

Supernova Music Player – Prehrávač hudby s chytrým hodnotením pesničiek

Roman Richter*



Abstrakt

Cieľom mojej práce je vytvorenie off-line hudobného prehrávača pre Android, ktorého hlavným prvkom je sledovanie a ukladanie činností užívateľa počas prehrávania hudby. Na základe týchto dát sa každej pesničke vypočíta skóre. Čím väčšie je skóre pesničky, tým väčšia je pravdepodobnosť, že sa táto pesnička prehrá. Túto funkcionality implementujú dva súvisiace algoritmy – hodnotiaci algoritmus a algoritmus výberu pesničiek. Hodnotiaci algoritmus zabezpečuje výpočet skóre pesničky na základe uložených dát. Algoritmus výberu využíva vypočítané skóre a generovanie náhodného čísla pre výber ďalšej pesničky. Vytvorené riešenie poskytuje plnohodnotný hudobný prehrávač s vlastným režimom prehrávania, ktorý je priamo spojený s akciami užívateľa. Grafické užívateľské rozhranie umožňuje okamžité spustenie prehrávania a jeho jednoduché ovládanie – to je dostupné z jedinej obrazovky. Moja práca je určená pre užívateľov, ktorí majú hudbu uloženú lokálne na svojom mobilnom zariadení. Účelom tejto aplikácie je pomôcť im roztriediť ich obľúbené pesničky od tých menej obľúbených a na základe toho tieto pesničky prehrávať. Obzvlášť prínosná je pre tých užívateľov, ktorí aktívne používajú ovládanie cez slúchadlá alebo iné diaľkové ovládanie.

Kľúčové slová: off-line hudobný prehrávač — hodnotenie činností užívateľa — chytrý výber pesničiek

Priložené materiály: Beta verzia aplikácie

*xricht23@stud.fit.vutbr.cz, Fakulta informačních technologií Vysokého učení technického v Brně

1. Úvod

Funkcionalita väčšiny off-line hudobných prehrávačov dostupných pre platformu Android je takmer identická. Jediné, čím sa od seba vo väčšine prípadov odlišujú je dizajn alebo doplnkové funkcie ako ekvalizér, zdieľanie pesničiek a podobne. Jedna kľúčová funkcia sa v hu-

dobných prehrávačoch mení minimálne – režim prehrávania. Ten býva buď postupný alebo náhodný s rôznymi možnosťami opakovania.

Ani jeden zo spomenutých režimov neberie do úvahy preferencie užívateľa. Fakt, že si užívateľ stiahol pesničku do svojho zariadenia síce znamená, že ho daná skladba určitým spôsobom zaujala, no jej

oblúbenosť sa môže časom rôzne meniť. Klasické postupné prehrávanie môže pôsobiť monotónne a nezaujímavé. Pri náhodnom prehrávaní môže často dochádzať k opakovaniu menej oblúbených skladieb. Niektoré aplikácie pre streamovanie hudby riešia tieto problémy, tie ale vyžadujú dobré internetové pripojenie, platenie pravidelných poplatkov alebo sú zaplnené množstvom reklám.

Moja práca vytvára záznam pre každú pieseň. Z týchto záznamov je možné získať informácie o činnosti užívateľa počas prehrávania konkrétnej piesne ako napríklad: preskočenie pesničky, zvýšenie hlasitosti alebo počet jej prehratí. Pri každom spustení aplikácie sa načítajú všetky pesničky uložené v zariadení a prebehne výpočet ich skóre na základe dát uložených v záznamoch. Služba, ktorá umožňuje prehrávanie hudby na pozadí a má na starosti riadenie prehrávania, vyberá pesničky s využitím generovania náhodného čísla a vypočítaného skóre. Tým vzniká nový režim prehrávania, ktorý je doplnený o minimalistické grafické rozhranie tak, aby umožnil čo najjednoduchšie ovládanie bez zbytočného klikania.

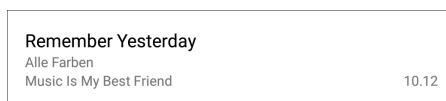
2. Návrh užívateľského rozhrania

Užívateľské rozhranie mojej aplikácie je navrhnuté tak, aby všetko potrebné pre prehrávanie bolo dostupné z jednej aktivity. Jeho jadro tvoria dve časti:

1. usporiadaný zoznam pesničiek, ktorý zaberá väčšinu obrazovky,
2. ovládací panel, umiestnený pod zoznamom.

Zoznam pesničiek je implementovaný ako `RecyclerView`, ktorý je odporúčaný pre zoznamy s veľkým množstvom položiek a pre zoznamy, ktorých dáta sa často menia. `RecyclerView` je optimalizovaný tak, aby namiesto zobrazenia celého zoznamu vytváral iba toľko položiek, koľko sa zmestí na obrazovku zariadenia a pár ďalších, ktoré musia byť pripravené v prípade posúvania v zozname [1]. Jedna položka v zozname obsahuje nasledujúce informácie:

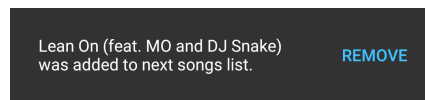
- názov skladby,
- autora skladby,
- názov albumu,
- aktuálne skóre.



Obrázok 1. Príklad položky v zozname pesničiek

Všetky dáta sa naplňujú pomocou adaptéru, ktorý pre každú pesničku vytvára väzbu medzi jej dátami a položkou zobrazenou v `RecyclerView` [2]. Po každej

zmene skóre sa grafické rozhranie okamžite aktualizuje s využitím adaptéru. Položku zoznamu možno potiahnuť smerom zľava doprava. Následne sa na spodnej časti obrazovky zobrazí `Snackbar` (obr. 2), ktorý užívateľovi oznámi, že daná pesnička bola pridaná do zoznamu nasledujúcich pesničiek. Túto akciu je možné zrušiť stlačením tlačidla, ktoré je súčasťou `Snackbaru`.



Obrázok 2. `Snackbar`

Úplnou samozrejmosťou pre hudobné prehrávače je, že kliknutie na pesničku spustí jej prehrávanie. Pri používaní `RecyclerView` je ale na toto potrebné vytvoriť vlastnú triedu, ktorá bude detekovať a spracovávať udalosť kliknutia. Zoznam skladieb je možné zoradiť podľa viacerých kritérií: názov skladby, dátum pridania do zariadenia a skóre. Pri zoradení podľa názvu je možné zoznam rýchlo prechádzať pomocou abecedných indexov na pravom okraji. Aplikácia umožňuje vyhľadávanie pesničiek pomocou `SearchView`. Vyhľadávať možno na základe názvu skladby, mena interpreta alebo albumu. Výsledky vyhľadávania sa menia s každou zmenou textu v políčku pre vyhľadávanie. Prehrávač pri vyhľadávaní prehráva iba výsledky vyhľadávania. Vďaka tomu je možné odľahčiť grafické rozhranie od záložiek typu skladby, albumy, interpreti.

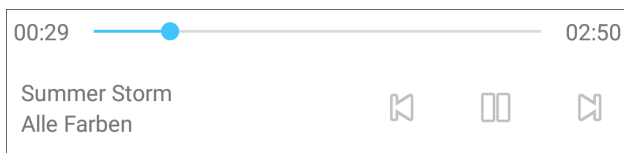
Ovládací panel je umiestnený v spodnej časti obrazovky a plní dve úlohy:

1. umožňuje používateľovi ovládať prehrávanie,
2. zobrazuje informácie o práve prehrávanej skladbe.

Panel na ovládanie prehrávania má na rozdiel od zoznamu pesničiek pevnú výšku a reaguje na objavenie klávesnice, vďaka čomu je možné riadiť prehrávanie aj počas písania. Na ovládanie prehrávania slúžia tri tlačidlá:

- tlačidlo pre predchádzajúcu skladbu,
- tlačidlo pre štart/pauzu, ktoré dynamicky mení svoju ikonu na základe stavu prehrávača,
- tlačidlo pre nasledujúcu skladbu.

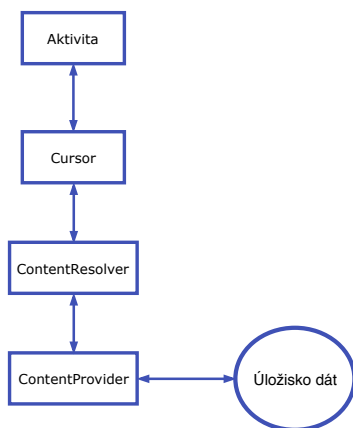
Aktuálnu pozíciu prehrávania je možné ovládať využitím posuvnej lišty – `SeekBar`. Ovládací panel zobrazuje o práve prehrávanej skladbe nasledujúce informácie: názov skladby a interpreta, celkovú dĺžku skladby a aktuálnu pozíciu prehrávania.



Obrázok 3. Ovládací panel

3. Inicializácia prehrávača a algoritmus výpočtu skóre

Prvou akciou po spustení aplikácie je vytvorenie grafického rozhrania a s ním spojené načítanie dát. Základom off-line prehrávačov je vyhľadanie hudobných súborov na mobilnom zariadení a získanie ich dát pre model, ktorý ich bude v aplikácii reprezentovať. Pre tento účel je potrebná spolupráca troch na to určených tried (obr. 4). Získanie dát prebieha v samostatnom vlákne, aby počas neho nedochádzalo k blokovaniu akcií užívateľa. Objekt typu `ContentResolver` pošle žiadosť o hudobné súbory objektu typu `ContentProvider`. Ten prijme žiadosť o dáta, vykoná požadovanú akciu a vráti nájdené výsledky. Výsledky sa potom uložia do objektu triedy `Cursor`, ktorý umožňuje cyklický prechod všetkými výsledkami [3]. Z každého výsledku sa získajú nasledujúce informácie: identifikačné číslo skladby, jej názov, názov interpreta a albumu, dátum pridania do zariadenia a informácia o mieste uloženia hudobného súboru, ktorá je potrebná pre načítanie obrázku danej skladby zobrazeného v notifikácii prehrávača.



Obrázok 4. Získanie dát z mobilného zariadenia

Samostatnou kategóriou je načítanie hodnotiacich udalostí a výpočet skóre, o ktoré sa stará algoritmus výpočtu skóre. Pre každú pieseň v zariadení sa vytvorí záznam v `SharedPreferences`, ktorého kľúčom je systémové identifikačné číslo skladby. Samotný záznam je reťazec znakov obsahujúci všetky hodnotiace udalosti udelené danej skladbe, ktoré sú od seba oddelené znakom čiarky (napríklad: „C,F,N80,V+,F,P“) a ktoré sa pri výpočte nahradia konkrétnymi číselnými hodnotami. Ukladanie udalostí v podobe symbolických

premenných umožňuje ich jednoznačnú identifikáciu. Ak by sa do záznamu ukladali konkrétne číselné hodnoty, tak by mohol vzniknúť problém s rozlišovaním hodnotiacich udalostí s rovnakou číselnou hodnotou a následný problém pri zmene týchto hodnôt. Príkladom môže byť situácia, v ktorej má vypočítanie celej pesničky číselnú hodnotu 1.0, tak isto ako zvýšenie hlasitosti prehrávania. Záznam niektorej z pesničiek by pri ukladaní konkrétnych hodnôt mohol vyzeráť nasledovne: „5.0,1.0,1.8,1.0,1.0,2.2“. V prípade potreby zvýšenia číselnej hodnoty za prehratie celej skladby z 1.0 na 1.5 by tak vznikol problém s rozlíšením tých číselných hodnôt, ktoré boli udelené za túto udalosť od tých, ktoré boli udelené za zvýšenie hlasitosti. Nasledujúci zoznam zobrazuje prehľad všetkých udalostí, ktoré môžu byť uložené v zázname pesničky:

- **C** – počiatočné body pridelené po vytvorení záznamu,
- **S** – užívateľ klikol na pesničku a tak spustil jej prehrávanie,
- **F** – užívateľ vypočul celú pieseň,
- **P** – užívateľ sa vrátil na predchádzajúcu pieseň,
- **NXX** – užívateľ prešiel na nasledujúcu pieseň, kde XX označuje pozíciu prehrávania v percentách v čase prechodu,
- **V+** – užívateľ zvýšil hlasitosť prehrávania,
- **SB** – užívateľ presunul pozíciu prehrávania na začiatok skladby, pričom rozdiel od začiatkovej pozície posunu do konečnej pozície bol minimálne 25 % dĺžky skladby,
- **SW** – užívateľ pridal skladbu do zoznamu nasledujúcich pesničiek potiahnutím doprava.

Skóre sa vypočíta podľa vzorca:

$$s_i = \left(f_{cnt} + \sum_{r \in \mathbf{R}_i} f(r) \right) f_{pos}, \quad (1)$$

kde s_i je skóre piesne s indexom i , f_{cnt} predstavuje hodnotenie za počet prehraní, $\mathbf{R}_i$ je množina všetkých hodnotiacich udalostí piesne, $f(r)$ reprezentuje konkrétnu číselnú hodnotu jednotlivých udalostí v zázname a f_{pos} je vplyv prítomnosti piesne v zozname naposledy prehraných skladieb.

Všetky vyššie spomenuté hodnotiace udalosti majú kladné hodnoty až na jednu výnimku. Tou je predčasný prechod na nasledujúcu pieseň. Dôležitou informáciou je to, koľko percent sa z danej pesničky stihlo prehrať. Ak došlo k preskočeniu na ďalšiu pesničku pred koncom prehrávania, skóre pesničky sa nijak nezmení, keďže užívateľ si ju vypočul takmer celú a teda platí:

$$f_{skip} = 0. \quad (2)$$

Ináč sa hodnota skóre zníži o hodnotu podľa nasledujúceho vzorca:

$$f_{\text{skip}} = s_{\text{skip}} \left(1 + \frac{p}{100.0} \right), \quad (3)$$

kde s_{skip} je najväčšia záporná hodnota, ktorú je možné za preskočenie odčítať a p predstavuje počet prehraných percent.

Okrem sčítania hodnôt udalostí sa pri výpočte skóre získava aj počet prehraní pesničky. Ten tvorí počet hodnotení typu **NXX** a **F** v reťazci získanom zo `SharedPreferences`. Počet prehraní výrazne mení hodnotu skóre zvlášť po prvom vypočutí a to z toho dôvodu, aby po inštalácii prehrávača získali všetky pesničky od užívateľa určité hodnotenie. Rovnaký princíp neskôr pomáha odlíšiť nové skladby v zariadení a zaisťuje to, aby skóre týchto skladieb bolo dočasne väčšie, až kým sa nové skladby niekoľkokrát neprehrajú a nezískajú hodnotenia priamo od užívateľa. Počet prehraní zvyšuje hodnotu skóre neúmerne využitím exponenciálnej funkcie:

$$f_{\text{cnt}} = s_{\text{play}} 0.7^n, \quad (4)$$

kde s_{play} je hodnota, ktorou sa zvyšuje veľkosť tohto hodnotenia a exponent n predstavuje počet prehraní danej skladby.

Posledným vplyvom pri výpočte skóre je prítomnosť identifikačného čísla skladby v zozname naposledy prehraných skladieb. Ak sa ID pesničky v zozname nenachádza, platí nasledujúci vzťah:

$$f_{\text{pos}} = 1, \quad (5)$$

v opačnom prípade sa použije vzorec:

$$f_{\text{pos}} = \frac{q}{\sqrt{10^2 + q^2}}. \quad (6)$$

Premenná q predstavuje pozíciu ID pesničky v zozname prehraných skladieb. V prípade, ak sa ID nachádza na prvej (nulte) pozícii, tak sa hodnota skóre vynásobí podľa vzorca nulou. S každým prehraním pesničky sa násobiteľ postupne zvyšuje a približuje k hodnote 1. Tento mechanizmus zabraňuje príliš častému opakovaniu rovnakých pesničiek.

Po výpočte skóre sa naplní model získanými informáciami a následne sa pridá do zoznamu pesničiek. Zoznam sa implicitne zoradí podľa názvu skladby a v tomto stave sa predá adaptéru, ktorý naplní `RecyclerView` a zobrazí ho užívateľovi spolu s panelom na ovládanie prehrávania. Záverom inicializácie prehrávača je vytvorenie služby.

4. Vytvorenie služby a algoritmus výberu pesničiek

Pri vytváraní služby sa vytvorí zoznam ako pre ID predchádzajúcich pesničiek, tak pre ID nasledujúcich, ktoré dokopy slúžia ako história prehrávania. Popri tom sa taktiež vytvorí objekt typu `MediaSessionCompat`, ktorý zabezpečuje ovládanie cez slúchadlá alebo iné diaľkové ovládanie ako aj ovládanie prehrávania cez notifikácie [4]. Pre dobrú užívateľskú skúsenosť je potrebné pri vytvorení služby registrovať `BroadcastReceiver`, ktorý sa stará o to, aby pri odpojení slúchadiel došlo k pozastaveniu prehrávania. Okrem neho sa registruje `ContentObserver`, ktorý sleduje, či nedošlo k zmene hlasitosti prehrávania. Ak došlo k zvýšeniu hlasitosti prehrávania a sú splnené ďalšie podmienky, pesničke sa udelí hodnotenie za zvýšenie hlasitosti.

Dôležitou súčasťou hudobného prehrávača je implementácia pre `AudioFocus` [5], ktorý zabezpečuje to, aby v jeden okamžik vydávala zvuk len jedna aplikácia. Keď chce aplikácia vydávať zvuk musí najskôr požiadať o `AudioFocus` a v prípade, že ho od systému získa, tak môže začať hrať. Ak iná aplikácia požiada o `AudioFocus` počas prehrávania, prehrávač o `AudioFocus` príde a prehrávanie pozastaví, prípadne iba zníži hlasitosť prehrávania v prípade krátkej straty `AudioFocusu`.

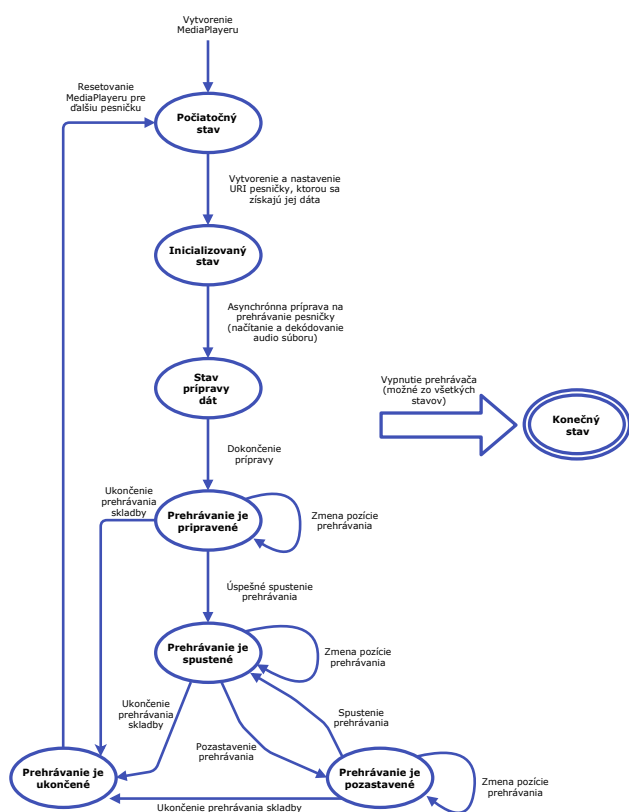
Po vytvorení získa služba zoznam pesničiek a načíta naposledy prehrávanú pesničku. Tá sa spolu s desiatimi naposledy prehranými pesničkami ukladá pri vypnutí aplikácie. Týchto desať pesničiek je v tento okamžik načítaných tiež a súčasne vložených do zoznamu predchádzajúcich pesničiek.

Hlavnou úlohou služby je prehrávanie na pozadí a riadenie prehrávania. Podporu pre túto funkcionálnosť poskytuje trieda `MediaPlayer`. Pri vytváraní objektu triedy `MediaPlayer` sa volá metóda `setWakeMode`, ktorá nastavuje takzvaný `WakeLock`. `WakeLock` predstavuje spôsob, akým sa signalizuje systému, že aplikácia využíva určité prostriedky, ktoré by mali byť dostupné aj keď sa telefón aktívne nepoužíva [6]. Ovládanie prehrávania audio súborov je spracované ako konečný automat (obr. 5). Pred prehraním každej pesničky sa pomocou jej ID vytvorí URI, ktorou sa získavajú samotné dáta pesničky. Týmto krokom sa `MediaPlayer` dostáva z počiatočného stavu do stavu inicializovaného [7]. Načítanie a dekodovanie audio súborov môže určitý čas trvať a tým blokovať užívateľské rozhranie, preto sa tieto úkony vykonávajú asynchrónne [6]. Po úspešnom načítaní a dekodovaní je `MediaPlayer` v stave pripravenom na spustenie prehrávania. Moje riešenie v tomto stave taktiež

zabezpečuje aktualizáciu informácií v užívateľskom rozhraní aplikácie a v notifikácii. V stave po spustení prehrávania je možné meniť aktuálnu pozíciu prehrávania alebo prejsť do stavu, v ktorom je prehrávanie pozastavené alebo ukončené [7]. Pri prehrávaní hudby sa rozlišujú dva druhy ukončenia:

1. užívateľ ukončil prehrávanie hudby vypnutím prehrávača,
2. prehrávanie danej pesničky bolo ukončené – pesnička bola prehraná celá, užívateľ prešiel na nasledujúcu alebo predchádzajúcu pieseň alebo kliknutím na položku v zozname spustil prehrávanie inej piesne.

Ak chce užívateľ v prehrávaní hudby pokračovať, tak je v druhom prípade potrebné MediaPlayer zresetovať, čím sa dostane znova do počiatočného stavu, kde je možné nastaviť URI ďalšej pesničky.



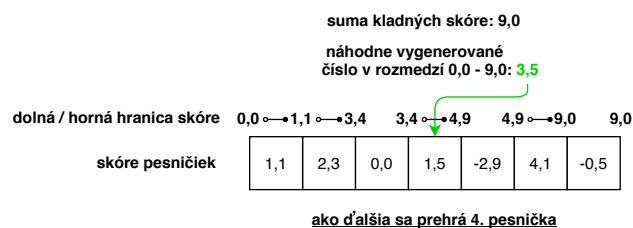
Obrázok 5. Životný cyklus MediaPlayeru, ktorý slúži k ovládaniu prehrávania

Po resete sa udelí pesničke príslušné hodnotenie, jej ID sa vloží do zoznamu predchádzajúcich pesničiek a aktualizuje sa skóre. Výnimkou je prechod na predchádzajúcu pieseň, pri ktorom sa ID vloží do zoznamu nasledujúcich pesničiek. V prípade, ak nejde o ukončenie prehrávania aktuálnej skladby z dôvodu kliknutia užívateľa na inú skladbu, tak algoritmus výberu pesničiek následne zistí stav zoznamu pre nasledujúce/predchádzajúce pesničky. Ak daný zoznam nie

je prázdny, vyberie a prehrá sa z neho prvá pesnička. V opačnom prípade sa vygeneruje náhodné číslo v rozmedzí 0 až suma všetkých skóre s kladnou hodnotou. Skladby, ktoré majú skóre nula a menej sa neprehrávajú a práve preto sa do tejto sumy ani nezapočítavajú. Generovanie náhodného čísla a dočasné zníženie skóre pesničky po jej prehraní podľa vzorca (6) zabezpečujú to, aby nedochádzalo k prehrávaniu iba tých najobľúbenejších skladieb, ale aby sa raz za čas prehrali aj skladby s nižším skóre. Model pre pesničky obsahuje okrem samotného skóre aj dva ďalšie atribúty:

1. hodnotu sumy všetkých skóre s kladnou hodnotou pred pričítaním skóre danej pesničky,
2. hodnotu sumy všetkých skóre s kladnou hodnotou po pričítaní skóre danej pesničky.

Na základe týchto dvoch atribútov je možné vyhľadať vygenerované náhodné číslo a jednoznačne tak identifikovať pieseň, ktorá sa má prehrať (obr. 6). Identifikačné číslo vybranej skladby sa použije ako URI pre získanie dát a celý cyklus popísaný obrázkom 5 sa opakuje.



Obrázok 6. Výber nasledujúcej pesničky

Medzi ďalšie funkcie služby patrí ukladanie všetkých hodnotení, prepočet skóre a zaslanie žiadosti o aktualizáciu grafického rozhrania alebo vytvorenie a správa notifikácií.

5. Záver

Vytvorené riešenie predstavuje hudobný prehrávač s vlastným režimom prehrávania, ktorý zohľadňuje preferencie užívateľa. Už od prvého spustenia poskytuje funkcionalitu plnohodnotného hudobného prehrávača a s každým pribudnutým hodnotením sa táto funkcionalita zlepšuje. Za určitú dobu sa prehrávajú všetky skladby uložené v zariadení užívateľa a priradia sa im hodnotenia, ktoré určujú ich obľúbenosť. Táto doba je ovplyvnená počtom hudobných skladieb v zariadení a tým ako často a ako dlho užívateľ aplikáciu používa. No už po prehraní prvých pár pesničiek možno pozorovať ako sa skóre pesničiek mení na základe užívateľových akcií. K vykonaniu týchto akcií slúži užívateľovi ovládanie cez zjednodušené grafické rozhranie, klasické alebo bluetooth slúchadlá, ovládanie

cez notifikácie, chytré hodinky a podobne. Aplikácia sa momentálne nachádza v štádiu otvoreného beta testovania, aby sa potvrdilo, že funguje správne na rôznych typoch zariadení a s rôznymi verziami operačného systému Android.

Pre otestovanie aplikácie a jej algoritmov som si v mojom mobilnom zariadení vytvoril nový zoznam pesničiek. Ten pozostáva z 50 pesničiek, ktoré možno rozdeliť do piatich kategórií po desiatich pesničkách: veľmi obľúbené pesničky, stredne obľúbené pesničky, pesničky, ktoré väčšinou preskakujem, nové pesničky a desať náhodne vybraných pesničiek. Po dvanástich hodinách používania aplikácie mali najvyššie skóre dve nové pesničky, ktoré som si počas používania aplikácie obľúbil. Za nimi nasledovala väčšina najobľúbenejších pesničiek, medzi ktorými bolo pár stredne obľúbených pesničiek. Najmenšiu hodnotu skóre mali pesničky, ktoré vo väčšine prípadov preskakujem, presne tak ako som to očakával.

V budúcnosti chcem zmodernizovať dizajn aplikácie, pridať ďalšie dodatočné funkcie, ktoré budú zlepšovať užívateľskú skúsenosť ako aj naďalej vylepšovať hodnotiaci algoritmus, ktorý je základom celého prehrávača a jeho špecifického režimu prehrávania hudby.

PodĎakovanie

Rád by som sa touto cestou poďakoval vedúcemu mojej bakalárskej práce prof. Adamovi Heroutovi, ktorý mi umožnil realizovať môj nápad v rámci bakalárskej práce. Rád by som mu tiež poďakoval za jeho vecné postrehy a nápady, za výpomoc pri testovaní aplikácie a pri písaní tohto článku.

Literatúra

- [1] Google Inc. Create a List with RecyclerView. In *Android Developer*.
<https://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/recyclerview.html>.
- [2] Google Inc. RecyclerView.Adapter. In *Android Developer*.
<https://developer.android.com/reference/android/support/v7/widget/RecyclerView.Adapter.html>.
- [3] Google Inc. Content Provider Basics. In *Android Developer*.
<https://developer.android.com/guide/topics/providers/content-provider-basics.html>.
- [4] Google Inc. MediaSessionCompat. In *Android Developer*.
<https://developer.android.com/reference/android/support/v4/media/session/MediaSessionCompat.html>.
- [5] Google Inc. Managing Audio Focus. In *Android Developer*.
<https://developer.android.com/guide/topics/media-apps/audio-focus.html>.
- [6] Google Inc. MediaPlayer. In *Android Developer*.
<https://developer.android.com/guide/topics/media/mediaplayer.html>.
- [7] Google Inc. MediaPlayer. In *Android Developer*.
<https://developer.android.com/reference/android/media/MediaPlayer.html>.