

**WYŻSZA SZKOŁA EKONOMII I INNOWACJI
W LUBLINIE**

**WYDZIAŁ TRANSPORTU I INFORMATYKI
SPECJALNOŚĆ: GRAFIKA I MULTIMEDIA**

SEBASTIAN TROĆ

NR ALBUMU: 17412

***Wykorzystanie języka JavaScript
do stworzenia systemu ułatwiającego pracę
Ośrodka Szkolenia Kierowców***

**Praca inżynierska napisana
na Wydziale Transportu i Informatyki
pod kierunkiem
Prof. dr hab. Przemysława Stpiczyńskiego**

Lublin 2014

Podziękowania

Pragnę podziękować mojemu Promotorowi za wsparcie merytoryczne i motywację, a także najbliższym mi osobom, za doping, wiarę w moje możliwości oraz wyrozumiałość, kiedy nie mogłem poświęcać Im tyle czasu, ile bym chciał.

Dziękuję również wszystkim zainteresowanym osobom, które wypytywały mnie o szczegóły techniczne i postępy tej pracy. Dzięki Wam mogłem lepiej zrozumieć mój projekt.

Spis treści

Podziękowania	i
1 Wstęp	1
1.1 Idea pracy dyplomowej	1
1.2 Założenia projektu	1
1.3 Cel pracy	1
1.4 Zakres pracy	2
2 Wykorzystywane technologie	3
2.1 JavaScript	3
2.2 Node.js	4
2.3 Socket.IO	5
2.4 MongoDB	5
2.5 PhoneGap	6
3 Architektura systemu	7
3.1 Aplikacja serwerowa	7
3.2 Model bazy danych	10
3.3 Panel zarządzania	11
3.4 Klient mobilny	12
3.5 Komunikacja Klient-Serwer - API	13
4 Uruchomienie aplikacji	15
4.1 Aplikacja serwerowa	15
4.2 Aplikacja kliencka na platformę Android	16
5 Panel zarządzania - konfiguracja	19
5.1 Zarządzanie listą placów manewrowych	20
5.2 Zarządzanie listą instruktorów	23

6	Klient dla systemu Android - korzystanie	25
6.1	Przypadki użycia	25
6.2	Logowanie	26
6.3	Podgląd listy placów	27
6.3.1	Zajmowanie i zwalnianie placu	29
6.4	Podgląd listy instruktorów	31
6.5	Ustawienia	33
7	Podsumowanie i wnioski	35

Rozdział 1

Wstęp

1.1 Idea pracy dyplomowej

Niniejsza praca opisuje projekt i wykonanie mobilnego systemu komunikacji przeznaczonego dla Ośrodków Szkolenia Kierowców roboczo nazwanego „OSK-Helper”. Jego architekturę, część wizualną interfejsów, sposób instalacji i uruchomienia, zalecane przypadki użycia oraz opracowane lub wykorzystane algorytmy.

1.2 Założenia projektu

Głównym założeniem projektu było stworzenie prostej aplikacji mobilnej, która będzie przyjazna dla użytkowników, a jednocześnie nadal będzie spełniała swoje zadanie – ułatwiała komunikację pomiędzy instruktorami Ośrodków Szkolenia Kierowców w celu zminimalizowania kolizji zajętości placów manewrowych.

Kolejnym założeniem było wykorzystanie języka JavaScript w każdej płaszczyźnie aplikacji, zarówno klienta, jak i serwera oraz użycie nierelacyjnej bazy danych, która będzie przechowywała dane o strukturze zbliżonej do struktury obiektów tego języka, co wpłynie pozytywnie na wydajność.

1.3 Cel pracy

Celem pracy jest projekt i realizacja systemu mającego za zadanie ułatwić pracę instruktorów Prawa Jazdy poprzez zautomatyzowanie wymiany informacji dotyczącej zajętości placów manewrowych, z których mogą korzystać.

1.4 Zakres pracy

Projekt praktyczny, stworzony dla celów niniejszej pracy jest znaczną częścią trudu włożonego w jej powstanie i w jego skład wchodzi:

- aplikacja mobilna dla systemu Android
- aplikacja serwerowa będąca zapleczem dla mobilnego systemu.

Rozdział 2

Wykorzystywane technologie

2.1 JavaScript

JavaScript jest prototypowym obiektowym językiem programowania. Jest to język Internetu, ze względu na to, że jego kod potrafi uruchomić prawie każda przeglądarka internetowa. Po ciężkim okresie, kiedy to został ogólnie przyjęty jako zabawka umożliwiająca tworzenie tzw. wodotrysków na stronach WWW, rozrósł znacząco i dzisiaj jest jednym z najpopularniejszych, a na pewno najsłynniejszym spośród internetowych języków programowania.

W dzisiejszej „Dobie Internetu” pełnej technologii AJAX (ang. Asynchronous JavaScript and XML), rozbudowanych klienckich aplikacji internetowych przypominających desktopowe m.in. czytników RSS, aplikacji biurowych i biznesowych, klientów pocztowych, interaktywnych map, programów do obróbki grafiki i wideo etc. do historii odeszły długotrwałe wywołania stron wykonywane przy każdym wejściu użytkownika w interakcję z przeglądarką. [12][11][7] To wszystko możemy zawdzięczać głównie dzięki JavaScriptowi.

Początkowe wersje interpreterów JavaScript zostały osadzone w jednych z pierwszych wersji przeglądarek Netscape i Internet Explorer. Ta kliencka wersja JavaScriptu pozwala na umieszczanie wykonywalnej zawartości w stronach internetowych, co pozwala na budowanie interakcji z użytkownikiem, to coś więcej niż statyczne strony WWW. [4] Skrypty języka JavaScript odpowiedzialne są za część zachowawczą stron, kiedy to HTML (ang. HyperText Markup Language) opisuje zawartość i strukturę DOM (ang. Document Object Model) oraz treść, a CSS (ang. Cascading Style Sheets) opisuje wygląd tych elementów.

JavaScript jest otwartym standardem, ale standaryzacją tego języka zajmuje się ECMA International¹ (ang. European Computer Manufacturers Association), która na jego podstawie wydała standard języka skryptowego o nazwie ECMAScript, którego już niedługo szósta wersja wprowadzić ma nowe mechanizmy obiektowości, takie jak np. pełnowymiarowe dziedziczenie za pomocą klas (które dzisiaj jest reali-

¹<http://www.ecma-international.org/>

zowane przez prototypowanie obiektów), modularyzację i hermetyzację (które dzisiaj są realizowane przez zewnętrzne biblioteki wprowadzające tego typu abstrakcje), a także wiele innych usprawnień, które zapewne przyciągną jeszcze większe rzesze programistów na całym świecie.

Obecnie przeglądarki WWW to nie jedyne interpretery w obrębie których możliwe jest uruchomienie kodu JavaScript. Można tworzyć kod do zastosowań po stronie serwera WWW (m.in. .NET lub Node.js), skrypty i aplikacje wiersza poleceń CLI (ang. Command Line Interface) [12], aplikacje desktopowe (Node-webkit, Alchemium), aplikacje dla urządzeń przenośnych (m.in. Sencha Touch, PhoneGap), aplikacje dla Smart TV (m.in. Mautilus), sterowanie mikrokomputerami takimi jak Raspberry PI (np. pijs.io) i Arduino (np. Johnny-Five, noduino), systemy operacyjne (Firefox OS, Chrome OS) rozszerzenia aplikacji takich jak Adobe Photoshop, Google Chrome, Mozilla Firefox.

2.2 Node.js

Node.js² jest stosunkowo nową platformą deweloperską stworzoną przez Ryana Dahla, pozwalającą programistom JavaScript na tworzenie kodu serwerowego o wysokiej wydajności. [8] [9]

Dokładniej rzecz ujmując jest to silnik Google V8 z projektu Chromium (Google Chrome) opakowany w taki sposób, aby można było go wykorzystywać jako niezależny interpreter z możliwościami podobnymi do np. Ruby, Pythona, PHP itd.

Asynchroniczna, bazująca na zdarzeniach charakterystyka języka JavaScript sprawia, że Node.js jest bardzo wydajny, a ze względu na jego uniwersalność i wysoki poziom abstrakcji m.in. dynamiczne typowanie zmiennych, przyjazną składnię wbudowanych instrukcji i złożonych obiektów JSON (ang. JavaScript Object Notation), pisanie w nim to czysta przyjemność.

Podobnie jak większość dystrybucji Linuksa lub języki programowania takie jak Ruby, Python czy PHP, Node.js posiada swój manager pakietów NPM (ang. Node Package Manager) agregujący ogromną ilość pakietów rozszerzających jego możliwości.

Kolejnym atutem jest możliwość rozwijania kodu serwerowego i klienckiego w jednym języku programowania, przykładowo algorytmy walidacji, metody wejścia/wyjścia i operacje na plikach binarnych, co powoduje coraz większe zainteresowanie wśród programistów innych technologii typu server-side takich jak Python, PHP, Ruby, Java, Perl, C#.

²<http://nodejs.org/>

2.3 Socket.IO

HTML5 WebSocket to technologia zapewniająca kanał komunikacji pomiędzy przeglądarką internetową, a serwerem internetowym w obu kierunkach za pomocą jednego połączenia TCP.

Wszystkie nowoczesne przeglądarki wspierają już tę technologię, a Socket.IO³ jest biblioteką, która pozwala na stosunkowo szybkie tworzenie aplikacji czasu rzeczywistego w przeglądarkach i aplikacjach mobilnych za pomocą ujednoliconego interfejsu, zacierając przy tym różnice pomiędzy różnymi mechanizmami transportu i interpretacjami twórców oprogramowania.

Węzeł komunikacji w przypadku WebSockets jest w przeciwieństwie do AJAX otwarty na stałe pomiędzy klientem, a serwerem. Jednak dane pomiędzy socketami są przesyłane poprzez HTTP jako obiekty XHR (XMLHttpRequest) podobnie jak w przypadku AJAX. [3]

2.4 MongoDB

MongoDB⁴ jest nierelacyjną bazą danych (NoSQL - ang. Not only SQL), która przechowuje dane w formacie BSON, czyli strukturze klucz-wartość podobnej do postaci JSON, czyli notacji opisującej obiekty JavaScript, co sprawia, że nie ma potrzeby konwersji podczas odczytu i zapisu danych przez Node.js. Dzięki temu wymiana danych jest szybsza niż w przypadku zapytań do DBMS (ang. Database Management System) relacyjnych baz danych, a komunikacja nie blokuje systemu wejścia/wyjścia.

Dokumenty takie nie wymagają określonej struktury i dane w nich nie są sztywno powiązane relacjami, dzięki czemu są wysoce skalowalne i pozwalają na szybszy rozwój aplikacji dzięki skoncentrowaniu na celu, a nie środkach do jego osiągnięcia.[1]

Mongoose

Istnieje wiele sterowników do MongoDB dla różnych języków programowania. W niniejszej pracy został użyty pakiet Mongoose.js⁵, narzędzie typu ODM (Object Document Mapping), które dba o schemat modelu danych, jego walidację i zgodność typów dla konkretnych pól, a także abstrahuje relacyjne powiązania między kolekcjami bazy danych, jeśli zachodzi taka potrzeba.

³<http://socket.io>

⁴<http://www.mongodb.org/>

⁵<http://mongoosejs.com/>

2.5 PhoneGap

PhoneGap⁶ jest frameworkiem do budowania aplikacji mobilnych o otwartym kodzie źródłowym stworzonym przez firmę Nitobi, z czasem odsprzedanym do Adobe Systems⁷, która to nadal czynnie rozwija produkt.

Pozwala on na tworzenie aplikacji webowych w technologiach HTML, CSS i JavaScript, które po kompilacji za pośrednictwem PhoneGap umożliwiają uruchamianie ich jako natywnych aplikacji wybranego mobilnego systemu operacyjnego. [10]

Pisząc jeden, uniwersalny kod źródłowy aplikacji można uzyskać pliki instalacyjne dla różnych platform mobilnych. W chwili pisania tego tekstu PhoneGap umożliwia kompilację do natywnych aplikacji dla systemów:

- Android
- iOS
- Blackberry OS 6.0+
- Blackberry 10
- WebOS
- Windows Phone 7 + 8
- Symbian
- Bada

Sercem PhoneGap jest projekt Apache Cordova⁸ o otwartym kodzie źródłowym, umożliwiający dostęp do niskopoziomowych warstw sprzętowych za pomocą wysokopoziomowych abstrakcji w języku JavaScript.

Jaśniej mówiąc, istnieje możliwość wykorzystania m.in. aparatu, akcelerometru, kompasu, odbiornika GPS, głośników i mikrofonu urządzenia, na którym uruchamiana jest aplikacja, a także możliwy staje się dostęp do systemu plików z możliwością odczytu i zapisu, ustawień karty sieciowej urządzenia, listy kontaktów oraz emitowania zdarzeń takich jak powiadomienia zarówno dźwiękowych, jak i wibracyjnych.

⁶<http://phonegap.com>

⁷<http://www.adobe.com/pl/>

⁸<http://projects.apache.org/projects/cordova.html>

Rozdział 3

Architektura systemu

3.1 Aplikacja serwerowa

Zaplecze aplikacji to serwer napisany w Node.js korzystający z dobrodziejstw niere-lacyjnej bazy danych MongoDB.

Umożliwia zarządzanie obiektami mającymi odzwierciedlić świat rzeczywisty okre-ślony dla Ośrodka Szkolenia Kierowców korzystającego ze stworzonego systemu in-formatycznego. Są to kolekcje placów manewrowych dostępnych do korzystania przez dany ośrodek szkolenia oraz instruktorów, którzy przynależą do tego ośrodka.

Routing aplikacji

Architektura aplikacji została zaprojektowana w zgodzie z metodologią REST (ang. Representational State Transfer), dzięki czemu konkretne akcje wykonywane są na podstawie adresu URL (ang. Uniform Resource Locator) pod jaki kierowane jest żądanie HTTP (ang. Hypertext Transfer Protocol) oraz jego typu (GET lub POST).

Jedną z głównych zalet takiego rozwiązania jest czytelność i intuicyjność nawi-gacji w serwisie.

Na listingu 3.1 przedstawiony jest kod aplikacji (znajdujący się w pliku `app.js`) odpowiedzialny za routing – przetwarzanie otrzymanego adresu żądania na akcje do wykonania po stronie serwera.

```
1  /**
2   * Routing map.
3   */
4  app.map({
5    '/': {
6      get: routes.index // Displays homepage
7    },
8
9    // Instructors Controller
10   '/instructors': {
11     get: instructors.findAll, // Displays all instructors list
12     post: instructors.addNew, // Saves new instructor to the
13       database
14     '/:id': {
15       get: instructors.findById, // Displays details of instructor
16         selected by ID
17       post: instructors.updateInstructor, // Updates data of one
18         instructor selected by ID
19     },
20     '_new': {
21       get: instructors.createNew // Displays form for adding new
22         instructor
23     },
24     '_edit/:id': {
25       get: instructors.editExisting // Displays form for editing
26         selected instructor
27     },
28     '_delete/:id': {
29       get: instructors.deleteItem // Removes instructor selected by
30         ID
31     },
32     '_generate': {
33       get: instructors.createNewWithFaker // Adds new instructor
34         with generated fake data
35     }
36   },
37 },
38
39 // Places Controller
40 '/places': {
41   get: places.findAll, // Displays all places list
42   post: places.addNew, // Saves new place to the database
43   '/:id': {
44     get: places.findById, // Displays details of one place
45       selected by ID
46     post: places.updatePlace // Updates data of one place
47       selected by ID
48   },
49   '_new': {
50     get: places.createNew // Displays form for adding new place
51   },
52   '_edit/:id': {
53     get: places.editExisting // Displays form for editing
```

```

    selected place
44     },
45     '_delete/:id': {
46         get: places.deleteItem // Removes place selected by ID
47     },
48     '_generate': {
49         get: places.createNewWithFaker // Adds new place with
           generated fake data
50     }
51     , '_test': {
52         get: places.testBase64 //
53     }
54 },
55
56 // JSON API Controller
57 '/api': {
58     '/places': {
59         get: places.serveAllPlacesJson, // Responses with list of all
           places in JSON format
60         '/:id': {
61             get: places.serveOnePlaceJson, // Responses with dat of
           concrete place selected by ID in JSON format
62             post: places.occupyPlace // Marks selected place as
           occupied
63         }
64     },
65     '/instructors': {
66         get: instructors.serveAllInstructorsJson, // Responses with
           list of all instructors in JSON format
67         '/:id': {
68             get: instructors.serveOneInstructorJson, // Responses with
           dat of concrete instructors selected by ID in JSON
           format
69         }
70     },
71     '/login': {
72         get: auth.login // Authenticates mobile client before allows
           to exchange other data
73     },
74     '/validate_existance': {
75         get: auth.validateExistance
76     }
77 }
78
79 });
```

Listing 3.1: Mapa routingu typu REST aplikacji serwerowej

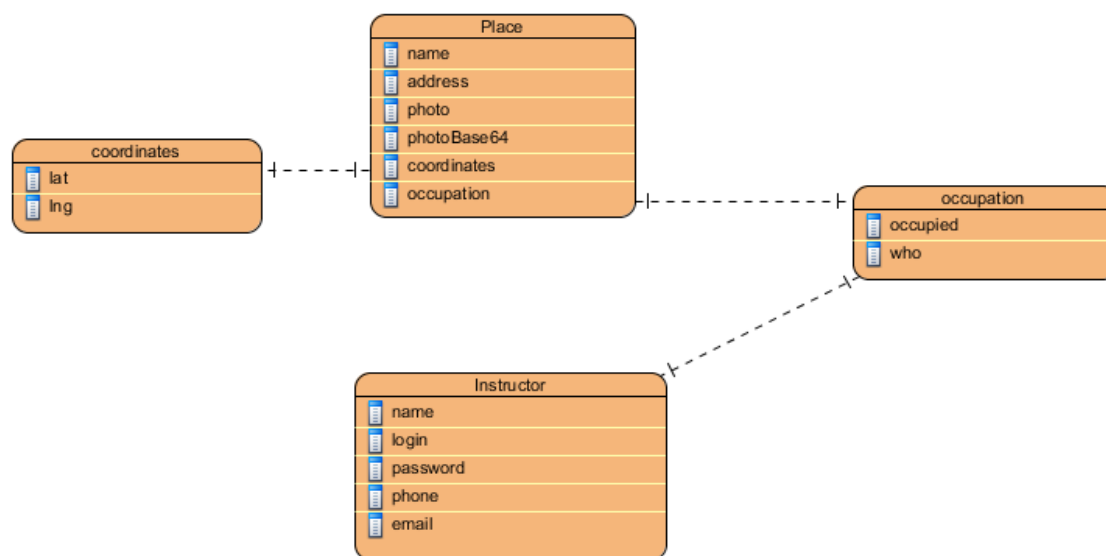
Analizując powyższy kod, można stwierdzić, że np. żądanie typu **GET** pod adresem URL `http://adres_serwera/places_edit/5` zwróci formularz edycji placu o numerze ID 5, a żądanie typu **POST** pod adresem `http://adres_serwera/places/5` zaktualizuje ten plac nowymi danymi według przesłanych z formularza parametrów.

3.2 Model bazy danych

Baza danych MongoDB zawiera dwie główne kolekcje:

- Instructors
- Places

Zachodzi w nich relacja jeden do jednego, ponieważ w danej chwili tylko jeden plac może być zajmowany przez jednego instruktora.



Rysunek 3.1: Schemat bazy danych

Do stworzenia schematu kolekcji dokumentów bazy danych MongoDB zostało wykorzystane narzędzie typu ODM o nazwie Mongoose (patrz rozdział 2. Wykorzystywane technologie).

Listing 3.2 zawiera schemat bazy placów, a listing 3.3 przedstawia schemat bazy instruktorów

```

1 // The Place model
2
3 var mongoose = require('mongoose')
4   , Schema   = mongoose.Schema
5   , ObjectId = Schema.ObjectId
6   , instructorSchema = require('./instructors');
7
8 var placeSchema = new Schema({
9   place: ObjectId,
10  name: String,
11  address: String,
12  photo: String,

```



```
13     photoBase64: String,
14     coordinates: {
15       lat: Number,
16       lng: Number
17     },
18     occupation: {
19       occupied: {
20         type: Boolean,
21         default: false
22       },
23       who: {
24         type: ObjectId,
25         ref: 'Instructors'
26       }
27     }
28   });I
29
30 module.exports = mongoose.model('Place', placeSchema);
```

Listing 3.2: Schemat danych placów manewrowych – plik: /models/places.js

```
1 // The Instructors model
2
3 var mongoose = require('mongoose')
4   , Schema   = mongoose.Schema
5   , ObjectId  = Schema.ObjectId;
6
7 var instructorSchema = new Schema({
8   instructor: ObjectId,
9   name: String,
10  login: String,
11  password: String,
12  phone: String,
13  email: String
14 });
15
16 module.exports = mongoose.model('Instructors', instructorSchema);
```

Listing 3.3: Schemat danych instruktorów – plik: /models/instructors.js

3.3 Panel zarządzania

Panel zarządzania aplikacji umożliwia wykonywanie operacji CRUD (ang. Create-Read-Update-Destroy) na danych aplikacji.

Edycji użytkowników można dokonywać w obrębie /instructors – jednego z głównych kontrolerów aplikacji. A kontroler /places zawiera akcje odpowiedzialne za operacje na danych dotyczących placów manewrowych.

3.4 Klient mobilny

Możemy rozróżnić trzy typy aplikacji mobilnych w zależności od sposobu wytwarzania oprogramowania. Są to:

- aplikacje natywne,
- aplikacje webowe,
- aplikacje hybrydowe.

Aplikacje natywne

To oprogramowanie tworzone najczęściej w języku programowania takim jak np. Java, Objective-C czy C# w zależności od platformy mobilnej. Są to aplikacje pisane pod konkretny system operacyjny i mogą korzystać ze wszystkich udogodnień i funkcji sprzętowych, jakie umożliwia dane urządzenie oraz ingerować w zachowania systemu i rozszerzać jego możliwości. Tego typu aplikacje są bardzo szybkie i płynne, ich interfejs może wykorzystywać systemowe UI (np. Metro w Windows Phone, Holo w Androidzie), dzięki czemu ujednolicają się doskonale z systemem, co pozwala lepiej trafić w przyzwyczajenia użytkowników. Ich największą wadą jest koszt produkcji, ponieważ, aby dotrzeć do szerszego grona odbiorców, na każdy mobilny system operacyjny musi być przygotowana oddzielna aplikacja.

Aplikacje webowe

To nic innego jak strony internetowe zbudowane w nowych technologiach webowych, które przypominają wyglądem aplikacje mobilne. Uruchamiane są w przeglądarce internetowej i przez to wymagają ciągłego połączenia z Internetem oraz niemożliwe jest wykorzystanie w nich funkcji sprzętowych urządzenia, jakimi są m.in. aparat, kamera, GPS, żyroskop, akcelerometr. Największą i chyba jedyną zaletą tego typu aplikacji jest dostępność. Nie trzeba nic instalować, wystarczy jedynie wpisać adres internetowy aplikacji w przeglądarce internetowej, aby ją uruchomić. Aplikacje takie są uniwersalne, ponieważ maszyną uruchomieniową jest przeglądarka, więc wystarczy jeden język programowania (najczęściej jest to JavaScript), aby stworzyć uniwersalną aplikację działającą na wszystkich platformach. Co sprawia, że tego typu oprogramowanie jest stosunkowo tanie w porównaniu z aplikacjami natywnymi, gdzie nakład pracy jest o wiele większy.

Aplikacje hybrydowe

Czyli takie jak opisywana w niniejszej pracy. Jak sama nazwa wskazuje, jest to połączenie aplikacji natywnych i webowych. Użytkownicy często nie odróżniają ich od aplikacji natywnych, jednak w sporej części budowane są w technologiach webowych

takich jak HTML5, CSS3 i JavaScript, dzięki czemu możliwe jest stworzenie jednej wersji oprogramowania, które działać będzie na wielu platformach. Hybrydy, tak samo jak aplikacje mobilne instalowane są w systemie i dystrybuowane w sklepach z aplikacjami takimi jak App Store czy Google Play (dawniej Android Market). Jako, że po części napisane są w języku natywnym, a po części w webowym (wspomniane wcześniej HTML5 czy CSS3), mają dostęp do pewnych funkcji urządzeń, na których są uruchamiane. Można wykorzystać dobrodziejstwa m.in. akcelerometru, GPS, mikrofonu, kamery, czy zapisywać i odczytywać dane z pamięci urządzenia. Aplikacje hybrydowe umożliwiają osiągnięcie idealnej proporcji pomiędzy jakością i możliwościami aplikacji natywnych, a niskim kosztem wytwarzania aplikacji webowych.

3.5 Komunikacja Klient-Serwer - API

Dane pomiędzy klientem, a serwerem wymieniane są za pomocą protokołu JSONP (ang. JSON with padding) – techniki komunikacyjnej umożliwiającej wykonywanie AJAX'owych zapytań do i z serwera znajdującego się w innej domenie. W normalnym przypadku taka wymiana danych nie jest możliwa ze względów bezpieczeństwa. Przeglądarki nie zezwalają na pobieranie obiektów JSON z zewnętrznego serwera w celu zapobiegania atakom typu XSS (ang. Cross-site scripting). Udostępniają wykonywanym skryptom jedynie te obiekty, które pochodzą z tego samego źródła, co strona, w której kontekście są uruchamiane. JSONP polega na opakowaniu danych zwrotnych w funkcję typu „callback”, której parametr jest znany po obu stronach protokołu komunikacji, dzięki temu serwer zwraca dane jako zawartość funkcji do wywołania o takiej samej nazwie, jakiej spodziewa się klient. Kod zwrócony z serwera jest wstrzykiwany dynamicznie, a uruchomiony callback udostępnia pobrane dane do innych obiektów w przeglądarce.

Listing 3.1 zawiera routing dla wszystkich akcji udostępniających metody wymiany danych poprzez JSONP znajdujących się w kontrolerze `/api`. Są w nim metody do pobierania list placów i instruktorów, a także do logowania.

Pobranie danych aplikacji

Aplikacja po pomyślnym zalogowaniu pobiera listę placów i instruktorów w formacie JSON, zapisuje w lokalnej bazie danych WebSQL dostępnej w silniku renderującym WebKit wykorzystywanym w Androidzie oraz przetwarza je na interaktywne listy HTML wyświetlane jako zawartość aplikacji.

Wymiana poleceń przez API

Każdy plac ma swój stan zajętości zapisywany w bazie i udostępniany do publicznej wiadomości pomiędzy instruktorami zalogowanymi do systemu.

Informacje o zmianach tego stanu rozpraszane są w systemie za pośrednictwem

HTML5 WebSockets, który wykorzystuje biblioteka Socket.IO użyta do stworzenia oprogramowania.

W sytuacji, kiedy jeden z klientów usiłuje zająć jakiś plac, serwer otrzymuje o tym informację za pośrednictwem socketu, zapisuje do bazy danych informację o tym, że plac jest zajęty i przez kogo, w następstwie czego emituje wydarzenie, które jest propagowane do wszystkich klientów podłączonych do systemu z informacją o konieczności oznaczenia tego placu jako zajęty.

Taki stan jest utrzymywany do momentu, kiedy instruktor zwolni plac i do serwera zostanie przesłana wiadomość o zmianie stanu. Po czym serwer zmienia stan w bazie danych i rozsyła analogiczny event do wszystkich połączonych klientów, aby umożliwili od nowa zajmowanie tego placu przez innych.

Algorytm tych działań przedstawia listing 3.4.

Komunikacja pomiędzy socketami jest bardzo szybka, dzięki czemu w systemie nie ma opóźnień związanych z przepływem informacji.

```
1 // Socket.IO events
2 io.sockets.on('connection', function (socket) {
3
4   socket.on('placeIsOccupied', function (data) {
5     places.occupyPlace(data.place, data.instructor, function(){
6       io.sockets.emit('disablePlace', { place: data.place });
7     });
8   });
9
10  socket.on('placeIsFree', function (data) {
11    places.releasePlace(data.place, function(){
12      io.sockets.emit('enablePlace', { place: data.place });
13    });
14  });
15
16 });
```

Listing 3.4: Mechanizm obsługi socketów po stronie serwera

Rozdział 4

Uruchomienie aplikacji

4.1 Aplikacja serwerowa

Do uruchomienia aplikacji potrzebny jest interpreter Node.js. Można go pobrać ze strony projektu¹ i zainstalować w systemie (pliki instalacyjne dostępne są dla wszystkich popularnych systemów operacyjnych) i uruchomić skrypt poleceniem `node app.js` w katalogu głównym projektu za pomocą wiersza poleceń. Od momentu uruchomienia aplikacji, serwer będzie nasłuchiwał na określonym w konfiguracji porcie – domyślnie jest to port 3000.

Innym sposobem uruchomienia jest możliwość wykorzystania jednego z dostawców usług hostingowych typu PaaS (ang. Platform as a Service) takich jak np. AppFog², Heroku³, czy OpenShift⁴ i wystartowania aplikacji w chmurze jako usługa Node.js. Ta metoda jest uzależniona od wybranego usługodawcy i więcej informacji można uzyskać w dokumentacji dotyczącej tegoż hostingu.

Oprócz działającego interpretera Node.js, który będzie w stanie uruchomić aplikację, potrzebna jest jeszcze baza danych MongoDB. Proces instalacji tego oprogramowania dla wybranych systemów operacyjnych jest szczegółowo opisany na stronie projektu⁵. Gdzie są też dostępne binaria instalacyjne dla najpopularniejszych systemów operacyjnych.

Najprostszym sposobem jest jednak skorzystanie z usług MongoLab⁶ – platformy działającej w chmurze, umożliwiającej uruchomienie własnej instancji bazy danych MongoDB o rozmiarach do 500 MB za darmo. Po rejestracji i stworzeniu pierwszej bazy danych, otrzymamy dane potrzebne do połączenia z bazą.

¹<http://nodejs.org/>

²<http://www.appfog.com/>

³<https://www.heroku.com/>

⁴<https://www.openshift.com/>

⁵<http://www.mongodb.org/>

⁶<https://mongolab.com>

Konfiguracja bazy danych

Ważnym plikiem służącym do konfiguracji połączenia z bazą jest znajdujący się w głównym katalogu aplikacji plik `config.json`, którego zawartość należy wyedytować wstawiając do niego prawidłowe dane do połączenia. Listing 4.1 zawiera domyślną zawartość pliku konfiguracyjnego.

```
1 {  
2   "mongodb": {  
3     "host" : "adres_serwera",  
4     "port" : port, // np. 3456  
5     "dbname" : "nazwa_bazy",  
6     "user" : "uzytkownik_bazy",  
7     "password" : "haslo_bazy"  
8   }  
9 }
```

Listing 4.1: Domyślna zawartość pliku z konfiguracją połączenia do bazy danych – plik: `/config.json`

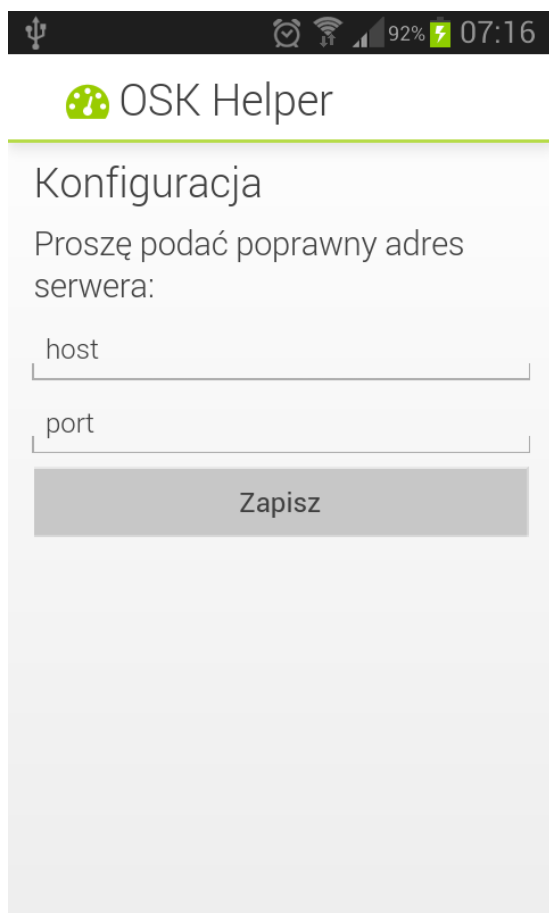
4.2 Aplikacja kliencka na platformę Android

Do uruchomienia klienta mobilnego potrzebny jest smartfon lub tablet z systemem operacyjnym Android oraz plik instalacyjny ze skompilowaną aplikacją.

Aplikacja wymaga dostępu do Internetu, aby móc komunikować się z serwerem oraz włączonego GPS, w celu liczenia odległości do placów manewrowych wyświetlanych na liście.

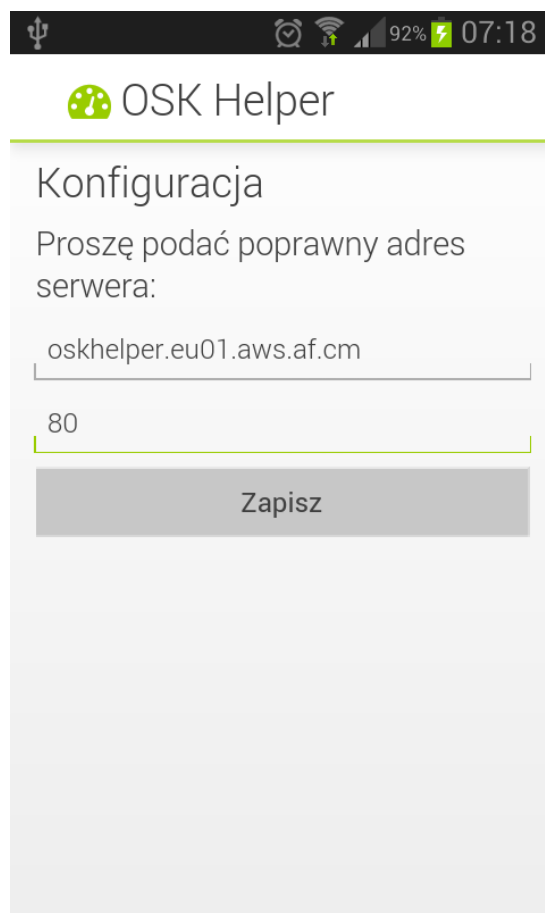
Konfiguracja ścieżki serwera w aplikacji mobilnej

Przy pierwszym uruchomieniu zainstalowanej aplikacji pojawia się ekran wstępnej konfiguracji, w którym należy podać adres (IP, bądź domena) oraz port, na którym działa uruchomiony serwer stanowiący back-end systemu, co przedstawiają rysunki 4.1 (pusty formularz) oraz 4.2 (wypełniony danymi zgodnymi dla serwera testowego).



The screenshot shows the 'OSK Helper' app interface. At the top, there's a status bar with a USB icon, alarm clock, Wi-Fi, 92% battery, and the time 07:16. Below the app title 'OSK Helper', the screen is titled 'Konfiguracja'. It contains the text 'Proszę podać poprawny adres serwera:'. There are two input fields: 'host' and 'port', both of which are empty. At the bottom, there is a grey button labeled 'Zapisz'.

Rysunek 4.1: Konfiguracja adresu serwera - pusty formularz



The screenshot shows the 'OSK Helper' app interface. At the top, there's a status bar with a USB icon, alarm clock, Wi-Fi, 92% battery, and the time 07:18. Below the app title 'OSK Helper', the screen is titled 'Konfiguracja'. It contains the text 'Proszę podać poprawny adres serwera:'. There are two input fields: 'host' containing the text 'oskhelper.eu01.aws.af.cm' and 'port' containing the text '80'. At the bottom, there is a grey button labeled 'Zapisz'.

Rysunek 4.2: Konfiguracja adresu serwera - wypełniony formularz

Po wprowadzeniu adresu hosta i portu aplikacja mobilna próbuje odpytać serwer pod wskazanym adresem z akcją `/api/validate_existance`, aby sprawdzić czy wprowadzone dane są poprawne (tzw. heartbeat).

Jeśli serwer zwraca odpowiedź w formacie JSON o treści `{'exists': true}`, podany adres serwera jest zapisywany w pamięci aplikacji (HTML5 LocalStorage), po czym wyświetlany jest ekran logowania. Przy kolejnych uruchomieniach nie trzeba go podawać, aż do czasu wylogowania, które spowoduje wyczyszczenie lokalnej bazy danych aplikacji.

Rozdział 5

Panel zarządzania - konfiguracja

Panel zarządzania służy do prawidłowego skonfigurowania obiektów świata aplikacji, który ma odzwierciedlać rzeczywistość, w ramach której działa Ośrodek Szkolenia Kierowców, a w zasadzie jego pracownicy korzystający z systemu.

Możliwa jest edycja placów manewrowych i listy instruktorów z uwzględnieniem wszystkich operacji typu CRUD (ang. Create-Read-Update-Destroy). A zatem każdy z placów można edytować i usuwać, wyświetlić jego dane oraz dodać nowy plac do modelu danych aplikacji.

5.1 Zarządzanie listą placów manewrowych

Ważne jest prawidłowe skonfigurowanie wszystkich placów, aby instruktorzy mogli z nich korzystać.

W momencie, kiedy w bazie nie ma jeszcze dodanych żadnych placów, najważniejszym ekranem jest formularz dodawania nowego placu (Rysunek 5.1).

OSK-Helper Home Instruktorzy Place

Nowy plac

Dane podstawowe

Nazwa

Adres

Koordynaty GPS

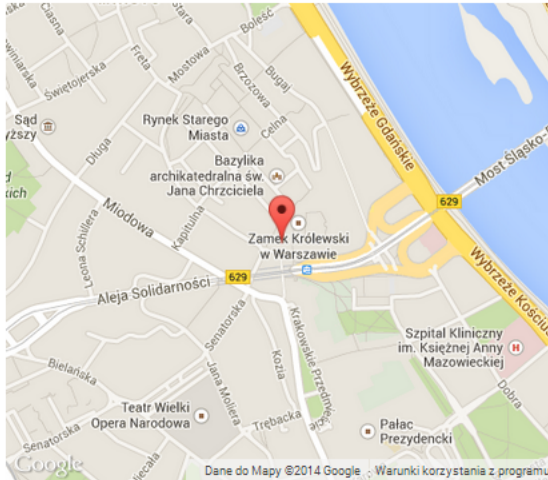
Latitude

Longitude

Miniaturka

Zdjęcie

Wybierz plik



Rysunek 5.1: Formularz dodawania nowego placu

Interaktywna mapa pozwala na precyzyjne określenie współrzędnych. Pola zawierające koordynaty GPS są automatycznie uaktualniane w momencie kliknięcia w wybrany punkt na mapie.

Przesyłane na serwer zdjęcie placu jest przy okazji zapisu przetwarzane na ciąg znaków w formacie Base64 i również zapisywane do bazy danych. Takie zdjęcie zakodowane w formie tekstowej jest przesyłane wraz z innymi danymi placów do aplikacji mobilnej, która z powrotem potrafi je wyświetlić jako obrazek i przetrzymać w swojej lokalnej bazie danych.

Na rysunku 5.2 przedstawiony jest ekran z listą, na której widoczne jest kilka pierwszych placów wprowadzonych do bazy danych. Wprowadzone dane są wygenerowane losowo przy pomocy biblioteki Faker.js¹.

OSK-Helper Home Instruktorzy ▾ Place ▾				
Lista placów				
Zdjęcie	Nazwa	Adres	Status	Akcje
	Plac #80	35782 Bode Ways	Wolny	Szczegóły Edycja Usuń
	Plac #51	1019 Hodkiewicz Coves	Wolny	Szczegóły Edycja Usuń
	Plac #23	2101 Brakus Summit	Zajęty	Szczegóły Edycja Usuń
	Plac #99	27020 Kreiger Park	Wolny	Szczegóły Edycja Usuń
	Plac #45	27020 Kreiger Park	Wolny	Szczegóły Edycja Usuń

Rysunek 5.2: Lista utworzonych placów manewrowych

Plac o nazwie „Plac #23” na powyższym rysunku jest oznaczony jako zajęty. Wszystkie tego typu place są podświetlone wyblakłym odcieniem koloru czerwonego.

¹<https://github.com/marak/Faker.js/>

Rysunek 5.3 przedstawia widok formularza do edycji danych wybranego placu.

Nie różni się on znacząco od formularza dodawania nowego placu poza tym, że ustawione aktualnie pola są już wypełnione bieżącymi danymi oraz nad częścią dotyczącą wstawiania nowego zdjęcia widnieje podgląd aktualnie wstawionej miniaturki.

Istnieje możliwość zmiany nazwy placu, adresu, współrzędnych i wgrania nowego zdjęcia.

OSK-Helper Home Instruktorzy Place

Edycja placu: Plac #80

Dane podstawowe

Nazwa


Adres

Koordynaty GPS

Latitude

Longitude


Aktualne zdjęcie

Zdjęcie 

Nowe zdjęcie

Zdjęcie

Wybierz plik



Zapisz

Anuluj

Rysunek 5.3: Edycja wybranego placu manewrowego

5.2 Zarządzanie listą instruktorów

W przypadku konfiguracji bazy instruktorów należy postępować analogicznie.

Rysunek 5.4 przedstawia ekran z formularzem dodawania nowego instruktora. Wymienić można pola takie jak: jego nazwa osobowa, login i hasło, których będzie używał do logowania w aplikacji mobilnej oraz danych kontaktowych takich jak telefon i mail, do których wgląd będą mieli inni instruktorzy z poziomu mobilnego klienta.

The screenshot shows the 'Nowy instruktor' (New instructor) form in the OSK-Helper application. The form is displayed on a dark-themed interface with a navigation bar at the top containing 'OSK-Helper', 'Home', 'Instruktorzy', and 'Place'. The form itself is light gray and contains the following fields:

- Nazwa** (Name): Input field with placeholder 'Imię Nazwisko...'
- Login**: Input field with placeholder 'imienazwisko...'
- Hasło** (Password): Input field with placeholder 'hasło...'
- Nr telefonu** (Phone number): Input field with placeholder '+48 123 456 789...'
- E-mail**: Input field with placeholder 'instruktor@oskhelper.pl...'

At the bottom of the form are two buttons: a green 'Zapisz' (Save) button and a gray 'Anuluj' (Cancel) button.

Rysunek 5.4: Formularz dodawania nowego instruktora

Pod adresem URL `http://adres_serwera/instructors_generate` dostępne jest wywołanie ukrytej funkcji pozwalającej wygenerować przykładowe dane do stworzenia nowego instruktora i dodać go do bazy.

Po dodaniu kilku instruktorów lista wygląda tak, jak to przedstawia rysunek 5.5.

Z poziomu tej listy można przeglądać zbiór użytkowników. Ich pełne nazwy, loginy i dane kontaktowe takie jak numery telefonów i adresy e-mail, a ostatnia kolumna tabeli zawiera menu akcji do zarządzania tymi encjami.

Możliwe do wykonania akcje to:

- przejście do widoku szczegółowego dla wybranego instruktora, który zawiera te same informacje, ale tabela w nim jest zawężona tylko do jednego rekordu związanego z tym konkretnym instruktorem (przydatne, gdy jeden z administratorów chce wydobyć link do informacji dotyczących pojedynczego bytu systemu),
- przejście do formularza umożliwiającego edycję danych instruktora,
- usunięcie instruktora z bazy danych.

OSK-Helper Home Instruktorzy Place

Lista instruktorów:

Nazwa	login	Numer tel.	E-mail	Akcje
Dortha Runte	irving	244-471-2958	elton@timothy.biz	Szczegóły Edycja Usuń
Vella Hermann	leanne	(088)116-7229 x61450	ferne@tianna.org	Szczegóły Edycja Usuń
Nat Collins	tillman	1-323-322-7075	mariano@zackery.ca	Szczegóły Edycja Usuń
Ismael Stehr	twila_renner	1-477-153-3313 x763	jackie.schmitt@brett.info	Szczegóły Edycja Usuń
Lew Reichert	alex.goldner	(701)909-3474	mariane_wintheiser@ashton.biz	Szczegóły Edycja Usuń
Joanne Mayer	marcelina	656-871-7391	sandrine.tremblay@jaden.us	Szczegóły Edycja Usuń
Mable Gerlach	isidro_turcotte	1-036-149-3994 x3602	thelma@twila.org	Szczegóły Edycja Usuń
Melissa Howell	sammie.barrows	(519)113-3580 x98840	sage_lubowitz@regan.net	Szczegóły Edycja Usuń
Haylie Stoltenberg	myrna	893-909-4704 x02189	wellington@hailie.tv	Szczegóły Edycja Usuń
Verner Mills	nicklaus_becker	(976)369-4620	sheldon@americo.info	Szczegóły Edycja Usuń
Roberta Jacobson	virgie	340-939-9546 x3697	tiara_doyle@favian.org	Szczegóły Edycja Usuń

Dodaj instruktora

Rysunek 5.5: Lista dodanych instruktorów

Rozdział 6

Klient dla systemu Android - korzystanie

Autor poczynił starania, aby wykonana aplikacja mobilna była tak intuicyjna, jak to tylko możliwe.

Zamysłem było udostępnienie w interfejsie tylko tych funkcji, które są niezbędne do komunikacji pomiędzy instruktorami.

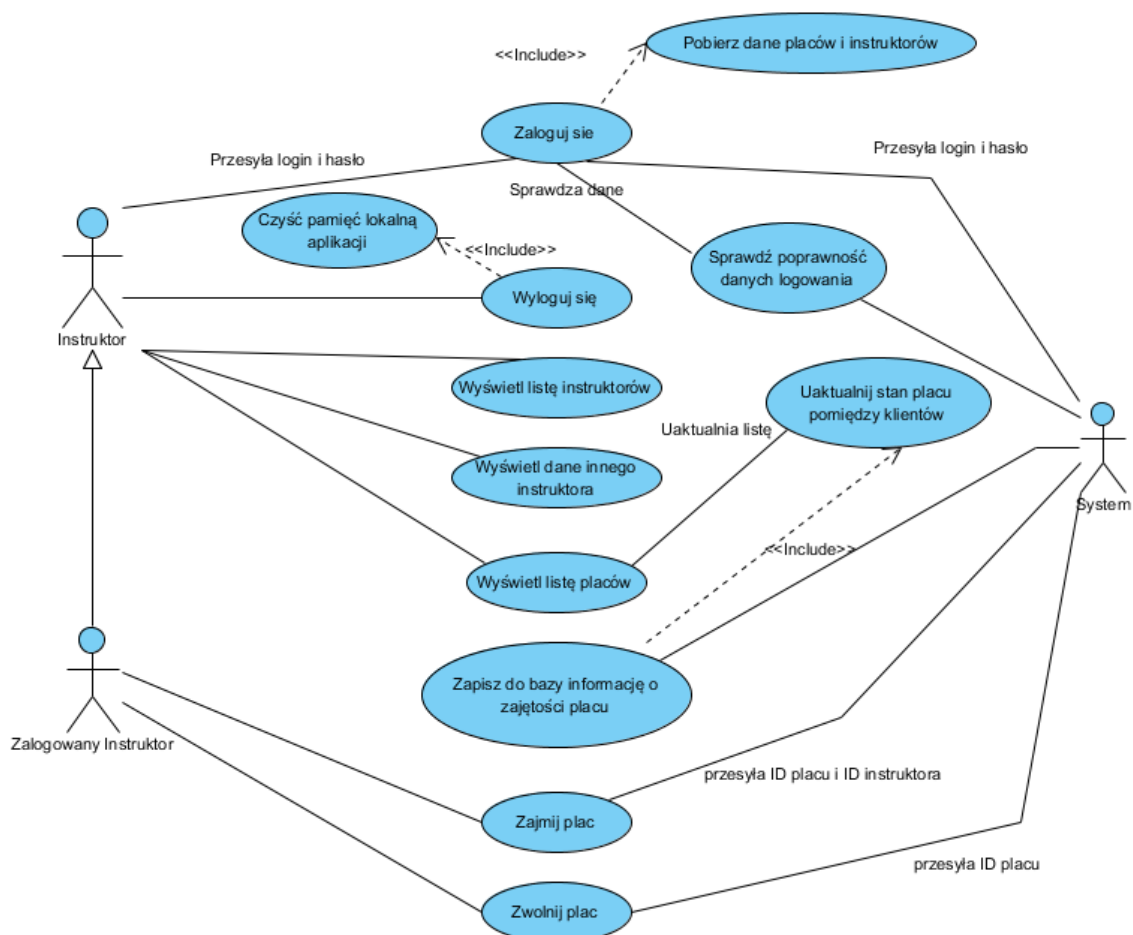
Lista najbliższych placów wraz z informacjami o ich zajętości to minimum jakie ma spełniać system. Wymiana informacji o zajętości i aktualizacja kolejności placów wg odległości zostały zautomatyzowane tak, aby użytkownicy mogli skupić się na swoich obowiązkach zawodowych, a nie na obsłudze aplikacji.

6.1 Przypadki użycia

Rysunek 6.1 wizualizuje akcje możliwe do wykonania przez użytkowników aplikacji.

Akcje logowania oraz zajmowania i zwalniania placu wykonują zapytania do serwera (System), który podejmuje konieczne działania i zwraca odpowiedź do klienta.

Inne akcje, m.in. wyświetlanie list placów i instruktorów oraz ich szczegółów, a także wylogowanie użytkownika, działają lokalnie. Nie wymieniają żadnych danych poprzez zewnętrzne API.

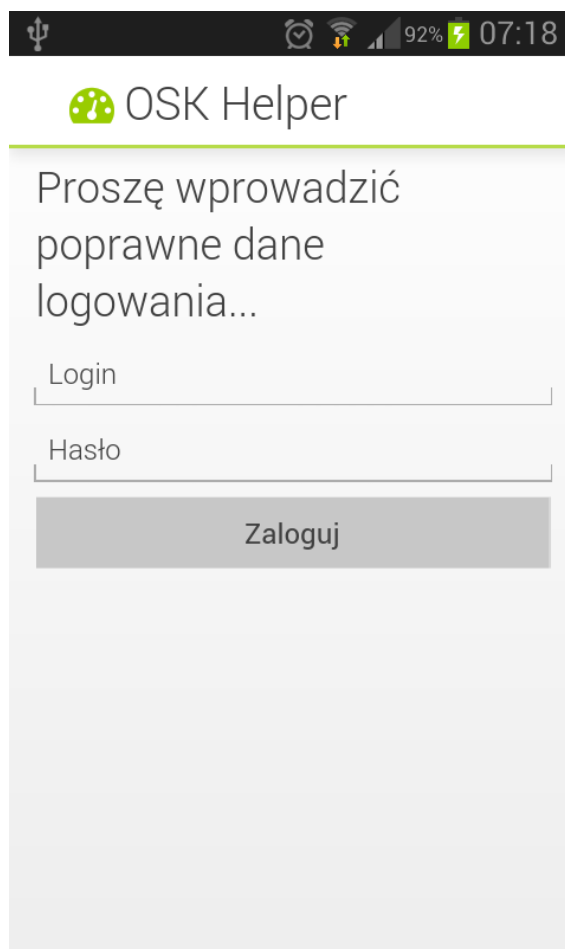


Rysunek 6.1: Diagram przypadków użycia

6.2 Logowanie

Aby instruktor miał możliwość korzystania z systemu, monitorowania zajętości placów oraz ingerowania w ich stan, musi być zalogowany.

Podczas pierwszego uruchomienia, tuż po poprawnym podaniu adresu serwera, pojawia się ekran logowania (rysunek 6.2), w którym należy podać prawidłową nazwę użytkownika i hasło przypisane do instruktora.



Rysunek 6.2: Ekran logowania użytkownika

Serwer waliduje przesłany login i hasło, następnie w przypadku poprawnych danych zwraca dane umożliwiające wyrenderowanie ekranów aplikacji.

6.3 Podgląd listy placów

Domyślnym widokiem wyświetlonym po pomyślnym zalogowaniu jest lista placów.

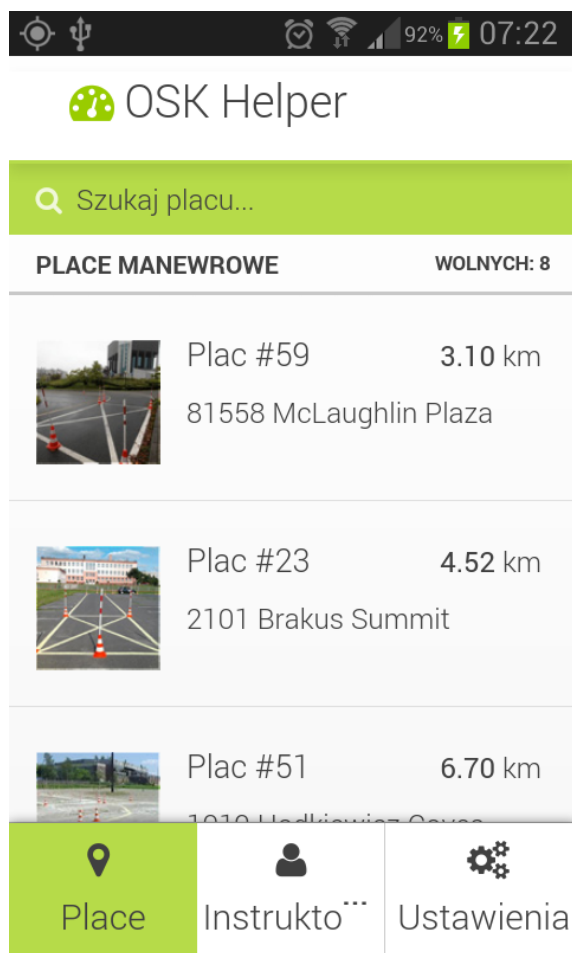
Na podstawie położenia GPS lista jest sortowana wg odległości placów. Najbliżej położone punkty znajdują się na początku listy.

Każdy element listy zawiera nazwę placu, jego adres oraz odległość. Do obliczania odległości zostało wykorzystane Google Maps API¹ wraz z biblioteką pomocniczą o nazwie Gmap3².

Rysunek 6.3 przedstawia ekran prezentujący listę placów.

¹<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/>

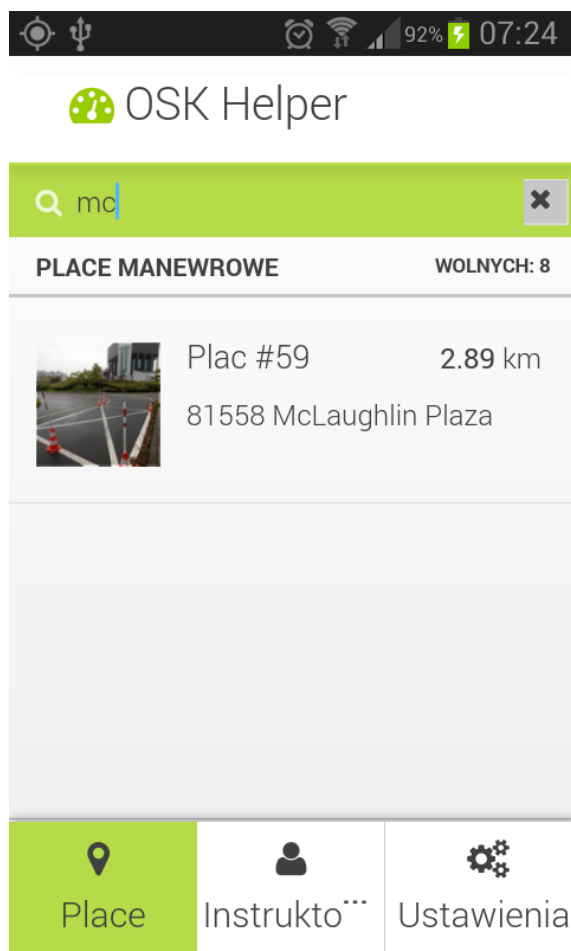
²<http://gmap3.net/>



Rysunek 6.3: Lista placów - sortowana według odległości

Widoczny jest na nim zielony pasek z polem wyszukiwania. Wystarczy zacząć wpisywać w nim tekst, a elementy listy dynamicznie zostają zawężane do wyników wyszukiwania wg wpisanego wzorca. Wyszukiwanie jest dokonywane zarówno w nazwie, jak i adresie placu.

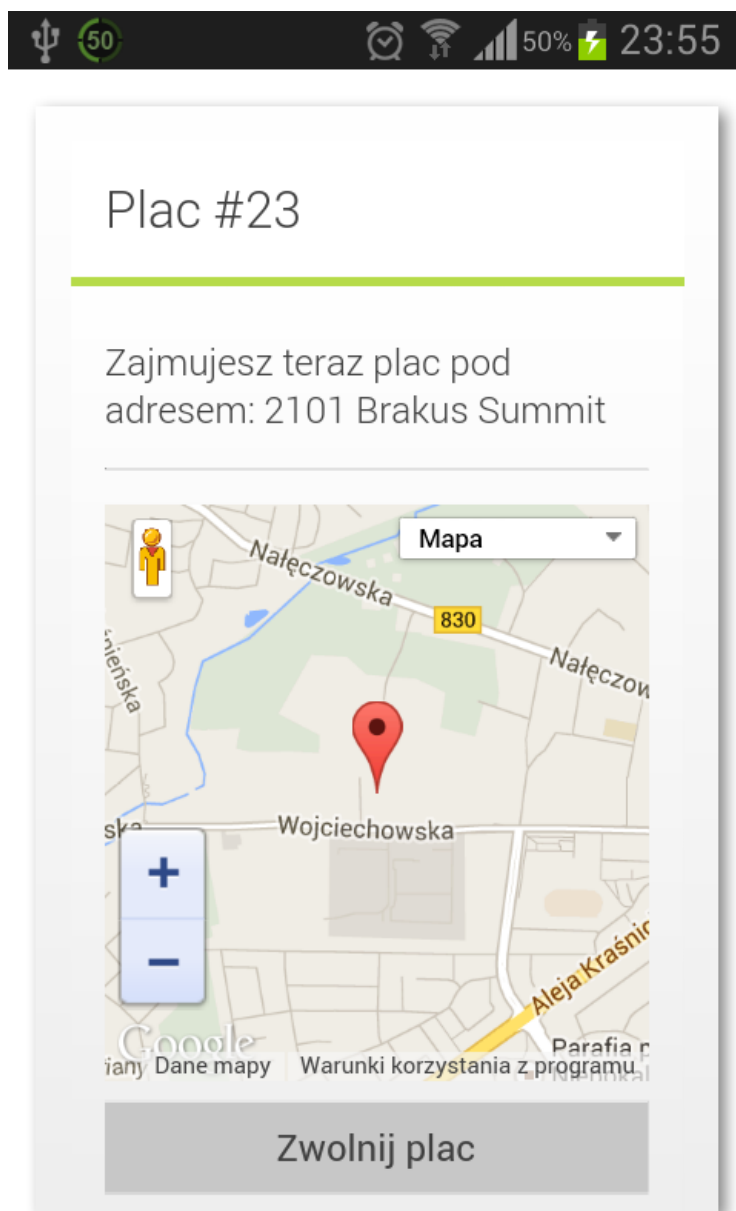
Efekt wyszukiwania można zaobserwować na rysunku 6.4.



Rysunek 6.4: Lista placów - przefiltrowana wg wyszukiwanego wzorca

6.3.1 Zajmowanie i zwalnianie placu

Po wciśnięciu wybranego placu zostaje rozpropagowana w systemie informacja o zajętości tego placu, a użytkownik zostaje przeniesiony na ekran z widokiem szczegółowym, który przedstawia rysunek 6.5.



Rysunek 6.5: Widok szczegółowy zajmowanego placu

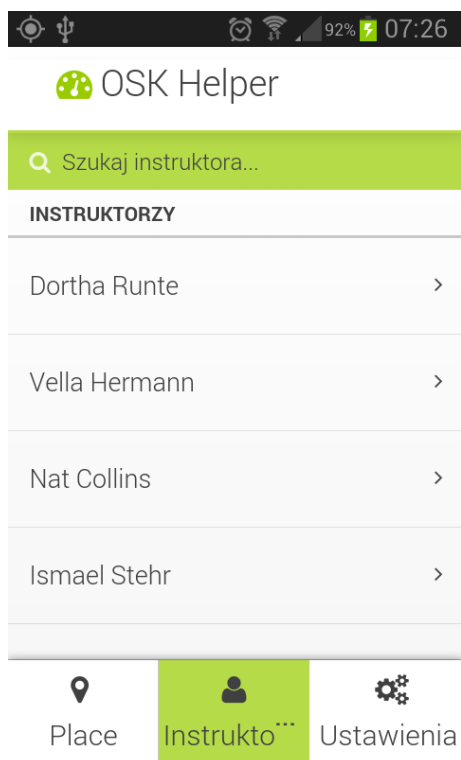
Widoczna jest interaktywna mapa z położeniem placu, zaimplementowana z wykorzystaniem Google Maps, którą można dowolnie przybliżać, oddalać, przesuwać oraz przełączyć się na widok satelitarny lub panoramiczny.

Przycisk „Zwolnij plac” pozwala wrócić do poprzedniego ekranu jednocześnie wysyłając do serwera informację o zwolnieniu placu. Obsługa przycisku sprzętowego „back” służącego do cofania w systemie Android, została dostosowana tak, aby wykonywać tę samą metodę.

6.4 Podgląd listy instruktorów

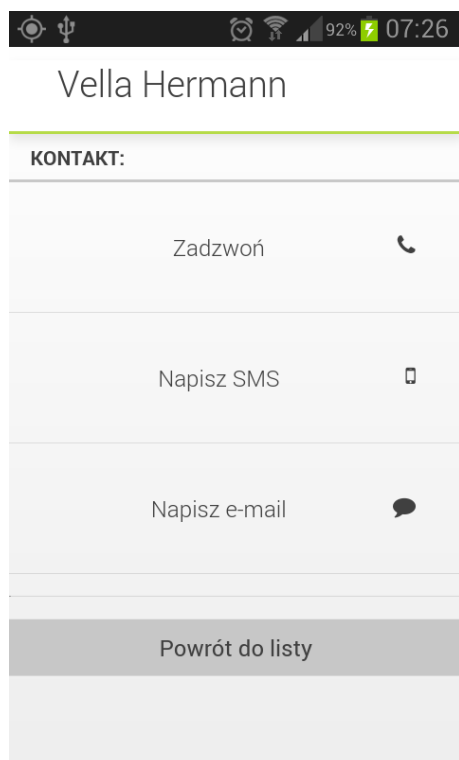
Na ekranie z listą instruktorów pracujących w ośrodku, każdy element klikalny zawiera pełną nazwę instruktora.

Widnieje na nim również wyszukiwarka działająca w sposób analogiczny do przedstawionego w części dotyczącej przeszukiwania placów.



Rysunek 6.6: Lista instruktorów

Wybranie jednego z elementu listy powoduje wyświetlenie ekranu zawierającego akcje związane z kontaktem do wybranego instruktora, co ilustruje rysunek 6.7.



Rysunek 6.7: Widok szczegółowy wybranego instruktora

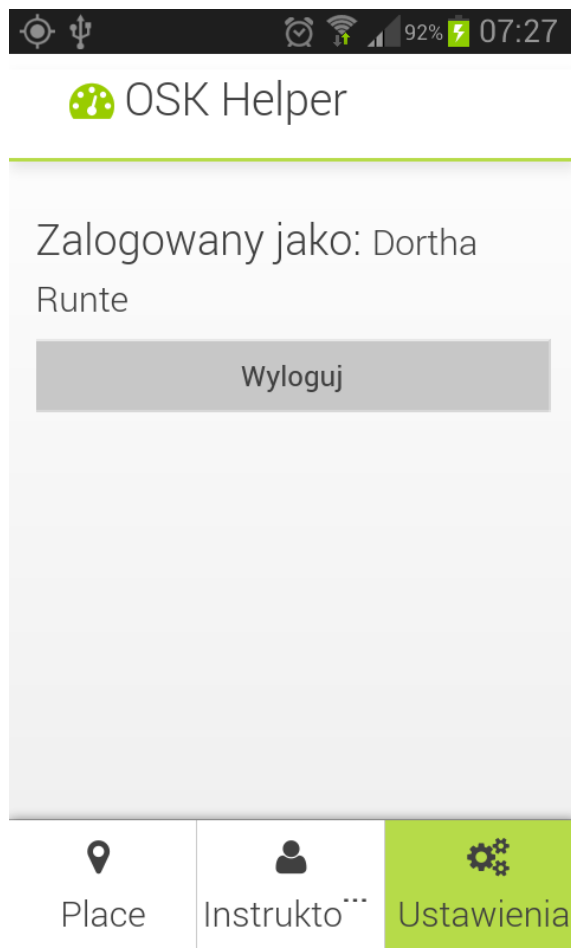
Kliknięcie na konkretny przycisk powoduje wykonanie wybranej akcji z poziomu wbudowanych funkcji telefonu.

Możliwe jest wybranie numeru do przeglądanej instrukcji, wysłanie wiadomości SMS lub napisanie E-maila.

6.5 Ustawienia

Ekran ustawień umożliwia wylogowanie użytkownika.

Wyświetla również pełną nazwę zalogowanego instruktora, która została skonfigurowana w panelu zarządzania.



Rysunek 6.8: Ekran ustawień - możliwość wylogowania

Wylogowanie powoduje wyczyszczenie całej pamięci podręcznej, więc staje się również pomocne w przypadku zmiany adresu serwera, z którym aplikacja się komunikuje. Po wylogowaniu należy od nowa wprowadzić zarówno adres serwera, jak i dane do logowania.

W przyszłości ma się tu znaleźć również możliwość zmiany hasła i wymuszenia aktualizacji.

Rozdział 7

Podsumowanie i wnioski

W niniejszej pracy został przedstawiony opis stworzonego systemu wspomagającego pracę instruktorów nauki jazdy.

Celem pracy było stworzenie aplikacji mobilnej na urządzenia z systemem Android, która umożliwia komunikowanie się z innymi, takimi samymi klientami przez scentralizowany serwer napisany w technologii Node.js.

Cel udało się osiągnąć. Zrealizowana w ramach pracy aplikacja umożliwia wymianę informacji o stanach zajętości placów wprowadzonych do systemu pomiędzy klientami, obliczania i wyświetlania ich odległości względem położenia użytkownika oraz możliwość skontaktowania się z innymi instruktorami przy pomocy wbudowanych funkcji urządzenia.

Jedynym językiem programowania użytym do stworzenia logiki aplikacji jest JavaScript, a nierelacyjna baza danych MongoDB przechowuje dane w formacie przyjaznym dla tego języka. Wpłynęło to pozytywnie na wydajność. Można powiedzieć, że aplikacja działa w czasie rzeczywistym, co potwierdzają testy wykonywane na telefonach Samsung Galaxy S Plus, Samsung Galaxy S II, LG Nexus 4, emulatorze AVD (ang. Android Virtual Device) wbudowanym w SDK (ang. Software Developer Kit) Androida oraz wirtualnej maszynie uruchamiającej system Android przy pomocy narzędzia Genymotion¹.

W pracy została przedstawiona architektura systemu, sposób komunikacji wewnątrz niego, instrukcja uruchomienia aplikacji, konfiguracji oraz jej używania.

Autor napotkał na wiele trudności, które udało mu się rozwiązać, co umożliwiło mu zdobycie nowych doświadczeń. Praca umożliwiła autorowi nauczanie się i nabywanie nowych umiejętności dotyczących tworzenia hybrydowych aplikacji mobilnych w technologiach webowych oraz pisania serwerów API dla nich.

Aplikacja może być w przyszłości rozwijana i wzbogacana o nowe funkcjonalności. Istnieje wiele pomysłów na dalszy rozwój i z pewnością będzie ona nadal rozwijana. Docelowo aplikacja ma stać się konkurencyjnym oprogramowaniem do zarzą-

¹<http://www.genymotion.com/>

dzania m.in. harmonogramami lekcji nauki jazdy, śledzenia i notowania postępów w nauczaniu konkretnych kursantów oraz przydzielaniem wyposażenia instruktorów.

Spis rysunków

3.1	Schemat bazy danych	10
4.1	Konfiguracja adresu serwera - pusty formularz	17
4.2	Konfiguracja adresu serwera - wypełniony formularz	17
5.1	Formularz dodawania nowego placu	20
5.2	Lista utworzonych placów manewrowych	21
5.3	Edycja wybranego placu manewrowego	22
5.4	Formularz dodawania nowego instruktora	23
5.5	Lista dodanych instruktorów	24
6.1	Diagram przypadków użycia	26
6.2	Ekran logowania użytkownika	27
6.3	Lista placów - sortowana według odległości	28
6.4	Lista placów - przefiltrowana wg wyszukiwanego wzorca	29
6.5	Widok szczegółowy zajmowanego placu	30
6.6	Lista instruktorów	31
6.7	Widok szczegółowy wybranego instruktora	32
6.8	Ekran ustawień - możliwość wylogowania	33

Listingi kodu

3.1	Mapa routingu typu REST aplikacji serwerowej	8
3.2	Schemat danych placów manewrowych – plik: /models/places.js . . .	10
3.3	Schemat danych instruktorów – plik: /models/instructors.js	11
3.4	Mechanizm obsługi socketów po stronie serwera	14
4.1	Domyślna zawartość pliku z konfiguracją połączenia do bazy danych – plik: /config.json	16

Literatura

- [1] Kristina Chodorow. *MongoDB, the definitive guide*. O'Reilly Media, Sebastopol, Calif, 2013.
- [2] Douglas Crockford. *JavaScript : the good parts*. O'Reilly, Beijing Cambridge, 2008.
- [3] Tom Croucher. *Node up and running*. O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2012.
- [4] David Flanagan. *JavaScript : przewodnik programisty*. Wydaw. RM, Warszawa, 2002.
- [5] Chetan Jain. *JQuery Mobile Cookbook*. Packt Pub, Birmingham, 2012.
- [6] Manuel Kiessling. *The node beginner book : a comprehensive node.js tutorial*. lulu.com, Raleigh, North Carolina, 2012.
- [7] Alex MacCaw. *JavaScript : aplikacje WWW*. Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2012.
- [8] Garann Means. *Node for front-end developers*. O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2012.
- [9] Shelley Powers. *Learning Node*. O'Reilly Media, Sebastopol, Calif, 2012.
- [10] Jonathan Stark. *Android : tworzenie aplikacji w oparciu o HTML, CSS i JavaScript*. Helion, Gliwice, 2013.
- [11] S. Stefanov and J. Walkowska. *JavaScript: programowanie obiektowe*. Helion, 2010.
- [12] Stoyan Stefanov. *JavaScript. Wzorce*. Helion, Gliwice, 2012.