

TARTU ÜLIKOOL

Arvutiteaduse instituut

Informaatika õppekava

Anette Jaakson

Ostutšeki skaneerimise mobiilirakendus

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja: Krista Liin

Tartu 2020

Ostutšeki skaneerimise mobiilirakendus

Lühikokkuvõte:

Bakalaureusetöö eesmärk on luua Androidi mobiilirakendus, mis muudab oma igapäevaste kulutuste jälgimise inimeste jaoks mugavamaks ja lihtsamaks.

Rakendus võimaldab kasutajal oma toidupoodide ostutšekke pildistada ning pildilt saadud teksti töötlemise tulemusena saadud informatsiooni salvestada virtuaaltšeki kujul. Lisaks kuvab mobiilirakendus erinevat informatsiooni ja graafikuid kasutaja väljaminekute kohta, mis põhineb salvestatud virtuaaltšekkidel.

Töös tutvustatakse mobiilirakenduse arhitektuuri, tööpõhimõtet, kasutatud tehnoloogiaid, kirjeldatakse mobiilirakenduse kasutamist ning tuuakse välja sarnaste mobiilirakenduste eeliseid ja puudujääke. Töö lõpus analüüsitakse valminud rakendust ning tuuakse välja mobiilirakenduse edasiarendamise võimalused.

Võtmesõnad:

Mobiilirakendus, Android, optiline tekstivastus, tekstitöötlus

CERCS: P170 Arvutiteadus, arvutusmeetodid, süsteemid, juhtimine
(automaatjuhtimisteooria)

Mobile application for scanning, tracking and managing receipts

Abstract:

The aim of this bachelor thesis is to develop an Android mobile application, which makes tracking expenses more convenient and easier for users.

The application allows users to take photos of their purchase receipts from grocery stores, after which, as a result of processing the text received from the image, the mobile application creates a virtual receipt, which is saved in a virtual receipts history. In addition, the application provides the user with various information and graphs about their spendings.

The thesis introduces the architecture and working principles of the mobile application, the technologies used, describes the use of the mobile application and highlights the advantages and disadvantages of similar mobile applications. At the end of the bachelor's thesis the completed application will be analyzed and possibilities for further development of the mobile application will be brought out.

Keywords:

Mobile application, Android, Optical character recognition, Text processing

CERCS: P170 Computer science, numerical analysis, systems, control

Sisukord

1. Sissejuhatus	5
2. Olemasolevate ostutšeki skaneerimise ja väljaminekute kuvamise mobiilirakenduste analüüs	6
2.1 Expensify	6
2.2 Receipts by Wave For Business	6
2.3 Smart Receipts	7
2.4 Analüüs	7
3. Rakenduse kirjeldus	9
3.1 Kasutatud tehnoloogiad	9
3.1.1 Android Studio	9
3.1.2 OpenCV	9
3.1.3 Tesseract OCR	10
3.2 Rakenduse struktuur	10
3.2.1 Androidi rakenduse komponendid	10
3.2.2 Mobiilirakenduse toimimine	11
3.3 Pilditöötlus	12
3.3.1 Pilditöötluse protsess	12
3.3.2 Tekstitöötlus	19
3.4 Rakenduse kasutusjuhend	20
4. Tulemuste analüüs	25
4.1 Valminud funktsionaalsus	25
4.2 Edasiarendamise võimalused	25
5. Kokkuvõte	26
6. Kasutatud kirjandus	27
Lisad	28
1. Litsents	28

1. Sissejuhatus

Enda kulutuste jälgimine on osa paljude inimeste igapäeva elust. Oma pangakaardiga tehtud kulutuste jälgimiseks on mitmetel pankadel omad lahendused välja töötatud. Swedbank pangal on selleks rahaplaneerija¹ ja SEB pangal rahapäevik². Küll aga piirduvad need vaid pangakaardiga tehtud maksetega ning need ei võta arvesse sularahas tehtud kulutusi ning puudub detailne info ostude sisu üle: info kaupade, nende koguste, hindade ja soodustuste kohta. Oma kulutuste jälgimise seisukohalt on ka detailne info väga oluline. Selle info jälgimise teeb keerukaks asjaolu, et hallatavaid tšekke koguneb palju ning ülevaadet on raske saavutada. Ühtlasi on hiljem konkreetsete ostude kohta info otsimine ajamahukas.

Bakalaureusetöö eesmärk on luua mobiilirakendus, mis aitab tšekke paremini hallata. Mobiilirakendus võimaldab 5 erineva toidupoe ostutšekke sisse skaneerida ning saadud info põhjal virtuaaltšekke luua. Virtuaaltšekk on elektroonsel kujul tšekk, mis luuakse pildi- ja tekstitöötlemise tulemusena ja mis sarnaneb originaalse tšekiga sisu ja selle elementide paigutuse poolest. Virtuaaltšekke on võimalik parandada ja salvestada. Salvestatud virtuaalseid tšekke on võimalik hiljem vaadata ning nende põhjal luuakse kasutaja kulutuste ja säästude kohta käivad graafikud. Töös antakse ülevaade sarnastest rakendustest, mobiilirakenduse ülesehitusest, selle kasutamisest ning analüüsitakse valminud funktsionaalsust ja selle edasiarenduse võimalusi.

Töö on jagatud kolmeks osaks. Esimene tutvustab sarnaseid rakendusi. Teises peatükis kirjeldatakse rakenduse ülesehitust, kasutatud tehnoloogiaid, rakenduse kasutust ning pilditöötlemise ja tekstitöötlemise protsesse. Kolmandas peatükis kirjeldatakse valminud funktsionaalsust, tekkinud probleeme ja edasiarenduse võimalusi.

¹ <https://www.swedbank.ee/private/home/pfm/about?language=EST>

² <https://www.seb.ee/igapaevapangandus/teeninduskanalid/erakliendi-internetipank/rahapaevik>

2. Olemasolevate ostutšeki skaneerimise ja väljaminekute kuvamise mobiilirakenduste analüüs

Ostutšeki skaneerimise ja väljaminekuid analüüsivaid rakendusi on mitmeid ning nad kõik erinevad kohati funktsionaalsuse poolest. Erinevaid populaarsemaid rakendusi proovides ja analüüsides nägi autor mitmeid puudujääke nii funktsionaalsuse kui ka otstarbe poolest. Järgnevalt annab autor ülevaate erinevate rakenduste eelistest ja puudujääkidest.

2.1 Expensify

Expensify on üks kõige populaarsematest ostutšeki töötlemise rakendustest. Eriti on see tuntud tänu kulutuste aruandele ja kategoriseerimisele. Mobiilirakenduse abil saab ostutšekke skaneerida, oma krediit- ja deebetkaardi informatsiooni põhjal erinevaid ajalisi aruandeid koostada ning samuti erinevaid kulutuste kategooriad luua [1].

Üks oluline rakenduse puudujääk on see, et pilditöötlus on väga ajakulukas. Ostutšeki pildi töötlemine võib vahepeal kuni mitu tundi aega võtta [1]. Töö autoril võttis ühe kolme tootega ostutšeki skaneerimine ja töötlus aega 60 minutit. Rakenduse arendajate sõnul on nende eesmärk parem täpsus kui ajakulu [1].

Teiseks miinuseks, eraisiku vaatepunktist, on see, et rakendus on suunatud rohkem suurtele ettevõtetele ja korporatsioonidele [2]. Rakenduse tööpõhimõtteks on, et ettevõtte töötaja saab komanderingute ostutšekke rakenduses töödelda ja aruandena ettevõtte raamatupidamisele esitada. Ühtlasi on rakendus on tasuline, mis võib olla eraisikute jaoks probleem. Tasuta versioon sisaldab ainult viite skaneerimist kuu jooksul, mis on paljude kasutajate jaoks liiga väike isegi nädala jaoks.

2.2 Receipts by Wave For Business

Mobiilirakendus Receipts on ettevõtetele mõeldud ostutšekkide skaneerimise rakendus, mis võimaldab mitut ostutšeki korraga skaneerida. Saadud informatsioon sünkroniseeritakse Wave'i ettevõtte veebilehele, kuhu sisenemiseks on tarvis Wave kasutajat [1]. Lisaks suudab mobiilirakendus kasutaja seadme galeriist ostutšekke otsida, mis muudab kasutaja töö lihtsamaks ja vähendab oluliselt kasutaja ajakulu [1].

Skaneerimise tulemused on märkimisväärselt täpsed ning kasutaja ei pea seega palju aega info parandamiseks kulutama [1]. Peale skaneerimist saab infot vajadusel parandada, kuid selleks on vaja siseneda Wave veebilehele, mis on ka antud rakenduse üheks puudujäägiks [3].

Rakendus on tasuta ja ei piira kasutuskordasid [3].

2.3 Smart Receipts

Smart Receipts on ostutšekkide töötlemise rakendus, mis sarnaselt teistele aplikatsioonidele, suudab pildilt saadud informatsiooni visualiseerida [1]. Lisaks oskab Smart Receipts ostutšekkide põhjal väga põhjalikke ja erinevaid aruandeid koostada [4]. Töötlemisel kasutab Smart Receipts Taggun.io tšekkide transkriptsiooni rakendusliidest [4]. Rakendusliides suudab tšeki pildilt automaatselt vajaliku informatsiooni nagu kogusumma, poe nimetus, kuupäev ära tunda.

Rakenduse tasuta kasutamine on piiratud ning laseb ainult kaks korda ostutšekke skaneerida ja iga järgnev skaneerimine on tasuline [1]. Rakendus pole alati täpne ning summades esineb üsna tihti vigu, mida tuleb kasutajal manuaalselt parandada. Rakenduse kasutamine on ilma Smartreceipts.co veebilehel kasutaja loomiseta on võimatu.

2.4 Analüüs

Enamus ostutšeki skaneerimise ja töötlemise rakendustest on rohkem ettevõtetele suunatud. Paljud rakendused on tasulised või tasuta versioonid sisaldavad piiratud funktsionaalsust. Rakenduste peamine eesmärk on aruannete koostamine ja eksportimine raamatupidamise jaoks, mis ei ole eraisiku huvides. Võib tekkida ebatäpsusi, mille muutmine võib olla keerukas, või täpsete tulemuste saavutamiseks on töötlusaeg mitu tundi.

Selle bakalaureusetöö põhiline eesmärk on luua rakendus, mis on suunitlusega eraisikutele. Mobiilirakendus võimaldab kasutajal piiramatult toidupoodide ostutšekke skaneerida, genereerib lühikese aja jooksul tšekilt saadud informatsiooni põhjal teksti, mida on võimalik muuta ning salvestab selle põhjal virtuaaltšeki. Lisaks on võimalik vaadata virtuaaltšekkide ajalugu ja graafikuid oma kulutuste kohta. Autori rakenduse ja sarnaste rakenduste võrdlust saab näha tabelist 1. Järgnev võrdlus põhineb autori kasutajakogemusel järgnevate rakendustega.

Tabel 1. Rakenduste võrdlus.

	Expensify	Receipts by Wave	Smart Receipts	Ostutšeki skaneerimise rakendus
Kasutaja loomine vajalik	Jah	Jah	Jah	Ei
Tasuta skaneerimine	Kuni 5 korda	Jah	Ei	Jah
Ajakulu tšeki töötlemisel	≥ 30 min	5 min	< 10 sek	< 10 sek
Visualisatsioonid	puudu	puudu	olemas	olemas

3. Rakenduse kirjeldus

Rakenduse kirjelduses toob autor välja kasutatud tehnoloogiad, rakenduse struktuuri, pildi- ja tekstitöötamise protsesside toimimise ning tutvustab rakenduse kasutamist.

3.1 Kasutatud tehnoloogiad

Kasutatud tehnoloogiate all tutvustatakse Android Studiot, OpenCV pilditöötamise teeki ja Tesseract OCR märgituvastuse mootorit.

3.1.1 Android Studio

Android Studio³ on ametlik integreeritud arenduskeskkond (IDE) Androidi rakenduste arendamiseks [5]. See põhineb IntelliJ IDEA⁴-l ehk Java integreeritud arenduse keskkonnal ja sisaldab selle koodi muutmise ja arendamise tööriistu [5].

Rakenduse arendamise toetamiseks Androidi operatsioonisüsteemis kasutab Android Studio Gradle⁵-il põhinevat ehitussüsteemi, emulaatorit, koodimalle ning on lisaks integreeritud Github-iga [5].

Igal Android Studio projektil on üks või mitu lähtekoodi ja ressursifailidega modaalsust ning need modaalsused hõlmavad Androidi rakenduste mooduleid, teekide mooduleid ja Google App Engine-i mooduleid [5]. Android Studio kasutab Instant Push funktsionaalsust koodi- ja ressursimuudatuste edastamiseks emulaatoris töötavale rakendusele [5]. Push funktsionaalsus muudab Android rakenduse arendamise efektiivseks, kuna muudatused avalduvad automaatselt ja kiirelt.

3.1.2 OpenCV

OpenCV⁶ on avatud lähtekoodiga raalnägemise ja masinõppe tarkvara kogu [6]. Teegis on rohkem kui 2500 optimeeritud algoritmi, mis sisaldavad nii klassikaliste kui ka uuemate masinnägemise ja masinõppe algoritmide terviklikku komplekti, mida saab kasutada nii nägude kui ka objektide tuvastamiseks, videotest inimtegevuste klassifitseerimiseks, kaamera liikumise jälgimiseks, liikuvate objektide jälgimiseks, piltide ühendamiseks [6].

³ <https://developer.android.com/studio>

⁴ <https://www.jetbrains.com/idea/>

⁵ <https://gradle.org/>

⁶ <https://opencv.org/>

OpenCV loodi ühise tehisenägemise infrastruktuuri arendamiseks ja et kiirendada masinate tajumist äritoodetes [6]. Autor valis OpenCV kuna see on üks laialdasemalt kasutusel olevaid avatud lähtekoodiga masinõppe tarkvarakogusid.

3.1.3 Tesseract OCR

Tesseract⁷ on OCR-mootor, mis on algselt aastatel 1985-1994 HP poolt välja töötatud. 2005. aastast alates on Tesseract avatud lähtekoodiga ja alates 2006. aastast arendab Tesseract-i edasi Google [7]. OCR ehk optiline märgituvastustus on käekirja või trükitud teksti teisendamine masinloetavale kujule [8].

Võrreldes teiste OCR (eesti keeles optiline tähemärkide tuvastus) tarkvaradega, on Tesseract täpsem, tasuta ja suudab isegi käekirja tuvastada. Enamik saada olevaid tasuta optilise tekstituvastuse tarkvarasid põhinevad Tesseract-il [10].

Tesseract-iga sarnasem tarkvara on Google Vision. Google Vision⁸ on Tesseract-ist jõulisem, kuid see on tasuline [9]. Google Cloud Vision-i esimesed 1000 lehekülge on tasuta ja hiljem tuleb iga järgneva 1000 skaneeritud lehekülje eest 1.50\$ juurde maksta [9]. Samuti lisandub Google Visioniga muid funktsionaalsusi, mida selle lõputöö raames ei vajata.

3.2 Rakenduse struktuur

Peatükis tutvustatakse Androidi rakenduse komponente, mida mobiilirakenduses kasutati, ja näidatakse nendevahelisi seoseid.

3.2.1 Androidi rakenduse komponendid

Järgnev materjal on refereeritud Androidi juhendist [13], kus on kirjas, et Activity⁹ on kõige olulisem Androidi rakenduse komponent, mis on ühtlasi kasutaja interaktsiooni peamine sisenemispunkt. Activity-d on kasutajaliidese osad, mis on kasutajale nähtavad vaadetena. Erinevalt programmeerimise paradigmatel, kus rakendus käivitatakse main() meetodiga, siis Androidis rakenduse käivitamiseks kutsutakse Activity-tes välja spetsiifilisi tagasikutse meetodeid, mis vastavad selle Activity elutsükli kindlatele etappidele.

⁷ <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>

⁸ <https://cloud.google.com/vision>

⁹ <https://developer.android.com/guide/components/activities/intro-activities>

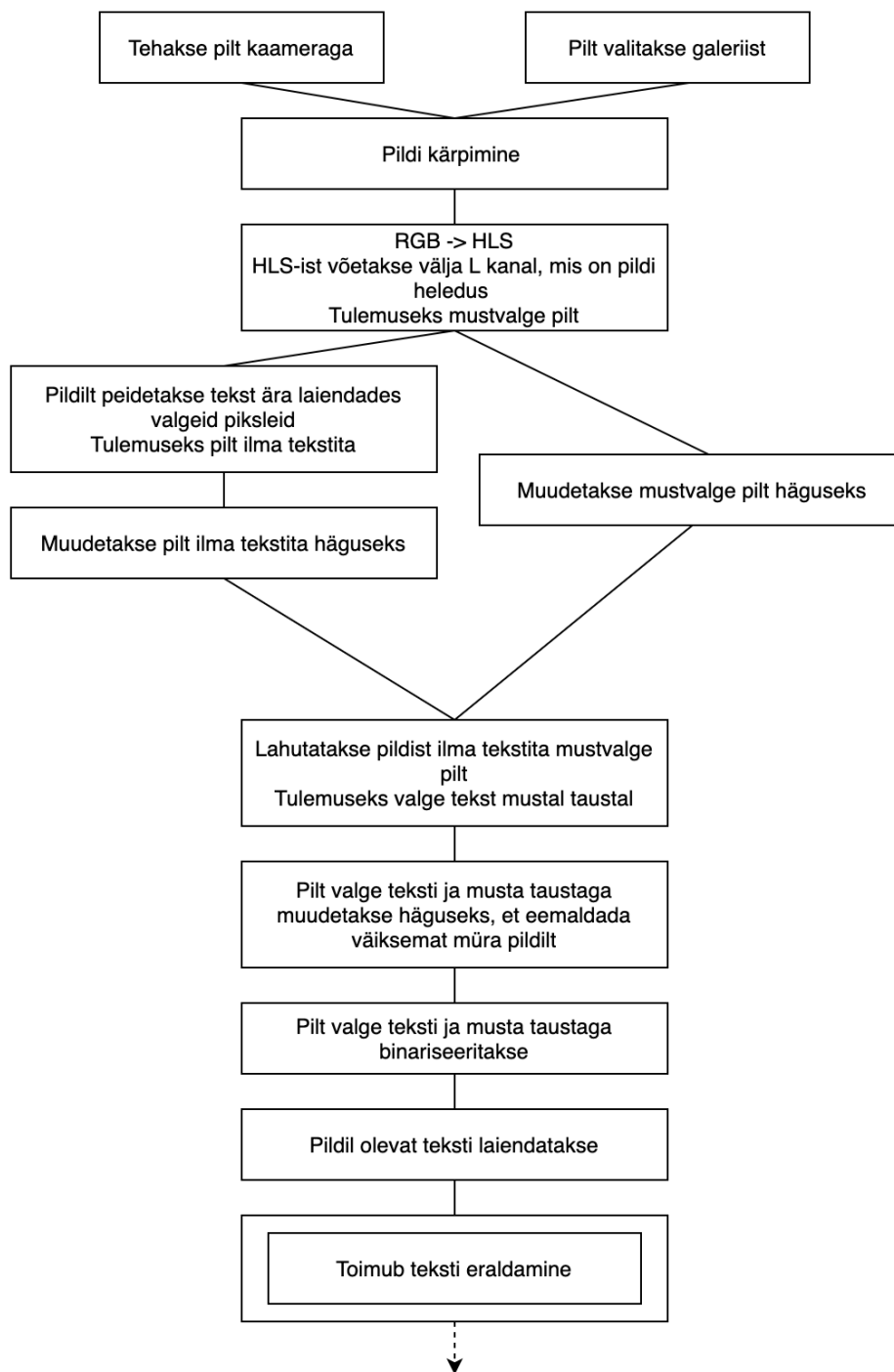
endas *History* ja *Overview Fragment*-eid, mis on ülevaate ja ajaloo vaated. *Overview Fragment* sisaldab endas graafikuid ning *History Fragment* vaade virtuaalsete ostutšekkide nimekirja. *Compare Activity* koosneb *Original* ja *Modified Fragment*-itest. *Original Fragment* hõlmab originaalse ostutšeki pilti ja *Modified Fragment* virtuaalse tšeki informatsiooni nagu toiduained, ühik, kogus, hind, soodustus, mida on võimalik vajadusel redigeerida ja seejärel salvestada. *Compare Activity* on sellise struktuuriga, et kasutajal oleks võimalikult mugav kahe vaate vahel kerida ja võrrelda originaalset tšeki pilti virtuaalse tšekiga ja vajadusel vigu parandada. Täpsemat rakenduse toimimist saab näha jooniselt 1, kus on detailsemalt välja toodud klasside järjekord, kuuluvus ja andmete liigutamine klasside vahel.

3.3 Pilditöötlus

Pilditöötluse peatükis kirjeldatakse pilditöötluse protsessi, selle mõju tekstituvastuse täpsusele ning tutvustatakse tekstitöötluse toimimist.

3.3.1 Pilditöötluse protsess

Tesseract saab sisendiks pildi ning väljastab pildilt tuvastatud teksti. Enne tekstituvastust teeb Tesseract OCR mitmesuguseid pilditöötlustoiminguid kasutades Leptonica teeki [11]. Kuid selleks, et Tesseract OCR väljastaks paremaid tulemusi, tuleb pilte eelnevalt lisaks töödelda. Autor töötleb pilti veel mitmetel joonisel 1 toodud viisidel, et tekstituvastust paremaks muuta. Pilditöötlus toimub klassis *Processing Activity*.



Joonis 2. Pilditöötamise protsess kujutatud sammhaaval sisendpildist kuni teksti eraldamiseni.

Esiteks pilt kärbitakse, et lõigata välja pildi taustal olev müra, kuna Tesseract võib vahepeal tagatausta ka tekstiks pidada. Müra on pildi heleduse või värvi juhuslik varieeruvus, mis võib pildilt teksti tuvastamise ebatäpsemaks muuta [11]. See parandab Tesseracti täpsust ning tähe märkide tuvastuse kiirust. Pildi kärpimist realiseeritakse rakenduses kasutaja poolt

<p>B PLASTIST>0.5 1 0.10 0.10” ,, Kuulub tagumisele 6.51 - , MAKSTUD SAASTUKAART+ 6.51 . . ? —————KM.%—————NETO————— —————KM—————BRUTO————— 20.00% 5.34 1.07 6.41 —— 0.10 —— 0.10 Kokku 5.44 1.07 6.51 Täname ostu east! Külastage meid jälle!</p>	<p>Kuulub taggumisele 6.51 MAKSTUD SAASTUKAART+ 6.51 —————KM.%—————NETO————— —————KM—————BRUTO————— 20.00% 5.34 1.07 6.41 —— 0.10 —— 0.10 Kokku 5.44 1.07 6.51 Täname ostu east! Külastage meid jälle!</p>
---	---

Pildi binariseerimine muudab värvilise pildi mustvalgeks. Otsu algoritm on adaptiivse läve leidmiseks pildi binariseerimisel, kus kõigi võimalike läviväärtuste 0–255 läbimisel saab see leida sisendpildi optimaalse läviväärtuse [12]. Tegelikult teeb Tesseract seda ka sisemiselt Otsu algoritmiga [11], kuid seda ise lisaks tehes muutus täpsus paremaks. Kuna sisendpildid võivad olla kvaliteedilt ja kontrastsuselt väga erinevad, siis pole alati võimalik neid üheselt binariseerida. Ühe binariseerimise kihi lisamine parandab oluliselt tulemusi ja kuna kasutuses on pildid, mis on tehtud mobiilikaameraga, siis tõenäosus, et pildil on müra, on kõrge. Tesseract ei saa binariseerimisetapis mõningat müra ise eemaldada ning see mõjutab täpsust [11]. Tabel 3 kujutab müra eemaldamise ja binariseerimise mõju tekstituvastusele. Binariseerimise ja müra eemaldamise tulemusel on tekstituvastus parem - kadunud on üleliigsed sümbolid ja tähed, mida varem valesti tuvastati, on asendunud õigetega.

<p>VESI ESSENTUKY 1 0.99 0.99 EAN:215000000053 B PLASTIST>0.5 1 0.10 0.10 Kuulub taggmisele 6.51 MAKSTUD SAASTUKAART+ 6.51</p> <hr/> <p>KM.% NETO</p> <hr/> <p>KM BRUTO</p> <p>20.00% 5.34 1.07 6.41 — 0.10 — 0.10 Kokku 5.44 1.07 6.51 Täname ostu east! Külastage meid jälle!</p>	<p>VESI ESSENTUKY 1 0.99 0.99 EAN:215000000058 B PLASTIST>0.5 1 0.10 0.10 Kuulub taggmisele 6.51 MAKSTUD SAASTUKAART+ 6.51</p> <hr/> <p>KM.% NETD m</p> <hr/> <p>KM BRUTO</p> <p>20.00% 5.64 1.07 6.41 — 0.10 — 0.10 Kokku 5.44 1.07 6.51 Täname ostu eest? Külastage meid jälle!</p>
---	---

Paksud või peenikesed tähemärgid võivad mõjutada detailide äratundmist ja vähendada tekstituvastuse täpsust [11]. Ostutšekid võivad olla määrduvad või teksti värv võib olla liiga hele. Selleks tuleb tähemärkide servi vastavalt kas laiendada või erosiooni kasutades kitsendada. Näiteks ajalooliste dokumentide tugevat tindiga määrduvist saab erosiooni kasutades parandada [11]. Erosiooni ja laiendamise kasutamine parandab sõnade täpset tuvastust: näiteks tabelis 4 on näha, et väiketähtedes kirja tuvastamisel esineb ebatäpsusi ja peale töötlust asendatakse vigane “taggimisele” sõnaga “tasumisele”, mis on korrektne tuvastamise tulemus. Trükitähti on kergem tuvastada, seega trükitähtede puhul piisas varasemast töötlustest, aga müra puhul või tindi laiuli minekul võib ka seal seda vaja minna.

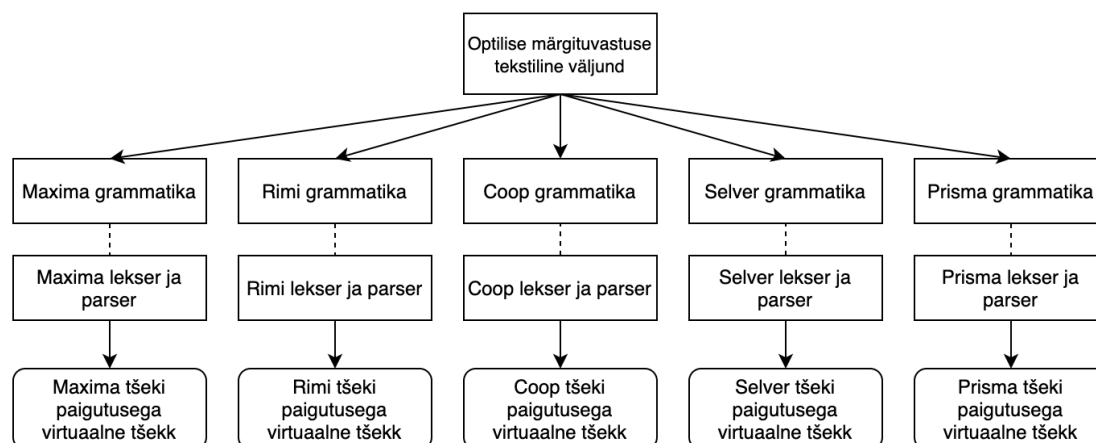
Tabel 4. Pildilt müra eemaldamise ja tähemärkide laiendamise ja kitsendamise mõju tekstituvastusele.

Pilt ilma müra eemaldamiseta ja tähemärkide laiendamise/kitsendamata	Tekst müra eemaldamisega ja tähemärkide laiendamise/kitsendusega																																																																																																
<p>TARTU TARBIJATE KOOPERATIIV LEMBITU KONSUM LEMBITU TN. 2, TARTU REG. NR. 10151355 KM. REG. NR. EE100277911</p> <p>OSTJA: _____ ADDRESS: _____</p> <p>KASSA 22 Kas. 22 Arve 2200094 17:33 09.03.2020 KLIENDIKAART *****8258</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kauba nimetus</th> <th>Kogus</th> <th>hind</th> <th>Summa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EAN:42211501 MINTS SPEARM.</td> <td>2</td> <td>0.69</td> <td>1.38</td> </tr> <tr> <td>EAN:3086126747972 RAS/GEEL BIC</td> <td>1</td> <td>3.49</td> <td>3.49</td> </tr> <tr> <td>EAN:50173976 ORBIT WINTERFR</td> <td>1</td> <td>0.55</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>EAN:4607035260995 VESI ESSENTUKY</td> <td>1</td> <td>0.99</td> <td>0.99</td> </tr> <tr> <td>EAN:215000000053 B PLASTIST>0.5</td> <td>1</td> <td>0.10</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Kuulub tasumisele</td> <td>6,51</td> </tr> <tr> <td colspan="3">MAKSTUD SÄASTUKAART+</td> <td>6.51</td> </tr> <tr> <td>--KM.%--</td> <td>NETO</td> <td>--KM--</td> <td>BRUTO</td> </tr> <tr> <td>20.00%</td> <td>5.34</td> <td>1.07</td> <td>6.41</td> </tr> <tr> <td>--</td> <td>0.10</td> <td>--</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>Kokku</td> <td>5.44</td> <td>1.07</td> <td>6.51</td> </tr> </tbody> </table> <p>Täname ostu eest! Külastage meid jälle!</p>	Kauba nimetus	Kogus	hind	Summa	EAN:42211501 MINTS SPEARM.	2	0.69	1.38	EAN:3086126747972 RAS/GEEL BIC	1	3.49	3.49	EAN:50173976 ORBIT WINTERFR	1	0.55	0.55	EAN:4607035260995 VESI ESSENTUKY	1	0.99	0.99	EAN:215000000053 B PLASTIST>0.5	1	0.10	0.10	Kuulub tasumisele			6,51	MAKSTUD SÄASTUKAART+			6.51	--KM.%--	NETO	--KM--	BRUTO	20.00%	5.34	1.07	6.41	--	0.10	--	0.10	Kokku	5.44	1.07	6.51	<p>TARTU TARBIJATE KOOPERATIIV LEMBITU KONSUM LEMBITU TN. 2, TARTU REG. NR. 10151355 KM. REG. NR. EE100277911</p> <p>OSTJA: _____ ADDRESS: _____</p> <p>KASSA 22 Kas. 22 Arve 2200094 17:33 09.03.2020 KLIENDIKAART *****8258</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kauba nimetus</th> <th>Kogus</th> <th>hind</th> <th>Summa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EAN:42211501 MINTS SPEARM.</td> <td>2</td> <td>0.69</td> <td>1.38</td> </tr> <tr> <td>EAN:3086126747972 RAS/GEEL BIC</td> <td>1</td> <td>3.49</td> <td>3.49</td> </tr> <tr> <td>EAN:50173976 ORBIT WINTERFR</td> <td>1</td> <td>0.55</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>EAN:4607035260995 VESI ESSENTUKY</td> <td>1</td> <td>0.99</td> <td>0.99</td> </tr> <tr> <td>EAN:215000000053 B PLASTIST>0.5</td> <td>1</td> <td>0.10</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Kuulub tasumisele</td> <td>6,51</td> </tr> <tr> <td colspan="3">MAKSTUD SÄASTUKAART+</td> <td>6.51</td> </tr> <tr> <td>--KM.%--</td> <td>NETO</td> <td>--KM--</td> <td>BRUTO</td> </tr> <tr> <td>20.00%</td> <td>5.34</td> <td>1.07</td> <td>6.41</td> </tr> <tr> <td>--</td> <td>0.10</td> <td>--</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>Kokku</td> <td>5.44</td> <td>1.07</td> <td>6.51</td> </tr> </tbody> </table> <p>Täname ostu eest! Külastage meid jälle!</p>	Kauba nimetus	Kogus	hind	Summa	EAN:42211501 MINTS SPEARM.	2	0.69	1.38	EAN:3086126747972 RAS/GEEL BIC	1	3.49	3.49	EAN:50173976 ORBIT WINTERFR	1	0.55	0.55	EAN:4607035260995 VESI ESSENTUKY	1	0.99	0.99	EAN:215000000053 B PLASTIST>0.5	1	0.10	0.10	Kuulub tasumisele			6,51	MAKSTUD SÄASTUKAART+			6.51	--KM.%--	NETO	--KM--	BRUTO	20.00%	5.34	1.07	6.41	--	0.10	--	0.10	Kokku	5.44	1.07	6.51
Kauba nimetus	Kogus	hind	Summa																																																																																														
EAN:42211501 MINTS SPEARM.	2	0.69	1.38																																																																																														
EAN:3086126747972 RAS/GEEL BIC	1	3.49	3.49																																																																																														
EAN:50173976 ORBIT WINTERFR	1	0.55	0.55																																																																																														
EAN:4607035260995 VESI ESSENTUKY	1	0.99	0.99																																																																																														
EAN:215000000053 B PLASTIST>0.5	1	0.10	0.10																																																																																														
Kuulub tasumisele			6,51																																																																																														
MAKSTUD SÄASTUKAART+			6.51																																																																																														
--KM.%--	NETO	--KM--	BRUTO																																																																																														
20.00%	5.34	1.07	6.41																																																																																														
--	0.10	--	0.10																																																																																														
Kokku	5.44	1.07	6.51																																																																																														
Kauba nimetus	Kogus	hind	Summa																																																																																														
EAN:42211501 MINTS SPEARM.	2	0.69	1.38																																																																																														
EAN:3086126747972 RAS/GEEL BIC	1	3.49	3.49																																																																																														
EAN:50173976 ORBIT WINTERFR	1	0.55	0.55																																																																																														
EAN:4607035260995 VESI ESSENTUKY	1	0.99	0.99																																																																																														
EAN:215000000053 B PLASTIST>0.5	1	0.10	0.10																																																																																														
Kuulub tasumisele			6,51																																																																																														
MAKSTUD SÄASTUKAART+			6.51																																																																																														
--KM.%--	NETO	--KM--	BRUTO																																																																																														
20.00%	5.34	1.07	6.41																																																																																														
--	0.10	--	0.10																																																																																														
Kokku	5.44	1.07	6.51																																																																																														
<p>Tekst ilma müra eemaldamiseta ja tähemärkide laiendamise/kitsendamata</p>	<p>Tekst müra eemaldamisega ja tähemärkide laiendamise/kitsendusega</p>																																																																																																
<p>TARTU TARBIJATE KODPERATIIV LEMBITU KONSUM LEMBITU TN. 2 TARTU RE6.NR.10151355 KM.RE6.NR. EE100277911</p> <p>OSTJA:..... ADDRESS:.....</p> <p>KASSA 22 Kas. 22 Arve 2200094 17:83 09.03.2020 KLIENDIKAART *****8258</p> <p>Kauba nimetus Kogus hind Summa EANr42211501 MINTS SPEARM. 2 0.69 1.38 EAN:3086126747972 RAS/GEEL 610 1 8.49 6.49</p>	<p>TARTU TARBIJATE KOOPERATIIV LEMBITU KONSUM LEMBITU TN. 2 TARTU REG.NR.10151355 KM.REG.NR. EE100277911</p> <p>OSTJA:..... ADDRESS:.....</p> <p>KASSA 22 Kas. 22 Arve 2200094 17:33 09.03.2020 KLIENDIKAART *****8258</p> <p>Kauba nimetus Kogus hind Summa EAN:42211501 MINTS SPEARM. 2 0.69 1.38 EAN:3086126747972 RAS/GEEL 810 1 3.49 3.49</p>																																																																																																

EANt50178976 ORBIT WINTERFR 1 0.55 0.55 EANZ4607035260995 VESI ESSENTUKY 1 0.99 0.99 EAN:215000000058 B PLASTIST>0.5 1 0.10 0.10 Kuulub taggmisele 6.51 MAKSTUD SAASTUKAART+ 6.51 —KM.%———NETD———m— ———KM———BRUTO——— 20.00% 5.64 1.07 6.41 — 0.10 — 0.10 Kokku 5.44 1.07 6.51 Täname ostu eest? Külastage meid jälle!	EANr50173976 ORBIT WINTERFR 1 0.55 0.55 EAN:4607035260995 VESI ESSENTUKY 1 0.99 0.99 EANi215000000053 B PLASTIST>0.5 1 0.10 0.10 Kuulub tasumisele 6.51 MAKSTUD SAASTUKAART+ 6.51 —KM.%———NETD——— KM———BRUTO— 20.00% 5.34 1.07 6.41 — 0.10 — 0.10 Kokku 5.44 1.07 6.51 Täname ostu eest! Külastage meid jälle!
--	---

Tesseract OCR töötab kõige paremini piltide korral, mille DPI ehk *dots per inch* (eesti keeles täppi tolli kohta) on vähemalt 300 [11]. Samuti on oluline pildi teksti suurus. Pildi teksti suurust mõõdetakse x-kõrguses, mis tähistab x tähe kõrgust. 10pt x 300dpi korral on x-kõrgused tavaliselt umbes 20 pikslit, ehkki see võib erinevate fontide puhul suuresti erineda. Kui x-kõrgus on 10 pikslit, on väga väike tõenäosus täpsete tulemuste saamiseks ja alla 8 piksli on suurem osa tekstist müraga segatud [11].

3.3.2 Tekstitöötlus



Joonis 3. Tekstitöötluse protsess alates märgituvastuse tulemusena loodud tekstilisest väljundist kuni virtuaalse tšeki loomiseni.

Autor kasutas teksti parsimiseks ANTLR¹¹ parserite generaatorit, mida kasutatakse struktureeritud teksti või binaarfailide lugemiseks, töötlemiseks, täitmiseks ja tõlkimiseks [16]. Grammatikast genereerib ANTLR lekseri ja parseri, mis omakorda loob andmestruktuuri, mida

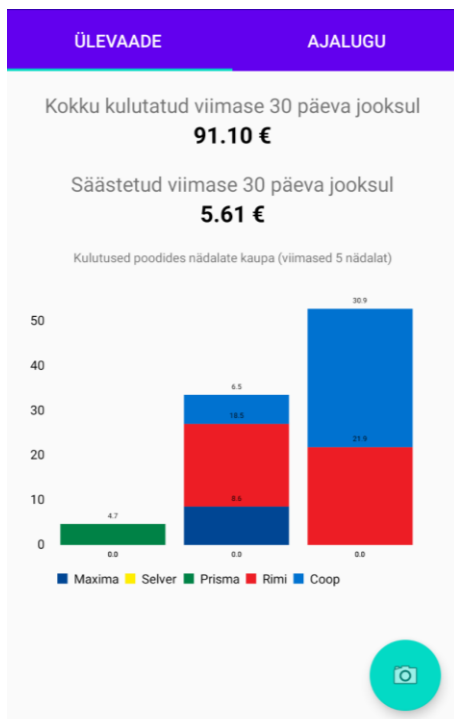
¹¹ <https://www.antlr.org/>

nimetatakse parsimispuuks ehk süntaksipuuks, mis näitab, kuidas parser sisendlausete struktuuri ja lausete komponente ära tunneb [17].

Mobiilirakenduses on 5 erinevat grammatikat järgnevate toidupoodide jaoks: Rimi, Selver, Coop, Prisma ja Maxima. Tekstitöötamise protsessiga saab tutvuda lähemalt jooniselt 3. Grammatikaid on 5, kuna kõikide toidupoodide ostutšekid on erineva paigutusega ning seetõttu on raske ühte üldist grammatikat kõigi jaoks luua. Igale grammatikale genereerib ANTLR lekseri ja parseri, millega selle toidupoe tšেকে töödelda saab. Grammatika on spetsiifiline, mis tähendab grammatika eeldab kindla struktuuriga ostutšেকে ning struktuur on toidupoodide lõikes erinev. See tähendab, et rakendus proovib teksti kõigi parseritega parsida ja kui see õnnestub, siis luuakse poestekile ja selle paigutusele vastav virtuaaltšেকে. Vastasel juhul kuvatakse veateade, et selle poe ostutšেকে pole võimalik töödelda. Virtuaaltšেকে loomise tulemusena saab kasutaja selle salvestada ning sellest luuakse objekt. Objekt sisaldab endas poe nimetust, kuupäeva, toiduaineid koos koguste, ühikute ja hindadega, allahindlust ning kogusummat. Nutiseadme mällu salvestamiseks serialiseeritakse objekt failiks.

3.4 Rakenduse kasutusjuhend

Rakenduse avamisel suunatakse kasutaja esimesena ülevaate vaatesse, mis sisaldab endas viimase 30 päeva kulutusi ja säästusid ning graafikut, mis annab viimase 5 nädala kulutuste ülevaate poodide kaupa (joonis 4). Kulutuste all võetakse arvesse kõigi viimase 30 päeva tšেকে kogusummat ja säästusid on viimase 30 päeva ostutšেকে allahindlused kokku summeerituna. Graafik näitab viimase 5 nädala kulutusi poodide kaupa, kuna täisnädalate kaupa on kasutajal kulusid mugavam jälgida. Iga tulp tähistab nädalat ning iga värv erinevat poodi, mis on legendil välja toodud.



Joonis 4. Mobiilirakenduse kulutuste ja säästude ülevaate vaade, mis näitab viimase kolme nädala tulemusi.

Klikkides pildi tegemise nupule saab kasutaja valida, kas soovib teha pildi telefonikaameraga või valida galeriist mõne juba varasemalt tehtud pildi. Esmakordsel käivitamisel küsib rakendus luba telefonikaamera kasutamiseks või galerii piltidele ligipääsemiseks. Järgmisena tuleb kasutajal pilti kärpida, et taustalt müra eemaldada (joonis 5).



Joonis 5. Pildi kärpimise detailvaade.

Peale pildi kärpimist toimub pilditöötlus ja teksti eraldus, mis võtab paar sekundit aega, pikemate tšekkide puhul 7-8 sekundit. Selle tulemusena luuakse toidupoe ostutšekile sarnase struktuuriga virtuaaltšekk, mis salvestatakse failina nutiseadme mällu (joonis 6).

SKANEERITUD TŠEKK	VIRTUAALTŠEKK		
Coop			
9.3.2020			
MINTS SPEARM.	2	0.69	1.38
RAS/GEEL 910	1	3.49	3.49
ORBIT WINTERFR	1	0.55	0.55
VESI ESSENTUKY	1	0.99	0.99
B PLASTIST>0.5	1	0.10	0.10
Summa 6.51			
SALVESTA			

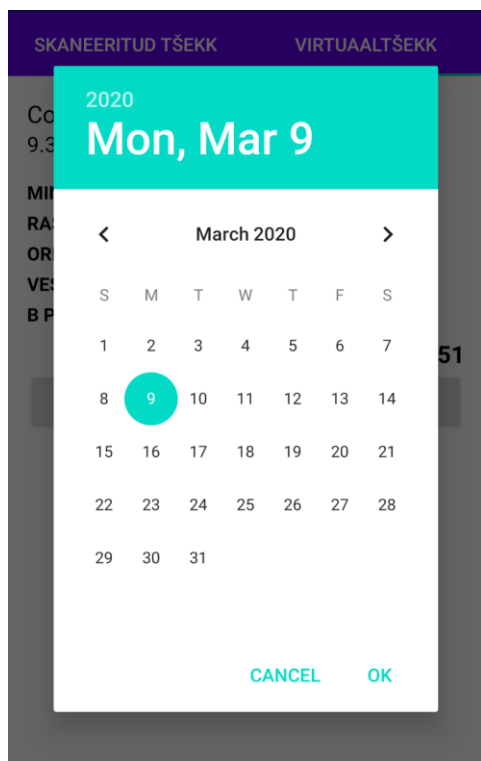
Joonis 6. Virtuaaltšeki vaade.

SKANEERITUD TŠEKK	VIRTUAALTŠEKK		
TARTU TARBIJATE KOOPERATIIV LEMBITU KONSUM LEMBITU TN. 2, TARTU REG. NR. 10151355 KM. REG. NR. EE100277911			
OSTJA:	_____		
ADDRESS:	_____		
KASSA 22 Kas. 22			17:33 09.03.2020
Arve 2200094			*****8258
KLIENDIKAART			
Kauba nimetus	Kogus	hind	Summa
EAN:42211501 MINTS SPEARM.	2	0.69	1.38
EAN:3086126747972 RAS/GEEL BIC	1	3.49	3.49
EAN:50173976 ORBIT WINTERFR	1	0.55	0.55
EAN:4607035260995 VESI ESSENTUKY	1	0.99	0.99
EAN:215000000053 B PLASTIST>0.5	1	0.10	0.10
Kuu lub tasumisele			6.51
MAKSTUD SÄÄSTUKAART+			6.51
--KM.%	NETO	KM	BRUTO
20.00%	5.34	1.07	6.41
--	0.10	--	0.10
Kokku	5.44	1.07	6.51
Täname ostu eest! Külastage meid jälle!			

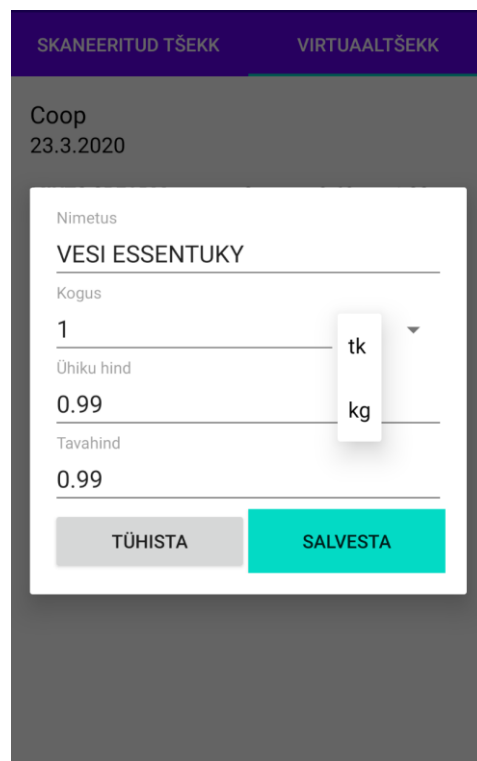
Joonis 7. Skaneeritud tšeki vaade.

Vajutades menüüelemendile “skaneeritud tšekk” on võimalik näha kärbitud sisendpilti, mis annab kasutajale võimaluse võrrelda virtuaaltšekki algse tšekiga (joonis 7). Kahe vaate vahel on võimalik liikuda horisontaalselt kerides.

Virtuaaltšeki kuupäeva ja toiduaineid on võimalik muuta nendele klikkides, mille tagajärjel avaneb aken, kus on võimalik vastavalt kuupäeva (joonis 8) või toiduaine andmeid muuta (joonis 9).



Joonis 8. Kuupäeva muutmise vaade.



Joonis 9. Toiduaine muutmise vaade.

Peale virtuaaltšeki salvestamist lisatakse tšekk ajaloo vaatesse. Ajaloo vaates olevad virtuaaltšekid on kuupäeva järgi sorteeritud hilisemad enne (joonis 10). Virtuaalne tšekk salvestatakse nutiseadme mällu failina ja pilt algsest tšekist kustutatakse. Hiljem, kui kasutaja soovib virtuaaltšekki ajaloo vaatest vaadata joonistatakse virtuaalne tšekk mobiiliseadme mällu salvestatud faili abil uuesti.

ÜLEVAADE	AJALUGU
Coop 4.4.2020	30.94
Rimi 1.4.2020	21.88
Maxima 24.3.2020	4.30
Rimi 23.3.2020	18.48
Coop 23.3.2020	6.51
Maxima 23.3.2020	4.30
Prisma 22.3.2020	

Joonis 10. Ajaloo vaade.

Ajaloo vaates saab kasutaja viimase 30 päeva tšekke vajadusel uuesti vaadata (joonis 10) ja menüüst kustutamise valides neid ka eemaldada (joonis 12). Küll aga ajaloo vaatest ei saa virtuaaltšekke enam muuta (joonis 11).

Receipt			
Coop			
23.3.2020			
MINTS SPEARM.	2	0.69	1.38
RAS/GEEL 610	1	3.49	3.49
ORBIT WINTERFR	1	0.55	0.55
VESI ESSENTUKY	1	0.99	0.99
B PLASTIST>0.5	1	0.10	0.10
			Summa 6.51

Joonis 11 Virtuaaltšekk.

Receipt		Kustuta	
Coop			
23.3.2020			
MINTS SPEARM.	2	0.69	1.38
RAS/GEEL 610	1	3.49	3.49
ORBIT WINTERFR	1	0.55	0.55
VESI ESSENTUKY	1	0.99	0.99
B PLASTIST>0.5	1	0.10	0.10
			Summa 6.51

Joonis 12 Virtuaaltšeki kustutamine

Kui kasutaja soovib virtuaaltšekki hiljem muuta, siis see on võimalik ainult poetšeki pildi olemasolul. Tšekk tuleb taaskord skaneerida ja salvestada ning vigane tšekk ajaloo vaatest kustutada.

4. Tulemuste analüüs

Tulemuste analüüsi all võtab autor kokku valminud funktsionaalsuse ja pakub välja mitmeid edasiarendamise võimalusi, millega valminud mobiilirakendust paremaks muuta.

4.1 Valminud funktsionaalsus

Mobiilirakendus võimaldab kasutajal teha pilt telefoni kaameraga või valida olemasolev pilt galeriist. Järgmise sammuna kärbib kasutaja pilti nii, et pildile jääb ainult ostutšekk, peale mida toimub pilditötluse protsess ja pildil olev tekst eraldatakse. Teksti parsitakse ANTLR grammatikatega vastavalt sellele, mis poe ostutšekiga tegu on. Grammatikaid on loodud 5: Maxima, Rimi, Selver, Prisma ja Coop toidupoodide jaoks. Parsimise tagajärjel luuakse virtuaaltšekk, mis on originaaltšeki paigutusega. Virtuaaltšekki on võimalik parandada ja tšekil olevaid toitaineid ja kuupäeva muuta. Tänu rakenduse heale täpsusele, mida saab näha tabelitest 2-4, pole suuremal osal juhtudest tarvis parandusi teha. Virtuaaltšeki salvestamise tagajärjel lisatakse virtuaaltšekk rakenduse ajaloo vaatesse, kust on võimalik virtuaaltšekke järele vaadata. Salvestatud tšekkide põhjal luuakse graafik ja uuendatakse andmeid rakenduse ülevaate vaates.

4.2 Edasiarendamise võimalused

Edasiarendamise suundi on mitmeid. Suurimateks on lisada üldisem tekstitöötlus ja automatiseeritud pildi kärpimine. Parem tekstitöötlus aitaks lisaks 5 toidupoe ostutšekkidele veel mitmeid teiste poodide ostutšekke töödelda. Pildi kärpimist saab pilditötlusega automatiseerida, kuid selle muudavad raskeks asjaolud, et pildid on erineva kvaliteedi ja taustaga, mis muudab tšeki tuvastamise pildilt keeruliseks. Oluliseks edasiarenduseks võiks olla ostude kategooriate nagu toit, sport, riided jne lisamine, mis jäi ajamahukuse tõttu bakalaureusetöö raamest välja.

5. Kokkuvõte

Bakalaureusetöö eesmärk oli luua mobiilirakendus, mis lihtsustaks igapäevaste kulutuste jälgimist ja ostutšekkide haldamist.

Töö raames loodi Androidi mobiilirakendus, mis võimaldab kasutajal oma toidupoodide ostutšekke pildistada ning pildilt saadud teksti töötlemise tulemusena saadud informatsiooni salvestada virtuaaltšeki kujul. Virtuaaltšekil on info sama paigutusega nagu originaaltšekil, mis lihtsustab andmete muutmist ja kontrollimist. Lisaks kuvab mobiilirakendus erinevat informatsiooni ja graafikuid kasutaja väljaminekute ja säästude kohta, mis põhineb salvestatud virtuaaltšekidel.

Mobiilirakendus täidab bakalaureusetöö eesmärgi, pakkudes eraisikutele võimalust talletada detailsemat infot viie Eesti suurima toidupoe ostutšekkide põhjal. Rakenduse eelisteks teiste sarnaste rakenduste ees võib lugeda seda, et rakendus on tasuta ja tšeki töötlemine kiire ja täpne.

Mobiilirakenduse tööpõhimõtte saab jagada kaheks sammuks: pildi- ja tekstitöötlus. Pilditöötlus on 9-etapiline ning selle peamised etapid on pildi suuruse muutmine, binariseerimine ja müra eemaldamine. Peale pilditöötlust tuvastatakse pildil olev tekst Tesseract märgituvastuse mootoriga. Tekstitöötlusel kasutatakse iga toidupoe jaoks erinevat ANTLR grammatikat, mille abil luuakse virtuaalne tšekk, kus on välja toodud põhiline info nagu pood, ostukuupäev, ostetud tooted, allahindlus ja kogusumma.

Suurimateks edasiarenduse võimalusteks on automaatse kärpimise ja kaubakategooriate lisamine, mis aitavad rakendust veel praktilisemaks ja ülevaatlikumaks muuta.

6. Kasutatud kirjandus

- [1] Ellis, Megan. The Best Receipt Apps for Scanning, Tracking, and Managing Bills. <https://www.makeuseof.com/tag/7-best-apps-scan-track-manage-receipts/> (03.02.2020)
- [2] Krasnoff, Barbara; Schindler, Esther. 2019. Expensify. <https://www.pcmag.com/review/347876/expensify> (03.02.2020)
- [3] Wave homepage. Wave receipts. <https://www.waveapps.com/receipts> (03.02.2020)
- [4] Smart Receipts homepage. <https://www.smartreceipts.co/> (03.02.2020)
- [5] User guide Meet Android Studio. <https://developer.android.com/studio/intro> (23.03.2020)
- [6] OpenCV homepage. <https://opencv.org/about/> (23.03.2020)
- [7] Tesseract documentation. <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract> (24.03.2020)
- [8] OCR definition. <https://techterms.com/definition/ocr> (05.05.2020)
- [9] Han, Ted; Hickman, Amanda. Our Search for the Best OCR Tool, and What We Found. <https://source.opennews.org/articles/so-many-ocr-options/> (24.03.2020).
- [10] Best Free OCR Software. <https://www.techsupportalert.com/best-free-ocr-software.htm> (24.03.2020)
- [11] Improve Image Quality - Tesseract Documentation. <https://tesseract-ocr.github.io/tessdoc/ImproveQuality> (30.03.2020)
- [12] Otsu thresholding—image binarization. <https://medium.com/@hbyacademic/otsu-thresholding-4337710dc519> (06.04.2020).
- [13] Activity. <https://developer.android.com/reference/android/app/Activity> (13.04.2020)
- [14] Fragment. <https://developer.android.com/guide/components/fragments> (13.04.2020)
- [15] Github. OCR. <https://github.com/anettejaakson/OCR> (08.05.2020)
- [16] ANTLR. <https://www.antlr.org/> (20.04.2020)
- [17] ANTLR documentation. <https://github.com/antlr/antlr4/tree/master/doc> (20.04.2020)

Lisad

1. Litsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Anette Jaakson**,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose **Ostutšeki skaneerimise mobiilirakendus**, mille juhendaja on Krista Liin, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, alates 08.05.2020 kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Anette Jaakson

08.05.2020