

Slovenská technická univerzita v Bratislave
FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ
Ilkovičova 2, 84216 Bratislava 4

Vnorený systém pre výučbu golfu

Dokumentácia riešenia projektu

Študijný program: Počítačové a komunikačné systémy a siete

Tím č.6: Bc. Frederik Autner, Bc. Dávid Báňai, Bc. Jaroslav Cút, Bc. Patrik Dikant, Bc. Matej Ferenc, Bc. Boris Žalman

Vedúci tímového projektu: Ing. Martin Vojtko

Ak. rok 2014/2015

Obsah

Použité skratky a výrazy.....	2
1 Úvod.....	3
1.1 Zadanie projektu.....	3
1.2 Účel a rozsah dokumentu.....	3
2 Analýza.....	4
2.1 Analýza golfového odpalu.....	4
2.1.1 Náprahová rovina.....	4
2.1.2 Postoj golfistu.....	5
2.2 Analýza vhodných rozhraní pre komunikáciu medzi telefónom a senzorom.....	5
2.2.1 WiFi IEEE 802.11n rozhranie.....	5
2.2.2 Bluetooth 4.0 rozhranie.....	5
2.3 Analýza riešení zberu dát pohybu golfovej palice.....	6
2.3.1 Arduino.....	6
2.3.2 Senzor CC2541 SensorTag Development Kit.....	8
2.4 Analýza mobilných platforiem.....	11
2.4.1 iOS.....	11
2.4.2 Android.....	11
2.5 Analýza databázových riešení.....	11
2.5.1 MySQL.....	11
2.5.2 Oracle.....	12
2.5.3 PostgreSQL.....	12
2.6 Analýza existujúcich riešení.....	13
2.6.1 Ubersense.....	13
2.6.2 Zepp.....	14
3 Špecifikácia požiadaviek.....	16
3.1 Špecifikácia požiadaviek na senzor.....	16
3.2 Špecifikácia požiadaviek mobilnej aplikácie.....	16
3.3 Špecifikácia požiadaviek webovej aplikácie.....	17
4 Hrubý návrh riešenia.....	19
4.1 Základný koncept riešenia.....	19
4.2 Senzor.....	20
4.3 Mobilná aplikácia.....	20
4.3.1 Používateľské rozhranie.....	20
4.4 Návrh databázového modelu.....	22
4.5 Návrh webovej aplikácie.....	24
5 Záver.....	26
LITERATÚRA.....	27

Použité skratky a výrazy

WEP (Wired Equivalent Privacy) - bezpečnostný algoritmus pre bezdrôtové siete.

WPA (Wi-Fi Protected Access) - bezpečnostný algoritmus pre bezdrôtové siete.

AES (Advanced Encryption Standard) – štandardizovaný algoritmus k šifrovaniu dát.

Atmel AVR – Rodina 8 bitových a 32 bitových RISC mikrokontrolérov.

PWM (Pulse-width modulation) – pulzná šírková modulácia.

Gyroskop – Senzor snímajúci naklonenie.

Akcelerometer – Senzor snímajúci zrýchlenie.

SQL (Structured query language) – Štruktúrovaný dopytovací jazyk.

Heroku - produkčný server

Ruby on Rails - rámec pre vývoj webových aplikácií

Ruby - skriptovací jazyk

GitHub - verziovací systém

Senzor CC2541 SenzorTag

iOS developer program - program určený pre skupinu Apple vývojárov

XCode - vývojové prostredie pre platformu Apple

Objective-C - programovací jazyk

Swift - programovací jazyk

OpenSource - licencia pod ktorou je softvér voľne šíriteľný

Android Studio - vývojové prostredie pre platformu Android

MySQL - databázový systém

Oracle - databázový systém

PostgreSQL - databázový systém

Apache - webový server

PHP - skriptovací jazyk

1 Úvod

V dnešnej dobe technológia vo veľkej miere nahrádza fyzickú aktivitu ľudí. Našou snahou je vytvorenie produktu, ktorý prispeje k zvýšeniu záujmu ľudí o šport. Prepojením technológie so športom zabezpečíme jednoduché zdokonalenie techniky športovcov.

Ďalším prínosom nášho produktu je tiež zjednodušenie práce trénerov, či už pri golfe, alebo iných športoch. Produkt má za úlohu poskytnúť hráčom jasné a širokospektrálne informácie o vykonávaní pohybu, pričom dôraz je kladený aj na samotných trénerov. Tí majú dostupnú rozsiahlu charakteristiku pohybu svojich hráčov, čo im výrazne skrátí čas strávený pri samotnom hráčovi a taktiež zefektívni tréning. Hlavnou myšlienkou nášho produktu je motivovať a pritiahnúť ľudí k športu využitím technológie. Obrovskou výhodou pre športovca bude fakt, že si môže svoj pohyb analyzovať a skúsiť vylepšiť sám, bez potreby fyzickej prítomnosti trénera, alebo iného človeka.

V tejto kapitole sa nachádza zadanie projektu spolu s rozsahom a účelom tohto dokumentu. Výsledný produkt by mal byť zložený z troch hlavných častí: senzor, mobilná aplikácia, webová aplikácia. Cieľom je vytvoriť produkt vhodný pre reálne využitie, určený ako pre začiatočníkov, tak aj pre pokročilých športovcov.

1.1 Zadanie projektu

Cieľom tímového projektu je vytvorenie vnoreného systému s účelom vyhodnocovania pohybu pri športe. Jeho realizácia by mala spĺňať požiadavky na výdrž, odolnosť, malé rozmery a hmotnosť, bezdrôtovosť. Je očakávaný presah projektu nad rámec tímového projektu, v kontexte projektu v spolupráci s praxou. Projekt má takisto čiastočný výskumný charakter, keďže je potrebné vytvoriť a implementovať mechanizmy, ktoré budú šetriť elektrickú energiu a tým pádom predĺžia výdrž vnoreného systému ale i skúmať fyziku pohybu pri športe.

1.2 Účel a rozsah dokumentu

Dokument slúži ako dokumentácia k projektu v rámci predmetu Tímový projekt v prvom ročníku inžnierskeho štúdia. Projekt je venovaný tvorbe vnoreného systému pre výučbu golfu. Dokument je rozdelený na tri hlavné časti:

- Analýza – V tejto časti sú opísané zariadenia a platformy a techniky vhodné na implementáciu, dráha golfovej palice pri odpale loptičky, ako aj už existujúce riešenia pre rozbor golfového odpalu.
- Špecifikácia požiadaviek – Táto časť obsahuje požiadavky kladené na jednotlivé časti produktu, ako aj na produkt ako celok.
- Hrubý návrh riešenia – V tejto časti sú obsiahnuté základné spôsoby a princípy pomocou ktorých plánujeme produkt realizovať.

2 Analýza

Táto časť sa venuje analýze golfového odpalu, analýze vhodných komunikačných prostriedkov medzi mobilným telefónom a senzorom, analýze vhodných zariadení pre zber údajov o odpale, analýze vhodných platforiem pre vývoj mobilnej aplikácie, analýze vhodných databázových riešení a analýze existujúcich riešení.

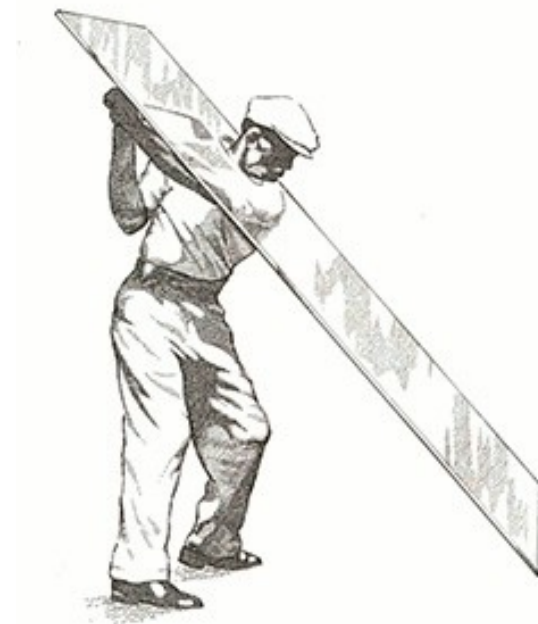
2.1 Analýza golfového odpalu

Po stretnutí s trénerom golfu sa nám podarilo zachytiť niekoľko dôležitých faktorov, ktoré zohrávajú veľkú rolu pri kvalite odpalu golfovej loptičky. Tréner sa sústreďuje hlavne na to, aby svojim žiakom vysvetlil dôležitosť náprahovej roviny. V tejto časti dokumentu sa preto zameriame na objasnenie správnosti odpalu za pomoci ukážky na obrázku pre pochopenie náprahovej roviny.

2.1.1 Náprahová rovina

Je to abstraktný pojem, ktorý si začiatočník golfista dokáže len ťažko predstaviť a zo začiatku mu to pôjde ťažko, ale akonáhle ho pochopí a zameria sa prvorade na správnosť odpalu, určite príde k svojmu cieľu oveľa skôr, ako by mal bezhlavo švihat' a snažiť sa hrubou silou triafať loptičku.

Náprahovú rovinu si treba predstaviť ako naklonenú "dosku", ktorá je postavená od ramien dole k loptičke. Keď sa paže dostávajú pri náprahu do úrovne bokov, mali by sa pohybovať rovnobežne s rovinou a zostať s ňou tak po celú dobu náprahu. Náprahovú rovinu je možné vidieť na [Obrázku 1](#).



Obrázok 1: Náprahová rovina odpalu [11]

Ľavá paža by mala byť sklonená v rovnakom uhle ako rovina a mala by sa o ňu akoby trieť. Golfista sa dostane na túto rovinu vytočením bokov smerom doľava, pričom týmto miernym pohybom spúšťa švih. Sila jeho švihy vzniká a tvorí sa pohybom tela. Táto sila sa z tela prenáša do rúk a paží a každým prenosom sa veľakrát násobí, podobne ako v reťazovej reakcii známej z fyziky.

2.1.2 Postoj golfistu

Hráči majú tendenciu podceňovať kontrolu správneho postoja. Myslia si, že keď sa to raz naučia, už to nezabudnú a budú to vždy robiť správne. Správny postoj treba vždy kontrolovať. Je potrebné dodržiavať 3 základné veci :

1. chrbát musí byť narovnaný, nie ohnutý ani natočený doľava či doprava. Zadná časť hlavy a spodná časť chrbtice musia byť v jednej línii.
2. ramená nesmú byť vytiahnuté príliš vysoko a zároveň nesmú byť stočené dovnútra. Ramená musia byť stiahnuté dole a dozadu kvôli lepšiemu otáčaniu sa. Okrem toho chrbát bude menej zatážený a nebude bolieť.
3. spôsob držania palice – jedna ruka je nižšie ako druhá. U pravákov je tou nižšou rukou pravá ruka. Pravé rameno by pri založení palice malo byť nižšie ako ľavé.

2.2 Analýza vhodných rozhraní pre komunikáciu medzi telefónom a senzorom

V nasledujúcej časti sú opísané komunikačné rozhrania vhodné pre komunikáciu medzi mobilným telefónom a senzorom. Ako rozhranie na komunikáciu medzi telefónom a senzorom je najvhodnejšie použiť technológiu Bluetooth alebo WiFi, ktorými disponuje takmer každý súčasný mobilný telefón.

2.2.1 WiFi IEEE 802.11n rozhranie

WiFi rozhranie narozdiel od Bluetooth ponúka rýchlejšie spojenie, väčší dosah a vyššiu bezpečnosť na úkor vyššej ceny a spotreby. Maximálny dosah komunikácie je na vzdialenosť 100 metrov. Najpožívanejšie prenosové rýchlosti sú 11, alebo 54 Mbit za sekundu. Spotreba takéhoto modulu začína na 0,125W. Cena WiFi modulov začína približne na 60€. Na zabezpečenie WiFi spojenia sa dajú použiť mnohé protokoly ako napríklad WEP alebo WPA2.

2.2.2 Bluetooth 4.0 rozhranie

Bluetooth sa využíva hlavne na bezdrôtový prenos informácií dvoch a viacerých zariadení v krátkej vzdialenosti, kedy pomalšia prenosová rýchlosť nie je problém. Vzdialenosť na ktorú dokážu zariadenia komunikovať je maximálne 100 metrov v závislosti od okolitých vplyvov prostredia. Maximálna prenosová rýchlosť je 1 Mbit za sekundu. Jeho najväčšia výhoda je nízka spotreba, ktorá sa pohybuje okolo 0,01W. Bluetooth 4.0 zaujme tiež cenou, ktorá sa bežne pohybuje do 10€. Na zabezpečenie spojenia sa používa 128 bitová AES šifra.

Keďže základnou požiadavkou je výdrž batérie, rozhodli sme sa použiť rozhranie Bluetooth 4.0 a ostatnými rozhraniami sa ďalej v dokumente nebudeme zaoberať.

2.3 Analýza riešení zberu dát pohybu golfovej palice

Dôležitou časťou projektu sú zariadenia ktoré budú uskutočňovať zber dát o pohybe golfovej palice. V tejto kapitole sú analyzované zariadenia umožňujúce zachytenie pohybu golfovej palice a prenos dát o pohybe na mobilný telefón.

2.3.1 Arduino

Jedným z riešení pre zber dát o pohybe golfovej palice je zostavenie senzoru na platforme Arduino. Arduino je OpenSource vývojový set založený na 8-bitových mikrokontroléroch AVR Atmel, pričom používa čipy ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280 a ATmega2560.

V súčasnosti existuje mnoho oficiálnych aj neoficiálnych Arduino kompatibilných zariadení, ktoré je možné objednať z mnohých elektronických obchodov, alebo zostaviť podľa dostupných schém.

Pre účely zberu dát o pohybe golfovej palice je však potrebná čo najmenšia veľkosť zariadení. Medzi najmenšie a najdostupnejšie Arduino kompatibilné zariadenia patrí Arduino Nano a RF Duino.

Arduino Nano

Ide o malú ale kompletnú vývojovú dosku, ktorá je programovateľná pomocou mini USB. Je založená na mikrokontroléri ATmega328, ktorý je naktovaný na 16 MHz. Arduino Nano poskytuje 14 digitálnych vstupno/výstupných pinov, z ktorých 6 poskytuje PWM výstup. Rozmery tejto dosky sú 2,8cm x 4,3cm. Vývojovú dosku Arduino Nano môžete vidieť na [obrázku 2](#).



Obrázok 2: Arduino Nano v3.1 [8]

Nevýhodou vývojovej dosky Arduino Nano je absencia potrebných senzorov, Bluetooth rozhrania a napájania. Na riešenie zberu dát o pohybe by bolo teda potrebné použiť nasledovné moduly:

- **6DOF MPU-6050** - Modul obsahujúci 3 osový Akcelerometer a Gyroskop zo vzorkovacou frekvenciou 1 kHz. Veľkosť modulu je 25 x 15 mm.
- **Bluetooth modul HC-06** - Bluetooth v2.0 kompatibilný modul. Veľkosť modulu je 27×13mm.

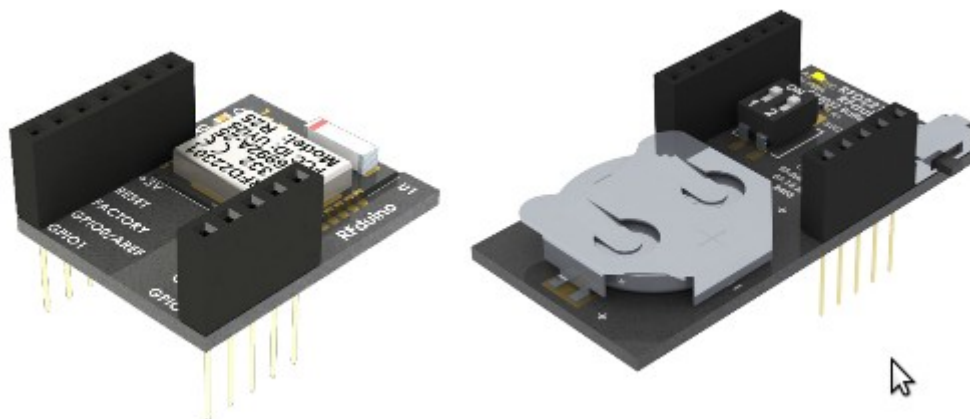
Cena týchto modulov sa pohybuje v rozmedzí 5-10 €. Celé riešenie hardvéru by bolo teda potrebné navrhnuť a implementovať, pričom celková cena riešenia by mohla byť približne 60 - 70 €.

RF Duino

RF Duino je Arduino kompatibilná platforma so vstavaným Bluetooth v4, pre ktorú existuje množstvo ľahko pripojiteľných modulov. RF Duino je založené na 32 bitovom procesore ARM Cortex-M0. Veľkosť samotnej vývojovej dosky je 20x20mm. RF Duino je možné vidieť na [obrázku 3](#). Na zostavenie funkčného zariadenia na snímanie pohybu golfovej palice sú potrebné nasledovné moduly:

- **RFD22121 USB Shield** - USB modul, ktorý musí byť použitý na programovanie vývojovej dosky RF Duino. Po naprogramovaní môže byť odpojený.
- **RFD22128 CR2032 Coin Battery** - Napájací modul na mincové batérie. Veľkosť modulu je 23x47mm.
- **6DOF MPU-6050** - Pre vývojovú dosku RF Duino neexistuje modul s gyroskopom a akcelerometrom. RF Duino je však kompatibilné s bežnými Arduino modulmi a teda môžeme použiť modul **6DOF MPU-6050**, ktorý obsahuje troj-osový Akcelerometer a Gyroskop so vzorkovacou frekvenciou 1 kHz. Veľkosť modulu je 25 x 15 mm.

Celé riešenie by bolo ľahšie implementovateľné a menšie ako riešenie s použitím Arduino Nano, celková suma všetkých komponentov však presahuje 100€.



Obrázok 3: Moduly RF Duino [7]

2.3.2 Senzor CC2541 SensorTag Development Kit

Tento senzor určite zaujal najviac jeho cenou a to 25 amerických dolárov, keďže obdobné senzory dosahovali cenou niekoľko stoviek eur. Senzor je určený priamo na vývoj Bluetooth smartphone aplikácií vďaka jeho hardvérovému a softvérovému vybaveniu. Vďaka využívaniu nízkonapäťového Bluetooth čipu verzie 4.0 a nízkonapäťových senzorov, dokáže na jednu mincovú batériu fungovať viac ako jeden rok. Senzor je tiež kompatibilný s technológiou iBeacon.

Senzor obsahuje čip s 256KB flash pamäte a 8KB RAM pamäte a je predprogramovaný so základným softvérom pre konfiguráciu senzorov a komunikovanie cez Bluetooth 4.0. Firmware zariadenia sa dá jednoducho bezdrôtovo prepáliť cez smartphone alebo PC. Senzor CC2541 SensorTag je možné vidieť na [obrázku 4](#).

Komponenty senzora

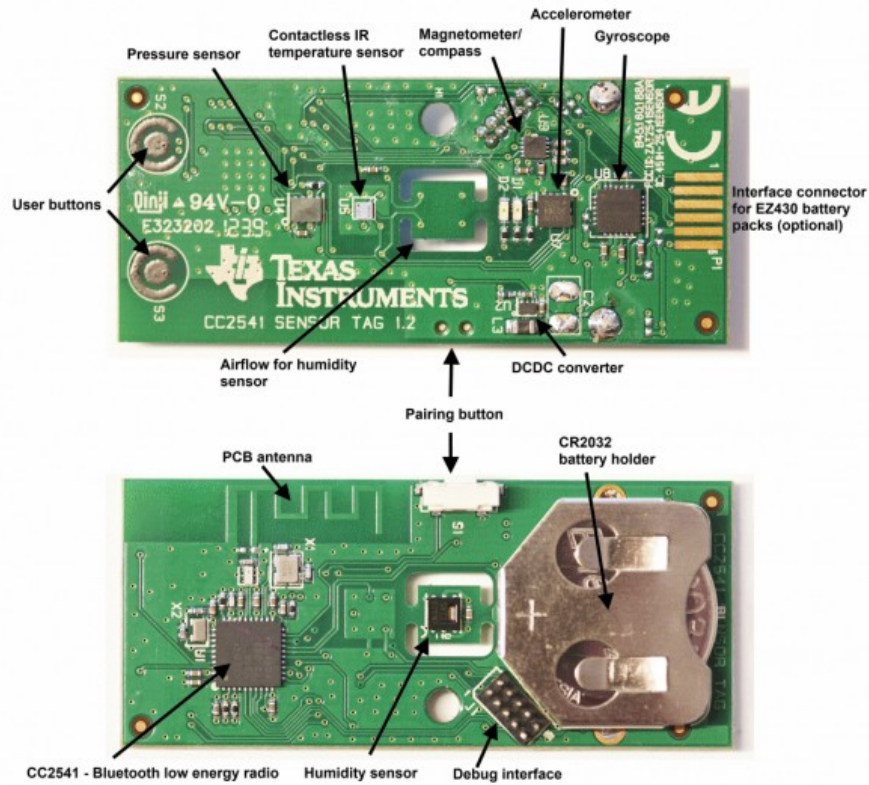
Senzor obsahuje nasledujúce komponenty:

- Gyroskop
- Akcelerometer
- Bluetooth 4.0
- Bezkontaktný infračervený teplotný senzor
- Senzor vlhkosti
- Magnetometer
- Barometrický tlakový senzor
- Vstavaný teplotný senzor čipu
- Napäťový senzor batérie
- 2 používateľské tlačidlá

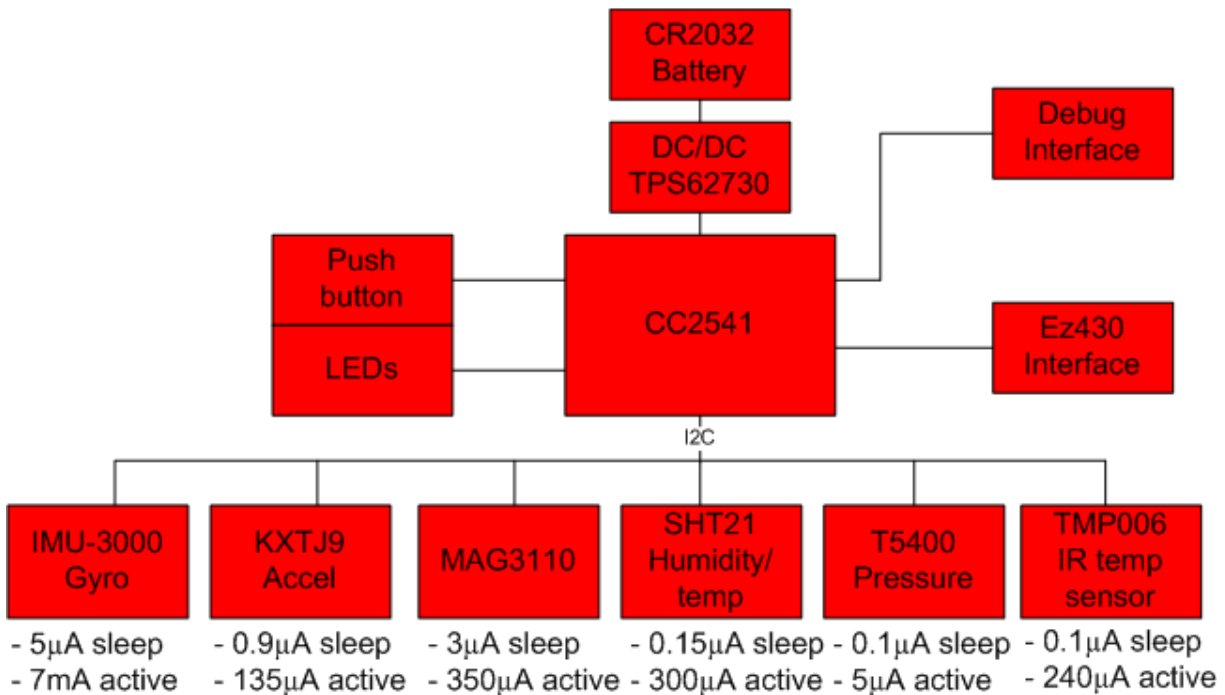
Všetky vybrané komponenty boli vybrané pre malú veľkosť a nízku spotrebu. Pre minimalizovanie spotreby sú medzi meraniami všetky komponenty vypnuté a v režime spánku. Vývojár aplikácie vie komponenty zapínať, nastavovať a čítať údaje podľa potreby. Blokový diagram a energetická spotreba komponentov je uvedená na [obrázku 5](#).

Akcelerometer meria zrýchlenie v 3 osiach s programovateľným rozlíšením až do 14 bitov a dokáže zaznamenať od 0,781 po 1600 vzoriek za sekundu.

Gyroskop meria naklonenie vo všetkých 3 osiach s rozlíšením až do 16 bitov a dokáže zaznamenať až 8000 vzoriek za sekundu.



Obrázok 4: Senzor CC2541 SensorTag [6]



Obrázok 5: Bloková schéma komponentov senzoru CC2541 SensorTag a ich spotreba [6]

Komunikácia senzora a mobilného telefónu

Keďže členovia nášho tímu majú skúsenosti s programovacím jazykom Java, budeme sa zaoberať komunikáciou s OS Android. Senzor CC2541 SensorTag podporuje komunikáciu s OS Android verzie 4.3, alebo novšej.

Počnúc touto verziou obsahuje tento operačný systém vstavanú podporu pre komunikáciu s BLE(Bluetooth Low Energy) zariadeniami, akým je aj vybraný senzor.

Zdrojový kód obsahuje rôzne triedy, ktoré zabezpečujú komunikáciu so senzorom a operáciu s dátami.

Medzi hlavné triedy patria:

- Sensortag.java - táto trieda obsahuje všetky UUID, ktoré sú potrebné kvôli službám a charakteristikám senzora
- Sensor.java - táto trieda obsahuje spôsoby, ako získať dáta z BluetoothGattCharacteristic atribútu, ktorý sa používa pri komunikácii so senzorom a obsahuje dáta
- LeController.java obsahuje implementáciu ovládača pre BLE, obsahuje implementačný kód pre skenovanie, riadenie spojenia, zapínanie senzorov a povolenie, alebo zakázanie notifikácií.

Akcelerometer

Po zapnutí tohoto senzora sa začne zaznamenávanie pohybu, pričom každú sekundu sú tieto dáta odosielané na pripojené zariadenie. Dáta je následne možné priamo prečítať, alebo je možné využiť notifikácie. Ako bolo spomenuté prednaná stave perióda pre dáta je 1 sekunda, pričom túto hodnotu je možné meniť pomocou atribútu <Period>.

Na výpočet zrýchlenia je potrebné prekonvertovať prijaté dáta, ktoré majú jednotku 1/64g na klasické gravitačné zrýchlenie ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$).

Gyroskop

Pri gyroskope sa používa špeciálny spôsob zapínania, pričom je možné si zvoliť ľubovoľnú kombináciu osí x,y a z. Táto voľba sa dá meniť pomocou atribútu <Configuration>, kde je potrebné zapísať vybranú hodnotu zodpovedajúcu zvolenej kombinácii osí. Taktiež je možné meniť periódu záznamu, ktorej rozsah je 100ms až 2,55 sekúnd. Túto hodnotu je možné meniť, podobne ako pri akcelerometri, atribútom <Period> a defaultná hodnota je 1 sekunda. Dáta je možné získať rovnakým spôsobom ako pri akcelerometri, teda buď priamo, alebo pomocou notifikácií.

2.4 Analýza mobilných platforiem

V počiatočnej fáze projektu sme sa rozhodli zamerať sa na vývoj aplikácie pre jednu mobilnú platformu. V nasledujúcej časti dokumentu sú analyzované mobilné platformy, medzi ktorými sme sa rozhodovali.

2.4.1 iOS

iOS je mobilný operačný systém od spoločnosti Apple. Je to druhý najpoužívanejší mobilný operačný systém vo svete a v Európe je jeho podiel na trhu približne 18%. [12]

iOS používajú výhradne zariadenia od firmy Apple. Zariadenia teda používajú príbuzný hardware, pričom všetky iOS smart telefóny novšie ako iPhone 4 podporujú Bluetooth 4.0, ktorý je potrebný pre senzor [CC2541 SensorTag](#).

Najväčšou nevýhodou iOS je nutnosť vývoja na zariadeniach s operačným systémom Mac OS X a potreba zakúpenia "iOS Developer Program", bez ktorého by nebolo možné vyvíjať aplikáciu testovať na reálnom zariadení a zverejniť na Apple App Store. Aplikácie pre iOS sa vyvíjajú vo vývojovom prostredí XCode v jazyku Objective-C a Swift.

2.4.2 Android

Android je OpenSource mobilný operačný systém od spoločnosti Google. V súčasnosti je s viac ako miliardov aktívnych používateľov najpoužívanejším operačným systémom pre smart telefóny vo svete. Viac ako 70% smart telefónov v Európe používa operačný systém Android. [12]

Mobilné telefóny s operačným systémom Android vyrába mnoho výrobcov. Medzi najznámejších patrí Samsung alebo Sony. S množstvom výrobcov však súvisí aj veľká nevýhoda Android zariadení a to je rozmanitosť používaného hardvéru. Problémom je hlavne ,že málo ktorý Android smartphone obsahuje Bluetooth 4.0, ktorý je potrebný pre senzor [CC2541 SensorTag](#).

Aplikácie pre Android sú písané v jazyku Java. Pre vývoj aplikácií existuje voľne stiahnuteľné vývojové prostredie Android Studio. V tomto vývojovom prostredí je možné jednoducho vytvoriť obrazovky aplikácie a v jazyku Java doprogramovať ich funkcionality.

2.5 Analýza databázových riešení

2.5.1 MySQL

MySQL je databázový server založený na SQL jazyku. Je k dispozícii ako OpenSource, teda program šírený zadarmo.

K výhodám MySQL patrí podpora všetkých najvýznamnejších platforiem, vysoký výkon, rýchlosť a kompatibilita s inými systémami. Najčastejšie sa využíva na menších projektoch v spojení so serverom Apache a skriptovacím jazykom PHP. Dokopy tak tvoria takzvanú triádu, trojicu

programov najčastejšie inštalovanou pri tvorbe databázových aplikácií.

Nevýhody MySQL pramenia z jej výhod. Nepodporuje zložitejšie programátorské konštrukcie, ktoré sa síce dajú obísť skriptovaním a taktiež nemá dostatočný výkon v náročných webových aplikáciách.

2.5.2 Oracle

Oracle je moderný multiplatformový databázový systém s veľmi pokročilými možnosťami spracovania dát, vysokým výkonom a jednoduchou modifikovateľnosťou. Je vyvíjaný spoločnosťou Oracle Corporation. Aktuálna verzia je Oracle Database 12c.

Podporuje nielen štandardný relačný dopytovací jazyk SQL podľa normy SQL92, ale aj proprietárne firemné rozšírenie Oracle, napríklad na hierarchické dopyty, imperatívny programovací jazyk PL/SQL rozširujúci možnosti vlastného SQL.

V tomto jazyku je možné tvoriť uložené procedúry, používateľské funkcie, programové balíky a spúšťať triggery. Podporuje i objektové databázy a databázy uložené v hierarchickom modeli dát, ako napríklad XML databázy a jazyk XSQL. DBS ORACLE je plne postavený na relačnom modeli dát a je vhodný ako pre faktografické, tak pre dokumentárne aplikácie.

Okrem základných funkcií poskytuje množstvo prostriedkov a služieb, ktoré uľahčujú život programátorom i používateľom. Systém ORACLE má veľa predností, napr. v oblasti transakčného spracovania je považovaný za svetový štandard. Tieto prednosti sa však odrážajú v cenovej oblasti.

2.5.3 PostgreSQL

PostgreSQL je, podobne ako MySQL databázovým systémom s nekomerčnou licenciou. Oproti MySQL má však PostgreSQL omnoho zložitejšiu architektúru a zameriava sa viac na funkcionálnosť či modifikovateľnosť (podpora komplexných typov) než na rýchlosť a záťaž.

Tak ako je MySQL obľúbený pre rýchlosť, pre ktorú bol vyvíjaný, je PostgreSQL považovaný za najvyspelejší open-source databázový systém a funkcionálnosťou konkuruje komerčným riešeniam, ako sú napr. Oracle alebo MS SQL.

PostgreSQL podporuje ukladanie veľkých binárnych súborov, vrátane obrázkov, video a audio súborov. Podporuje taktiež tzv. uložené procedúry vo viacerých programovacích jazykoch (Java, Perl, Python, Ruby, C/C++) a vo vlastnom tzv. PL/pgSQL, ktorý je podobný PL/SQL od firmy Oracle. Tento zahŕňa stovky vstavaných funkcií, od základných matematických operácií až po kryptovanie a kompatibilitu s Oracle.

Uložené procedúry môžu byť písané priamo v jazyku C a uložené do databázy ako knižnice, čo umožňuje veľkú flexibilitu pri vývoji. Taktiež obsahuje prostredie na vytváranie vlastných dátových typov, spolu s podpornými funkciami a operátormi, ktoré definujú ich správanie. Keďže súčasťou vyvíjaného systému budú aj výpočty náročné na výkon a zároveň sú naše zdroje obmedzené, rozhodli sme sa práve pre open-source PostgreSQL platformu.

2.6 Analýza existujúcich riešení

Na trhu je možné nájsť veľké množstvo už existujúcich riešení, ktoré sa zaoberajú podobnou témou. Všetky tieto aplikácie majú svoje výhody a taktiež nevýhody. Naším cieľom je vytvoriť aplikáciu, ktorá ponúkne vylepšenú verziu týchto funkcií a poskytne nový spôsob analýzy pohybu. Dôležitou časťou je teda pre nás analýza už existujúcich riešení s rovnakou ideou.

2.6.1 Ubersense

Ubersense je aplikácia pre analýzu a porovnanie spomalených záberov z rôznych športov ako je napríklad golf, baseball, tenis a mnohé ďalšie. Aplikácia je určená hlavne pre trénerov ale môže pomocť aj športovcom.

Táto aplikácia na záznam odpalov nepoužíva senzory ale HD video. Tréner, ako aj športovec môžu tieto videá analyzovať v spomalených záberoch pričom do nich môžu pridať rôzne kresby, ktoré môžu slúžiť napríklad na znázornenie chýb pri odpale. Video editované v aplikácii Ubersense je možné vidieť na [obrázku 6](#).

Ďalšími funkciami aplikácie je porovnanie odpalov s profesionálnymi športovcami a zdieľanie svojich odpalov.

Veľkou výhodou aplikácie je prepojenie trénera s jeho klientami. Tréner má prehľad o odpaloch jednotlivých svojich klientov, ktoré môže zoradiť podľa rôznych kritérií. Následne môže k videám svojich klientov pridať rôzne kresby ale aj zvukové nahrávky.



Obrázok 6: Úprava videa v aplikácii ubersense [10]

2.6.2 Zepp

Spoločnosť Zepp prišla s elegantným riešením pre tréning športovcov pomocou mobilnej aplikácie Zepp. Táto aplikácia využíva na zber dát o pohybe a odpale hráča pomocou senzora, ktorý sa umiestňuje na rukavicu hráča. Senzor obsahuje akcelerometer, gyroskop a zariadenie snímajúce pohyb a rýchlosť. V tejto kapitole je opísaný senzor a vlastnosti aplikácie Zepp-u.

Technická špecifikácia

Rozmery a váha senzora:

- Výška: 28mm
- Šírka: 28mm
- Hrúbka: 11mm
- Váha: 6g

Senzory:

- Dva akcelerometre
- 3-osový gyroskop

Pamäť:

- Flash pamäť (je možné uložiť 2000 odpalov)

Batéria:

- Zabudovaná nabíjateľná Ion batéria
- 2.5 hodinový cyklus nabíjania (50% po 30 minútach nabíjania)
- Maximálne 8-hodinová výdrž zaznamenávania odpalov (záleží od používania)

Konektivita:

- Bluetooth 2.1

Senzor sa pripína na rukavicu golfistu ako je možné vidieť na [obrázku 7](#).



Obrázok 7: Prichytenie senzora na rukavicu [13]

Na [obrázku 8](#) je možné vidieť, že aplikácia neposkytuje len textovú informáciu, ale taktiež poskytuje vizuálny prehľad nameraného odpalu. Tento vizuálny pohľad zobrazuje postavičku pri odpale s porovnaniami:

- Siete golfovej palice
- Siete ruky



Obrázok 8: Štatistiky zobrazené aplikáciou Zepp [13]

Vizuálny pohľad odpalu je možné otáčať a prehrávať si v rôznych uhloch. To znamená, že sa golfista môže pozrieť na svoj odpal spredu, zozadu, z boku, z vrchu.

Aplikácia obsahuje ďalšie funkcie ako:

- Lab reporty
- Moje štatistiky
- Moja história

Funkcia “Lab reporty” zhromažďuje štatistiky viacerých tréningov a dáva golfistovi možnosť vybrať si, ktoré tréningy chce porovnávať a ukázať mu ako sa zlepšil prípadne zhoršil jeho odpal.

Zhodnotenie:

Spoločnosť Zepp naozaj prišla s vynikajúcim riešením, ktoré zjednodušilo tréningy mnohým golfistom. Aplikáciu so senzorom je možné kúpiť za 150\$, čo nie je zrovna nízka cena, ale zrejme s tým golfisti nemajú problém. Na prvý pohľad sa riešenie tejto spoločnosti zdá dokonalé, ale podľa nás neuvažuje nad ďalšími možnosťami, ktoré môžu byť veľmi vplyvajúce na kvalitu riešenia.

Spoločnosť vyvinula jednotný senzor pre rôzne typy športu a to konkrétne: golf, tenis, baseball a softball. Tým, že sa nezaobera len práve golfom, uniká im jeden dôležitý faktor a tým je zakrivenie golfovej palice pri odpale.

Ďalším nedostatkom tejto aplikácie je, že slúži len konkrétnemu hráčovi, ktorého namerané štatistiky sa zobrazujú len v jeho smartfóne. Podľa nás je najdôležitejšou súčasťou riešenia práve spojenie s cloudovým riešením, kde by sa všetky dáta ukladali, za pomoci čoho vieme tieto dáta získať a tvoriť z nich webovú aplikáciu, ktorá by umožnila sledovať a vyhodnocovať štatistiky hráča jeho trénerovi.

3 Špecifikácia požiadaviek

Táto časť obsahuje špecifikáciu požiadaviek na jednotlivé časti výsledného systému. Opísané sú funkcie a možnosti všetkých týchto častí ako aj požiadavky, ktoré musia splňať.

3.1 Špecifikácia požiadaviek na senzor

Jednou z najdôležitejších častí nášho projektu sú senzory na zachytávanie pohybu golfovej palice. Kvôli ohybnosti palice sú potrebné minimálne dva senzory, keďže jeden by nedokázal zaznamenať ohnutie palice. Senzor musí počas odpalu vedieť zachytávať rýchlosť palice, jej náklon a tiež ohnutie. Komunikovať musí so smartphonom za pomoci bezdrôtovej technológie.

Kvôli týmto podmienkam senzor musí obsahovať nasledujúce časti:

- Gyroskop – na sledovanie náklonu palice
- Akcelerometer – na sledovanie zrýchlenia
- Bluetooth – používané takmer v každom smartphone na bezdrôtovú komunikáciu s perifériami

Ďalšou dôležitou požiadavkou na senzor je určite spotreba. Každý senzor bude musieť vydržať minimálne jeden niekoľkohodinový tréning. Ideálne by bolo, ak by senzor využíval slnečnú (z dôvodu používania na vonkajšom prostredí) alebo kinetickú energiu na dobíjanie batérie.

3.2 Špecifikácia požiadaviek mobilnej aplikácie

Mobilná aplikácia bude hlavnou časťou GolfPRO produktu. Za úlohu bude mať najdôležitejšie funkcie celého systému.

Špecifikácia funkcií:

- odchytenie dát zo senzora
- spracovanie dát zo senzora
- analýza a vizualizácia dát zo senzora
 - zobrazenie štatistík jednotlivých odpalov
 - vypnutie/zapnutie referenčnej siete
 - analýza odpalu v ľubovoľnom časovom okamihu
 - porovnávanie/analýza všetkých odpalov z aktuálneho tréningu
 - zobrazenie histórie tréningov
- odosielanie dát zo senzora na server
- synchronizácia dát so serverom

Prvou najdôležitejšou funkciou je samotné odchyťovanie a spracovanie dát zo senzora. Aplikácia musí tieto dáta odchytiť z viac ako postačujúcou presnosťou a spracovať ich dostatočne rýchlo, aby sa mohli v reálnom čase zobrazit' v používateľsky prívetivej forme. Taktiež na výpočty a spracovanie dát musia byť použité efektívne algoritmy, aby bola aplikácia aj šetrná k batérii.

Ďalšou dôležitou funkciou je analýza a vizualizácia dát. Mobilnú aplikáciu bude mať používateľ pri sebe počas celého tréningu a dáta z jednotlivých odpalov si bude chcieť ihneď zobrazit'. Preto je veľmi dôležité sa zamerať na používateľské rozhranie, ako a v akej forme bude dáta používateľovi mobilná aplikácia poskytovať. Keďže k celkovému GolfPRO produktu patrí aj webová aplikácia a server, celá história používateľských dát bude uložená na centrálnom dátovom úložisku. Aby bola zabezpečená intuitívnosť aplikácie, aplikácia bude používateľovi poskytovať iba funkcie a dáta z aktuálneho tréningu a to iba dáta, ktoré sú pre používateľa najviac potrebné na analýzu techniky odpalu. Širší prehľad informácií a štatistík odpalu, aj z minulých tréningov, si bude môcť zobrazit' prostredníctvom webovej aplikácie.

Nefunkcionálne požiadavky:

- používateľsky prívetivé a intuitívne používateľské rozhranie
- minimalistický dizajn
- efektívne algoritmy na rýchle výpočty a spracovanie dát
- šetrenie batérie

3.3 Špecifikácia požiadaviek webovej aplikácie

Webová aplikácia je priam neoddeliteľnou súčasťou GolfPRO produktu. Slúžiť nebude len na propagáciu samotného produktu ale za úlohu bude mať dôležité používateľské funkcie. Hlavnou úlohou webovej aplikácie je vizualizácia a analýza dát získaných počas tréningu jednotlivca a to konkrétne poskytnúť používateľovi širší prehľad všetkých informácií a štatistík jeho odpalov, ako aj jeho histórie tréningov a ďalšie údaje, čo mobilná aplikácia nebude poskytovať. Hlavný zámer webovej aplikácie je, aby si tieto údaje mohol používateľ v klúde v pohodlí domova analyzovať, zreferovať slabé a silné stránky jeho techniky odpalu a pripraviť sa na ďalší tréning.

Špecifikácia funkcií:

Medzi funkcie, ktoré by mala webová aplikácia poskytnúť používateľovi zaradujeme:

- zobrazenie štatistík
- zobrazenie histórie tréningov
- zobrazenie progresu výcviku

- porovnávanie správnej/nesprávnej techniky úderu s referenčnými bodmi
- kontrola tréningového plánu

Webová aplikácia je určená aj pre trénerov, a preto by mala poskytovať aj funkcie ako:

- vizualizácia/analýza dát jednotlivca
- možnosť poukázania na nesprávnu/správnu techniku pri údere jednotlivca
- komunikácia s jednotlivcom (poznámky, komentáre)

Ostatné funkcie, ktoré by mala webová aplikácia poskytovať:

- prihlásenie sa do systému
 - rozlíšiť medzi trénerom, bežným používateľom a referenčnými hráčmi
- zobrazenie/nastavenia profilu používateľa
- odhlásenie sa zo systému

4 Hrubý návrh riešenia

V tejto časti sa nachádza hrubý návrh riešenia. Opísané sú časti, ktoré bude systém obsahovať, ich funkcia a taktiež spôsob vzájomnej komunikácie jednotlivých častí.

4.1 Základný koncept riešenia

Naše riešenie sa bude skladať zo štyroch základných častí:

- Sensory
- Mobilná aplikácia
- Server (webový + databázový)
- Webová aplikácia



Obrázok 9: Základný koncept riešenia

Na [obrázku 9](#) je možné vidieť prepojenie jednotlivých častí, ako aj základné funkcie, ktoré by mali tieto časti poskytovať.

4.2 Senzor

Senzory budú zabezpečovať zaznamenávanie pohybu v troch osiach a taktiež posielanie týchto dát na mobilný telefón. Súčasťou produktu budú dva senzory, nakoľko je potrebné vziať do úvahy aj zakrivenie golfovej palice vznikajúce počas pohybu, ktoré výraznou mierou vplýva na výsledný švih golfovej palice a odpal loptičky. Pomocou dvoch sensorov bude možné zachytiť aj toto zakrivenie, pričom pri použití jedného senzora by bolo potrebné dopočítavať pozíciu konca golfovej palice, čo by neumožňovalo uskutočnenie presnej analýzy švihy a odpalu loptičky.

Pri riešení použijeme vyššie spomenutý senzor CC2541 od spoločnosti Texas Instruments. Tento senzor obsahuje všetky časti požadované pre implementáciu projektu.

Senzor CC2541 používa na komunikáciu rozhranie Bluetooth 4.0. Toto rozhranie je energeticky málo náročné, a preto vyhovuje základným požiadavkám kladeným na senzor.

Akcelerometer a gyroskop, ktoré sú obsiahnuté v tomto senzore poskytujú súradnice troch osí X, Y, Z, ktoré sú jednoducho dostupné na operačnom systéme Android a iOS.

4.3 Mobilná aplikácia

Mobilná aplikácia bude prijímať dáta zo senzora a pravidelne ich synchronizovať so serverom. Komunikácia so sensorom bude uskutočnená pomocou spomínaného Bluetooth 4.0 rozhrania.

Aplikácia bude implementovaná pre OS Android v jazyku Java, nakoľko vývojové prostredie pre tento operačný systém je voľne dostupné a taktiež členovia nášho tímu majú skúsenosti s týmto programovacím jazykom.

Dáta z akcelerometra a gyroskopu budú prijímané zo senzora a čítané pomocou atribútu BluetoothGattCharacteristic. Pomocou tohto atribútu budeme schopní získať súradnice troch osí X,Y,Z, ktoré bude následne potrebné prepočítať, aby sme zistili aktuálnu polohu sensorov v priestore. Tieto súradnice budú potrebné na vykreslenie siete úderu golfovou palicou.

Aplikácia bude teda zabezpečovať zaznamenávanie jednotlivých odpalov a taktiež ich vizualizáciu. Ďalšou funkciou mobilnej aplikácie je taktiež synchronizácia dát so serverom, ktoré sa následne využijú vo webovej aplikácii.

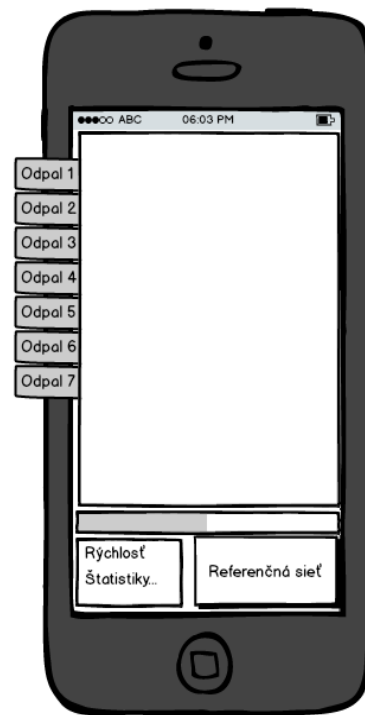
4.3.1 Používateľské rozhranie

Používateľské rozhranie mobilnej aplikácie bude poskytovať dve základné obrazovky.

Pri štarte aplikácie sa zobrazí [úvodná obrazovka](#), ktorá umožňuje používateľovi spustiť tréning. Keďže našim cieľom je, aby bola aplikácia čo najintuitívnejšia, na tejto obrazovke sa nachádza len tlačidlo „začať tréning“, ktoré spustí zachytávanie odpalov a príjem dát zo sensorov.



Obrázok 10: Úvodná obrazovka



Obrázok 11: Obrazovka tréningu

Hlavná funkcionálnosť mobilnej aplikácie bude obsiahnutá v [obrazovke tréningu](#). Tu si môže používateľ na ľavej strane zvoliť odpal, ktorý si chce zobraziť. V dolnej časti obrazovky sa budú nachádzať tlačidlá pre zobrazenie štatistík a taktiež tlačidlo pre zapnutie alebo vypnutie referenčnej siete.

Po výbere odpalu v ľavej časti obrazovky sa používateľovi zobrazí sieť jeho odpalu. Polohu golfovej palice vo zvolenom časovom okamihu si môže používateľ zobraziť posúvaním časovej osi v spodnej časti obrazovky.

Po stlačení tlačidla pre štatistiky sa zobrazia rôzne štatistiky o odpale, ako napríklad rýchlosť, dráha odpalu a taktiež porovnanie tempa pri náprahu a odpale.

Po stlačení tlačidla referenčná sieť sa vykreslí sieť reprezentujúca odpal trénera, alebo inej referenčnej osoby. Táto sieť je zobrazená naraz so sieťou úderu používateľa, čím umožní používateľovi jednoduchú a jasnú analýzu odpalu.

V nastaveniach bude možné nastaviť aj zobrazenie histórie odpalov, používateľ si teda bude môcť zobraziť aj akýkoľvek odpal z predošlých tréningov.

Mobilná aplikácia bude všetky dáta prijaté zo senzora konvertovať na súradnice troch osí a následne tieto dáta odosielať na server, ktorý bude zdrojom dát aj pre webové rozhranie.

4.4 Návrh databázového modelu

Návrh databázového modelu je možné vidieť na [obrázku 12](#).

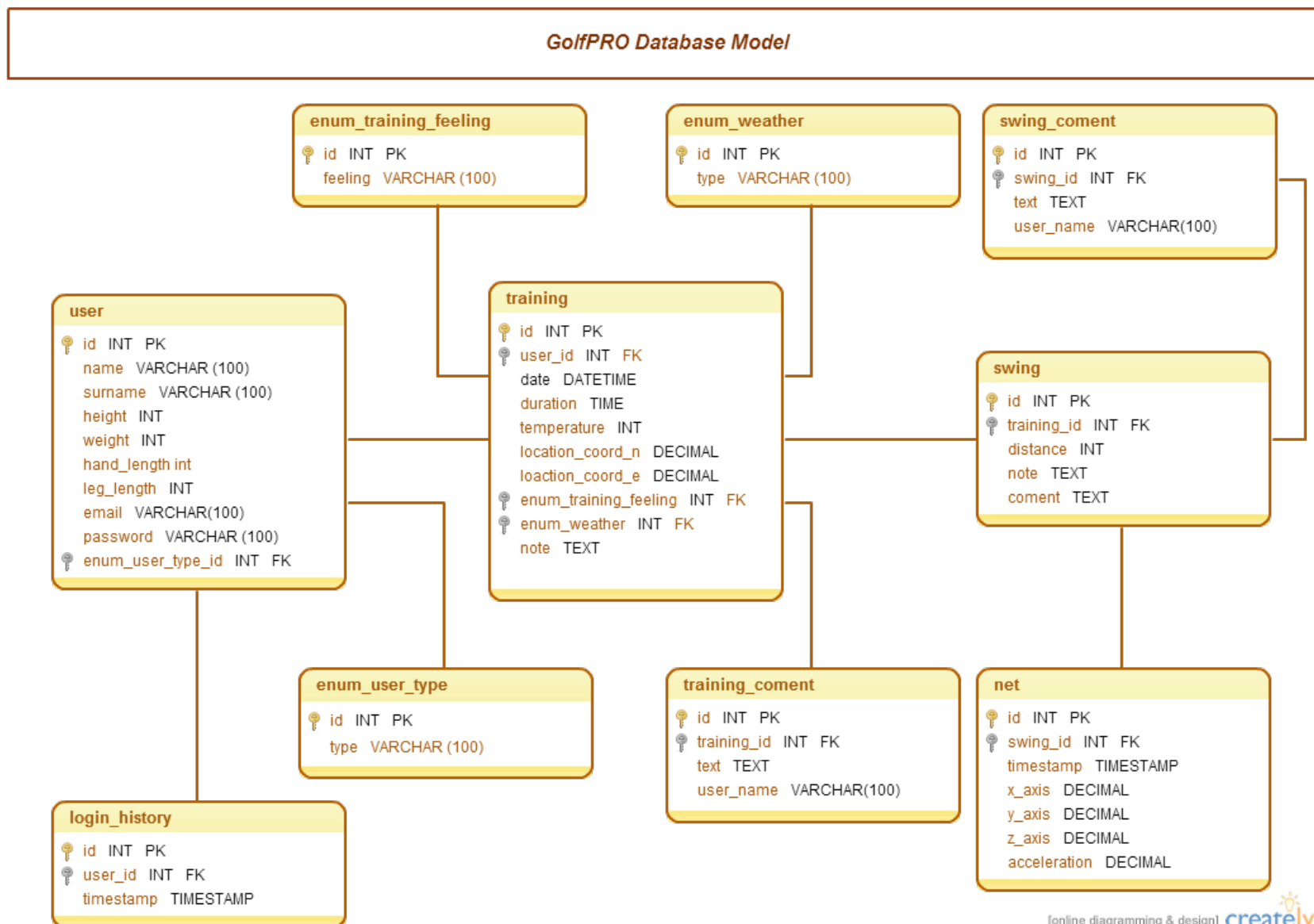
Databázový model zobrazuje predbežnú štruktúru dát, v akej sa budú ukladať. Tabuľka user bude obsahovať všetky informácie o používateľoch systému. V tabuľke login_history sa bude ukladať história prihlásení daného používateľa.

Do systému sa budú môcť prihlasovať používatelia, ktorí budú mať odlišné privilégia a funkcionality. Typ používateľa je definovaný v tabuľke enum_user_type, pričom budeme rozlišovať 3 základné typy a síce, hráč, tréner a referenčný hráč. Referenčný hráč predstavuje typ hráča, ktorého parametre odpalu budú tzv. ideálne parametre odpalu a s ktorými sa budú porovnávať ostatní hráči.

V rozšírenej verzii systému môžu pribudnúť typy ako napríklad VIP hráč alebo VIP tréner, ktorí budú mať po splnení určitých kritérií, sprístupnenú rozšírenú funkcionality (napr. možnosť zobrazenia viacerých referenčných hráčov, v prípade hráča alebo v prípade trénera možnosť spravovať viacero svojich hráčov).

Ďalej sa budú ukladať informácie o jednotlivých tréningoch, z čoho viaceré sa budú ukladať automaticky (napr. dátum, poloha, trvanie tréningu, teplota) a niektoré bude možné doplniť manuálne, po skončení tréningu (napr. pocit z tréningu, poznámka, počasie).

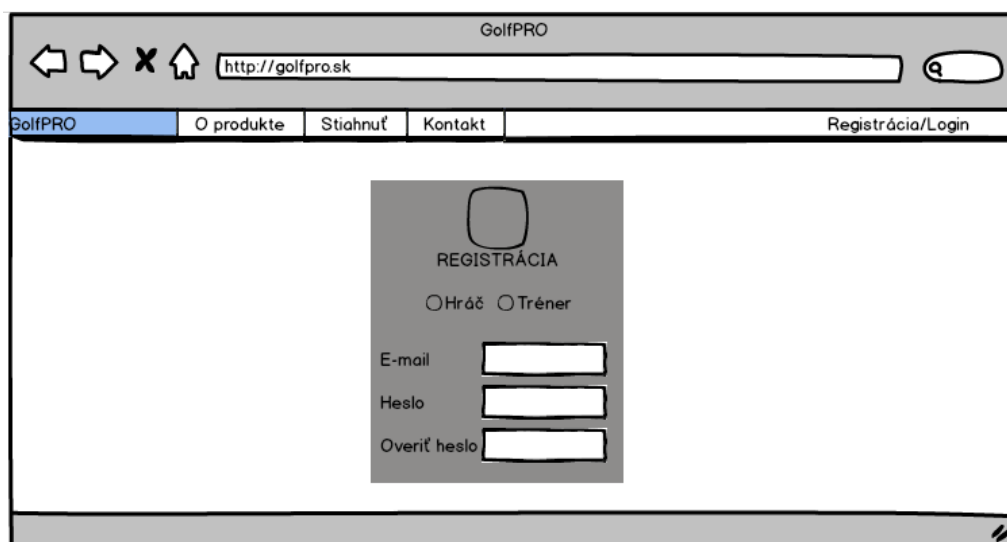
Tréner bude taktiež môcť pridať komentár k danému tréningu. Počas tréningu budú hráči vykonávať viacero odpalov, každý z nich bude uložený individuálne a bude možné neskôr k nemu pridať poznámku, komentár, prípadne vzdialenosť, akú prešla odpálená loptička. Keďže každý odpal pozostáva z viacerých súradníc, ktoré senzor odosiela, je potrebné ukladať aj tie, aby bolo možné odpal vyhodnotiť a vytvoriť tzv. sieť.



Obrázok 12: Návrh databázového modelu

4.5 Návrh webovej aplikácie

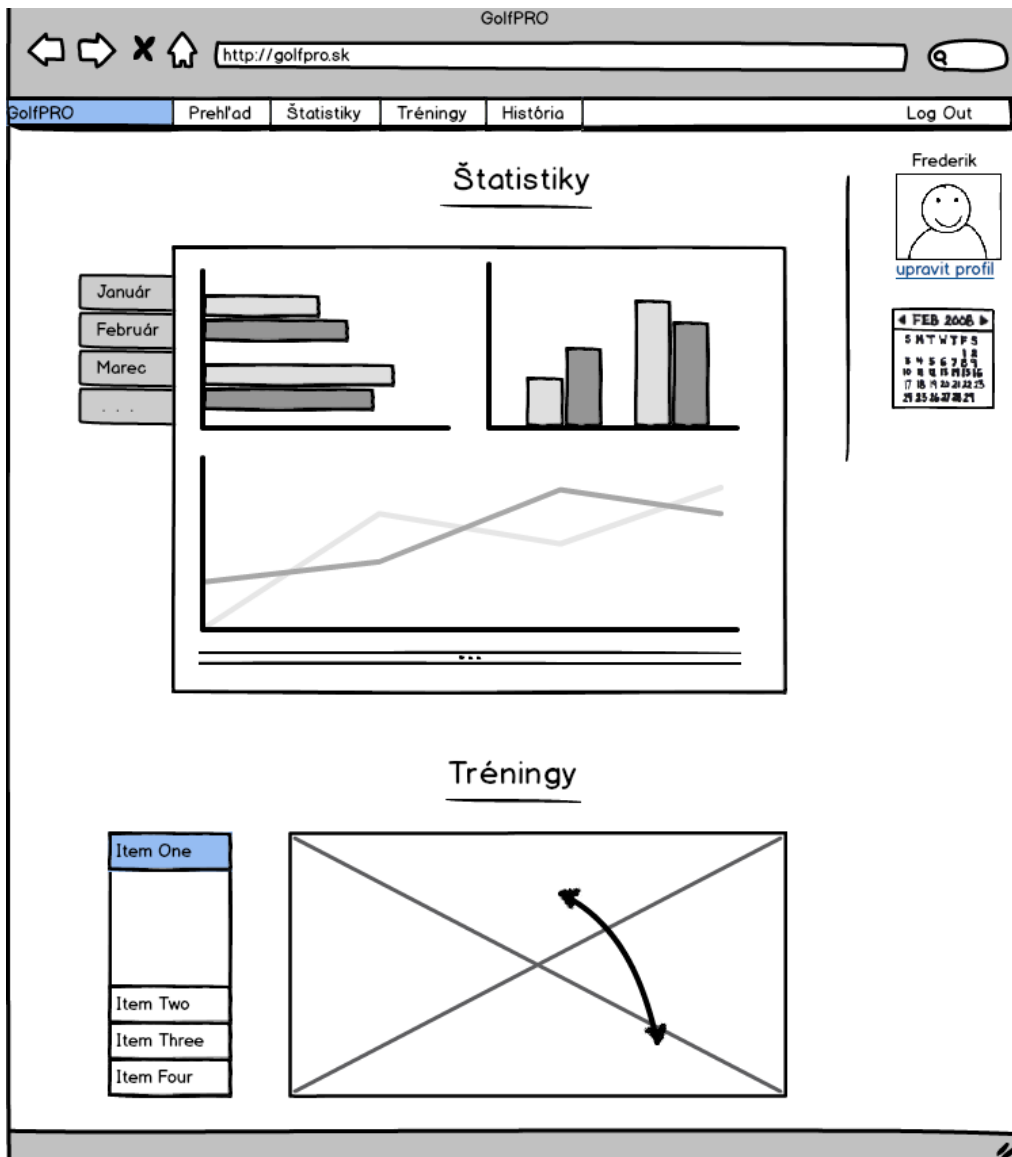
Úvodná stránka GolfPRO produktu bude slúžiť hlavne na jeho propagáciu. Stránka nebude mať žiadne podstránky a k jednotlivým sekciám sa používateľ dostane posúvaním smerom dole, alebo kliknutím na tlačidlo v statickom hornom menu stránky. Sekcie stránky budú obsahovať predstavenie produktu, ako aj vysvetlenie ako funguje, a prečo by si ho mal používateľ kúpiť. Ďalej bude stránka obsahovať sekciu s odkazmi na stiahnutie aplikácie pre rôzne zariadenia a kontaktný formulár spolu s kontaktom a informáciami o autoroch produktu. V menu sa bude taktiež nachádzať tlačidlo “prihlásenie/registrácia”, pomocou ktorého sa používateľ bude môcť podľa potreby buď prihlásiť, alebo registrovať do webovej aplikácie. Prihlásenie/registrácia bude prebiehať vo vyskakovacom okne po kliknutí tlačidla v menu. Používateľ sa bude môcť registrovať buď ako hráč, alebo ako tréner, čo je možné vidieť na [obrázku 13](#). Funkcionalita webovej aplikácie sa následne prispôbí podľa prihláseného používateľa.



Obrázok 13: Úvodná stránka

Po prihlásení sa používateľ dostane do [webovej aplikácie](#) a získa prístup k jeho údajom. Položky v hlavnom menu stránky sa zmenia, aby odkazovali na sekcie stránky určené pre používateľa a propagačné informácie o produkte zmiznú. V pravom hornom rohu stránky budú zobrazené základné informácie o profile prihláseného používateľa ako aj odkaz na možnosti nastavenia profilu. Hlavnou sekciou stránky bude základný prehľad, ako aj zhrnutie používateľských aktivít. V ďalšej sekcii si používateľ bude môcť pozrieť štatistiky jeho odpalov a tréningov z rôznych období, ako aj graficky znázornený celkový progres. Ďalej bude nasledovať história tréningov, kde si bude môcť pozrieť detailne všetky jeho odpaly v ľubovoľnom tréningu, ktorý absolvoval. Údaje odpalu budú rovnaké ako v mobilnej aplikácii.

Ak sa používateľ prihlási ako tréner, bude mať k dispozícii zoznam všetkých k nemu patriacich hráčov. Po kliknutí na ľubovoľného z nich sa mu zobrazia hráčove dáta, rovnako ako by sa zobrazili samotnému hráčovi. Tréner si takto bude môcť prezerat' všetky jeho aktivity a prípadne mu pri nich nechať pripomienky.



Obrázok 14: Stránka používateľského rozhrania

Prvotným plánom na realizáciu webovej aplikácie je použiť programovací jazyk Ruby a využiť rámec Ruby on Rails, ktorý poskytuje efektívnu prácu pri vývoji webových aplikácií. Ako platformu na vývoj a testovanie webovej aplikácie plánujeme využiť produkčný server Heroku a ako kolaboračný nástroj a nástroj na riadenie verzií využijeme systém GitHub.

5 Záver

V doterajšom priebehu tímového projektu sme uskutočnili analýzu možných riešení jednotlivých častí výsledného systému. Dospeli sme k záveru, že bude potrebné implementovať mobilnú a taktiež webovú aplikáciu, ktoré budú poskytovať informácie a štatistiky o golfovom odpale hráča. Dôležité bude, aby mobilná aplikácia poskytovala štatistické informácie o jednotlivých odpaloch počas tréningu hráča, pričom webová aplikácia bude sústredená hlavne pre golfového trénera a bude sústreďovať celkové dáta ľubovoľného hráča.

Rozhodli sme sa použiť senzor CC2541, ktorý obsahuje rozhranie Bluetooth 4.0 a poskytuje jednoduchú komunikáciu a odosielanie dát na mobilný telefón. Rozhranie Bluetooth 4.0 zabezpečuje taktiež veľmi dobrú spotrebu, čím spĺňa požiadavku na výdrž. Tento senzor obsahuje taktiež gyroskop a akcelerometer, ktoré sú potrebné na zistenie aktuálnej polohy zvolených bodov golfovej palice.

Najzložitejšou časťou systému bude mobilná aplikácia, ktorá má poskytovať vykreslenie siete odpalu a taktiež štatistické údaje o odpale. Ďalšou úlohou mobilnej aplikácie je odosielanie dát na server. Mobilnú aplikáciu sme sa rozhodli implementovať pre OS Android v jazyku Java, nakoľko implementačné prostredie je voľne dostupné a členovia tímu majú skúsenosti s týmto programovacím jazykom.

Webová aplikácia bude poskytovať podobne ako mobilná aplikácia štatistické údaje o odpaloch hráča. Aplikácia bude poskytovať profil trénera a taktiež profil hráča, pričom bude možné zobrazit' si ľubovoľný tréning a jednotlivé odpaly.

Dokument obsahuje špecifikáciu požiadaviek na jednotlivé časti celkového systému a taktiež hrubý návrh, kde sú opísané konkrétnejšie spôsoby a techniky, pomocou ktorých bude výsledný produkt realizovaný.

Do konca tohto semestra bude implementovaný základný prototyp mobilnej aplikácie a zabezpečený zber dát o pohybe golfovej palice pri odpale hráča, čo bude základnou požiadavkou na úspešné implementovanie systému.

LITERATÚRA

- [1] JAN ŠTRÁFELDA - *MySQL* [online]. Dostupné z URL: <<http://www.adaptic.cz/znalosti/slovnicek/mysql/>>
- [2] MICHAL KUBÁN - *ETL Nástoje* [online]. 2013. Dostupné z URL: <http://is.muni.cz/th/373858/fi_b/tlac_BC.txt>
- [3] *PostgreSQL* [online]. Dostupné z URL: <<http://www.postgresql.org/about/>>
- [4] *Dlhá hra - odpal, drive* [online]. Dostupné z URL: <<http://www.golfonline.sk/vsetko-o-golfe/trening-a-technika-hry/dlha-hra-odpal-drive/>>
- [5] LARRY GEISZ - *Zepp sensor for golf review* [online]. 30.12.2013. Dostupné z URL: <<http://the-gadgeteer.com/2013/12/30/zepp-sensor-for-golf-review/>>
- [6] *Sensor tag user guide* [online]. 27.5.2014. Dostupné z URL: <http://processors.wiki.ti.com/index.php/SensorTag_User_Guide>
- [7] *RF Duino* [online]. Dostupné z URL: <<http://www.rfduino.com>>
- [8] *Arduino* [online]. Dostupné z URL: <<http://arduino.cc/>>
- [9] LING XIN - *HC 06 Datasheet* [online]. 6.4.2011. Dostupné z URL: <<http://silabs.org.ua/bc4/hc06.pdf>>
- [10] *Ubersense* [online]. Dostupné z URL: <<http://www.ubersense.com/>>
- [11] BEN HOGAN - *Ben Hogan's five lessons* [Kniha]. 1985. ISBN-13: 978-0671612979
- [12] BEN LOVEJOY - *Kantar: iOS market share outgrowing Android in Europe, slipping in US & Japan* [online]. 29.10.2014. Dostupné z URL: <<http://9to5mac.com/2014/10/29/kantar-ios-market-share-outgrowing-android-in-europe-slipping-in-us-japan/>>
- [13] *Zepp* [online]. Dostupné z URL: <<http://www.zepp.com/golf/>>