistrării pentru primirea unui abonament pentru un loc de parcare ...............................................................................................................................1](#_Toc384994106)

[2.4. Oferirea unei platforme care poate fi utilizată cu ușurință pentru a configura și gestiona o parcare 1](#_Toc384994106)

[Capitolul 3. Studiu bibliografic 4](#_Toc384994109)

[3.1. Smart Community Parking: sharing parking locations 1](#_Toc384994106)

[3.2. Parktopedia ..................... 1](#_Toc384994106)

[3.3. SMS Parking 1](#_Toc384994106)

[Capitolul 4. Analiză şi fundamentare teoretică 5](#_Toc384994110)

[Capitolul 5. Proiectare de detaliu si implementare 5](#_Toc384994111)

[Capitolul 6. Testare şi validare 5](#_Toc384994112)

[Capitolul 7. Manual de instalare si utilizare 5](#_Toc384994113)

[Capitolul 8. Concluzii 5](#_Toc384994114)

[Bibliografie 5](#_Toc384994115)

[Anexa 1 (dacă este necesar) 5](#_Toc384994116)

# Introducere – Contextul proiectului

Proiectul propus se situează in contextul problemelor actuale cu care se confruntă în general orașele mari și mai recent chiar și cele de dimensiuni mai mici, mai precis acela al lipsei locurilor de parcare. Acest proiect se adresează persoanelor care își doresc să-și găsească un loc de parcare atunci când merg la cumpărături fără să stea cu frică deoarece mașina le-ar putea fi lovită sau ar putea fi amendați.

Orașe precum Timișoara, Cluj sau București sunt recunoscute la nivel național datorită locurilor de parcare sau mai bine spus a lipse acestora după cum descriu numeroase articole de știri precum ”Cele 7 probleme uriașe din centrul Timișoarei, cauzate de lipsa locurilor de parcare”[1]. Un studiu realizat de o companie startup din Cluj a concluzionat că 80% din locurile de parcare ale parcărilor private sunt libere pe timpul nopții și ar putea fi gestionate astfel încât un profit considerabil pentru oraș[2].

Proiectul propus vine cu o soluție nouă și inovatoare pentru a gestiona dificultatea pe care utilizatorii o pot întâmpina în a găsi un loc de parcare mai ales la orele de vârf.

## Contextul proiectului

Recent numărul de mașini din orașele mari a crescut și continuă să crească conform unui articol publicat în 2019, s-a înregistrat o creștere de 15.04% în iunie 2019 față de aceiași lună a anului precedent[3]. Una dintre activitățile preferate de români în timpul weekend-urilor sunt vizitele la mall. De multe ori la sfârșit de săptămână parcările mall-urilor sunt pline până la refuz.

Aplicația prezentată în această lucrare propune un sistem prin care clienții își pot reține un loc de parcare din timp astfel încât să fie capabili să meargă la cumpărături fără să se fie necesar să piardă timp pentru căutarea unui loc. Sistemul vine cu posibilitatea de procesa plăți online sau chiar a închiria locuri de parcare pentru angajații mall-urilor/supermarket-urilor.

Unul din scopurile sistemul este de a implica un minim de echipament necesar (un telefon mobil) și de a permite flexibilitate în ceea ce privește anulare, amânarea programărilor. Dificultatea de a configura o parcare a fost de asemenea luată în considerare în faza de proiectare a proiectului, administratorii sistemului trebuie să ai posibilitatea de a modifica detalii legate de locurile de parcare fără să dețină un bagaj de cunoștințe foarte bogat în domeniul IT-ului.

# Obiectivele Proiectului

O problemă majoră a țării noastre o reprezintă lipsa locurilor de parcare, mai ales în zonele centrale ale orașelor mari. Proiectul de față își propune să optimizeze timpul petrecut pe locurile deja existente astfel încât timpii de așteptare din trafic să fie reduși.

Această situație este o problemă de actualitate și lucrurile par să se înrăutățească. Există numeroase proiecte care au primit alocări cu fonduri Europene pentru a gestiona aglomerația. Aceste soluții pot primi suport din domeniul IT-ului astfel încât îmbunătățirile să apară cât mai repede.

Sistemul de gestiune al locurilor de parcare are următoarele obiective:

1. Înregistrarea conturilor utilizator și păstrarea informațiilor legate de modalitățile de plată ale clienților confidențiale.
2. Facilitarea unei modalități de rezervare a unui loc de parcare pentru o perioadă dată
3. Facilitarea înregistrării pentru primirea unui abonament pentru un loc de parcare
4. Oferirea unei platforme care poate fi utilizată cu ușurință pentru a configura și gestiona o parcare

## Înregistrarea conturilor utilizator și păstrarea informațiilor legate de modalitățile de plată ale clienților confidențiale

Acest obiectiv are scopul de a garanta siguranța de utilizare a sistemului. Sistemele deja existente permit plata prin SMS pentru parcări însă proiectul de față vine cu o soluție alternativă de plată și anume cea cu cardul. Datele aferente cardurilor însă sunt confidențiale și sistemul trebuie să garanteze siguranța înregistrării unor astfel de informații în mediul online.

Există de asemenea și altă justificare pentru acest obiectiv și anume acela de a putea lua legătura cu clienții care depășesc timpul alocat pentru o rezervare. Utilizatorii au acces la informații generale precum numărul de telefon sau contul de utilizator și au posibilitatea de a raporta pe oricine încalcă regulamentul de utilizare al sistemului.

Pot fi menționate și alte avantaje precum: faptul că numărul de înmatriculare al mașinii trebuie înregistrat o singură dată și un client poate înregistra mai multe autovehicule.

## Facilitarea unei modalități de rezervare a unui loc de parcare pentru o perioadă dată

Rezervarea unui loc de parcare este funcționalitatea de bază a sistemului. O rezervare pentru un loc de parcare poate fi făcută din timp (cu până la o lună) înainte și poate fi anulată în orice moment (înainte de momentul în care începe). Ea poate fi plătită în avans sau după încheierea acesteia. De asemenea, utilizatorii se pot folosi de diferite filtre pentru a-și alege locul de parcare precum: etajul (dacă este cazul), proximitatea față de intrarea în parcare respectiv de ieșire, etc.

Acest obiectiv ridică numeroase probleme pe care sistemul trebuie să le gestioneze fără să creeze conflicte. Printre acestea se numără:

### Situația în care clienții nu își ocupă locul de parcare la momentul începerii rezervării

Soluția pentru acest scenariu este implementarea unui cronometru care să fie oprit de către utilizator în momentul în care ajunge pe locul de parcare. Acest cronometru poate fi configurat cu diferite perioade de timp. Clienții îl pot opri în orice moment, chiar dacă încă nu au ajuns la locul de parcare sau știu ca vor ajunge acolo cu o întârziere.

Dacă acest cronometru nu va fi totuși oprit de către client, sistemul va considera că locul de parcare este liber și le va permite altor utilizatori să-l rezerve.

### Neeliberarea locului la terminarea unei rezervări

Această problemă are o soluție similară cu cea a revendicării locului de parcare. Utilizatorii au responsabilitatea de a opri un cronometru la eliberarea locului de parcare. Sistemul permite prelungirea șederii pentru a evita alocarea aceluiași loc de parcare mai multor clienți.

Un loc de parcare nu va fi luat în considerare pentru rezervările din viitor până ce acest cronometru nu va fi oprit.

### Prelungirea pe loc a șederii pe un loc de parcare

Această situație este direct corelată cu situația menționată mai sus. S-a ales această abordare flexibilă pentru a le da libertate utilizatorilor.

## Facilitarea înregistrării pentru primirea unui abonament pentru un loc de parcare

Acest obiectiv se adresează angajaților magazinelor deoarece ei sunt cei care au nevoie de un loc de parcare stabil. Abonamentele puse la dispoziție de sistem sunt desigur pe perioade diferite de timp: permanente, anuale, de sezon sau lunare. Plata pentru aceste abonamente este gestionată de sistem. Ea poate fi făcută în mod automat la expirarea perioadei de grație banii sunt extrași din contul de utilizator și acesta este notificat de către sistem legat de această acțiune sau în mod manual, clientul va fi rugat să plătească suma restantă la momentul expirării valabilității ultimelei plăți efectuate.

## Oferirea unei platforme care poate fi utilizată cu ușurință pentru a configura și gestiona o parcare.

O platformă ușor de utilizat pentru configurarea unei parcări este un aspect important al sistemului propus. Mentenanța aplicației poate fi efectuată cu o astfel de funcționalitate de către o persoană fără cunoștințe semnificative în domeniul IT-ului.

Obiectivul le permite administratorilor să adauge locuri pentru parcare cu abonament sau să le anuleze, să vizualizeze și gestioneze abonamente din conturile de utilizator sau să verifice disponibilitatea locurilor de parcare.

Administratorul se poate folosi de platformă și cu scopul de a adăuga noi parcări. Pentru o astfel de operație el trebuie să selecteze doar numărul de nivele (cel puțin unul), numărul de zone pentru aceste nivele și numărul de locuri alocate fiecărei zone.

# Studiu Bibliografic

Problema aglomerației în trafic și implicit a absenței locurilor de parcare se situează printre prioritățile statului român. Cu această situație se confruntă primăriile orașelor mari din țară. Spre exemplu Bucureștiul este cotat ca fiind al patrulea cel mai aglomerat oraș din Europa[3]conform unui studiu întocmit de compania TomTom. Traficul a crescut considerabil în ultimul deceniu iar, creșterea a fost semnificativă în special de la anul 2018 spre 2019 conform aceluiași studiu. Alte orașe cunoscute la nivel național pentru un trafic de coșmar sunt Clujul, Timișoara sau Constanța.

Lipsa locurilor de parcare poate fi considerată o cauză a acestei probleme cât și o urmare. De multe ori șoferii sunt nevoiți să conducă în plus pentru a găsi un loc liber în care să-și lase mașina. Pe de altă parte, nu sunt locuri libere datorită faptului ca este prea aglomerat.

Proiectul de față nu presupune crearea unor locuri noi ci doar optimizarea celor deja existente. Sistemul nu poate rezolva în totalitate o astfel de problemă însă poate veni cu un suport considerabil în sprijinul șoferilor.

Având în vedere situația actuală, necesitatea unor aplicații de gestiune a locurilor de parcare este evidentă. Piața deține momentan câteva aplicații care vin cu soluții pentru această problemă însă acestea nu sunt suficient de populare încât să facă o diferență observabilă. Secțiunile următoare sunt dedicate descrierii acestor aplicații precum și a diferențelor dintre acestea și sistemul propus.

## Smart Community parking: sharing parking locations

Această aplicație a fost creată de SCP2018 și este disponibilă în magazinul Play. După cum sugerează și numele *community* idea care stă la baza ei este aceea de a implica utilizatori pentru a obține o hartă detaliată a locurilor de parcare. Utilizatorii marchează un loc de parcare înainte de a-l părăsi astfel încât alți utilizatori care se află în aceiași zonă să poată să vină și să îl ocupe. Aplicația se folosește de locurile de parcare publice.

*Smart Community* implementează următoarele funcționalități de bază:

* Parcare imediată (*Immediate parking*): prin folosirea acestei funcții sistemul va căuta un loc de parcare în zona apropiată și va direcționa utilizatorul spre acesta în momentul în care un loc disponibil va fi găsit.
* Parcare întârziată (*Delayed parking)*: pentru a efectua o căutare pe o rază de acțiune mai mare. Șoferii sunt sfătuiți să apeleze la această funcție cu până la cinci minute înainte de a ajunge la destinație. Locul de parcare trebuie rezervat.
* Plecare (*Leaving now*): funcție ce trebuie apelată la părăsirea unui loc de parcare. Utilizatorii sunt rugați să aștepte câteva secunde după folosirea acestei opțiuni astfel încât să poată fi notificați dacă sunt alți utilizatori care caută locuri de parcare în zonă sau dacă altcineva a rezervat locul pe care l-au ocupat.
* Plecare imediată (*Leaving later*): funcția pereche a parcării întârziate, similar trebuie utilizată cu două – cinci minute înainte de a părăsi locul de parcare. Responsabilitatea utilizatorilor este a selecta durata întârzierii, acțiune care va lansa un cronometru. Utilizatorii vor primi o notificare dacă altcineva a rezervat locul eliberat sau vor fi informați dacă cineva a ajuns deja la acest spațiu.

Această abordare prezintă numeroase avantaje precum:

* Ușurința de utilizare.
* Posibilitatea de înregistra un loc de parcare la o locație oarecare fără să fie necesară o structură fixă.
* Este puțin probabil să apară conflicte precum nerespectarea timpului alocat de staționare.

Pe de altă parte, nu este lipsită de dezavantaje:

* Implică foarte mult utilizatorii și pentru a fi eficientă este nevoie ca sistemul să fie suficient de popular în rândurile utilizatorilor.
* Este restricționată la locurile de parcare fără plată și numeroase zone aglomerate oferă mai degrabă parcări cu plată.

Diferențele majore dintre proiectul propus și acest sistem sunt prezentate în următorul tabel.

Tabelul 3.1 *Diferențele celor două sisteme*

|  |  |
| --- | --- |
| **Proiectul propus** | **Smart Community Parking: sharing parking locations** |
| Parcare cu structură fixă (mall, supermarket) | Locuri de parcare în zone diferite |
| Parcare cu abonament | - |
| Locuri de parcare cu plată | Locuri de parcare fără plată |
| Rezervare din timp | Rezervare cu maxim 5 minute înainte |
| Plată cu cardul | - |

În concluzie sistemul propus vine cu abordare diferită față de această aplicație. Cele două ar putea fi folosite împreună.

## Parktopedia Parking

O altă aplicație ce poate fi găsită în magazinul Play, de data acesta dezvoltată de *Google Ltd.* și cu o bază de utilizare mult mai mare decât sistemul prezentat mai sus.

Numele provine din combinarea cuvintelor *parking* (parcare) și *encyclopedia* (enciclopedie) ca și *Wikipedia* dar pentru parcări. Această aplicație oferă peste 70 de milioane de locuri de parcare datorită utilizatorilor pe care îi are.

Aplicația oferă următoarele funcții:

* Găsirea unui loc de parcare pe baza unei locații sau a unei adrese.
* Obținerea de informații spre intrarea într-o parcare sau spre un loc
* Informații legate despre disponibilitatea locurilor de parcare (doar versiunea premium și doar în anumite zone).
* Informații legate de orarul, prețurile sau modalitățile de plată ale parcărilor.
* Numeroase filtre de căutare pentru simplificarea căutării .

Sistemul prezentat deține numeroase avantaje precum:

* Nu număr considerabil de locuri de parcare .
* Ușurința de utilizare.
* Numeroase informații utile pentru șoferi.

Se pot de asemenea identifica câteva dezavantaje ale aplicației:

* Plata nu poate fi realizată direct din cadrul aplicației.
* Posibilitatea de a închiria un loc de parcare este imposibilă.

Sistemul propus vine cu funcționalități similare însă se adresează unei zone fixate. De asemenea proiectul dezvoltat gestionează rezervarea unui loc de parcare, funcționalitate care este inexistentă în cadrul acestei aplicații.

## SMS Parking

Aplicație dezvoltată de NACHEV Development disponibilă și ea în Play Store. Spre deosebire de sistemele prezentate mai sus, această aplicație este dedicată plății unui loc de parcare public. Sistemul detectează locația și trimite mesajul SMS corespunzător la numărul de telefon folosit.

Funcționalitățile oferite sunt următoarele:

* Profiluri multiple pentru mașină: un profil pentru fiecare mașină și trimiterea SMS-urilor prin alegerea unuia dintre ele. Mai mult, mesajul poate fi trimis în mod automat la o oră selectată de către utilizator (ora poate fi selectată cu 24 de ore înainte).
* Sugestie de zone de parcare automată: aplicația direcționează utilizatorul spre zone cu parcări pe baza locației lui curente.
* Suport pentru Dual-SIM: aplicație le permite utilizatorilor să selecteze SIM-ul de pe care vor fi trimise mesajele
* Suport pentru WEAR OS: setările din aplicație sunt accesibile de pe weables.
* Adăugarea de zone și coduri: aplicația le permite utilizatorilor să adauge zone care neexistente împreună cu numele de telefon la care trebuie trimise SMS-urile.

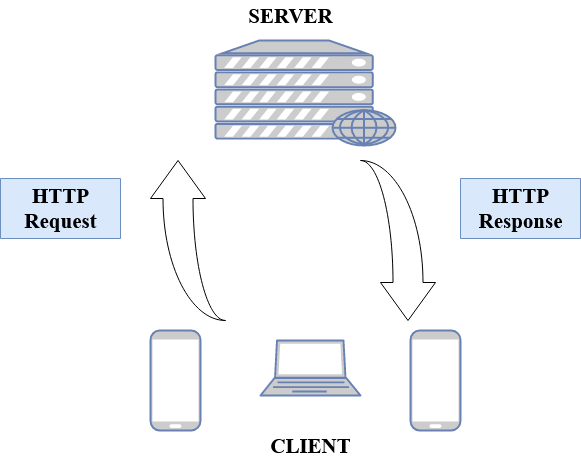
Printre principalele avantaje ale acestei aplicații se numără:

* Ușurința de utilizare
* Oferă o modalitate de plată rapidă și la care utilizatorii au acces rapid

Atât această aplicație cât și proiectul propus se adresează unor zone de parcare predefinite. Diferența majoră dintre cele două fiind doar aceia a modalității de plată. Din punct de vedere al celor două aplicații, cele două au scopuri diferite, aplicația propusă în această lucrare vrea să ofere o modalitate de a rezerva locuri de parcare în timp ce, *SMS Parking* acoperă doar problema plății.

# Analiză şi Fundamentare Teoretică

Sistemul propus este constituit din trei elemente de bază: un server, un client WEB și un client Android. Fiecare dintre aceste elemente servește un rol diferit. Figura următoare prezintă structura proiectului propus.



**Figura 4.0.1 Structura sistemului**

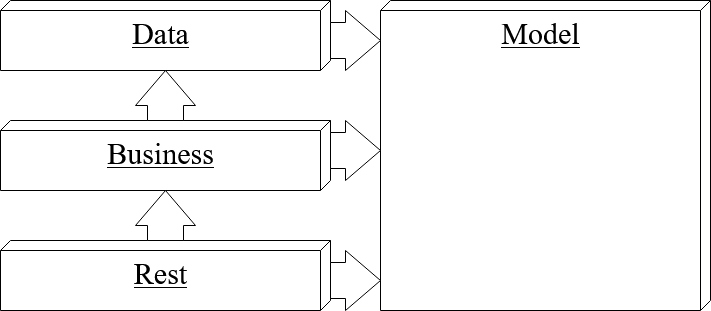
Proiectul este construit folosind o arhitectura client-server în cadrul căruia server-ul răspunde cererilor venite de la cei clienți cu resursele solicitate.

## SERVER-UL

Conform definiției, server-ul sistemului oferă servicii altor aplicații.

Acest element este cel mai important din cadrul sistemului, el fiind responsabil cu buna funcționarea aplicației. De asemenea, această componentă determină performanța și eficiența întregului sistem. Dacă server-ul este oprit sistemul nu poate funcționa.

Din punct de vedere arhitectural, s-a ales o arhitectură bazată pe nivele. Fiecare dintre acestea fiind dedicat unei funcționalități diferite. Următoarea figură prezintă structura internă a acestei componente.



**Figura 4.1.0 Structura internă a serverului**

După cum sugerează și figura 4.1.0, nivelele inferioare nu au acces la informațiile conținute în partea superioară a server-ului. Pentru o delimitare clară între nivelele aplicației fiecare dintre acestea este un proiect diferit, dependențele funcționale dintre acestea precum și dependențele pentru librăriile adiționale, s-a folosit unealta denumită *Gradle* [7]*.*

*Gradle* se ocupă de gestionarea librăriilor și a framework-urilor adiționale de care depinde un proiect. S-a ales utilizarea acestui tool pentru a crește portabilitatea sistemului și pentru a simplifica problema includerii bibliotecilor ajutătoare.

Proiectele care alcătuiesc server-ul sunt scrise folosind limbajul de programare orientat pe obiect, *Java*. Pentru a putea îndeplini funcția de server, s-a folosit framework-ul *Spring Boot* [8]. Cu suportul oferi de această tehnologie, aplicația poate fi creata si rulată pe un server dedicat *Tomcat*[9]la adresa de IP a sistemului gazdă. Dintre framework-urile, folosite pentru a crea aplicații J2EE[10], *Spring Boot* este cea mai cunoscută și folosită tehnologie.

Rolurile pe care le îndeplinește sever-ul în cadrul proiectului propus sunt următoarele:

* Comunicarea cu baza de date.
* Implementarea funcționalităților de bază.
* Efectuarea plăților în siguranță.
* Gestionarea erorilor.
* Oferirea unui punct de acces global.
* Securizarea datelor.

### Comunicarea cu baza de date

O baza de date proiectată corect determină funcționarea oricărui sistem. Acesta este fundația pe care se construiește întregul sistem. Este foarte important ca datele să fie structurate și stocate persistent în condiții optime.

În cadrul proiectului propus accesul la baza de date trebuie să se facă rapid, sistemul are nevoie de informații în timp real pentru a putea determina care locuri de parcare sunt libere în orice moment. Un alt aspect care face baza de date atât de importantă în cadrul sistemului sunt conturile de utilizator, datele clienților sunt private.

Baza de date a sistemului a fost proiectată folosind PostgreSQL[11]. Detalii legate de aceasta vor fi prezentate în capitolul următor în timp ce pentru acest subcapitol ne vom axa pe descrierea conexiunii cu aceasta, la nivelul server-ului.

Layer-ul *Data* al server-ului este nivelul la care se realizează conexiunea dintre server și baza de date. Pentru legarea aplicației la o baza de date sistemul se folosește de *Hibernate*[12]. Aceasta este o tehnologie extrem de cunoscută și folosită în mediile de dezvoltare software. *Hibernate* este un framework ORM (Object/Relational Mapping) care poate fi folosit pentru bazele de date relaționale.

Această tehnologie a fost aleasă din motive legate de performanță și ușurință de utilizare. Rolul acestei tehnologii este de a reprezenta entitățile prezente în baza de date la nivelul server-ului.

Maparea dintre entități și clase este o mapare 1:1 realizată folosind adnotări la nivelul clasei. Pentru a extrage coloanele și datele stocate într-un tabel la nivelul bazei de date se folosește adnotarea @Entity aparținând pachetului *javax.pesistence* . Din același pachet fac par și celălalte adnotări necesare pentru a mapa o entitate din baza de date anume: @Table, @Id și @GeneratedValue. Numele acestora fiind reprezentative pentru scopul pe care îl îndeplinesc. *Table* este folosită pentru a da numele unui tabel din baza de date, *Id* marchează identificatorul unic pe care entitatea îl are iar, *GeneratedValue* face ca o valoare să fie generată automat la nivelul bazei de date fără a fi necesară introducerea acesteia manual. *Hibernate* va știi să gestioneze această clasă la nivel de bază de date mulțumită acestor adnotări.

Maparea entităților din baza de date este insuficientă dacă acestea nu pot fi accesate. Operațiile CRUD (create, read, update și delete) sunt efectuate folosind un modul de dimensiuni mai mici aparținând de *Spring Data* și anume *Spring Data JPA* [13]. În acest modul se găsesc pachetele care conțin clasele ce trebuie folosite pentru a crea DAO-urile (data access objects) ce efectuează operații de citire și scriere cu baza de date.

### Implementarea funcționalităților de bază

Această parte este gestionată la nivelul de business al server-ului. Logica de business a sistemului include următoarele operații:

* Crearea/modificarea/ștergerea conturilor
* Logarea/delogarea
* Crearea/ștergerea parcărilor
* Modificarea locurilor de parcare
* Crearea/ștergerea/modificarea abonamentelor
* Alegerea/modificarea unei modalități de plată
* Rezervarea unui loc de parcare
* Modificarea/ștergerea rezervărilor
* Raportarea utilizatorilor

Acest nivel de folosește de partea de *Model* pentru a transmite datele extrase din baza de date. În acest modul, s-a folosit librăria oferită de *Google* , *Guava*[14]*.* Scopul este a defini clase *immutable* respectiv *modiafible* care să implementeze interfețe definite de utilizator. Avantajul este acela că efortul depus de programator pentru a crea clasele model este redus, el fiind nevoit doar să menționeze o interfață cu metode tip *getNumeAtribut***()** pe care să folosească adnotările predefinite de acestă librărie (*@Immutable, @Modifiable*) pentru a obține clase imutabile sau modificabile cu variabilele de clasă definite de *numeAtribut. Guava* generează automat un folder ”*generated”* în cadrul proiectului în care programatorul poate să regăsească toate clasele create de această librărie. Utilizarea acestor clase implică importarea lor prin specificarea pachetul în care a fost definită interfața.

**Crearea/modificarea/ștergerea conturilor**

Aceste operații sunt efectuate atât de către clienți cât și de către administrator. Ele au efect direct asupra bazei de date, de aceea este important ca server-ul să se asigure că după efectuarea lor, baza de date este rămâne într-o stare consistentă. Problemele pot apărea din cauza accesului neautorizat sau al accesului concurent.

**Logarea/delogarea**

Sunt două operații importante în cadrul sistemului care se reduc la o simplă interogare efectuată la nivel de bază de date asupra numelui de cont, respectiv a parolei unei utilizator.

**Crearea/ștergerea parcărilor**

Astfel de operații sunt disponibile și pot fi efectuate doar de către utilizatorii cu drepturi de administrator. O parcare creată trebuie să respecte structura elementului real pe care îl reprezintă (număr de locuri, număr de etaje, locație etc.).

**Modificarea locurilor de parcare**

Operație efectuată de către un administrator, el are dreptul de a marca un loc de parcare ca fiind loc de parcare cu abonament. În același timp tot administratorul are responsabilitatea de a marca locurile rezervabile dacă nu mai sunt folosite ca locuri cu abonament.

**Crearea/modificarea/ștergerea abonamentelor**

Atât administratorii cât și utilizatorii pot efectua astfel de operații.

**Alegerea/modificarea unei modalități de plată**

Este o funcționalitate pe care doar utilizatori o pot face. Deoarece astfel de aspecte sunt legate doar de conturile lor.

**Rezervarea unui loc de parcare**

Funcție dedicată clienților. Există numeroase erori care pot apărea la efectuarea unei rezervări. Utilizatorii trebuie sa să selecteze perioada în care își doresc rezervarea și au la dispoziție diferite filtre pentru a-și alege locul de parcare dorit. Server-ul se asigură că dacă o rezervare nu este marcată ca și CLAIMED locul este eliberat pentru a putea fi rezervat de o altă persoană. Acest lucru se întâmplă doar în cazul în care utilizatorul nu ajunge la timp pentru a-și ocupa locul. De asemenea, rezervările trebuie șterse la încheierea acestora astfel încât locurile care au fost ocupate să poată fi folosite din nou.

**Modificarea/anularea unei rezervări**

Clienții pot modifica sau anula rezervări în orice moment înainte de începerea acestora.

**Raportarea utilizatorilor**

Gestiunea neeliberării unui loc de parcare este o problemă majoră pentru un astfel de sistem. Server-ul trebuie să ofere o soluție pentru această situație.

### Efectuarea plăților în siguranță

Responsabilitatea pentru gestiunea cărților de credit ale clienților este a platformei software de procesare a plăților *Stripe* [15]. *Stripe* oferă un API (application programming interface) care este ușor de integrat în proiectele software. Stripe garantează siguranța informațiilor legate de cărțile de credit ale clienților.

S-a ales această platformă dat fiind faptul de ușurința de integrare a acesteia cu restul sistemului. Obiectele *Stripe* pot fi extrase cu ușurință, ele fiind reprezentate la nivelul proiectului sub formatul unui obiect *Map* cu parametrii *String, String*.

### Gestionarea erorilor

Server-ul trebuie să ofere posibilitatea de a rezolva problemele ce pot apărea din cauza erorilor sau a utilizări malițioase. Sistemul propus poate întâmpina numeroase probleme. Mascarea erorilor pentru utilizatori este una dintre responsabilitățile server-ului.

Constrângerile impuse sunt legate de numărul de etaje al parcărilor (cel puțin un nivel), numărul de zone sau de locuri.

### Oferirea unui punct de acces global

Clienții care comunică cu server-ul au nevoie de un punct de acces pentru a putea trimite și primi date de la acesta. Serviciile care țin de nivelul de business al sistemului trebuie expuse. Pentru a putea realiza acest lucru, server-ul se folosește de *Spring Boot Starter Web* care oferă pachetele conținând adnotările necesare pentru a crea aplicații Restfull(Representational State Transfer) bazat pe transferul de resurse.

Comunicarea cu server-ul se face utilizând protocolul *HTTP (*hypertext transfer protocol).

#### HTTP

Cel mai folosit protocol de transfer al datelor, fiind protocolul implicit pentru www (*world wide web).* O cerere de acces la o resursă presupune o operație de translatare a locației folosind un server de DNS pentru transformarea adresei în adresa de IP la care se află resursa solicitată [10].

Resursele pot include parametrii adiționali precum variabilele de cale (PathVariable) care pot fi specificați folosind simbolul ”?”urmat de numele parametrului și de simbolul ”**=**” urmat de valoarea acestuia (de exemplu: ?nume=Andrada). Variabilele de cale sunt utilizate pentru a specifica structuri de tipul cheie-valoare sau pentru trimiterea filtre.

O alta modalitate de includere a parametrilor adiționali în calea spre o resursă este de a folosi parametrii de cerere (RequestParameter). Ca și structură, aceștia sunt reprezentați folosind simbolul / urmat de valoarea parametrului (de exemplu: /Andrada).

Funcțiile integrate de protocol sunt: *GET, POST, DELETE*și *PUT***.**

Metoda *GET* reprezintă o cerere pentru a primi o anumită resursă. Această resursă va fi translatată la un anumit URL (uniform resource location). Folosind variabilele de cale metoda *GET* poate filtra rezultatele dintr-o listă în funcție de valoarea cheii parametrului adițional. Parametrii de cerere pot fi utilizați pentru a extrage o anumită înregistrare dintr-o listă în funcție de  valoarea specificată (de exemplu: pentru folosi un parametru de cerere pentru a extrage un utilizator care are numele specificat în valoarea parametrului).

*POST* folosit pentru a transmite informații care trebuie salvate persistent în baza de date sau care implică modificări asupra unor resurse incluse la nivelul server-ului care primește apelul. În structură, un apel al metodei *POST* poate include un corp (RequestBody) în care se află obiectul transmis.

*DELETE*se folosește pentru a-i solicita calculatorului gazdă ștergerea unei anumite resurse.

*PUT*este metoda utilizată pentru a marca operațiile de actualizare care se efectuază. *PUT*și*POST* prezintă numeroase asemănări. Funcționalitățile pe care metoda *PUT*le realizează pot fi înlocuite cu *POST*fără a produce efecte nedorite în resurselor modificate.

*Spring Boot* oferă o modalitate prin care aceste metode pot fi translatate la adresele specificate. Pentru a folosi protocolul *HTTP* în cadrul unei aplicații *Spring Boot,*trebuie parcurse următoarele etape.

* O clasă adnotată cu *@RestController* în care să fie specificată calea spre această resursă trebuie creată.
* Să definească metodele din cadrul acestei clase care sunt accesibile și punctele de acces la care pot fi regăsite.
* În funcție de tipul metodelor, se folosesc adnotările de *@DeleteMapping @GetMapping, @PostMapping* sau *@PutMapping.*

Framework-ul *Spring Boot* oferă de asemenea posibilitatea de a folosi parametrii de cerere (*@RequestParam*) și variabilele de cale (*@PathVariable)*.

Pentru variabilele de cale se folosesc acolade pentru a delimita parametrul de restul căii, spre exemplu, pentru a marca un parametru *id* se va folosi o cale *“nume-cale/{id}”* la nivelul adnotării corespunzătoare metodei iar, pentru extragerea valorii acestui parametru, în corpul metodei se va folosi *@PathVariable(“id”) tipVariabilă numeVariabilă* ceea ce permite regăsirea valorii din *id* în cadrul variabilei *numeVariabilă.*

Pentru a specifica extragerea parametrilor de cerere, *@RequestParam(“numeParam”) tipParam numeParam* trebuie inclus în lista de parametrii ai metodei apelate*.* Trebuie menționat faptul ca parametrii de cerere nu trebuie specificați cu adnotări la nivelul metodei.

Metodele *POST* și *PUT* au nevoie de adnotarea *@RequestBody* oferită de *Spring Boot Starter WEB* la nivelul listei de parametri din corpul metodei din controller.

Răspunsul server-ului la o solicitare a unei resurse se numește Response și prezentă următoarea structură: corp, HTTP status și tipul media.

Corpurile resurselor returnate de server trebuie să poată fi preluate atât de clientul WEB cât și de cel Android. Corpul răspunsurilor care vin de la server sunt obiecte *JSON* (JavaScript Object Notation). Serializarea respectiv deserializarea acestor date se face folosind librăria *fasterxml* și clasele imutabile generate folosind *Guava.* Un obiect de acest tip respectă formatul cheie-valoare.

Status-ul unei apel HTTP este un cod care reflectă dacă solicitarea făcută spre client a fost făcută cu succes sau nu: succesul este reprezentat de codul 200 și erorile cu alte coduri (404 – Resursa nu a fost găsită, 405 – metodă interzisă etc.).

Tipul media specifică tipul conținutul de răspunsul server-ului. Poate fi: text, image, audio, video sau application.

### Securizarea datelor

Integritatea datelor este esențială pentru funcționarea sistemului. Server-ul trebuie să blocheze accesul neautorizat. *Spring Security* este un modul care vine în sprijinul programatorilor pentru a gestiona aspecte legate de securitate.

S-a ales o abordare relativ simplă pentru a gestiona securizarea resurselor și anume cea a interceptorilor în combinație cu header-ele apelurilor *HTTP.*

 Astfel cererile care nu conțin un header HTTP predefinit cu o anumită valoare atribuită nu vor ajunge să acceseze resursele serverului, cererile lor fiind interceptate și blocate. Răspunsul server-ului va fi acces neautorizat incluzând un header cu codul HTTP – 500 (Unauthorized).

## Clientul WEB

Pentru a-i permite administratorului să utilizeze platforma cu ușurință partea de WEB a sistemului este dedicată funcționalităților specifice acestuia. Este mai ușor de configurat o parcare folosind un ecran mai mare decât ecranul telefonului. Importanța creări unei parcări care să reflecte realitatea este de asemenea un motiv pentru care s-a ales proiectarea și dezvoltarea unei aplicații WEB.

Clientul WEB a fost creat folosind *AngularJS*[15]. Acesta fiind o tehnologie modernă, ajunsă deja la cea de-a opta versiune care se folosește de un limbaj derivat din *Javascript* și anume *TypeScript.*

Aplicațiile *Angular* sunt aplicații modulare, ale căror module sunt compuse din componente. Ca și structură acestea au un format asemănător cu clasele din limbajele de programare orientate pe obiect. Componentele sunt formate din 4 fișiere, fiecare dintre acestea având o extensie diferită și bineînțeles cu roluri diferite: .*html* (hypertext markup language) cu elementele vizuale ce pot fi observate pe ecran, *.ts* (typescript) cu logica și obiectele *Angular* care definește componenta și ce fișiere mai sunt folosite pentru această componentă, *.css* (cascading style sheet) pentru a schimba felul în care sunt reprezentate pe ecran diverse elemente conținute în fișierul *.html* și .*ts* pentru a testa componenta. Dintre aceste fișiere singurul obligatoriu fiind *.ts* cu componenta. Aceasta este adnotată cu @Component.

*Angular* se folosește de servicii pentru a putea realiza diferite funcționalități. Un serviciu este definit într-un fișier de tipul *TypeScript* și este adnotat cu @Injectable() pentru a putea fi inclus și folosit în cadrul altor componente. Un serviciu este menționat ăn secțiunea *providers* a unui modul, sau a unei componente pentru a putea fi folosit. Acesta trebuie inclus în constructorii componentelor folosind cuvântul predefinit *public.*

*Angular 8* este ușor de utilizat și integrează module care pot gestiona apelurile către server (modulul http). Funcționarea clientului se bazează pe această operație. Ușurința cu care se fac apelurile către server fac acest framework de dezvoltare al clienților WEB o alegere potrivită pentru sistemul propus.

Modulul *http* conține clientul care poate fi injectat în interiorul unui serviciu sau al unei componente. Ca o bună practică, se recomandă crearea unui serviciu separat care să includă acest client și utilizarea sa în componentele aplicației. Apelurile către server se pot realiza utilizând acest client iar răspunsurile pot fi extrase în clase model definite la nivelul aplicației *Angular*.

Acest framework prezintă numeroase alte avantaje printre care se numără și următoarele: ușurința de navigare între diferite pagini web, posibilitatea de a definirii clase, enumerații, interfețe sau servicii, diferite metode de conversie a datelor sau diferite modalități de a opera asupra structurilor de obiecte complexe.

*Angular* se poate folosi de biblioteci adiționale pentru a face aplicația să arate și să funcționeze cât mai bine. Dintre acestea, clientul WEB se folosește de următoarele: *Bootstrap, Angular Material, MDBoostrap* și *FontAwesome.* Toate aceste tehnologii au rolul de a ajuta la reprezentarea grafică a datelor și de a face interfața utilizator mai sugestivă și ușor de folosit.

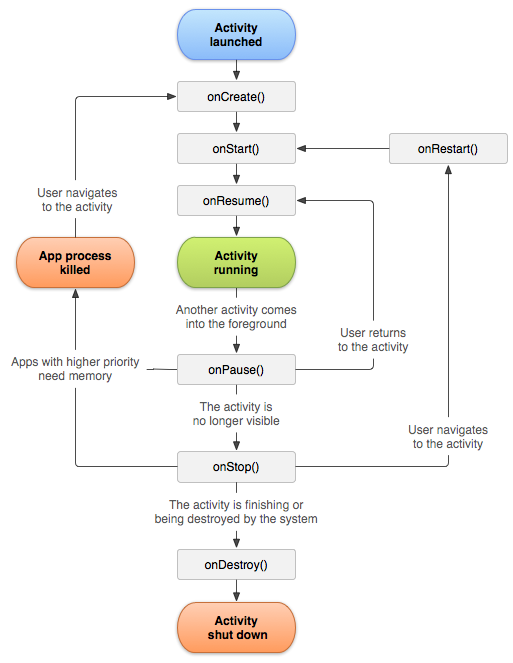
O astfel de aplicație este o resursă statică. Pentru a putea folosi acest detaliu, clientul WEB a fost împachetat și încărcat pentru a putea fi accesat fără a fi nevoia rulării aplicației folosind *Angular CLI.* Acest lucru este posibil folosind *Firebase*[16].

## Clientul Android

Partea de Android a platformei este dedicată clienților. Partea corespunzătoare clienților ar fi putut fi dezvoltată folosind încă un client WEB însă s-a considerat că un client Android este mai ușor de folosit de către clienți. Mai mult, funcțiile pe care acest element le îndeplinește în cadrul sistemului sunt făcute de pe platforme mobile.

Clientul a fost creat în *Android Studio.* Programul acesta permite crearea, modificarea precum și testarea de aplicații care rulează sub sistemul de operare *Android.*

Din puncte de vedere structural, o aplicație Android este un program format din mai multe *Activități.* O activitate este o acțiune unică pe care un utilizator poate să o realizeze[17]. Ciclul de viață al unei activități este predefinit: *activity launched, activity running, activity process kill* și *activity shut down.* Figura 4.3.1 ilustrează acest ciclu de viață.



**Figura 4.3.1 Ciclul de viață al activităților Android**

O activitate nu este distrusă în cazul în care trebuie să se facă o navigare spre o altă activitate ci doar va trece în starea de *onPause()* după cum se poate observa și în figura de mai sus. Aceasta este o caracteristică importantă deoarece o dată ce s-au încărcat anumite resurse pentru o activitate, nu mai este necesară reîncărcarea acestora la revenirea în activitatea respectivă.

Apelurilor către server, se fac folosind API-ului *Retrofit* [18]*,* un client care poate fi utilizat în aplicațiile Android sau Java. Retrofit este o bibliotecă ce se evidențiază prin simplitatea cu care pot fi definite metodele specifice HTTP.

Un serviciu HTTP este o interfață care definește metode adnotate cu numele tipului de apel HTTP pe îl reprezintă: *@POST(adresaResursei), @GET, @UPDATE* sau @*DELETE*. Metodele specificate de această interfață trebuie să conțină adnotarea de @*Headers* cu definiția header-elor folosite în apel în format *JSON* iar, răspunsurile trebuie să fie din clasa *Call*<*TipObiectReturnat*>. Pentru a specifica variabilele de cale metodele au un parametru adițional adnotat cu *@Path (numeParametru) TipParametru numeParametru.* Corpurile metodelor POST și PUT necesită adăugarea unui parametru *@Body TipParametru numeParametru*  în lista de parametrii ai metodei. Orice clasă poate beneficia de interfețele definite, apelurile HTTP realizându-se prin apelarea metodelor definite în interiorul acestora.

*Gradle* este folosit pentru a crea și construi aplicați *Android*

O alternativă pentru gestionarea părții dedicate clienților poate fi înlocuirea aplicației *Android* cu o altă aplicație WEB. Dezavantajul principal al unei astfel de abordării ar fi însă acela că introduce necesitatea folosirii unui browser WEB. Problema majoră a folosirii browserelor de pe telefoanele mobile este că se pot pierde foarte ușor date relevante dacă utilizatorul nu este atent (de exemplu: apasă butonul de *Back*). Din aceste motive, pentru partea care gestionează clienții s-a ales o abordare mai sigură dar, mai puțin flexibilă în care partea care dedicată utilizatorilor este o altă aplicație *StandAlone* care trebuie instalată separat.

# Proiectare de Detaliu si Implementare

Împreună cu capitolul precedent reprezintă aproximativ 60% din total.

Scopul acestui capitol este de a documenta aplicaţia dezvoltată în aşa fel încât dezvoltarea şi întreţinerea ulterioară să fie posibilă. Cititorul trebuie să identifice funcţiile principale ale aplicaţiei din ceea ce este scris aici.

Capitolul ar trebui sa conţină (nu se rezumă neapărat la):

* schema generală aplicaţiei,
* descriere a fiecărei componente implementate, la nivel de modul,
* diagrame de clase, clase importante şi metode ale claselor importante.

# Testare şi Validare

Aproximativ 5% din total.

# Manual de Instalare si Utilizare

În secţiunea de Instalare trebuie să detaliaţi resursele software şi hardware necesare pentru instalarea şi rularea aplicaţiei, precum şi o descriere pas cu pas a procesului de instalare. Instalarea aplicaţiei trebuie să fie posibilă pe baza a ceea ce se scrie aici.

În acest capitol, trebuie să descrieţi cum se utilizează aplicaţia din punct de vedere al utilizatorului, fără a menţiona aspecte tehnice interne. Folosiţi capturi ale ecranului şi explicaţii pas cu pas ale interacţiunii. Folosind acest manual, o persoană ar trebui să poată utiliza produsul vostru.

# Concluzii

Cca. 5% din total.

Capitolul ar trebui sa conţină (nu se rezumă neapărat la):

* un rezumat al contribuţiilor voastre
* analiză critică a rezultatelor obţinute
* descriere a posibilelor dezvoltări şi îmbunătăţiri ulterioare

# Bibliografie

[1] A. Bak, S. Bouchafa, and D. Aubert, "Detection of independently moving objects through stereo vision and ego-motion extraction," in *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, San Diego, USA, 2010, pp. 863-870.

[2] A. Chambolle and T. Pock, "A First-Order Primal-Dual Algorithm for Convex Problems with Applications to Imaging," *Journal of Mathematical Imaging and Vision,* vol. 40, pp. 120-145, 2011.

[3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing. Second Edition.*: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2001.

[4] Ajax Tutorial, <http://www.tutorialspoint.com/ajax/>.

# Anexa 1 (dacă este necesar)

…

Secţiuni relevante din cod

…

Alte informaţii relevante (demonstraţii etc.)

…

Lucrări publicate (dacă există)

etc.