



TIETO- JA SÄHKÖTEKNIIKAN TIEDEKUNTA
ELEKTRONIIKAN JA TIETOLIIKENNETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

KANDIDAATINTYÖ

Kamerasovellus hampaiden selfiekuvaukseen

Tekijä

Anton Saarela

Ohjaaja

Anssi Mäkynen

Kesäkuu 2023

Saarela A. (2023) Kameran sovellus hampaiden selfiekuvaamiseen. Oulun yliopisto, tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta, elektroniikan ja tietoliikennetekniikan tutkinto-ohjelma. Kandidaatintyö, 21 s.

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä kuvattiin hampaita älypuhelimella Open Camera sovellusta käyttäen. Työn tarkoituksena oli tutkia älypuhelimien soveltuvuutta hampaiden selfiekuvaamiseen sekä kuvien laadun optimointia käyttämällä kuvasarjaan perustuvaa tarkennushaarukointia ja jatkuvaa valoa hyödyntävää valotuspisteen valintaa. Hampaisto kuvattiin viidestä eri kuvakulmasta älypuhelimien pääkameralla käyttäen apuna kylpyhuoneen peiliä kameran suuntauksessa. Jokaisesta kuvakulmasta otettiin kuvasarja, jossa yksittäisten kuvien tarkennusasetäisyyttä pyyhkäistiin automaattisesti käyttäen sopiviksi havaittuja asetusarvoja. Kuvasarjan valotus ja kameran suuntaus tehtiin käyttämällä jatkuvaa valoa salaman sijasta ja osoittamalla kuva-alalta sopiva valotuspiste sekä suuntaamalla kamera siten, ettei kohdetta peittäviä varjoja syntyneet. Tulosten perusteella kuvausmenetelmä parantaa huomattavasti itseotettujen hammaskuvien laatua, mikä todennäköisesti tulee mahdollistamaan älypuhelimien laajemman käytön esimerkiksi suun terveyden etäpalveluissa.

Avainsanat: Hammasvalokuvaus, Etähammaslääkäri, Kameran sovellus.

Saarela A. (2023) Camera application for selfie photography of teeth. University of Oulu, Degree Programme in Electronics and Communications Engineering. Bachelor's Thesis, 21 p.

ABSTRACT

This thesis involved photographing teeth using a smartphone and the Open Camera application. The purpose of the work was to investigate the suitability of a smartphone for selfie photography of teeth and the optimization of the quality of the images, using focus bracketing based on a series of images and the selection of an exposure point utilizing continuous illumination. The dentition was photographed with the smartphone's main camera from five different angles, using the bathroom mirror as an aid for proper aiming of the camera. A series of images was taken from each angle, where the focus distance of the individual images was scanned automatically using the set-up parameters found appropriate. The exposure of the image sequence and the camera orientation were done by using continuous illumination instead of a flash, by indicating a suitable exposure point from the image area and by aiming the camera that there were no shadows covering the subject. Based on the results, the imaging method significantly improves the quality of self-taken dental images, which is likely to enable the wider use of smartphones, for example in remote oral health services.

Key words: Dental photography, Teledentistry, Camera application.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

ALKULAUSE

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

1	JOHDANTO	7
2	HAMPAIDEN KUVAAMINEN	8
	2.1 Kuvien hyödyntäminen terveydenhoidossa.....	8
	2.2 Open Camera sovellus	8
	2.2.1 Tarkennusominaisuudet	9
	2.2.2 Valaistusominaisuudet	9
3	KUVAUKSEN VALMISTELU	10
	3.1 Kuvien valaistuksen optimointi	10
	3.2 Tarkennusetäisyyden määrittäminen	11
4	HAMPAIDEN KUVAAMINEN JA TULOKSET	12
5	POHDINTA	16
6	YHTEENVETO	17
7	LÄHDELUETTELO	18
8	LIITELUETTELO	19

ALKULAUSE

Haluan kiittää työni ohjaajaa Anssi Mäkystä mielenkiintoisesta aiheesta ja asiantuntevasta ohjauksesta. Kiitokset myös Ville Kaikkoselle avusta.

Oulussa 13.6.2023

Anton Saarela

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

API Application programming interface, ohjelmointirajapinta

cm senttimetri

1 JOHDANTO

Hampaiden valokuvaamista niin kutsutun suukameran avulla käytetään varsin yleisesti apuna hampaiden hoidossa. Mobiilikameroiden kehittyessä hampaiden kuvaaminen on tullut mahdolliseksi myös kotioloissa. Tulevaisuudessa omatoimisella kuvaamisella on mahdollista parantaa muun muassa etähammaslääkäripalvelujen toimintaa ja hoidon edistymisen seuranta.

Työssä kuvataan hampaita selfiekuvauksen tapaan Open Camera kamerasovellusta käyttäen. Hampaiden kuvaamisen helpottamiseksi työssä selvitetään Open Camera sovelluksen tarkennus- ja valaistusasetusten hyödyntämismahdollisuuksia. Ennalta määritetyt asetukset helpottavat hampaiden kuvaamista ja parantavat kuvien laatua. Korkealaatuiset kuvat helpottavat kuvien tulkintaa ja parantavat kuvatulkinnan luotettavuutta. Heikkolaatuisilla kuvilla ei ole diagnostista käyttöarvoa. Työssä otetaan viisi erilaista hammaskuvaa ja kuvauksen aikana käytetään ennalta määritettyjä asetuksia. Työ suoritetaan hammaskuvausohjeen mukaisesti älypuhelimien pääkameraa käyttäen.[Liite 1]

2 HAMPAIDEN KUVAAMINEN

Tässä työn osassa esitellään hampaiden kuvaamista sekä Open Camera sovelluksen ominaisuuksia, jotka tukevat hampaiden selfiekuvausta.

2.1 Kuvien hyödyntäminen terveydenhoidossa

Hammasvalokuvausta käytetään ensisijaisesti suun kliinisten oireiden tarkkaan tallentamiseen, mutta sen käyttötarkoituksia ovat myös juridiset dokumentaatiot, koulutustarkoitukset sekä viestinnän helpottaminen hammaslääkäreiden välillä. Kuvien laadulla on suurin merkitys siinä, kuinka arvokasta lisätietoa hampaiden kuvaaminen tuo hampaiden hoitoon. Kuvien perusteella saatujen tietojen oikeellisuus on hoidontarpeen arvioinnissa ja hoidon suunnittelussa erityisen tärkeää, jotta vältytään virheiltä ja väärinkäsityksiltä. Hampaiden valokuvaaminen helpottaa hoidon edistymisen seuraamista ja lopputuloksen arviointia tarvittaessa etävastaanotto periaatteella.[1], [2]

Nykyiset digitaaliset valokuvaustekniikat helpottavat hammashoitoon liittyvää kuvantamista ja lisäävät sen käyttöä. Visuaalisilla apuvälineillä kuten valokuvilla lisätään lääkärin ja potilaan välistä ymmärrystä hoidon tarpeesta ja mahdollisesta hoidosta. Hampaiden valokuvaaminen sekä suoraviivaistaa että tehostaa kliinisen hoidon dokumentointia, mikä helpottaa osaltaan hammaslääkärien työtä.[3]

Älypuhelimien kameralla otettuja valokuvia on käytetty muun muassa kariuksen etäseulontaan liittyvässä tutkimuksessa. Tutkimuksessa käytettiin älypuhelinsovellusta, jolla kuvattiin potilaiden hampaat hammasklinikan suorittaman rutiinitarkastuksen yhteydessä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää millainen vaikutus älypuhelimien kamerakuviin perustuvalla ja kasvotusten suoritettulla seulonnalla on kariuksen havaitsemiseen. Tutkimuksessa päädyttiin tulokseen, että hampaiden valokuvaus etähammaslääkäri toiminnassa osoitti potentiaalia tunnistaa varhaiskaries potilailta. Etähammaslääkärivastaanotto ja älypuhelimien käyttö kuvausvälineenä todettiin myös kustannustehokkaaksi ja luotettavaksi seulontatyökaluksi.[4]

2.2 Open Camera sovellus

Open Camera sovellus on Mark Harmanin luoma ja ylläpitämä ilmainen avoimen lähdekoodin kamerasovellus, joka on saatavilla Android-käyttöjärjestelmää käyttäville mobiililaitteille. Avoimen lähdekoodin sovelluksella tarkoitetaan sovellusta, jonka lähdekoodi on vapaa uudelleen muokkausta sekä uudelleenjakelua varten. Sovelluksen lähdekoodin on myös oltava vapaasti saatavilla.[5], [6]

Sovelluksen ylläpito on aktiivista ja ohjelmistoa päivitetään säännöllisesti ongelmien ilmaannuttua aktiivisen yhteisön avulla, joka tukee sovelluksen toimivuutta Android-laitteilla. Osa sovelluksen ominaisuuksista rajoittuu käyttäjän älylaitteeseen. Älylaitteen käyttöjärjestelmän vanhentunut versio tai laitteen kameran riittämätön suorituskyky saattavat rajoittaa sovelluksen ominaisuuksien hyödynnettävyyttä.[6]

Yksittäinen tärkein mahdollistaja Open Camera sovelluksen ominaisuuksien hyödynnettävyydelle on Camera2 API. Ohjelmistorajapinta (engl. application programming interface, API) mahdollistaa viestinnän laitteiston, ohjelmiston ja niihin liittyvien komponenttien välillä. Sovelluksessa Camera2 API antaa laajat hallintamahdollisuudet laitteen kameran ominaisuuksiin ja sen asetusten säätämiseen. Esimerkiksi tarkennuksen haarukointi, manuaalinen tarkennus ja valkotasapainon säätäminen ovat ominaisuuksia, jotka vaativat Camera2 API:n käytön.[6], [7]

2.2.1 Tarkennusominaisuudet

Sovelluksen tarkennusominaisuuksien avulla on mahdollista kuvata terävästi ja tarkasti sekä lähelle että kauas. Hampaiden kuvaaminen on lähikuvausta (makrokuvaus), missä kuvattavan kohteen tarkennus on erityisen kriittinen. Sovelluksen tarkennusominaisuudet antavat kuvaajalle hyvät mahdollisuudet tarkentaa lähellä oleviin kohteisiin. Automaattisen tarkentamisen tilassa tarkennuspiste valitaan koskettamalla älylaitteen näytöllä olevaa haluttua kohdetta, jolloin sovellus automaattisesti tarkentaa kameran tähän haluttuun kohteeseen. Hampaiden kuvaaminen on makrokuvaamista, jolloin oikeanlainen tarkentaminen kuvattavaan kohteeseen korostuu. Makrokuvaus eli lähikuvaus tarkoittaa pienten yksityiskohtien kuvaamista.

Tarkennuksen haarukointi (engl. focus bracketing) ominaisuuden avulla sovellus ottaa kohteesta sarjan kuvia erilaisilla tarkennusetäisyyksillä. Tarkennuksen haarukointia käytettäessä tarkennus siirtyy kuvasarjassa eteenpäin jokaisessa kuvassa. Haarukointi ominaisuutta käytettäessä kuvaaja valitsee sovelluksessa ”source” ja ”target” liukusäätimillä tarkennusetäisyyden. Source liukusäätimellä määritellään etäisyys lähimpään tarkennuspisteeseen. Target määrittää etäisyyden kauimpaan tarkennuspisteeseen.[6]

Sarjakuvauksessa otettavien kuvien lukumäärä tarkennuksen haarukointia käytettäessä OnePlus 8 älypuhelimella on 2–200 kuvan välillä.

2.2.2 Valaistusominaisuudet

Open Camera sovelluksessa on monipuolisia valotusominaisuuksia, jotka mahdollistavat tarkan valotuksen säätämisen ja hallinnan kuvatessa erilaisissa olosuhteissa. Valaistuksen merkitys korostuu heikossa valossa kuvatessa ja tätä varten Open Camera sovelluksessa on mahdollisuus käyttää salamavalon sijasta jatkuvaa salamaa eli taskulamppua valaistuksen parantamiseksi. Sovelluksessa on valotuksen haarukointi ominaisuus, joka yhdessä taskulampun kanssa mahdollistaa valokuvaamisen heikossa valaistuksessa.[6]

Valotuksen haarukointia (engl. exposure bracketing) käytettäessä samasta kohteesta otetaan useita kuvia eripituisilla valotusajoilla. Tämä ominaisuus mahdollistaa samasta kohteesta useita eri valaistusversioita. Valotuksen haarukointitekniikan avulla voidaan varmistaa, että ainakin yksi kuva otetussa kuvasarjassa on optimaalisesti valottunut. Haarukointia on hyödyllistä käyttää kuvattaessa himmeässä valaistuksessa tai olosuhteissa, joissa valaistus on vaihteleva.[8] Sovelluksessa kuvasarjan pituus haarukointia käytettäessä on 3 tai 5 kuvaa.

3 KUVAUKSEN VALMISTELU

Kuvaamiseen liittyvillä esivalmisteluilla selvitettiin kamerasovelluksen asetukset, joilla saadaan haluttuja kuvia kipsiin valetusta hammasproteesista. Hammasproteesissa käytettiin oikeita hampaita. Esivalmistelu vaiheessa parhaita kuvaustuloksia antavia kamera-asetuksia käytettiin myöhemmin varsinaisessa hampaiden selfiekuvauksessa. Esivalmisteluissa keskityttiin oikeanlaiseen tarkennusetäisyyteen ja sopivaan valaistukseen.

3.1 Kuvien valaistuksen optimointi

Ihmisen suun heikko valaistus huomioitiin asetuksia valittaessa kuvaamalla hammasproteesia pimeässä tilassa. Salamavalolla valaistuissa kuvissa kuvat otettiin ensin yksittäisinä kuvina, jolloin havaittiin ylivalottumista ja tasaisen valaistuksen saavuttaminen todettiin vaikeaksi (Kuva 1). Tarkennuspisteeseen kohdistettaessa salamavallo syttyi, mutta sen päällä oloaika oli niin lyhyt, että se vaikeutti tarkentamista. Sarjakuvauksessa salamavallo pysyi päällä kuvauksen ajan, mutta se ei syttynyt tarkennuspistettä valitessa. Kamerasovelluksen jatkuvan salaman ominaisuutta käyttämällä kuvista saatiin tasaisesti valottuneita ja ylivalottuminen estettiin. Jatkuvan salaman avulla hampaiden pinnalle syntyvien varjojen hallinta helpottui. Puhelimen asentoa muuttamalla saatiin siirrettyä varjoja pois alueilta, joita haluttiin kuvata.



Kuva 1. Ylivalottuneet alahampaat.

3.2 Tarkennusetäisyyden määrittäminen

Sopivan tarkennusetäisyyden selvittämiseksi hammasproteesista otettiin kuvia erilaisilla tarkennusetäisyyksillä tarkennuksen haarukointi ominaisuuden avulla. Kuvaustilanteessa käytettiin tarkennuksen haarukoinnin lisäksi jatkuvaa salamaa valaisemaan kuvat. Tarkennuksen haarukointia käytettäessä valotusta ei voida haarukoida, jolloin kuvatussa valittiin haarukoitavaksi vain tarkennus. Jatkuvan salaman avulla kuvan valotus säätyy automaattisesti, kun tarkennuspiste valitaan puhelimen näyttöä koskettamalla. Kamera pidettiin sellaisella etäisyydellä proteesista, jonka arvioitiin olevan lähellä todellista etäisyyttä omia hampaita kuvattaessa. Tavoitteena oli saada kuvia, joissa esimerkiksi koko alahampaisto oli tarkennettuna. Hammasproteesista mitattiin etäisyys etuhampaiden ja takahampaiden välille 5 cm, jonka perusteella tarkennusetäisyyden liikusäätimien arvot määritettiin. Tarkennusetäisyyden määrittävät liikusäätimet "source" ja "target" asetettiin arvoihin 10 cm ja 15 cm. Näillä asetuksilla koko alahampaisto saatiin tarkennettua (Kuva 2). Proteesia kuvattiin kuuden kuvan sarjoissa, joista valittiin parhaiten onnistunut kuva tarkennuksen ja valotuksen onnistumisen perusteella.



Kuva 2. Alahampaat tarkennettuna.

4 HAMPAIDEN KUVAAMINEN JA TULOKSET

Hampaiden kuvaaminen suoritettiin OnePlus 8 älypuhelimella ja Open Camera sovellusta käyttäen. Hampaista otettiin viisi erilaista hammaskuvaa. Kaikista kuvista rajattiin kasvot pois kuvauksen jälkeen ja puhelin pidettiin pystyasennossa kuvauksen aikana. Kuvauksessa noudatettiin liitteessä 1 esitettyä yksityiskohtaista hammaskuvausohjetta.

Hampaat kuvattiin älypuhelimien pääkameralla peilin kautta, jolloin oikeanlaisesta tarkennuksesta sekä valaistuksesta voitiin varmistua kuvauksen aikana. Tarkennuksen haarukointi ominaisuuden avulla otettiin kuuden kuvan sarjoja, joista valittiin parhaiten onnistuneet kuvat. Onnistuneeksi kuvaksi valittiin kuvasarjasta kuva, jossa todettiin olevan riittävä valotus sekä halutut tarkennuspisteet tarkennettuna. Tarkennusetäisyyden valinnassa käytettiin esivalmisteluissa sopiviksi havaittuja arvoja, jotka pidettiin samoina kaikissa viidessä kuvauksessa. Valaistuksen apuna käytettiin sovelluksen jatkuvan salaman ominaisuutta ja valotuspiste kohdistettiin hampaan vaaleaan pintaan, jolloin välttyttiin yli- ja alivalottumiselta.

Kuvaaminen aloitettiin ohjeen mukaisesti etuhampaista. Etuhampaiden kuvassa etuhampaat koskettavat toisiaan siten, etteivät ala- ja ylähampaat ole toistensa päällä ja molemmat ienrajat ovat näkyvissä. Ienrajan näkyvissä pysymistä vaikeuttivat huulista aiheutuneet varjot ienrajaan. Varjoja pyrittiin vähentämään avaamalla suuta isommalle ja puhelimen suuntausta muuttamalla. Tarkennuspisteeksi etuhampaiden kuvassa valittiin etuhampaat, jolloin saatiin myös ienraja kuvattua tarkasti. Jatkuvan salaman voimakkuudesta aiheutui hieman kiiltoa etuhampaiden pintaan (Kuva 3).



Kuva 3. Etuhampaat.

Hampaiden ulkosivuista otettiin molemmilta puolilta kuvat, joissa päämääränä oli saada takahampaat ja niiden ienrajat kuvattua tarkasti. Takahampaiden näkyviin saamisen avuksi käytettiin sormia, joilla venytettiin poskea. Tarkentamisen haasteena olivat suuhun muodostuva sylki sekä sormien pitäminen tarkennuksen ulkopuolella. Suuhun muodostuvan syljen vuoksi kuvat pyrittiin ottamaan mahdollisimman nopeasti, jota kuuden kuvan sarjakuvaus vaikeutti merkittävästi. Sekä vasemman- että oikean ulkosivun kuvissa syljen kiilto halutulla tarkennusalueella saatiin pidettyä vähäisenä. Jännittyneessä asennossa pitkään yhtäjaksoisesti pysyminen kuvauksen aikana koettiin myös haasteelliseksi. Tarkentamisen avuksi älypuhelinä pitävä käsi tuettiin peiliä vasten, jolloin etäisyys saatiin pidettyä vakiona molemmissa kuvissa (Kuva 4, 5).



Kuva 4. Hampaiden vasen ulkosivu.



Kuva 5. Hampaiden oikea ulkosivu.

Ylä- ja alahampaiden kuvassa pyrittiin saamaan mahdollisimman suoraan kuvattua hampaiden purupinnat. Tarkennuspisteen valinnassa tarkennettiin ohjeen mukaisesti takahampaiden purupinnoille. Syljen muodostumisen vuoksi kuvausasento ja kuvat pyrittiin ottamaan mahdollisemman nopeasti, joka oli tärkeää erityisesti alahampaita kuvatessa. Syljen aiheuttamaa kiiltoa hampaiden purupinnoilla pyrittiin vähentämään molemmissa kuvissa nielaisemalla suu kuivaksi juuri ennen kuvan ottamista. Ylä- ja alahampaiden kuvissa suu pyrittiin pitämään mahdollisimman auki ja päätä kallistettiin samalla eteen tai taaksepäin. Näillä toimenpiteillä pyrittiin pitämään huulet poissa purupinnoilta sekä saamaan kuvat purupinnoilta mahdollisimman suoraan. Ylähampaiden kuvassa päätä kallistettiin taaksepäin, joka vaikeutti purupintojen kohtisuoraan kuvaamista (Kuva 6). Alahampaiden kuvassa pään kallistus suunnattiin alaspäin ja alahampaiden purupinnat onnistuttiin kuvaamaan varsin kohtisuoraan (Kuva 7). Molemmissa kuvissa myös valotus onnistui hyvin.



Kuva 6. Ylähampaat.



Kuva 7. Alahampaat.

5 POHDINTA

Kuvaamiseen liittyviä haasteita ja kuvien laatua heikentäviä tekijöitä tunnettiin jo ennen työn suorittamista hammaskuvausohjeen pohjalta, joten haasteiden ratkaisemiseen pystyttiin paneutumalla välittömästi. Tärkein vaatimus kuvien onnistumiselle oli riittävän hyvä tarkennus hahmottuun kohteeseen. Tarkennusetäisyyshaarukan määrittäminen ennen varsinaisia hampaiden kuvauksia osoittautui hyödylliseksi, sillä sen perusteella itse kuvaustilanteessa mahdollinen epätarkkuus kuvassa oli mahdollista korjata pelkästään kameran ja suun etäisyyttä muuttamalla. Etäisyyden vakiointia varten älypuhelinta pitävä käsi tuettiin peiliä vasten, jolloin etäisyys kameraan pysyi samana jokaisessa kuvassa. Olisi ollut mielenkiintoista kokeilla suukappaletta kuvauksen apuna ja selvittää olisiko se poistanut etäisyyden vaihteluiden ongelmat ja kuinka paljon helpommin ienrajat olisi saatu kuvattua.

Kaikki viisi hammaskuvaa otettiin kuuden kuvan sarjoissa tarkennuksen haarukointia käyttäen, jolloin varmistuttiin ainakin yhden kuvan onnistumisesta. Kameran sovelluksen sarjakuvauksen kuvaustahti oli varsin rauhallinen, mikä vaikeutti asennoissa paikoillaan pysymistä. Etenkin ylähampaiden ja hampaiden ulkosivujen kuvissa kuvausasennon ottaminen vaati harjoittelua ja useita kuvauskertoja. Hampaiden ulkosivuja kuvatessa posken venyttäminen sormilla todettiin pakolliseksi, jotta ienraja saatiin myös kuvattua. Ilman posken venyttämistä huulet jäivät ienrajan päälle tai aiheuttivat varjon ienrajaan.

Jatkuvan salamien käyttö vähensi merkittävästi varjojen vaikutusta. Varjoja pyrittiin siirtämään pois hampaiden pinnalta ja ienrajasta muuttamalla suuhun tulevan valon kulmaa puhelimen asentoa muuttamalla. Kuvaamiseen käytetyn älypuhelimien salama sijaitsi kameran linsien alapuolella, mikä osaltaan vaikeutti kuvauskulman muuttamista ja varjojen eliminointia. Jatkuvasta salamasta saatu lisävalaistus oli pakollinen kuvauksen onnistumisen kannalta, mutta toisaalta syljen kiilto hampaiden pinnalla ja ikenissä vahvistui.

6 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli kuvata hampaita mobiilikameralla Open Camera kamerasovelluksen mahdollistamaa tarkennuksen- ja valotuksen haarukointia hyödyntäen. Tavoitteena työssä oli tuottaa tietoa sovelluksen käytettävyydestä mahdollisia jatkotutkimuksia ajatellen.

Hampaiden valokuvaamista käytetään apuna suun oireiden tallentamiseen ja sitä käytetään myös muun muassa dokumentaatio- ja koulutustarkoituksiin. Hammasvalokuvaus on potentiaalinen työkalu käytettäväksi hoidontarpeen arvioinnissa ja hoidon edistymisen seuraamisessa. Nykyään myös älypuhelimien kameralla otettuja valokuvia on mahdollista hyödyntää hammashoidossa. Älypuhelimien kameralla otettuja kuvia on käytetty muun muassa hammashoidon etäseulontaan liittyvissä tutkimuksissa.

Tässä työssä käytettiin Open Camera kamerasovellusta, joka on ilmainen avoimen lähdekoodin sovellus Android-käyttöjärjestelmä pohjaisille laitteille. Sovellus sopi työn tarkoitukseen hyvin sen monipuolisten tarkennus- ja valotusominaisuuksien vuoksi. Hampaiden makrokuvauksessa hyödynnettiin tarkennuksen haarukointia, joka mahdollisti tarkennusetäisyyden pyyhkäisyyn tuntemattomalla etäisyydellä sijaitsevan kohteen tarkentamiseksi. Sovelluksessa tarkennusetäisyyden pyyhkäisyalue valittiin liukusäätimillä ja kuvaajan valitessa tarkennuspisteen. Valaistuksen optimoinnin apuna käytettiin jatkuvaa salamaa eli taskulamppua. Jatkuva salama mahdollisti tasaisen ja varjottoman valaistuksen suhteellisen pimeässä suuontelossa. Myös tarkentaminen kuuden kuvan sarjoissa osoittautui onnistuneeksi ratkaisuksi. Kuvasarjoista valittiin paras kuva tarkennuksen ja valotuksen onnistumisen perusteella.

Esivalmisteluilla oli työn onnistumisen kannalta tärkeä merkitys, sillä sen avulla määriteltiin sopiva tarkennusetäisyysalue ja valaistusasetukset ennen varsinaisen kuvauksen suorittamista. Tämä tapahtui kuvaamalla kipsiin valettua hammaskuvaa erilaisilla asetuksilla, joista valittiin kuvakseen soveliaimmat. Esivalmisteluissa selvitettiin myös, että tarkennuksen haarukointi oli kuvauksen onnistumisen kannalta tärkeämpää, kuin valotuksen haarukointi. Näitä haarukointi ominaisuuksia ei ollut mahdollista käyttää yhtä aikaa.

Hampaiden kuvaaminen suoritettiin älypuhelimella peilin kautta ja kuvausohjeen mukaisesti. Hampaista otettiin viisi erilaista hammaskuvaa, jolloin kaikki hampaat tulivat kuvatuksi tarkasti. Kuvaamisessa ei käytetty apuvälineitä, kuten suukappaletta. Posken venyttäminen ulkosivujen kuvaamisessa sormia käyttämällä todettiin pakolliseksi, jotta hampaat ja ienraja saataisiin kuvattua tarkasti.

Työn suorittaminen onnistui suunnitellusti ja hammaskuvausohjeen avulla mahdollisiin ongelmiin osattiin varautua. Työn tulosten perusteella tekniikan käyttäminen hammashoidon apuna on perusteltua. Työn tulosten perusteella kamerasovelluksella otettuja hammaskuvia näyttäisi olevan mahdollisuus hyödyntää esimerkiksi suun terveyden etäpalveluissa.

7 LÄHDELUETTELO

- [1] I. Ahmad, “Digital dental photography. Part 1: an overview,” 2009, doi: 10.1038/sj.bdj.2009.306.
- [2] I. Ahmad, “Digital dental photography. Part 2: purposes and uses,” *Nature Publishing Group*, 2009, doi: 10.1038/sj.bdj.2009.366.
- [3] “10 reasons why dental photography should be an essential part of YOUR practice | Dental Economics.” <https://www.dentaleconomics.com/practice/article/16390170/10-reasons-why-dental-photography-should-be-an-essential-part-of-your-practice> (accessed Apr. 01, 2023).
- [4] M. Estai *et al.*, “Comparison of a Smartphone-Based Photographic Method with Face-to-Face Caries Assessment: A Mobile Teledentistry Model”, doi: 10.1089/tmj.2016.0122.
- [5] “The Open Source Definition – Open Source Initiative.” <https://opensource.org/osd/> (accessed Mar. 23, 2023).
- [6] “Open Camera.” <https://opencamera.org.uk/index.html> (accessed Mar. 23, 2023).
- [7] H. Dzieciol, H. Le Minh, Z. Ghassemlooy, P. Tien Dat, and S. The Tran, “Comparative Study of Image Processing Performance of Camera-Based Visible Light Communication Using Android Acceleration Frameworks”.
- [8] K. Hirakawa and P. J. Wolfe, “OPTIMAL EXPOSURE CONTROL FOR HIGH DYNAMIC RANGE IMAGING,” *2010 IEEE International Conference on Image Processing*, 2010, doi: 10.1109/ICIP.2010.5654059.

8 LIITELUETTELO

Liite 1 Hammaskuvausohje

Liite 1 Hammaskuvausohje

Hammaskuvausohje – yksityiskohtaisempi ohje

Tämä ohje opastaa, miten otat kuvia hampaistasi älypuhelimella.

Tutkimusta varten sinun tulee ottaa viisi (5) eri kuvaa hampaistasi. Hampaat tulisi kuvata puhelimen **pääkameralla**, joka tyypillisesti sijaitsee puhelimen takana. Voit ottaa kuvat itse peilin avulla katsomalla puhelimen näyttöä ja ohjaamalla kuvausta peilin kautta, tai voit pyytää toista henkilöä ottamaan kuvat tämän ohjeen mukaan. Hampaat voi kuvata pystyyn tai vaakaaan puhelimella, miten vain on helpompi. Hampaiden ei välttämättä tarvitse olla keskellä kuvaa. Lopuksi puhelimestasi tulisi löytyä alla olevan mukaiset viisi kuvaa hampaistasi.



Hampaiston kuvaus – huomioitavia asioita

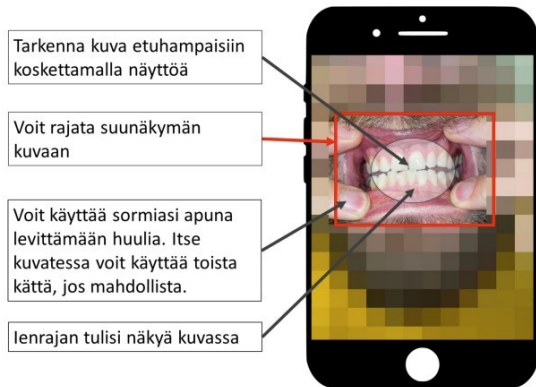
- 1) Paras vaihtoehto yleensä on käyttää hampaiden kuvaukseen jatkuvasti päällä olevaa salamavaloa. Kameran valo on tällöin päällä koko ajan kameran ollessa kuvausvalmiudessa. Hampaiden kohdistus ja tarkennus kuvaan on helpompaa jatkuvasti palavan valon avulla kuin välähtävällä salamavalolla.
- 2) Parhaiten varmistat hammaskuvan oikean tarkennuksen koskettamalla näyttöä ohjeen mukaisesta kohdasta hammaskuvassa. Voit myös antaa puhelimen tarkentaa kuvan ja tarkistaa jälkikäteen, että kuva tarkentui oikeaan kohtaan ohjeiden mukaisesti.
- 3) Voit ottaa kuvat istuen tuolilla tai seisoen, kumpi vain on parempi kuvatussa.
- 4) Kuvat voi ottaa joko puhelimen vaakaa- tai pystysuunnassa, kummin vain on helpompi eri kuvaustilanteissa.
- 5) Jos hammaskuvissa näkyy varjoja hampaiden päällä, se johtuu todennäköisesti siitä, että salamavalon jää osittain huulten taakse – kierrä tällöin puhelinta eri asentoon ja ota kuva uudestaan.
- 6) Voit ottaa useamman hammaskuvan, ja jälkikäteen valita puhelimesta parhaiten onnistuneen lähetettäväksi.

Etuhampaat

"Irvistyskuva", jossa etuhampaat ovat hampaan kärjet yhdessä (niin että ylähampaat eivät mene alahampaiden eteen kuvassa). Alla olevasta kuvasta näet, miten kuvan tulisi näkyä puhelimen ruudulla.

Pure kevyesti hampaan kärjet yhteen, ja juuri ennen kuvan ottoa, venytä huulia reunoille päin (voit ajatella esimerkiksi hiukan liioiteltua hymyilemistä).

Lopuksi tarkista, että etuhampaat ja ikenet näkyvät terävänä kuvassa. Uusi kuva tarvittaessa.



Hammaskuvien kuvaaminen itse peilin avulla

Asetu peilin eteen riittävän lähelle niin, että näet peilin kautta puhelimen näytön ja näet näyttöä kameran etsimen kuvan ja kuvanotto-/laukaisinpainikkeen.

Muista käyttää kaikissa kuvissa jatkuvasti palavaa salamavaloa, ja mikäli mahdollista, käytä käsitarkennusta ennen kuvanottoa osoittamalla sormella puhelimen näyttöä haluttuun kohtaan hampaistossasi.

Huomio kameran lähin tarkennusetäisyys, liian läheltä otettu kuva on epätarkka.



Hampaiston ulkosivut

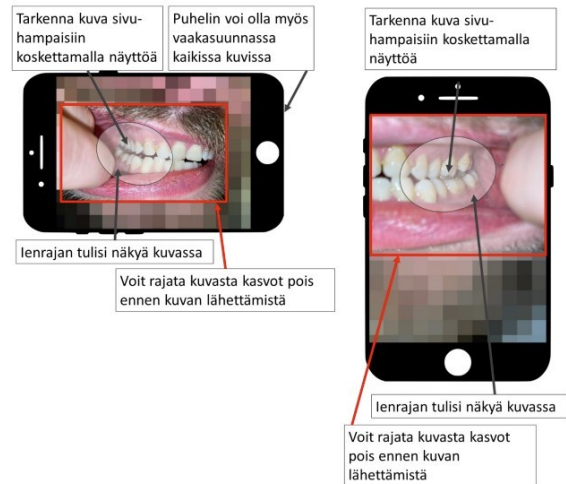
Kaksi kuvaa molemmin puolin hampaiston sivuosia. Tässä on hyvä venyttää sormin suupieltä ulommas, jotta takimmaisinkin hampaat ja ienraja nähdään kuvassa.

Ota ensin vasemman puolen kuva. Avaa suuta hiukan, ja laita yksi tai kaksi koukistettua sormeä (yleensä etu- ja/tai keskisormi) suun vasempaan reunaan.

Pure etuhampaiden kärjet kevyesti yhteen samoin kuten edellisessä kohdassa. Tarkista, että suupielessä sormet eivät peitä hampaita kuvassa.

Tarkista lopuksi hammaskuva. Kuvan pitäisi olla tarkentunut takahampaisiin tai kulmahampaseen – ei huuliin tai kasvoihin.

Ota sitten toinen kuva vastaavasti oikean puolen sivuhampaistasi.



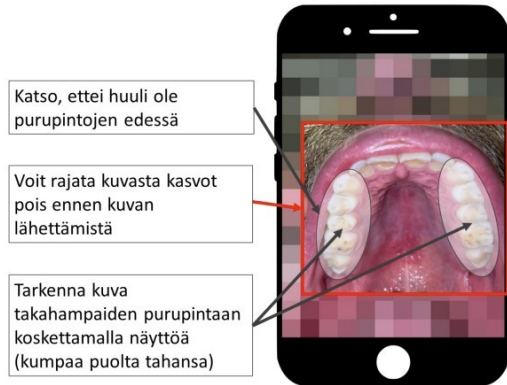
Ylähampaiston kuva

Pyritään ottamaan kuva niin suoraan hammaspinnoista kuin mahdollista. Myös tässä kuvassa tulee suu aukaista niin suurelle kuin kohtuudella saa. Kuvaus on helpompi tehdä, jos voit kääntää päätäsi sen verran taaksepäin kuin sopivalta tuntuu. Tarkista kuvatessasi itse, että näet puhelimen näytön peilin kautta.

Aukaise leukaa alaspäin ja levitä samalla suupieliä sivuille kuin hymyilisit. Voit tarvittaessa käyttää myös esimerkiksi etusormia apuna vetämään huulia sivulle.

Vie puhelimen kameran puoleinen reuna (yleensä puhelimen yläreuna) lähelle kasvoja, kuitenkin niin että takimmaisikin hampaat näkyvät kuvassa hyvin. Huomio kameran tarkennusetaisyys hampaista (5-20 cm).

Tarkista ottamasi hammaskuva. Kiinnitä erityisesti huomiota takahampaisiin: jos kuva on selvästi epätarkka, ota uusi kuva siten, että kamera on hiukan kauempana hampaista kuin edellisellä kerralla.



Alahampaiston kuva

Pyritään ottamaan kuva niin suoraan hammaspinnoista kuin mahdollista, joten aukaise suu niin suurelle kuin kohtuudella saat; pää saa olla miltei pystysuorassa.

Aukaistessasi suuta liikuttamalla leukaa alaspäin, levitä samalla suupieliä sivuille kuin hymyilisit. Voit tarvittaessa käyttää myös esimerkiksi etusormia apuna vetämään huulia sivulle.

Vie puhelimen kameran puoleinen reuna (yleensä puhelimen yläreuna) lähelle kasvoja, kuitenkin niin että takimmaisikin hampaat näkyvät kuvassa hyvin. Huomio kameran tarkennusetaisyys hampaista (5-20 cm).

Katso kuvasta, ettei sylki eikä kieli peitä hampaita. Jos hampaiden purupinnalla näkyy sylkeä, nielaise suu kuivaksi juuri ennen kuvan ottamista.

Tarkista ottamasi hammaskuva. Kiinnitä erityisesti huomiota takahampaisiin: jos kuva on selvästi epätarkka, ottakaa uusi kuva siten, että kamera on hiukan kauempana hampaista kuin edellisellä kerralla.

