CASE-TUTKIMUS KAIKULUOTAINAINEISTON KÄSITTELYSTÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tietotekniikka Kandidaatintyö

2023

Lauri Tirkkonen

Tarkastajat: Apulaisprofessori Antti Knutas

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Teknis-luonnontieteellinen

Tietotekniikka

Lauri Tirkkonen

Case-tutkimus kaikuluotainaineiston käsittelystä

Tietotekniikan kandidaatintyö

2023

34 sivua, 16 kuvaa ja 2 taulukkoa

Tarkastajat: Apulaisprofessori Antti Knutas

Avainsanat: Lowrance, ActiveTarget, MP4, DIDSON, kaikuluotaus, kalan tunnistus

Kaikuluotaus on menetelmä, jota voidaan käyttää kalantutkimuksessa ilman, että kalaa tarvitsee pyydystää tai muuten häiritä. Kalantutkimukseen luotuja kaikuluotaimia on useita erityyppisiä. Tämän työn tavoitteena on tutkia MP4-tiedostotyypin sopivuutta kaikuluotainaineiston analysointiin kalojen automaattisessa laskennassa. Tavoitetta lähestytään tutustumalla aiheeseen liittyviin tieteellisiin julkaisuihin, sekä vahvalla teoriapohjalla. Puutteellisen aiemman tutkimuksen takia kaikuluotainta ja tiedostotyyppiä verrataan aiempaa tutkimusta omaavaan DIDSON-luotaimeen ja tiedostotyyppiin. Teorian ja vertailun pohjalta case-ohjelmistolle luodaan käytännön toteutus. Käytännön toteutuksella osoitetaan tiedostotyypin sopivuus kaikuluotainaineiston analysoimiseksi. Ratkaisut perustellaan ja käyttöliittymän luomisessa on käytetty yleisiä suunnitteluohjeita. Vertailun alla olleet tiedostotyypit voidaan asettaa samaan muottiin, mutta parempana ratkaisuna suositellaan oman ohjelmiston laatimista kullekin tiedostotyypille.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

School of Engineering Science

Software Engineering

Lauri Tirkkonen

Case study of sonar material handling

Bachelor's thesis

2023

34 pages, 16 figures and 2 tables

Examiners: Associate Professor Antti Knutas

Keywords: Lowrance, ActiveTarget, MP4, DIDSON, sonar, fish detection

Sonar can be used as a noninvasive method for studying fish populations and behavior. Different sonars have different features. The objective of this work is to examine the usability of MP4-filetype in sonar material analyzation. The objective is approached by studying the scientific publications related to the subject and, with strong theory base. Due to the lack of previous studies, the sonar and the filetype are compared with DIDSON-sonar and filetype. Based on the theory and comparison a practical implementation for the case software can be created. With the practical implementation it is proven that the filetype is suitable for sonar material analyzation. The made choices are rationalized and the user interface follows the common design guidelines. The compared filetypes can be placed in a single mold, but it is considered a better solution to create a custom software for the MP4-filetype.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

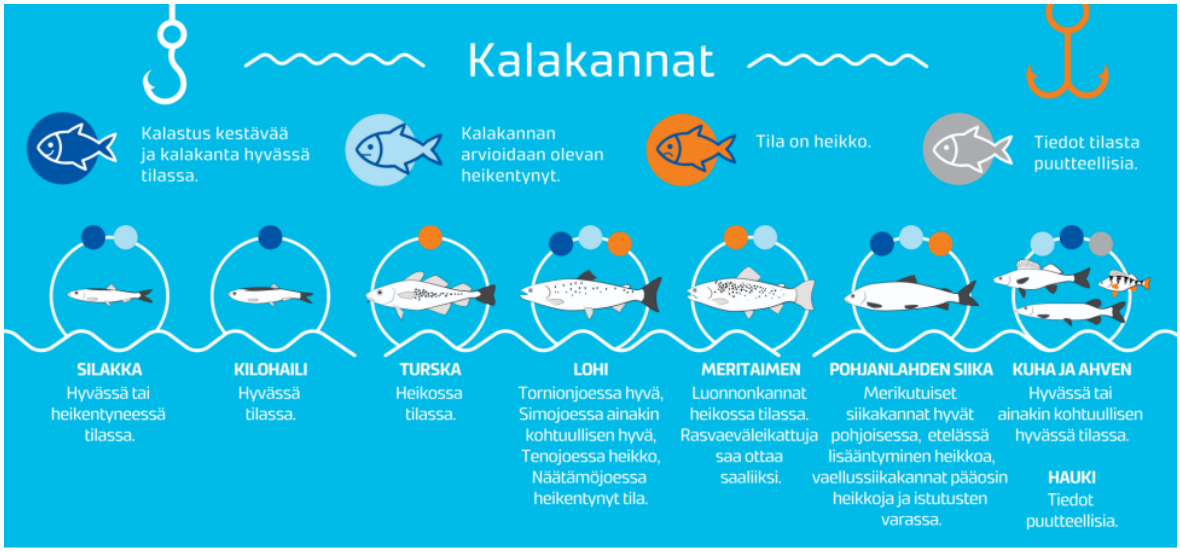
Abstract

1 Johdanto 5
1.1 Tausta 5
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus 7
1.3 Tutkimusmenetelmä 7
1.4 Työn rakenne 8
2 Kirjallisuuskatsaus 9
2.1 Kaikuluotaus 9
2.1.1 DIDSON-luotain 12
2.1.2 ActiveTarget-luotain 15
2.2 DIDSON-tiedostomuoto 17
2.3 MP4-tiedostomuoto 19
3 Toteutus 22
3.1 Case-ohjelmiston nykytila 22
3.2 MP4-tiedoston lukeminen 24
3.3 Eroavaisuudet 26
3.3.1 Mahdolliset ratkaisut 26
3.4 Käytännön toteutus 28
4 Johtopäätökset 31
Lähteet 32

1 Johdanto

1.1 Tausta

Maailmanlaajuinen kalatuotanto saavutti toistaiseksi uuden huippunsa vuonna 2018 noin 179 miljoonalla tonnilla. Vuonna 2020 vastaava luku oli noin 178 miljoonaa tonnia. Kalan keskimääräinen kulutus henkilöä kohden vuonna 1961 oli 9,0 kiloa. Vuoteen 2019 mennessä luku oli kasvanut 20,5 kiloon. [1] Kalatuotannon määrät ovat nyt jo valtavia ja tulevaisuudessa kulutamme yhä enemmän. Kalakantojen seuranta ja ylläpito on siis elintärkeää, jotta jatkossakin kalan kulutus olisi mahdollista. Kalakantoja voidaan seurata esimerkiksi kirjanpitokalastuksella, sähkökalastuksella, kaikuluotauksella tai kutupesälaskennalla. Sijainnin luonne ja tiedon käyttötarkoitus ratkaisevat sen, millaisia menetelmiä kannattaa missäkin tapauksessa käyttää. [2] Kuvassa 1 on esitetty Suomen kalakantojen tilanne vuodelta 2021. Mielenkiintoisin lienee lohi, sen taloudellisen merkittävyyden ja uhanalaisuuden vuoksi. Lohi myös soveltuu hyvin kaikuluotauksella seurattavaksi, sillä se nousee jokiin kutemaan ja on siten helppo seurata jokeen asetetun kaikuluotaimen avulla. [3]



Kuva 1. Suomen kalakantojen tilanne vuonna 2021. (LUKE 2022, lähde [4])

Tämän työn kannalta oleellisin seurantamenetelmä on kaikuluotaus. Kaikuluotaimia voidaan käyttää esimerkiksi arvioimaan järven syvien ulappa-alueiden kalatiheys (kpl/ha) ja kokojakauma suuntaamalla kaikuluotainkeila veneestä pystysuoraan alaspäin. Laskettaessa lämpimässä päällysvedessä viihtyvien kalojen määrää, voidaan luotaimen äänikeila kääntää vaakasuuntaan, jolloin kalat havaitaan sivulta päin. [2] Luonnonvarakeskus (LUKE) on käyttänyt kyseistä tekniikka esimerkiksi seuratessaan lohien kutunousua Tornionjoissa ja Simonjoissa, jotka ovat Suomen tärkeimpiä jokia lohien seurannan kannalta. Seuranta ajoittuu yleensä toukokuun ensimmäisistä viikoista syyskuun alkuun asti. Kaikuluotaimet sijoitetaan jokien molemmille puolille veden alle, jossa ne tuottavat ultraääninauhoitetta. Kolmen kuukauden kuvausajan aikana kuvattu materiaali käydään noutamassa talteen kahdesti päivässä. Ultraääninauhotteista voidaan tunnistaa täysikasvuisia lohia jopa sadan metrin päästä kaikuluotaimesta. [3, 5]

Tornionjokeen ja Simojokeen nousevien kutulohien määrää on arvioitu useana vuonna kaikuluotaamalla. Tämäntyyppinen tutkimus vaatii kuitenkin erikoiskalustoa ja -osaamista, joten kustannukset kasvavat helposti varsin suuriksi. [2] Muiden tietoteknisten laitteiden tapaan myös kaikuluotaimia on eri malleja. Kaikuluotaimet voidaan jakaa aktiivisiin ja passiivisiin kaikuluotaimiin. Aktiiviset kaikuluotaimet lähettävät akustista ääntä tai ääniaaltoa veteen. Objektin sijaitessa äänen polulla, kimpoaa ääni takaisin luoden kaiun, joka voidaan vastaanottaa kaikuluotaimen vastaanottimessa. Passiiviset kaikuluotaimet vain vastaanottavat kaikuja, joita muodostavat esimerkiksi alukset ja merenelävät (kuten sukellusveneet, laivat ja valaat). [6] Aktiiviset kaikuluotaimet voidaan lisäksi uudelleen jakaa alaluokkiin esimerkiksi lähetinkeilojen määrän tai lähettimen ja vastaanottimen sijainnin perusteella [7]. Eri kaikuluotaimilla voi siis olla erilaisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat kerätyn tiedon laatuun ja määrään. Kerätty tieto voidaan myös tallentaa eri tiedostomuotoihin.

Työssä käsiteltävä case-kaikuluotain on Lowrance ActiveTarget -liveanturi, joka tuottaa reaaliaikaista kuvaa monikeilaluotausta hyödyntämällä. Kaikkien ActiveTarget-tallenteiden vakiomuoto on MP4-tiedosto, eli kaikuluotaimen kuvaama materiaali tallennetaan MP4-tiedostomuodossa. Tutkittavaa case-kaikuluotainta tullaan muun muassa vertaamaan edeltävää tutkimusta omaavaan kaikuluotaimeen: Dual-Frequency Identification SONAR (DIDSON).

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Tässä työssä on tarkoitus tutkia MP4-tiedostotyypin sopivuutta kaikuluotainaineiston analysointiin. Aihetta lähestytään käsiteltävänä olevan case-ohjelmiston, -materiaalin ja -laitteiston kautta. Case-aineisto on Luonnonvarakeskuksen toimittamaa ja omistamaa. Työn päätavoite on selvittää eri vaihtoehdot ja mahdollisuudet, kuinka MP4-tiedosto voidaan lukea case-ohjelmistoon sisään, sekä tutkia miten MP4-tiedostomuoto ja DIDSON-tiedostomuoto eroavat toisistaan. Tavoitteena on tehdä tutkimusta parhaista ratkaisuista, eroavaisuuksista, sekä etsiä parhaat ratkaisut eroavaisuuksista johtuvien ongelmien ratkaisemiseksi. Selvityksen avulla saavutettujen tietojen pohjalta suunnitellaan ja toteutetaan käytännön toteutus. Selvitys tehdään tutkimalla aihetta käsitteleviä tieteellisiä julkaisuja.

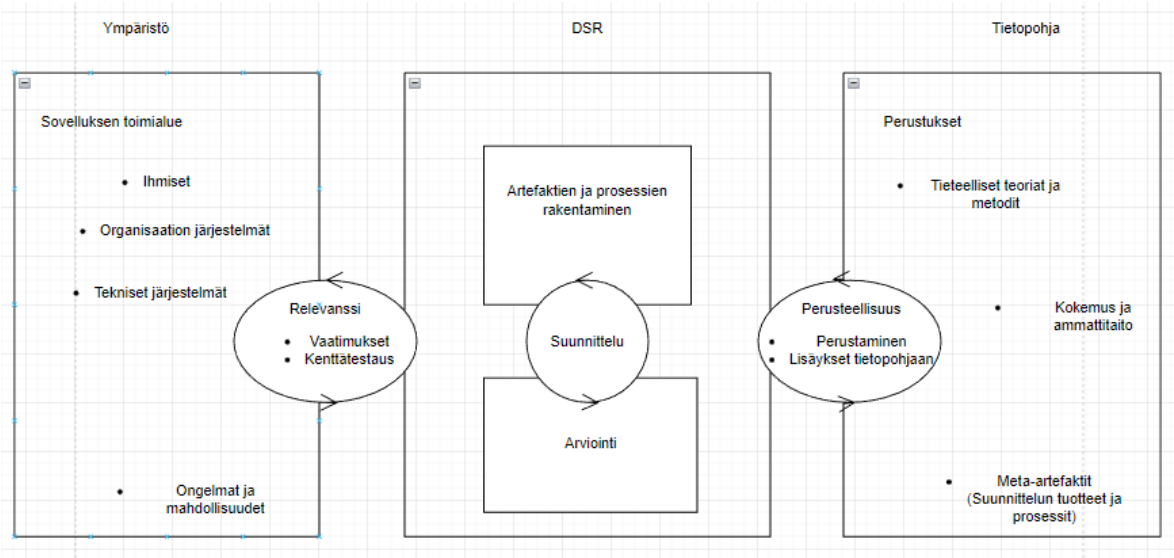
Tarkoituksena on löytää vastaus tutkimuskysymykseen: Miten MP4-formaatti sopii käytettäväksi luotainaineiston käsittelyssä? Alakysymyksenä tullaan myös selvittämään: Mitä eroja ActiveTarget ja DIDSON –kaikuluotaimilla ja niiden tuottamilla tiedostoilla on? Rajauksena mainittakoon, että työssä ei siis tulla käsittelemään itse kaikuluotausaineiston analysointia, mutta sitä voidaan mahdollisesti käyttää onnistumisen ja suorituskyvyn arvioinnin mittarina case-ohjelmiston avulla.

1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuskysymykseen vastaamiseksi ja asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi tullaan käyttämään Design Science Research -tutkimusmenetelmää (DSR). DSR:älle voidaan määritellä seitsemän ohjenuoraa, jotka määrittävät hyvän tutkimuksen ominaisuudet IT:n kontekstissa. Tärkein näistä on, että tutkimuksen täytyy tuottaa artefakti, joka on luotu ongelman ratkaisuksi. Artefaktilla tarkoitetaan jotain keinotekoista, ihmisen luomaa asiaa. IT:ssä niiden voidaan yleisesti määritellä olevan käsitteitä, malleja, metodeja, toteutettuja järjestelmiä tai parannettuja suunnittelun teorioita. [8] Tässä työssä luotava artefakti on case-ohjelmistolle luotava MP4-tiedoston käsittelijä.

Artefaktin tulisi tuoda jotain uutuusarvoa, sekä sen käytettävyys, laatu ja tehokkuus pitäisi olla perusteellisesti tarkasteltu. Artefaktin kehitysprosessin pitäisi pohjata olemassa oleviin teorioihin ja tietoon, joita käyttäen laaditaan ratkaisu määriteltyyn ongelmaan. Lopuksi tutkimus täytyy kommunikoida asianmukaiselle yleisölle tehokkaasti. Toisin kuin

ammattitaitoinen suunnittelu, DSR ei kuitenkaan välttämättä tarkoita olemassa olevan tiedon käyttöä ongelmien ratkaisemiseksi, vaan uniikkia tai innovatiivista ratkaisemattoman ongelman käsittelyä tai tehokkaampaa vastausta jo ratkaistuun ongelmaan. [8] Kuvassa 2 on kuvattu DSR prosessin syklejä.



Kuva 2. DSR-tutkimuksen syklit (mukailtu lähteestä [9]).

Työ on relevantti käyttöympäristössään, koska se tehdään yrityksen käytännön tarpeeseen. Perustaminen tietopohjaan tehdään ottamalla huomioon alueella aikaisemmin tehdyt työt, ja tulokset tullaan kommunikoimaan julkaisemalla kandidaatintyö.

1.4 Työn rakenne

Luvussa 2 on kirjallisuuskatsaus. Luvussa käydään läpi kaikuluotainten ja tiedostojen teoria, sekä katselmus edellisistä käyttötarkoituksista. Luvussa 3 esitellään case-ratkaisu. Luvussa tarkastellaan case-ohjelmiston nykytilaa, eroavaisuuksia ja parhaita ratkaisuja, joiden pohjalta luodaan käytännön toteutus. Luvussa 4 esitetään johtopäätökset.

2 Kirjallisuuskatsaus

Kaikuluotaimet, jotka mahdollistavat kuvatun luotainaineiston tallennuksen MP4-tiedostomuodossa jatkoanalysointia varten, ovat suhteellisen uusia kaikuluotainmarkkinoilla. Uutuudesta, sekä muun muassa tutkimuksen keskittymisestä kalliimpaan DIDSON-luotaimeen aiheutuen, ei aikaisempaa tutkimusta aiheesta juurikaan ole. Luotaimen kaupallisen luonnon vuoksi myös yrityksen ilmoittamat tiedot ovat vajaita. Voimme kuitenkin käyttää apunamme DIDSON-luotaimista tehtyä tutkimusta mallintamiseen, sekä pohjan luomiseen kokonaisuuden ollessa suhteellisen samantyyppinen ja eroavaisuuksina yksityiskohdat. Edellä mainituiden syiden vuoksi ActiveTarget-luotaimen tiedot ovat suurelta osin lähtöisin dokumentaatiosta tai muista hajanaisista verkkolähteistä.

2.1 Kaikuluotaus

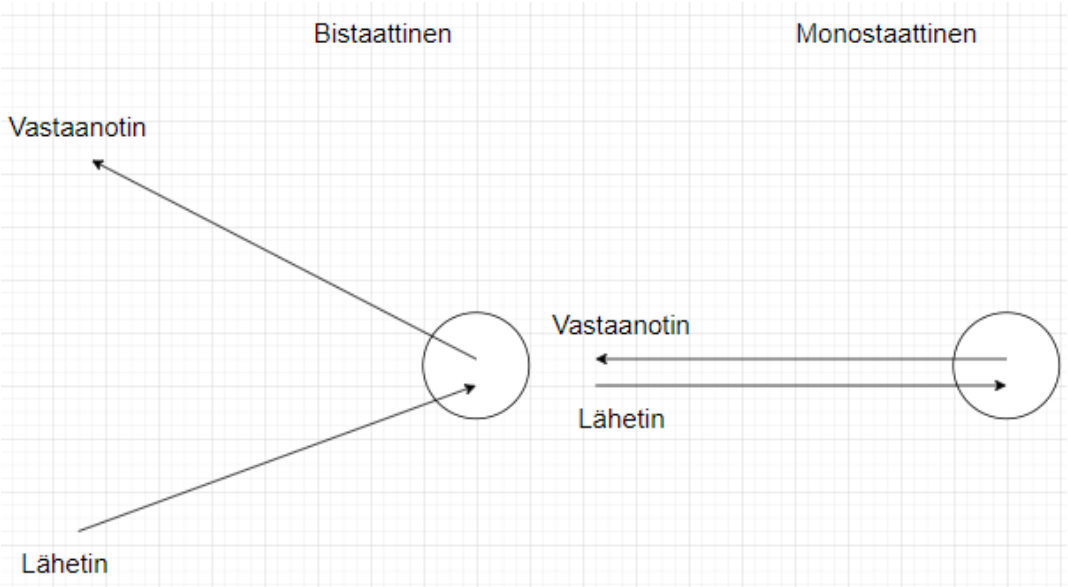
Kaikuluotauksella tarkoitetaan kaikuilmiöön perustuvaa veden syvyyden kartoitusta, vedessä olevan esineen sijainnin määrittämistä tai aineen rakenteen tutkimista [10]. Tässä tutkimuksessa kaikuluotausta käytetään vedessä olevan esineen sijainnin määrittämiseen, sekä sen rakenteen tutkimiseen. Kaikuluotauksella pyritään määrittämään vedessä olevan kalan sijainti, sekä sen koko. [11] Jatkossa, jos tutkimuksessa puhutaan kaikuluotauksesta ilman muita määritelmiä tai selityksiä, tarkoitetaan silloin edellä mainittua asiaa. Tutkimuksessa siis käytetään kaikuluotausta kalojen kuvaamiseen.

Kaikuluotainten avainkeksinnön voidaan katsoa tapahtuneen itsenäisesti kahdessa eri paikassa samanaikaisesti. Kanadalainen insinööri Reginald A. Fessenden kehitti meressä käytettävää passiivista kaikuluotainta Amerikassa, Bostonissa. Samaan aikaan saksalainen fyysikko nimeltään Alexander Behm tutki samaa teknologiaa Saksassa, Kielissä. [12] Ensimmäisen kaikuluotaimen luojana kuitenkin yleisesti pidetään Behmiä. Behm kehitti ensimmäisen kaikuluotaimen Titanicin onnettomuuden jälkeen vuonna 1912. Kaikuluotainta oli tarkoitus käyttää jäävuorten havaitsemiseksi ja välttämiseksi näkyvyyden ollessa heikko. [5]

Kaikuluotausta käytettäessä tarvitaan jokin tapa kaiun luomiseen tai/sekä vastaanottoon. Tämä onnistuu kaikuluotauslaitteella, eli kaikuluotaimella. Kaikuluotaimet voidaan jakaa

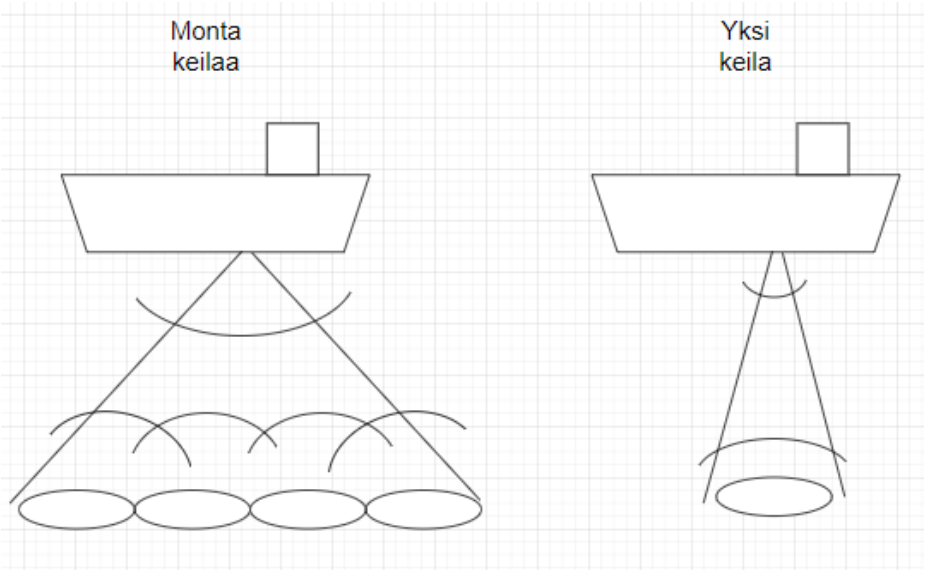
passiivisiin ja aktiivisiin kaikuluotaimiin. Tutkimuksessa hyödynnettävät case-luotaimet ovat tyypiltään aktiivisia kaikuluotaimia, sillä kalat eivät pääsääntöisesti lähetä itse tuotettuja kaikuja tai kaiut ovat erittäin heikkoja. Lisäksi kalojen rakenteen eli koon tutkiminen olisi passiivisella luotaimella liki mahdotonta. Tarvitaan siis tapa, jolla kaiku saadaan luotua keinotekoisesti. Aktiiviset kaikuluotaimet lähettävät akustista ääntä tai ääniaaltoa veteen ja objektin sijaitessa äänen polulla kimpoaa ääni takaisin luoden kaiun. Tämän jälkeen kaiku voidaan vastaanottaa kaikuluotaimen vastaanottimessa passiivisten kaikuluotainten tapaan. [6] Tässä tutkimuksessa puhuttaessa kaikuluotaimista tarkoitetaan siis aktiivisia kaikuluotaimia.

Aktiiviset kaikuluotaimet voidaan jakaa kategorioihin muun muassa lähettimen ja vastaanottimen sijainnin perusteella. Monostaattisessa kaikuluotaimessa lähetin ja vastaanotin sijaitsevat samassa paikassa. Bistaattisessa kaikuluotaimessa lähetin ja vastaanotin sijaitsevat erillään. Lähettimen ja vastaanottimen keskinäinen etäisyys vastaa odotettua etäisyyttä kohteeseen. Bistaattiset kaikuluotaimet voidaan myös jakaa bistaattisen kulman perusteella eteen- ja takaisinsirottaviin kaikuluotaimiin. [13] Kaikuluotaintyyppejä on mallinnettu kuvassa 3. Ympyrä kuvastaa luodattavaa kohdetta. Lisäksi multistaattinen luotainjärjestelmä voi sisältää useita spatiaalisesti erilaisia monostaattisia tai bistaattisia kaikuluotaimia, joilla on yhteinen peittoalue. Suurimmat tällaisen luotainjärjestelmän tuottamat hyödyt ovat katvealueiden minimointi, vastustuskyky häivetekniikkaa kohtaan, sekä yksityiskohtaisempi aineiston keräys. [7] Useimmat luotainjärjestelmät kuitenkin ovat monostaattisia, jolloin lähetin ja vastaanotin sijaitsevat samassa paikassa.



Kuva 3. Bistaattinen ja monostaattinen kaikuluotain.

Kaikuluotaimet voidaan myös kategorioida lähettimen lähettämien keilojen määrän mukaan monikeilallisiin ja yksikeilallisiin kaikuluotaimiin. Kuvassa 4 on havainnollistettu lähetinkeilojen määrän eroa. Yksikeilainen kaikuluotain lähettää nimensä mukaisesti yhden signaalin tai ääniaallon lähettimen ulostulon suuntaan. Monikeilainen kaikuluotain lähettää useamman eri suuntaisen signaalin tai ääniaallon. Monikeilallisella kaikuluotaimella saadaan kuvattua aineistoa laajemmalta alueelta sekä kuvattu aineisto on laadukkaampaa, eli resoluutio on korkeampi. [6] Esimerkkinä monostaattisella monikeilallisella kaikuluotaimella voi olla kymmenen erillistä lähetinvastaanotinta, eli keilaa. Yksikeilainen kaikuluotain voidaan myös esimerkiksi suunnata sivulle, jolloin voidaan tuottaa viistokaikuluotauskuvaa. Viistokaikuluotauskuvalla voidaan muun muassa laskea pohjan lähellä olevia isoja objekteja, kuten kaloja. [14]



Kuva 4. Lähetinkeilojen määrän ero.

Työssä käsiteltävät kaikuluotaimet, DIDSON-luotain ja ActiveTarget-luotain, molemmat kuuluvat kategorioihin aktiiviset, monostaattiset, monikeilalliset kaikuluotaimet. DIDSON-luotain on Sound Metrics Co. tuottama kaikuluotain [15]. ActiveTarget-kaikuluotain on Lowrancen tuottama [16]. Molempien kuuluessa monikeilallisten kaikuluotainten kategoriaan, luotainten toimintamekanismit kuitenkin eroavat merkittävästi toisistaan. DIDSON-luotaimella on N-määrä keiloja, eli lähetinvastaanottimia, jotka eivät kykene samanaikaisesti lähettämään ja vastaanottamaan. ActiveTarget-luotaimella on vain yksi lähetin, mutta N-määrä vastaanottimia. Lähetin lähettää laaja-alaisen signaalin tai ääniaallon, joka vastaanotetaan vastaanottimissa.

2.1.1 DIDSON-luotain

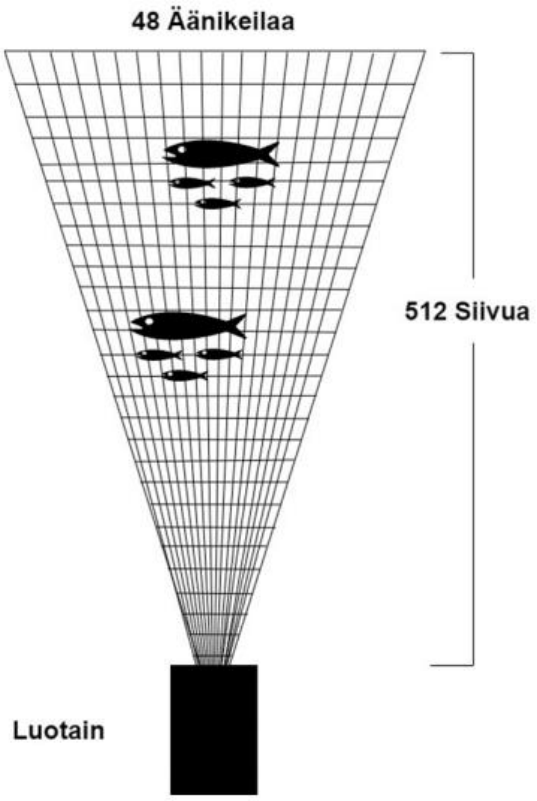
LUKE on käyttänyt DIDSON-kaikuluotainta muun muassa Tornionjoen nousulohien kaikuluotausseurannassa. Kaikuluotaimet on kiinnitetty rakennustelineistä valmistettuihin helposti vedessä siirrettäviin telineisiin. Telineiden avulla luotaimet voidaan asettaa suoraan epätasaiselle joenpohjalle, sekä luotaimen kulmaa, suuntausta ja korkeutta voidaan säätää. Luotauspaikalle rakennetaan ohjausaidat, joilla voidaan estää lohien nouseminen luotainten ja rannan välistä. Kaikuluotaimet sijoitetaan 1–3 metriä ohjausaidoista ylävirran puolelle.

[3] Kuvassa 5 on kuvia luotauspaikalta. Vasemmalla kaikuluotain telineessä. Vasemmalla taustalla, sekä oikealla ohjausaitoja.

Kuva 5. Kuvia luotauspaikalta. (LUKE 2021, lähde [3])

DIDSON-kaikuluotainta voidaan käyttää kahdella eri tavalla: Havaitsemis- (Detection Mode) ja Tunnistus- tilassa (Identification Mode) [15]. Valittu tapa ei kuitenkaan muuta luotaimen perustoimintatapaa. Luotain lähettää signaaleja ja mittaa aikaa kauanko niillä kestää palata vastaanottimeen, osuttuaan kohteeseen. Signaaleja lähetään lähetys/vastaanotto sykleissä. Havaitsemis- ja Tunnistus- tilat eroavat toisistaan vain yksityiskohdissa. Havaitsemis-tilassa käytetty taajuus on matalampi (1.1 MHz) ja Tunnistus-tilassa korkeampi (1.8 MHz). Lisäksi Havaitsemis-tila kuvaa pidemmältä ja käyttää vähemmän lähetys/vastaanotto syklejä. Tunnistus-tila taas päinvastoin. [15]

Kaikuluotain koostuu neljästä käytön kannalta tärkeimmästä osasta. Ne ovat akustiset linssit, sensorijärjestelmä, fokusointimoottori ja mekanismi, jolla liikutetaan toissijaisia linssejä. [5] Osien avulla luodaan keiloja, jotka ovat lähetettyjä ja vastaanotettuja signaaleja. Keilaleveyksiä on olemassa kahta eri tyyppiä, yksisuuntainen keilaleveys ja kaksisuuntainen keilaleveys. Yksisuuntaisessa keilaleveydessä keila joko lähettää tai vastaanottaa. Kaksisuuntaisessa sama keila sekä lähettää, että vastaanottaa. DIDSON-luotain käyttää kaksisuuntaista keilaleveyttä. [5]



Kuva 6. Kalojen tarkan sijainnin määrittäminen luotaimen näkökentässä. (LUKE 2021, lähde [3])

Jokainen yksikkö sensorijärjestelmässä, eli lähetinvastaanotin, siis lähettää signaalin ja vastaanottaa niitä kapeissa horisontaalisissa keilaleveyksissä. Voimakkuus ja kaiun kulkeman matkan kesto ilmaisee objektin koon ja etäisyyden luotaimesta. Tämä tieto muutetaan pikseli -arvoiksi ja -sijainneiksi lopulliseen kuvaan. Käytettyjen keilojen lukumäärä määrää käsittelemättömän kuvan horisontaalisen ulottuvuuden. Esimerkiksi kuvan 6 käsittelemättömällä kuvalla olisi 48 pystyriviä käsittelemättömiä datapikseleitä. Pystyrivien pikseleiden määrän määrittää laitteen laitteisto. [5]

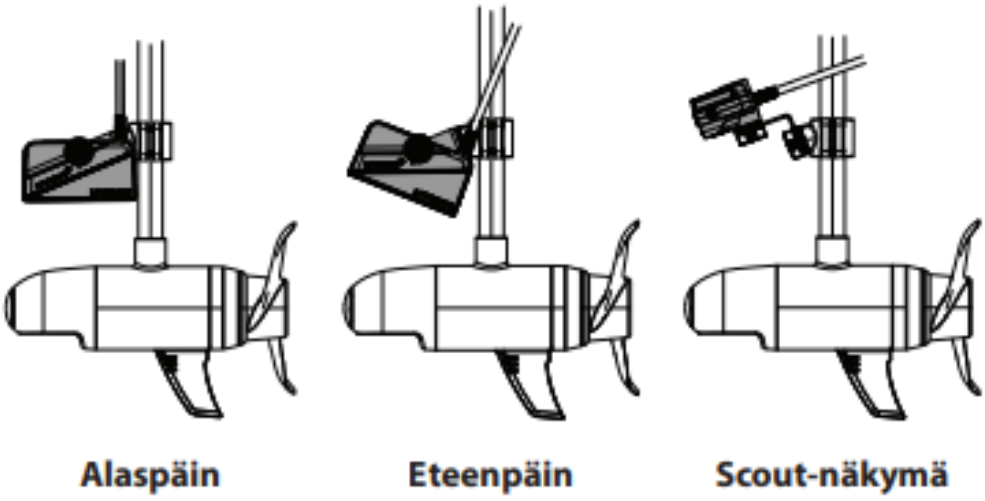
Kuvan, eli datan käsittelemätön muoto ei kuitenkaan ole hyödyllinen jatkoanalysointia tai prosessointia ajatellen. Käsittelemätön kuva on Cartesian -koordinaattisysteemissä, joka ei ota huomioon keilaleveyttä, näkökenttää tai aaltojen perusominaisuuksia. Datan käyttämiseksi, käsittelemätön kuva täytyy muuttaa inhimillisempään muotoon, jota kutsutaan Polar -koordinaatistosysteemiksi. [5] Kuvassa 6 on havainnollistettu Polar -

koordinaatistosysteemiä 48 keilalla ja 512 siivulla. Jokainen yksittäinen keila on jaettu 512 siivuun, joten luotaimen muodostama kuva syntyy 48x512 intensiteettimatriisista [3].

2.1.2 ActiveTarget-luotain

Tutkimuskäytössä oleviin luotaimiin verrattuna Lowrancen kuluttajaluotaimet ovat selvästi edullisimpia, kuten ActiveTraget-luotain DIDSON-luotaimeen verrattuna. [17] DIDSON-luotaimesta eroten ActiveTarget-kaikuluotain kiinnitetään myös yleensä veneeseen. Kaikuanturin tyypillisin kiinnityspaikka on keulamoottorin rikiputki, erillinen putkiteline tai moottori. [18] Tietysti DIDSON-luotain voidaan myös kiinnittää veneeseen, sekä Activetarget-luotain voidaan kiinnittää DIDSON-luotaimen tapaisesti telineisiin. Anturin lisäksi veneeseen täytyy kiinnittää luotainmoduuli. Luotainmoduuli tulee kiinnittää suojaisaan paikkaan, jossa se ei altistu kosteudelle tai häiritse veneen käyttöä, nostoa tai laskua. Luotainmoduulin kotelon tulee myös olla kuiva ja siinä tulee olla hyvä ilmanvaihto. Pienien koteloiden kohdalla on mahdollista asentaa koneellinen jäähdytys. Riittämätön ilmanvaihto ja siitä johtuva laitteen ylikuumeneminen saattavat aiheuttaa epäluotettavaa toimintaa ja pienentää käyttöikää. [18]

Kaikuanturi, eli laite, jossa vastaanottimet ja lähettimet sijaitsevat, voidaan siis käytännössä kiinnittää putkeen tai moottoriin. Anturi voidaan kiinnittää kolmella eri tavalla, joka myös määrittää miten anturi on suunnattu, sekä missä tilassa kaikuluotainta tullaan käyttämään. Anturi voidaan suunnata alaspäin, eteenpäin tai scout-näkymään. Anturin suuntausta voidaan vaihtaa manuaalisesti anturin asentoa säätämällä. [18] Kuvassa 7 anturin kiinnitys keulamoottorin rikiputkeen eri tavoilla suunnattuna. Kiinnitys erilliseen putkitelineeseen toimisi samalla logiikalla. Anturi voidaan myös kiinnittää putkeen tai moottoriin paapuurin tai tyyrpuurin puolelle.



Kuva 7. Kaikuanturin kiinnitys ja suuntaus (mukailtu lähteestä [18]).

Valittu tapa, eli tila missä luotainta tullaan käyttämään, ei myöskään ActiveTarget-luotaimessa muuta luotaimen perustoimintatapaa. Luotain lähettää signaaleja ja mittaa aikaa kauanko niillä kestää palata vastaanottimeen, osuttuaan kohteeseen. Kaikumoduulin rooli kaikuluotaimen toiminnassa on tarvittavan informaation tuottaminen. Anturi kuvaa ja kaikumoduuli muodostaa kuvan. Moduuli vapauttaa kapasiteettia muihin toimintoihin anturille ja päätelaitteelle. [19]

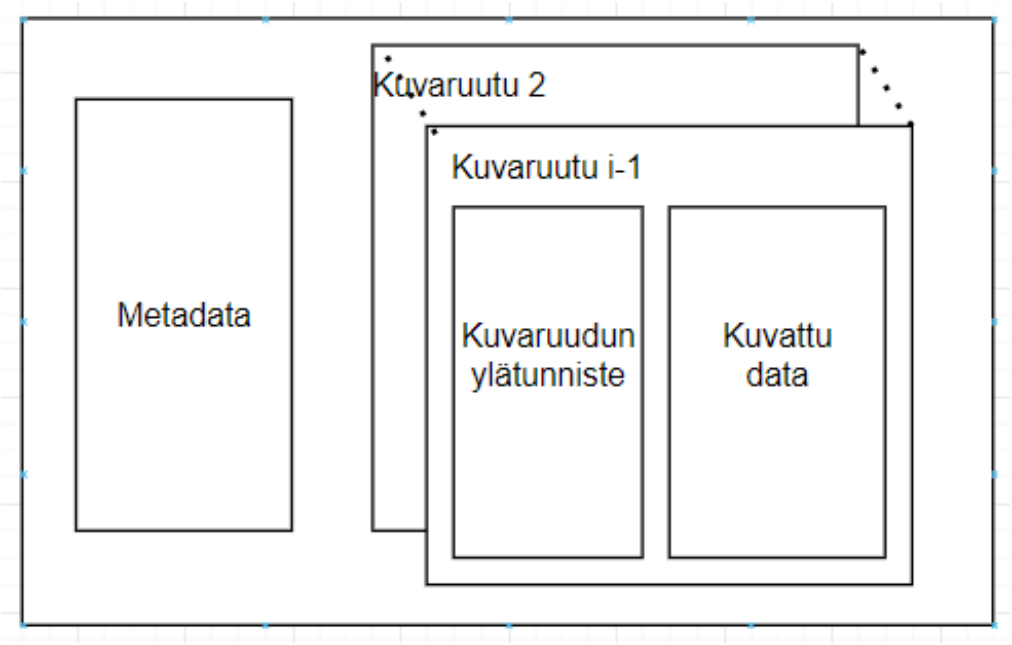
Alaspäin-tilaa käytetään nimensä mukaisesti, kun halutaan nähdä suoraan anturin alapuolelle. Eteenpäin-tilaa kun halutaan nähdä kalat ja rakenteet suoraan anturin edessä. Scout-näkymää kun kalat ja rakenteet halutaan nähdä suuremmalta alueelta. [18] Alaspäin- ja eteenpäin-tilassa keilan aukeamiskulma on 18 astetta, ja scout-näkymässä 135 astetta. Kaikuluotainta voidaan käyttää taajuuksilla 500 KHz - 1100 KHz. Kaikuluotaimen kuvaussyvyyden ylärajaksi ilmoitetaan 24 metriä alaspäin, sekä 41 metriä eteenpäin. [20] Tämän työn kannalta oleellisin tapa kuitenkin on scout-näkymä, jolla myös työssä käytettävä caseaineisto on kuvattu. Kuvassa 8 on havainnollistettu kaikuluotaimen käyttöä scout-näkymässä.

Kuva 8. ActiveTarget-kaikuluotaimen kaikuanturi erilliseen putkitelineeseen kiinnitettynä ja scout-näkymään suunnattuna (mukailtu lähteestä [16]).

Kaikuluotaimen kattama alue on oikeastaan jatkuvasti sama. Näkymän muuttaminen muuttaa kuvatun alueen muotoa, sekä suuntaa. Kuvasta 8 voidaan havaita keilan olevan käännetty sivuttain scout-näkymään. Tällöin aukeamiskulma on suurempi, eli kuvattu alue on vertikaalisesti suurempi, mutta vastaavasti horisontaalisesti kapeampi.

2.2 DIDSON-tiedostomuoto

DIDSON-kaikuluotaimella kuvattu aineisto voidaan tallentaa DIDSON-tiedostomuodossa jatkokäsittelyä varten. Tiedostomuotoa on kehitetty vuosien saatossa muutamaan otteeseen, jonka takia tiedostomuodosta on olemassa versiot nollasta viiteen. Versioista kuitenkin laajemmin enää käytössä on vain ddf_03, ddf_04 ja ddf_05. DIDSON-tiedostomuodon tiedostopääte on yleisesti .ddf. Versioiden rakenteet ovat pääpiirteiltään samanlaiset, jokainen tiedosto voidaan jakaa datan osalta kahteen osaan: metadataan, sekä N määrään kuvaruutuja. Jokaisella kuvaruudulla on oma ylätunnus, joka määrittelee kuvaruudun ominaisuudet. Eri versiot eroavat toisistaan lähinnä bittien määrissä, sekä uusissa versioissa on otettu huomioon uusien kaikuluotainversioiden muutokset ja uudet ominaisuudet. [5] Tiedostomuodon tyypillistä rakennetta havainnollistettu kuvassa 9.



Kuva 9. DIDSON-tiedostomuodon tyypillinen rakenne (mukailtu lähteestä [5]).

Tiedoston sisällön järjestystä on hahmoteltu taulukossa 1. Tiedosto alkaa aina metadatasta, joka alkaa bitistä 0. Metadata varaa vakiomäärän bittejä. Bittien määrä määräytyy tiedoston version ja rakenteen mukaan. Tiedosto jatkuu koko ensimmäisen kuvaruudun koolla (Kuvaruutu 0), joka alkaa metadataa seuraavasta bitistä. Kuvaruudun ylätunnisteen koon bittien määrä on myös vakio, joka määräytyy version ja rakenteen mukaisesti. Sen jälkeen tulee ensimmäisen kuvaruudun (Kuvaruutu 0) kuvattu data. Kuvatun datan bittien määrä määräytyy käytettyjen keilojen määrän, tallennettujen näytteiden esiintyvyyden keiloissa, sekä käytetyn tavan mukaan. Lopputiedosto noudattaa samaa kaavaa, kunnes se saavuttaa viimeisen kuvaruudun (Kuvaruutu i-1). [5]

Taulukko 1. Datan sijainti DIDSON-tiedostomuodossa (mukailtu lähteestä [5]).

Sijainti	Bittien määrä	Sisältö	Kuvaus
0	Metadatan_koko	Metadata	Tiedostolla on vain yksi metadata, joka alkaa sijainnista 0.
=+ Metadatan_koko Metadatan_koko	ylätunnisteen_koko	Kuvaruudun ylätunniste	Kuvaruudun 0 ylätunniste.
=+ ylätunnisteen_koko Metadatan_koko	Kuvatun_datan _koko	Kuvattu data	Kuvaruudun 0 kaikkien keilojen tuottama data.
=+ Kuvaruudun 0 data Metadatan_koko	ylätunnisteen_koko	Kuvaruudun ylätunniste	Kuvaruudun 1 ylätunniste.
=+ Kuvaruudun 0 data ylätunnisteen_koko	Kuvatun_datan _koko	Kuvattu data	Kuvaruudun 1 kaikkien keilojen tuottama data.
…	…	…	…

Esimerkiksi versiossa ddf_03 metadatan bittien koko on 512 bittiä ja kuvaruudun ylätunnisteen bittien koko on 256 bittiä. Näin ollen metadata alkaa bitistä 0 ja päättyy bittiin 511. Ensimmäisen kuvaruudun ylätunniste alkaa siis bitistä 512 ja loppuu bittiin 767. Sen jälkeen ensimmäisen kuvaruudun kuvattu data alkaa bitistä 768 ja jatkuu bittiin, jonka määrittää metadatan ja ylätunnisteen sisältämä tieto, kuvatun datan laadun perusteella.

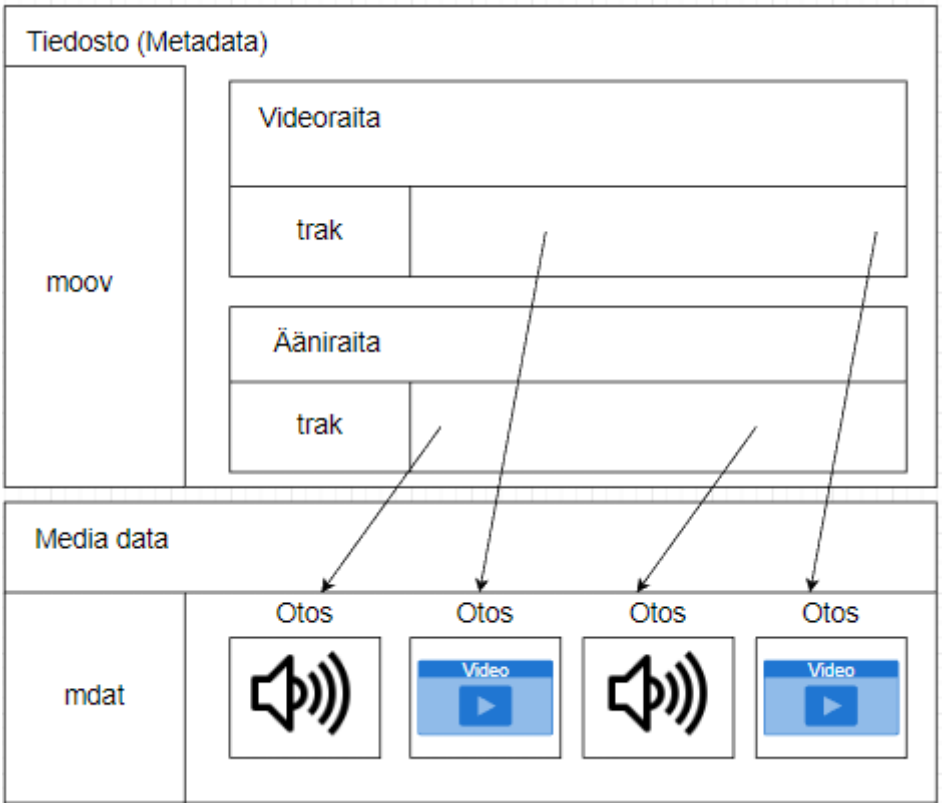
2.3 MP4-tiedostomuoto

Kaikkien ActiveTarget-tallenteiden vakiomuoto on .mp4 [16]. MP4, eli MPEG-4 osa 14 (ISO/IEC 14496-14) on standardoitu digitaalinen multimediasäiliömuoto. Tiedostomuoto toimii säiliönä tiivistetylle digitaaliselle video- ja äänidatalle. Tiedostomuotoa voidaan käyttää myös muiden multimedioiden, kuten kuvien ja tekstityksien säilöön. [21] Työn kannalta oleellisin tiedostopääte on kuitenkin yleisin ja virallisin .mp4.

MP4-tiedostomudon standardoi työryhmä Motion Pictures Experts Group (MPEG), jonka kasasi International Organization for Standardization (ISO) ja International Electrotechnical Commission (IEC). Tiedostomuodon alkuperäinen käyttötarkoitus oli helpottaa pienien

video- ja äänitiedostojen säilöntää ja suoratoistoa. [21] Tyypilliseen tapaan tiedostomuotoa on kehitetty vuosien saatossa. Tiedostomuodon ensimmäinen versio (MPEG-4 osa 1) julkaistiin vuonna 2001, joka pohjasi QuickTime -tallennusmuodon määrittelyihin. Nykyisin käytössä oleva versio julkaistiin vuonna 2003 ja vuonna 2004 MP4-tiedostomuodosta tehtiin osa ISO standardointia. [21]

MP4-tiedostomuodon data on pääosin jaettu kahteen osaan: median dataan, sekä metadataan. Median data sisältää video-, ääni-, sekä tekstitysotoksia tiedoston muodon mukaan. [21] Tässä työssä median data sisältää video-otoksia. Metadata taas sisältää muun muassa aikaleimoja, sattumanvaraisia pääsy-yhteyksiä otoksiin, sekä muita tietoja liittyen tiedoston toimintaan. Kaikki MP4-tiedoston data on säilössä perusrakenteissa, joita kutsutaan atomeiksi tai laatikoiksi. Tiedoston sääntöjen mukaan mikään data ei saa olla näiden atomeiden ulkopuolella. [21] Kuvassa 10 on esitetty MP4-tiedostoa. Metadatan sisällä on kuvattu esimerkkinä juuritason atomi moov ja median datan sisällä mdat.



Kuva 10. Ote MP4-tiedoston määrittelystä (mukailtu lähteestä [21]).

Taulukko 2. Lista juuritason ja toisen tason atomeista MP4-tiedostossa. (mukailtu lähteestä [21]).

Juuritason atomit	Kuvaus
ftyp	Säilyttää tiedon tiedoston tyypistä, kuvauksesta ja käytetyistä data-rakenteista
moov	Sisältää tiedoston kaiken metadatan
mdat	Sisältää mediadataa
moof	Sisältää otoksia videosta
pdin	Säilyttää edistyksellistä tietoa videon lataukseen liittyen
mfra	Sisältää sattumanvaraisia pääsy-yhteyksiä video-otoksiin
stts	Osoittaa otos-aika taulukon
stsc	Osoittaa otos-lohko taulukon
stsz	Esittää otoskoot (kuvaruudut)
meta	Säiliö metadatan tiedoille
Toisen tason atomit	Kuvaus
mvhd	Sisältää videon ylätunnisteen tiedot ja yksityiskohtaiset tiedot vide-osta
trak	Yksilölliset raidat
udta	Sisältää käyttäjä- ja raitatietoja
iods	Tiedoston deskriptori

Taulukossa 2 on listattu juuritason ja toisen tason atomeja. Jokainen MP4-tiedosto ei kuitenkaan välttämättä sisällä kaikkia näitä atomeja. MP4 ei määrittele tiukkoja rakennesääntöjä, vaan sallii mukautetun rakenteen ja hierarkian. [21] Kyseessä on siis laajennettava säiliömuoto. Tuntemattomat atomit voidaan sivuuttaa ja median dataa voidaan myös säilyttää epäjärjestyksessä atomeissa tai erillisissä tiedostoissa. Tähän käyttötarkoitukseen käytettävät atomit ovat yleensä mdat tai idat. [21]

MP4-tiedoston tunnistus voidaan tehdä lukemalla kahdeksan ensimmäistä bittiä, joista neljä ensimmäistä bittiä sisältävät atomin koon ja neljä seuraavaa atomin ftyp. Näiden jälkeen tulevat sopivat ja yhteensopivat merkit, ja jos näistä toinen on ISOM, on kyseessä MP4-tiedosto. Tiedoston heksadesimaalinen allekirjoitus on 66 74 79 70 69 73 6F 6D, jota voidaan vaihtoehtoisesti käyttää tiedoston tunnistamiseen. [22]

3 Toteutus

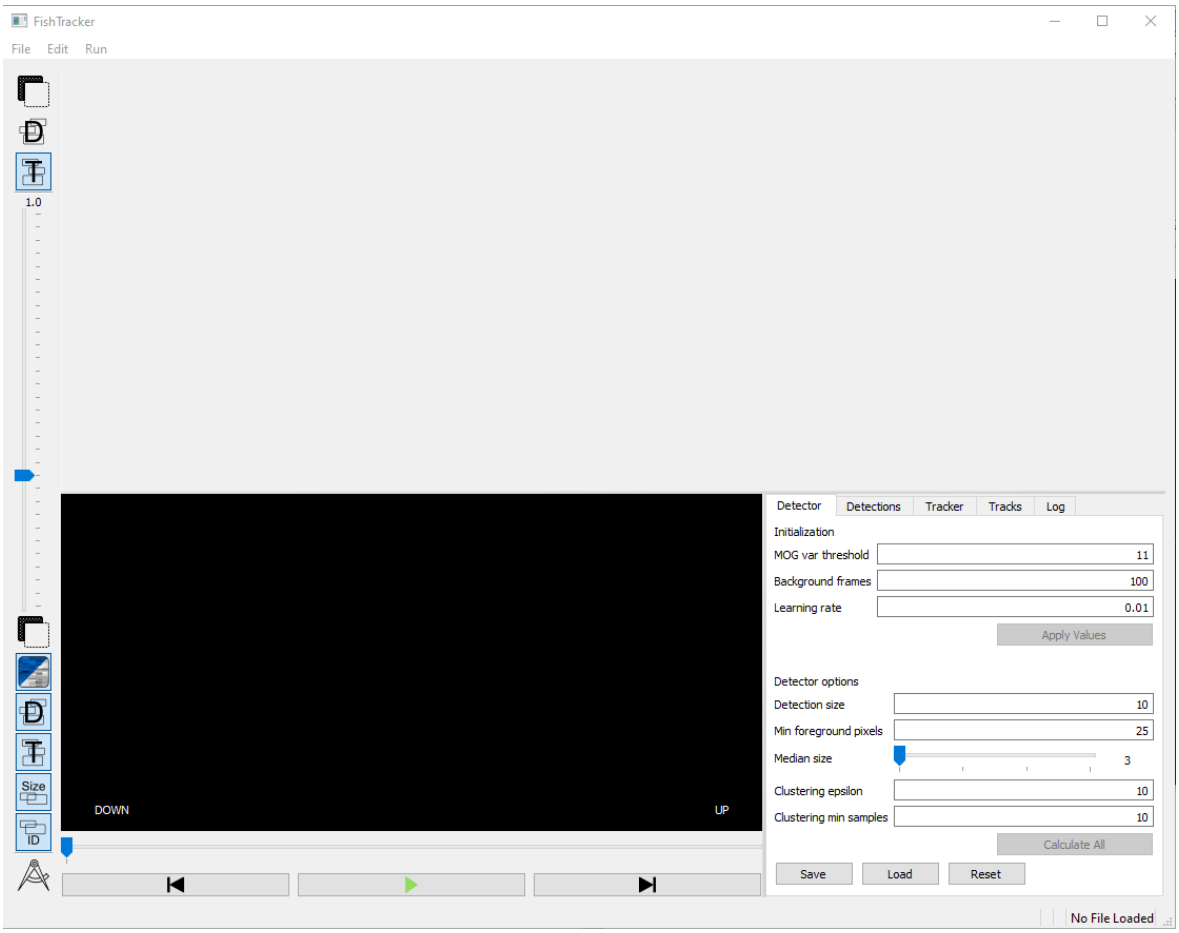
3.1 Case-ohjelmiston nykytila

Luonnonvarakeskuksessa on kehitetty luotausaineiston automaattiseen analysointiin niin kutsuttua FishTracker-sovellusta, jota käytettiin tämän tutkimuksen case-ohjelmistona. Nykytilassaan case-ohjelmisto kykenee lukemaan ja analysoimaan DIDSON-tiedostomuotoa olevia kaikuluotaintiedostoja. Ohjelmiston käytön tyypillisessä työnkulussa ensin avataan ja valitaan tiedosto. Nykytilassa, valitut tiedostotyypit on suodatettu olemaan .ddf ja .aris -tiedostotyyppejä. Seuraavaksi ohjelma laskee taustanerotusta varten taustakuvan mallin, sekä luotaimen viivapiirroskuvan. Viivapiirroskuvassa oleva pystyviiva ilmoittaa käsiteltävänä olevan ajanhetken ja sen voi valita vapaasti. Kuvan lähennys ja loitonnus tapahtuu hiiren rullaa pyörittämällä. Taustanerotuksen laatua voidaan tutkia ja erilaisten arvojen, kuten ”MOG var threshold” kanssa voidaan tehdä säätöjä ja etsiä sopivaa arvoa.

Tämän jälkeen voidaan laskea kalahavainnot koko aineistolle. Eri välilehtien avulla voidaan seurata muun muassa laskennan etenemistä ja käsiteltävänä olevan kuvaruudun kalahavaintoja. Myös koko tiedostoa koskevat kalahavainnot listataan välilehden alle ja kalalistaa voidaan muokata halutulla tavalla. Esimerkiksi voidaan suodattaa aineistosta halutun pituiset kalat, poistaa kaloja tai yhdistää eri kalahavaintoja poluiksi.

Lopuksi lopullisen laskennan tulos voidaan halutessa tallentaa taulukkona, sekä havainnot ja kalojen kulkemia reittejä kuvaavat polut voidaan viedä erillisiin tiedostoihin. Ohjelman toiminta perustuu taustanpoistoon ja kohteiden seuraamiseen. [23] Taustanpoistoa ja kohteiden seurantaa on hyödynnetty monilla aloilla. Suurimmat kohdatut haasteet menetelmän käyttämiseksi yleispätevästi alasta riippumatta liittyvät ympäristöön ja ympäristön muuttujiin. [24]

Tämän työn kannalta ei kuitenkaan ole oleellista perehtyä sen tarkemmin ohjelmiston toimintaan kalanlaskentatyössä, vaan vain ymmärtää perusteoria ja tunnistaa arvot, jotka tiedostosta täytyy eristää. Kuvassa 11 on kuvattu case-ohjelmiston käyttöliittymän osat. Välilehdet löytyvät oikeasta alanurkasta. Kun ohjelmistoon on luettu tiedosto sisään, viivapiirroskuva on keskellä ylhäällä ja vasemmalla alhaalla esitetään kuvaruudut.



Kuva 11. Case-ohjelmiston käyttöliittymän osat.

Keskitytään DIDSON-tiedostomuodoista uusimpaan eli .aris-tiedostotyyppiin, sillä DIDSON-tiedostomuotojen väliset erot ovat pieniä. Aiemmin mainitusti DIDSON-tiedostomuodot ovat rakenteeltaan vakiomuotoisia ja tiedon puuttuessa on oletusarvo null. Case-ohjelmistoon on nykytilassa luotu kaikille DIDSON-tiedostomuodoille oma JSON-objekti metadatalle ja kuvaruudun ylätunnisteelle. JSON-objektien tarkoitus on selvittää ja pohjustaa rakennetta, sekä auttaa hyödyllisen tiedon eristämisessä tiedostomuodosta.

Tiedostotyypistä eristetään metadatan koko, kuvaruudun ylätunnisteen koko, tiedoston polku ja välikappale (handle). Lisäksi tiedostotyypistä eristetään kaikki kuvaruutujen data. Kaikille DIDSON-tiedostomuodoille on myös luotu kaksi moduulia, toinen eristää tietoja koko tiedostosta ja toista käytetään apuna tietojen eristämiseen yksittäisistä kuvaruuduista. Tiedostotyypissä .aris, tiedoston täytyy sisältää datana kaikki kuvaruudut ja parametreinä:

kuvaruutujen määrä ja taajuus, jalostamaton keilojen määrä, näytteiden määrä suhteessa keilaan, näytteen keräyksen jakso, äänen nopeus, näytteen aloituksen viive, linssin tyyppi ja datan muoto. Ilman edellä mainittuja ominaisuuksia moduuli ei kykene muodostamaan kuvaruuduista kuvia.

Moduulissa asetetaan arvot edellä mainituille ominaisuuksille, sekä kuvaruutujen määrä ja kuvataajuus. Arvot saadaan ja luetaan annetusta tiedostosta. Moduulissa asetetaan myös arvo ensimmäisen keilan kulmalle. Moduulin yleinen ja ensisijainen tarkoitus on kuitenkin kuvan luominen kuvaruudusta.

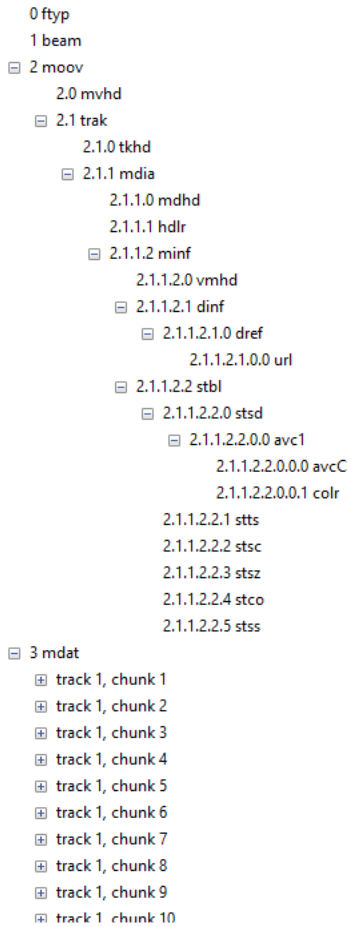
3.2 MP4-tiedoston lukeminen

Ensimmäiseksi case-ohjelmisto täytyy asettaa hyväksymään myös .mp4 tyyppisiä tiedostomuotoja. Seuraavaksi case-ohjelmiston täytyy tunnistaa .mp4 tiedosto, jos käyttäjä sellaisen syöttää. Tunnistaminen voidaan hoitaa vaivattomasti filetype-pakettia käyttäen ja ohjelmisto voidaan ohjata ajamaan oikea funktio. MP4-tiedostotyypeille voidaan luoda oma moduuli tietojen lukemiseksi ja kuvien muodostamiseksi tiedostosta. MP4-tiedostotyypin erotessa huomattavasti DIDSON-tiedostotyypistä ei ohjelmiston nykytilaa voida sellaisenaan käyttää pohjana.

MP4-tiedostotyypistä voidaan lukea osa arvoista, jotka DIDSON-tiedostotyypistä täytyy lukea kuvan muodostamiseksi. Tiedosto sisältää datana kaikki kuvaruudut ja tiedostosta voidaan eristää arvot kuvaruutujen määrälle ja kuvaruutujen taajuudelle. Kuvaruudut saadaan MP4-tiedostotyypissä luettua suoraan kuvina, kun vastaavasti DIDSON-tiedostotyypissä kuvat täytyy muodostaa bittiarvoista. Linssin tyyppi on erityislaatuinen arvo DIDSON:ille, eikä sitä tarvitse MP4-muodossa ottaa huomioon. Muita arvoja käytetään pääasiassa etäisyyden laskentaan. Arvoja ei saada toistaiseksi luettua MP4-tiedostosta eikä kaikuluotaimen valmistaja myöskään ilmoita mahdollisia arvoja.

Lowrancen ActiveTarget-luotaimella tallennetun työssä käytettävänä olleen case-aineiston hierarkiaa havainnollistettu kuvassa 12. Aineisto on kuvattu scout-näkymässä ja tallennettu MP4-tiedostomuotoon. MP4-tiedosto ei ole luonteeltaan pirstoutunut. Atomi ftyp sisältää tiedon tiedoston tyypistä, kuvauksesta ja käytetyistä datarakenteista. Atomi moov sisältää tiedoston metadatan. Atomi mdat sisältää mediadatan, eli muun muassa kuvaruudut. Atomi

beam on mukautetusti tehty atomi, joka toistaiseksi sisältää vain viestin ”TODO”. Tulevaisuudessa kaikuluotaimen valmistajalla saattaa olla suunnitelmissa antaa keilan arvoja tässä atomissa, esimerkiksi keilan aukeamiskulman.



Kuva 12. Case-aineiston atomihierarkia.

Tiedostosta luettavat kuvaruudut ovat lähtökohtaisesti värillisiä, eli taulukkomuodossa esitettynä ulottuvuuksia on kolme. Kuvaruudut ovat mittasuhteiltaan 768x480 pikseliä. Case-ohjelmisto haluaa kuvaruudut taulukkomuodossa kaksiulotteisena, eli mustavalkoisina. Kuvaruutujen manipuloinnissa selvisi arvot parametreille jalostamaton keilojen määrä ja näytteiden määrä suhteessa keilaan. ActiveTarget-kaikuluotaimella scout-näkymässä kuvatun aineiston jalostamaton keilojen määrä on 135 ja näytteiden määrä suhteessa keilaan 2267. Luotaimen muodostama kuva syntyy siis 135x2267 intensiteettimatriisista. Asiaa havainnollistetaan kuvassa 6.

3.3 Eroavaisuudet

Eroavaisuuksilla tarkoitetaan tässä asiayhteydessä siis rakenteellisia eroavaisuuksia Lowrancen ActiveTarget-kaikuluotaimen avulla luodun MP4-tiedoston ja DIDSON-tiedoston välillä. Aineistoilla on luontaisesti myös eroavaisuuksia käytettyjen parametrien muodossa. MP4-tiedostoilla tarkoitetaan Lowrancen ActiveTarget-kaikuluotaimen scout-näkymässä kuvattua ja tallennettua aineistoa.

Suurin eroavaisuus on kuvatun aineiston tallennusmuoto. DIDSON-tiedostossa kuvattu aineisto tallennetaan arvoina, joista täytyy muodostaa kuva. MP4-tiedostoissa kuvanmuodostus on jo suoritettu ja kuvattu aineisto voidaan lukea tiedostosta suoraan kuvaruutuina. DIDSON-tiedostosta saadaan myös luettua suuri osa kuvauksessa käytetyistä parametreista, sekä ympäristömuuttujista. MP4-tiedostosta ei toistaiseksi saada luettua suurta osaa vastaavista parametreista.

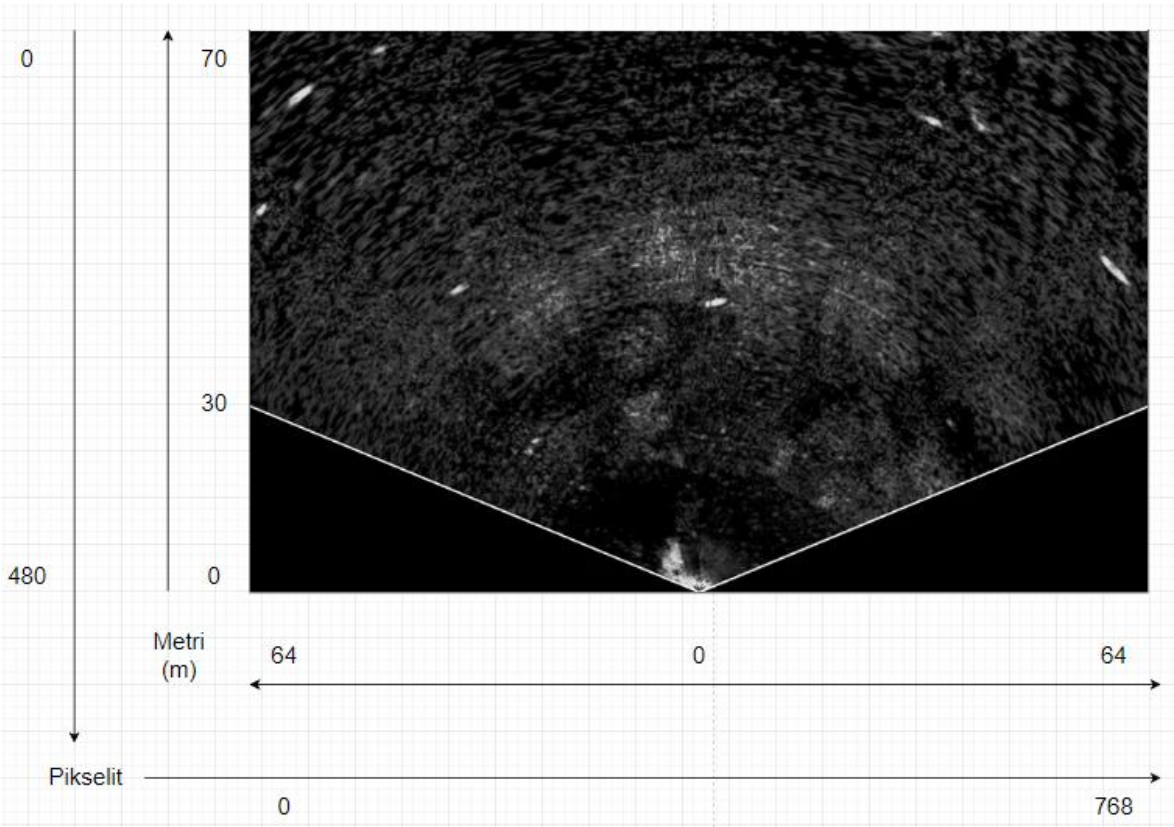
Lopullisten kuvien muodot myös eroavat toisistaan. DIDSON-tiedoston muodostama kuva noudattaa kuvassa 6 mainittua intensiteettimatriisia. Kaikuluotaimen kaiun etäisyys on siis jokaisessa pisteessä kuvan kaarella sama. MP4-tiedoston muodostamassa kuvassa kaikuluotaimen aukeamiskulman osoittimet eivät ylety kuvan oikeaan ja vasempaan yläkulmaan. ActiveTarget-kaikuluotaimella voidaan myös muuttaa kaiun etäisyyttä kuvauksen aikana, eli toisin sanoen kaikuluotaimella voidaan kuvata tiettyä aluetta lähempää ja loitompaa saman tiedoston aikana.

3.3.1 Mahdolliset ratkaisut

Tiedostosta luettua kuvaruutua on havainnollistettu kuvassa 13. Kuvan metrimitat eivät ole oikeat, vaan havainnollistavat. Kuva voidaan syöttää case-ohjelmistoon käsittelemättömänä, mutta tällöin syötetään myös kaikuluotaimen aukeamiskulman osoittimet. Ohjelmisto tulkitsee osoittimet havainnoiksi, joka muun muassa hidastaa ohjelmiston toimintaa. Kuvan mittasuhteet ovat tällöin myös ongelmalliset. Tarvitaan siis sekä ratkaisu kuvan syöttämiseksi oikeassa muodossa ohjelmistolle, että ratkaisu puuttuvien arvojen saavuttamiseksi.

Kuvaa voidaan käsitellä ja asettaa tausta läpinäkyväksi, jonka jälkeen kuva voidaan palauttaa intensiteettimatriisin muotoon. Kuvalle saavutetaan haluttu suorakulmion muoto, joka

voidaan DIDSON-tiedostosta muodostetun kuvan tavoin venyttää viuhkamaiseen muotoon. Lisäksi aukeamiskulman osoittimista päästään eroon. Lopputuloksena syntyy kuitenkin epätarkempi kuva, sekä kuvan mittasuhteet säilyvät ongelmallisina.



Kuva 13. MP4-tiedostosta luettu ja mustavalkoisena esitetty kuvaruutu.

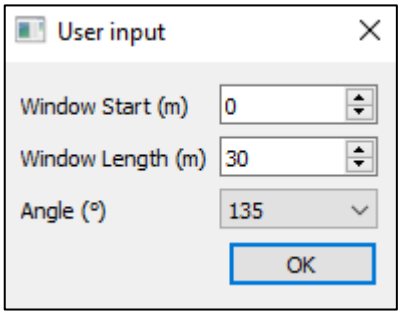
Puuttuvat arvot voidaan saavuttaa kysymällä niitä käyttäjältä. Ottaen huomioon mittasuhteiden ongelmallisuuden ja kaiun etäisyyden mahdollisen muutoksen kuvauksen aikana, olisi paras ratkaisu etäisyyksien kysymiselle käyttää jatkuvasti esillä olevia liukusäätimiä. Liukusäätimien toteutus vaatisi kuitenkin kokonaisvaltaisen muutoksen ohjelmiston toiminnalle. Nykyisellään ohjelmisto hakee arvon etäisyyksille kertaalleen tiedoston lukemisen yhteydessä ja käyttää kyseisiä arvoja niitä muuttamatta. Tämä on toimiva menetelmä silloin, kun luotausetäisyyttä ei muuteta yhden tiedoston aikana. Esimerkiksi lohien laskennassa jokialueella voidaan aineisto kerätä käyttämällä aina samaa etäisyyttä.

Etäisyyksien lukeminen kuvasta ei ole mahdollista ilman tietoa aineiston keruutavasta, mutta aukeamiskulman lukeminen olisi mahdollista toteuttaa. Aukeamiskulman lukeminen kuvasta vaatisi jonkinasteisen kuvantunnistuksen käyttöä ja jos siihen päädyttäisiin, olisi järkevä pohtia kannattaisiko samalla MP4-tiedostolle tuottaa oma mukautettu ohjelmisto ja ratkaisu kuvantunnistusta hyväksikäyttäen.

3.4 Käytännön toteutus

Ratkaisuna puuttuvien arvojen saavuttamiseksi käytettiin ponnahdusikkunaa, jolla arvoja kysytään käyttäjältä. Ponnahdusikkuna esitetään aina ja vain MP4-tiedoston valitsemisen ja avaamisen yhteydessä. Ponnahdusikkunan suunnittelussa noudatettiin yleisiä suunnittelusääntöjä. Tärkeimmät aihealueet käyttöliittymän suunnittelussa ovat selkeys, vaistonvaraisuus, palaute, yksinkertaisuus, rakenne, johdonmukaisuus, kestävyys ja saavutettavuus. Käyttöliittymän tulisi olla tehtäväorientoitunut ja sisältö tulisi esittää järkevästi. Kielen ja sanaston valinnassa huomioidaan käyttäjän sanasto. [25]

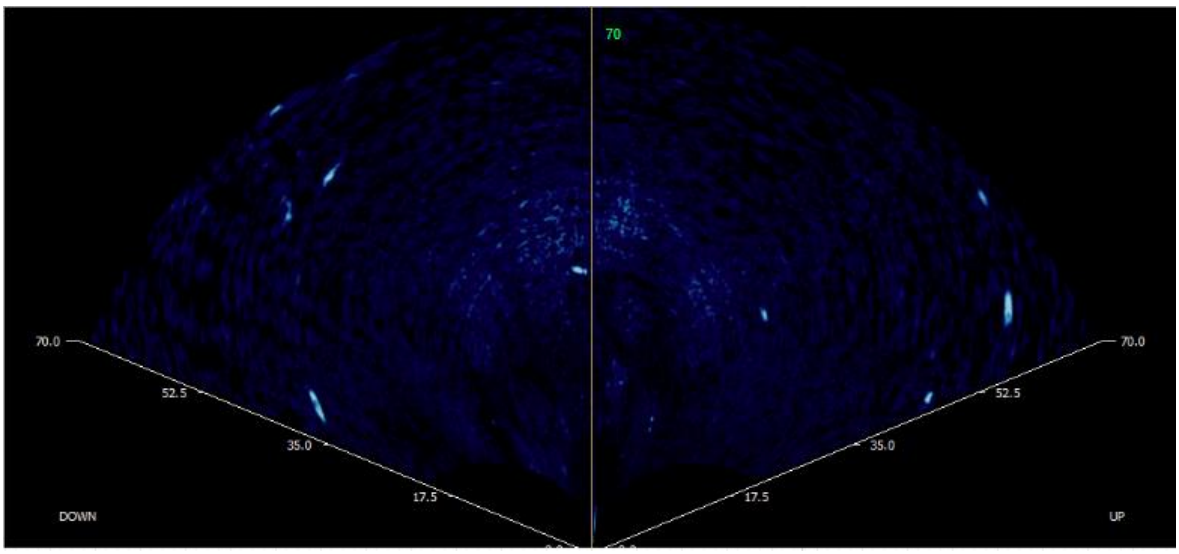
Ponnahdusikkuna on pyritty pitämään selkeänä ja uskollisena muulle käyttöliittymälle. Eteenpäin siirtyminen ja arvojen syöttö onnistuu OK-painikkeella ja oikeassa yläkulmassa sijaitseva X on asetettu sulkemaan koko ohjelmisto, virheiden estämiseksi. Ponnahdusikkunan oletusarvot on pyritty asettamaan yleisimmiksi arvoiksi. Etäisyydet on rajattu mahdollisiin arvoihin välille 0–100 ja kulmaan voi antaa toistaiseksi kulmat 18 ja 135, jotka ohjelmisto kykenee hallitsemaan. Etäisyyksien arvoja voidaan hallinnoida suoraan kenttään syöttäen, sekä nuolipainikkeilla. Ponnahdusikkunan toteutus esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Ponnahdusikkuna arvojen kysymiseksi käyttäjältä.

Kuvan syöttäminen ohjelmistolle toteutettiin muuttamalla kuvaruudun tausta mustaksi, jolloin päästiin eroon kaikuluotaimen aukeamiskulman osoittimista. Kuvan mittasuhteet ja hyvä resoluutio pystyttiin näin toistaiseksi säilyttämään luetun kuvan mukaisina. Kuvasta 15 voidaan nähdä etäisyydet toteutuksessa, sekä lopulliset ongelmalliset mittasuhteet. Kuva 15 on muodostettu käyttäen kuvan 13 arvoja.

Kuvasta 15 voidaan havaita etäisyyksien säilyvän ongelmallisina. Kuvan keltainen viiva esittää etäisyyttä metreinä 0-pisteestä kaarelle, joka on jokaisessa kaaren pisteessä 70. Annetuilla arvoilla ja parametreillä etäisyys kuitenkin pitää paikkansa vain keltaisella viivalla. Mitä lähempänä oikeata ja vasenta mitta-asteikkoa havainnot tapahtuvat, sitä vääristyneempi mittakoko on. Oikean ja vasemman mitta-asteikon läheisyydessä tapahtuvat havainnot ovat reaalisesti kauempana, eli havaintojen koko toteutuksessa on suurempi kuin tosiasiassa.

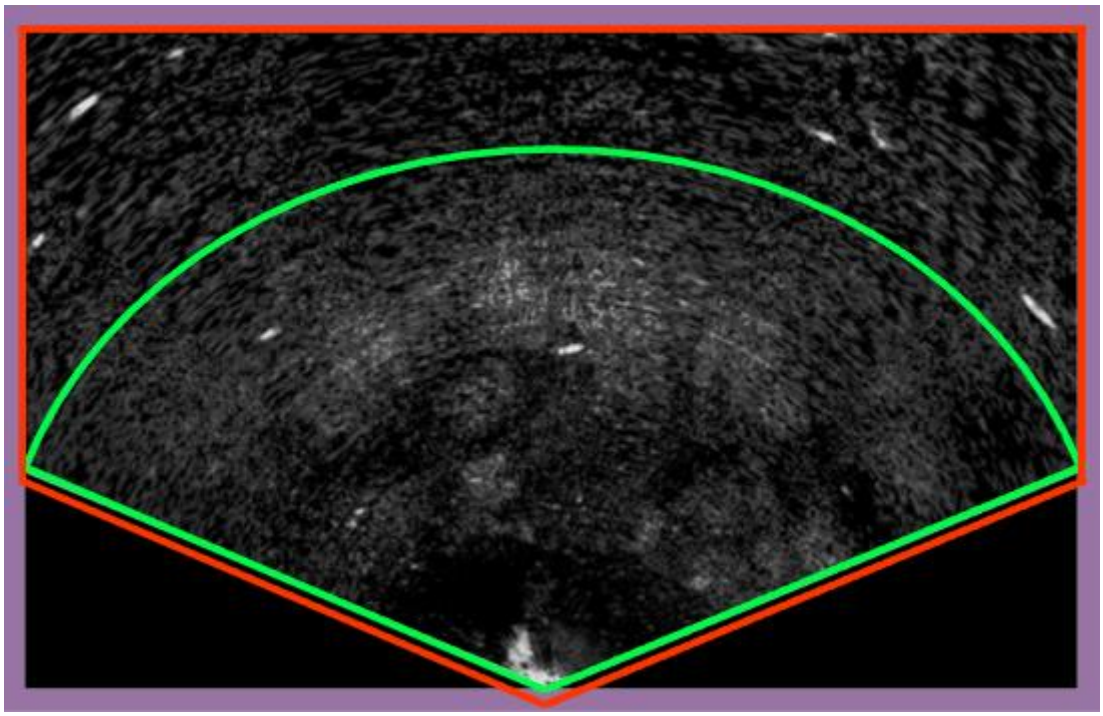


Kuva 15. Etäisyydet toteutuksessa.

Ongelmalliset etäisyydet johtuvat luettavan MP4-tiedoston kuvaruutujen muodosta ja etäisyyksistä. Kuvaruutu haluttaisiin suorakulmion muotoisena, jolloin y-etäisyys on sama jokaiselle x-akselin pikselille. Esimerkiksi kuvassa 13 x-akselilla pikselin 0 y-etäisyys on 480 pikseliä, kuten myös jokaisen x-akselilla olevan pikselin. MP4-tiedoston kuvaruudut luetaan kuitenkin jo valmiiksi viuhkamaisessa muodossa, jolloin etäisyys määrittyy yhden x-akselin

pikselin mukaan. Esimerkiksi kuvassa 13 x-akselilla pikselin 384 y-etäisyys on pystysuorasti 480 pikseliä, mutta vasemmalle ja oikealle siirryttäessä suurempi.

Kuvassa 16 on esitetty luetun kuvaruudun kuvankäsittelyvaihtoehtoja. Sinisellä merkattu alue havainnollistaa toteutuksessa käytettyä kuvaruutua. Punaisella merkattu alue havainnollistaa kappaleessa 3.3.1 pohdittua mahdollista ratkaisua, johon ei päädytty. Keltaisella merkattu alue havainnollistaa mahdollista ratkaisua, joka hylättiin ilman tarkempaa tarkastelua sen poistaessa dataa.



Kuva 16. Kuvaruudun kuvankäsittely.

Toteutuksessa päädyttiin siis olla muodostamatta kuvaa haluttuun muotoon. Perustelu ratkaisulle oli, että kuvaa ei saada muodostettua haluttuun muotoon ilman, että kuvasta poistetaan dataa eli pikseleitä. Vääristyneessä mittakaavassa olevaa dataa arvostettiin siis enemmän kuin menetettyä dataa. Päädyttiin siis ratkaisuun, jossa käytetään kaikuluotaimen kaikumoduulin muodostamaa korkearesoluutioista kuvaa, eli tehtyä toteutusta.

4 Johtopäätökset

Tässä työssä käytiin läpi DIDSON-kaikuluotaimen ja -tiedoston, sekä ActiveTarget-kaikuluotaimen ja sen avulla tuotetun MP4-tiedoston teoriaa. Teorian pohjalta tehtiin selvitys eroavaisuuksista ja pyrittiin löytämään parhaat ratkaisut MP4-tiedoston lukemiseksi case-ohjelmistoon, joka aiemmin kykeni vain DIDSON-tiedostojen käsittelyyn. Ratkaisujen avulla luotiin käytännön toteutus, jonka avulla case-ohjelmisto kykenee MP4-tiedostojen käsittelyyn. Käytännön toteutuksessa otettiin huomioon case-ohjelmiston komponenttien rakenne ja se, että toteutus ei vaikuta olemassa olevaan toiminnallisuuteen.

Käytännön toteutuksessa päädyttiin suhteellisen matalan tason ratkaisuun ja tulevaisuudessa toteutuksen kehittämisen sijaan, saattaisi olla viisaampaa tutkia mahdollisuutta erillisen mukautetun kuvantunnistusohjelmiston rakentamisesta MP4-tiedostoille. Nykymuodossaan case-sovellus ja siinä käytetty DIDSON-tiedostomuoto rajoittavat korkeamman tason kehitystyötä.

Tutkimus vastasi sille asetettuihin tavoitteisiin hyvin. Tutkimuskysymykseen miten MP4-formaatti sopii käytettäväksi luotainaineiston käsittelyssä, löydettiin vastaus ja se todistettiin tutkimusmenetelmän mukaisesti luomalla artefakti. MP4-formaatti sopii jo nykyisellään luotainaineiston käsittelyyn, joka oli odotettavissa. Tutkimuksessa käytetty kaikuluotain oli suhteellisen uusi, joten on myös mielenkiintoista nähdä miten kaikuluotaimen kehitys vaikuttaa tiedostoon tulevaisuudessa.

Tutkimuksessa toteutettu ratkaisu on vahvasti sidoksissa mukautettuun case-ohjelmistoon, mutta ratkaisu voidaan helposti laajentaa yleispäteväksi. Tutkimuksessa tehty testaus jäi myös perustasolle, mutta ratkaisu toteutettiin niin, että sen pitäisi olla yleispätevä kaikille kyseisellä tavalla kerätylle aineistolle.

Lähteet

[1] FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/cc0461en

[2] Keskinen, T., Marjomäki, T., Lappalainen, A., Salmi, P., Heikinheimo, O., Veneranta, L., Vainikka, A., Salminen, M., Kangas, K., Eskelinen, P., Ruuhijärvi, J., & Syrjänen, J. (2018). Tutkimus ja seuranta. In M. Salminen, & P. Böhling (Eds.), Kalavarojen käyttö ja hoito. B-osa (pp. 480-539). Luonnonvarakeskus; Maa- ja metsätalousministeriö. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-657-5

[3] Isometsä, K., Orell, P., Romakkaniemi, A., Vähä, V. & Lilja, J. (2021). Tornionjoen nousulohien kaikuluotausseurannat vuosina 2009–2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 9/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 32 s https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547285/luke-luobio_9_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[4] Raitaniemi, J. & Sairanen, S. (toim.). 2022. Kalakantojen tila vuonna 2021 sekä ennuste vuosille 2022 ja 2023. Silakka, kilohaili, turska, lohi, meritaimen, siika, kuha, ahven ja hauki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 72/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 138 s https://jukuri.luke.fi/handle/10024/552182

[5] Ghobrial M. (2019). Master's Thesis. Fish Detection Automation from ARIS and DIDSON SONAR Data. University of Oulu. http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201906262667.pdf

[6] NOAA. (2023). What is sonar? https://oceanservice.noaa.gov/facts/sonar.html. [Viitattu: 9.10.2022]

[7] Chernyak, V.S. (2018). Fundamentals of Multisite Radar Systems: Multistatic Radars and Multistatic Radar Systems. CRC Press. ISBN: 9781351446426

[8] Peffers, Ken & Tuunanen, Tuure & Rothenberger, Marcus & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems. 24. 45-77. https://www.researchgate.net/publication/284503626_A_design_science_research_methodology_for_information_systems_research. [Viitattu: 12.12.2022]

[9] Hevner, Alan R. (2007) "A Three Cycle View of Design Science Research," Scandinavian Journal of Information Systems: Vol. 19: Iss. 2, Article 4. https://www.uio.no/studier/emner/jus/afin/FINF4002/v13/hefner-design.pdf. [Viitattu: 12.12.2022]

[10] Simmonds J., MacLennan D. (2005) Fisheries Acoustics: Theory and Practice, 2nd Edition. Blackwell. ISBN: 9780632059942

[11] Helminen, Jani & Dauphin, Guillaume & Linnansaari, Tommi. (2020). Length measurement accuracy of Adaptive Resolution Imaging Sonar (ARIS) and a predictive model to assess adult Atlantic salmon (Salmo salar) into two size categories with long-range data in a river. Journal of Fish Biology. 97. 10.1111/jfb.14456.

[12] Wille P. (2005) Sound Images of the Ocean: in Research and Monitoring. Springer Science & Business Media. ISBN: 9783540279105

[13] Kolev, N.Z. (2011). Sonar Systems. IntechOpen. ISBN: 9789533073453

[14] Andrews, Samuel & O'Sullivan, Antóin & Helminen, Jani & Arluison, Daniel & Samways, Kurt & Linnansaari, Tommi & Curry, R.. (2020). Development of Active Numerating Side Scan for a High-density Overwintering Location for Endemic Shortnose Sturgeon (Acipenser brevirostrum) in the Saint John River, New Brunswick. Diversity. 12. 10.3390/d12010023.

[15] Sound Metrics. About Us. http://www.soundmetrics.com/About-Us. [Viitattu: 12.11.2022]

[16] Lowrance. ActiveTarget. https://www.lowrance.com/fi-fi/activetarget/. [Viitattu: 12.11.2022]

[17] Helminen, Jani & Linnansaari, Tommi & Bruce, Meghann & Dolson-Edge, Rebecca & Curry, R.. (2019). Accuracy and Precision of Low-Cost Echosounder and Automated Data Processing Software for Habitat Mapping in a Large River. Diversity. 11. 116. 10.3390/d11070116.

[18] Lowrance. ActiveTarget asennusohje suomi. Navico Holding AS. https://softwaredownloads.navico.com/Lowrance/FTP/Lowrance_Software%20-%20Copy/documents/ActiveTarget_IM_FI_988-12812-002_w.pdf. [Viitattu: 12.11.2022]

[19] Zetterberg, A. (2021). Kalastus-lehti esittelee: Lowrance Active Target Live. Krookmedia. https://issuu.com/krookmedia/docs/kal_01_2021_20210505/s/12429087. [Viitattu: 15.11.2022]

[20] West Marine. ActiveTarget Live Sonar. https://www.westmarine.com/lowrance-activetarget-live-sonar-20157871.html. [Viitattu: 12.11.2022]

[21] Hwung, C. (2023). What is MP4? Here's Everything You Need to Know. VideoProc. https://www.videoproc.com/resource/mp4-file.htm. [Viitattu: 15.1.2023]

[22] Wikipedia. (2023). List of file signatures. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_file_signatures . [Viitattu: 7.3.2023]

[23] Helminen, Jani & Linnansaari, Tommi. (2021). Object and behavior differentiation for improved automated counts of migrating river fish using imaging sonar data. Fisheries Research. 237. 105883. 10.1016/j.fishres.2021.105883.

[24] Sen-Ching S.C. & Kamath C. (2004) Robust techniques for background subtraction in urban traffic video. In: Visual Communications and Image Processing 2004, vol. 5308, International Society for Optics and Photonics, vol. 5308, pp. 881–893.

[25] Johnson, J. (2014). Designing with the mind in mind: simple guide to understanding user interface design guidelines. Second edition. Boston: Elsevier.