

Adaptiivinen videokuva eri verkkoselaimilla

Toni Ojala

Sähkötekniikan korkeakoulu

Kandidaatintyö
Espoo XX.XX.2022

Vastuuopettaja

Yliopistonlehtori Markus Turunen

Työn ohjaaja

DI Juha Järvinen

Copyright © 2022 Toni Ojala

Tekijä Toni Ojala		
Työn nimi Adaptiivinen videokuva eri verkkoselaimilla		
Koulutusohjelma Elektroniikka ja sähkötekniikka		
Pääaine Elektroniikka ja sähkötekniikka	Pääaineen koodi ELEC3013	
Vastuupettaja Yliopistonlehtori Markus Turunen		
Työn ohjaaja DI Juha Järvinen		
Päivämäärä XX.XX.2022	Sivumäärä 14	Kieli Suomi
Tiivistelmä Tiivistelmä		
Avainsanat verkkoselain, adaptiivinen videokuva, adaptiivinen suoratoisto,		

Sisällys

Tiivistelmä	3
Sisällys	4
Käsitteet ja lyhenteet	5
1 Johdanto	6
2 Verkkoselain	7
3 Videokuva	9
4 Suoratoisto	10
5 Vertailu	11
6 Yhteenveto	12
Viitteet	13

Käsitteet ja lyhenteet

Käsitteet

HTML5

Protokolla, jota selaimet ja palvelimet käyttävät tiedonsiirtoon.

URL

Verkkoselain

World Wide Web

WorldWideWeb

Yleiskäsite moderneille verkkotela-

Määrittää miten esimerkiksi teks-

Jonkin verkkoresurssin (lähtäkoh-

Tietokoneohjelma, jota käytetään

tai paikallisen verkkosivun käytt-

Internet-verkossa toimiva hajaut-

Ensimmäinen verkkoselain

Lyhenteet

DASH Dynamic Adaptive Streaming over HTTP,
tunnetaan myös nimellä MPEG-DASH

HLS HTTP Live Streaming

HTML HyperText Markup Language

HTTP HyperText Transfer Protocol

MPEG Moving Picture Experts Group

URL Uniform Resource Locator

WWW World Wide Web

1 Johdanto

Elämää ilman internetiä voi olla nykyään hankala kuvitella. Michael ja Ronda Hauben kertovat tekstissään *Behind the Net: The Untold History of the ARPANET and Computer Science (Chapter 7)*, kuinka internet sai alkunsa Yhdysvaltain puolustusministeriön aloitteen ja rahoituksen seurauksena syntyneestä ARPANET-nimisestä verkosta 1960-luvulla. [1] Alunperin puolustusvoimille suunniteltu verkko ja alkuaikoina vain muutaman tahon käyttämä verkko on sittemmin kasvanut ja kehittynyt räjähdysmäisesti. Nykyään internetiä käyttää maailmanlaajuisesti noin 63% väestöstä [2] ja esimerkiksi vuonna 2018 80%:lla suomalaisista oli käytössään älypuhelin [3], jonka avulla käyttää internetiä.

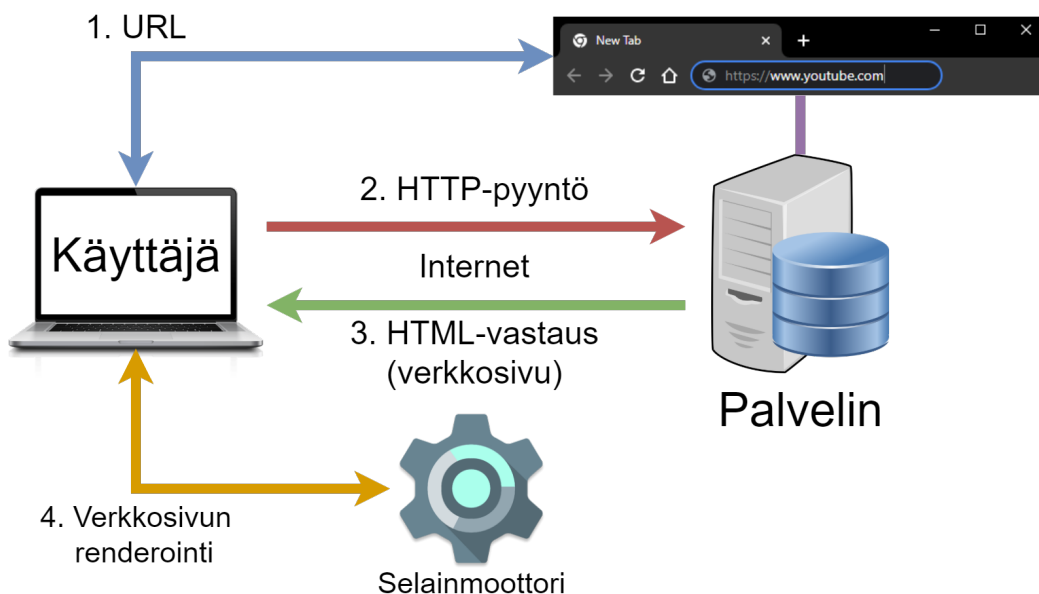
90-luvun alussa englantilainen tietojenkäsittelytieteilijä Tim Berners-Lee mullisti internetin kehittäessään HyperText Markup Languagen (lyh. HTML) kuvaamaan verkkosivuja ja -dokumentteja, jolla verkkosivut tehdään tänäkin päivänä. Uusi kuvauskieli tarvitsi tietysti parikseen sopivan työkalun, jonka seurauksena ensimmäinen verkkoselain, WorldWideWeb, syntyi [4]. WorldWideWebistä on tultu pitkä matka eteenpäin ja nykyään verkkoselaimia onkin lukuisia erilaisia, jotka kilpailevat keskenään muun muassa erilaisilla ominaisuuksilla ja käytettävyydellä.

Internetin laajentuessa ja monipuolistuessa myös videomuotoinen sisältö on löytänyt tiensä internetiin. Etenkin nykypäivänä videomuotoisen sisällön kysyntä sekä tarjonta on valtava, jonka takia videosisällön jakamiseen on kehitetty omat teknologiansa. Katsojalle katkottomaan videon katseluun on kehitetty adaptiivinen suoratoisto (eli adaptiivinen videokuva), jonka avulla videon laatu voidaan maksimoida suhteessa käytettävissä oleviin kaistan ja prosessorin kapasiteetteihin. Tämän kyseisen periaatteen mukaisesti erimerkiksi monen suosima YouTube-videopalvelu jakaa videonsa miljoonille katsojille päivittäin.

Tämä työ esittelee, mistä kaikesta adaptiivinen videokuva teknologiana koostuu sekä miten sen toteutukset eroavat viidessä suosituimmassa verkkoselaimessa. Toisessa luvussa käsitellään modernia verkkoselainta yleisesti, joka luo pohjaa vertailulle. Kolmannessa luvussa avataan videokuvan käsitettä etenkin internetin videosisällön kannalta ja käydään läpi adaptiivisen striimauksen kannalta olennaisimpia formaatteja. Neljännessä luvussa käydään läpi videokuvan suoratoistoa yleisesti sekä etenkin adaptiivista suoratoistoa. Viidennessä luvussa vertaillaan tämän hetken viittä suosituinta verkkoselainta adaptiivisen suoratoiston osalta. Viimeisessä luvussa pohditaan, mitä havaintoja vertailussa on ilmennyt eli miten eri selaimet eroavat adaptiivisen suoratoiston ja siihen liittyvien ominaisuuksien osalta.

2 Verkkoselain

Verkkoselain on tietokoneohjelma, jonka päätarkoitus on noutaa sisältöä internetistä tai paikalliselta tallennusvälineeltä käyttäjän katseltavaksi ja käytettäväksi. Verkkoselainta käytetään yleensä (kuten kuvassa 1 prosessia kuvataan) syöttämällä sille URL-osoite. URL on lyhenne sanoista Uniform Resource Locator, joka on merkkijono ja jonkin verkkoresurssin (lähtökohtaisesti verkkosivu) osoite [5]. Selain noutaa osoitteen mukaisen verkkosivun, jonka jälkeen selainmoottori renderoi eli hahmontaa sivun sisällön käyttäjän katseltavaksi. Noudettu verkkosivu voi sisältää esimerkiksi tekstiä, kuvia, ääntä, videoita tai muuta vastaavaa sisältöä. Verkkosivujen katselemisen lisäksi selaimia käytetään nykyään myös esimerkiksi PDF-tiedostojen katseluun.



Kuva 1: Yksinkertainen malli selaimen käyttöprosessista

Vaikka alkujaan internetin selaamiseen olikin olemassa vain muutamia selaimia, on niitä nykyään lukuisia erilaisia ja selaimia on tietokoneiden lisäksi useille eri laitteille, kuten älypuhelimet, tablettitietokoneet, pelikonsolit ja älytelevisiot. Taulukossa 1 esitetyn tilaston mukaan tällä hetkellä viisi suosituinta tietokoneella käytettyä verkkoselainta ovat Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, Mozilla Firefox ja Opera. Tässä työssä tulemme keskittymään noihin viiteen selaimen adaptiivisen videokuvan näkökulmasta.

Moderni verkkoselain koostuu useammasta komponentista, kuten käyttöliittymä, selainmoottori, muisti sekä JavaScript-tulkki. Kaikista keskeisin näistä komponenteista on selainmoottori eli selainydin. Selainmoottorin päätehtävänä on muuntaa HTML-tiedostot ja muut verkkosivun resurssit (kuten audio- ja videoresurssit) interaktiiviseksi visuaaliseksi esitykseksi käyttäjän laitteella.

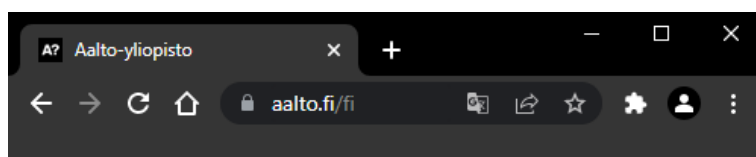
Taulukko 1: Verkkoselainten markkinaosuus tietokonekäytössä helmikuussa 2022 StatCounterin mukaan. [6]

Google Chrome	64,91%
Safari	9,77%
Microsoft Edge	9,61%
Mozilla Firefox	9,47%
Opera	2,87%
Muut	3,37%

Selainten mittavasta lukumäärästä huolimatta selainmoottoreita ei suinkaan ole yhtä montaa, ja suosituimmistakin selaimista peräti 3 käyttävät samaa selainydyntä. Firefox käyttää Mozillan kehittämää Gecko-nimistä selainmoottoria, Safari käyttää Applen kehittämää WebKit-selainmoottoria ja Chrome, Edge sekä Opera käyttävät kaikki Chromium-projektille yhteistä Blink-selainmoottoria. [7] Tämän työn kannalta merkittäviä selainmoottoreita ovat edellä mainitut Gecko, WebKit ja Blink, sillä viidessä suosituimmassa selaimessa on käytössä vain 3 eri selainmoottoria. Verkkoselainten käyttöliittymä on selaimesta riippumatta usein hyvin samankaltainen. Yleensä selaimen käyttöliittymästä löytyy ainakin seuraavat elementit:

- osoiterivi URL-osoitteiden syöttämiseen
- eteenpäin ja takaisin navigoimista varten olevat painikkeet
- kotipainike (joka vie käyttäjän asettamalle kotisivulle tai -sivuille)
- päivitys- ja pysäytyspainike sivun resurssien päivittämiseen tai resurssien lataamisen pysäyttämiseen
- kirjanmerkkien luomisen painike tai työkalut
- hallintapainike, josta pääsee esimerkiksi selaimen asetuksiin

Vaikka moni muu ominaisuus verkkoselainten toiminnasta on standardien säätelemää, ei käyttöliittymän ominaisuuksista ole erillisiä standardeja. Silti yllä mainitut ja myös kuvassa 2 havaittavat ns. vakioelementit löytyvät lähes poikkeuksetta jokaisesta selaimesta tänä päivänä. Lisäksi selaimista löytyy usein jokin hakukone (esimerkiksi Google tai DuckDuckGo) integroituna osoiteriviin, välilehtijärjestelmä jonka avulla jokaista verkkosivua ei tarvitse avata omassa ikkunassaan sekä monia muita käytettävyyttä huomattavasti lisääviä ominaisuuksia.



Kuva 2: Google Chrome -selaimen käyttöliittymä

3 Videokuva

Videokuvalla eli videolla tarkoitetaan yleensä teknologiaa, jolla elektronisista signaaleista muodostetaan liikkuvaa kuvaa. Video siis koostuu lähtökohtaisesti suuresta määrästä still-kuvia, jotka toistetaan nopeasti peräkkäin jolla simuloidaan liikettä. Videojärjestelmiä ja -teknologioita on nykyään hyvin monia erilaisia ja niissä on useita eroavaisuuksia esimerkiksi näissä ominaisuuksissa:

- resoluutio eli kuvatarkkuus
- kuvasuhde (kuvan leveys suhteessa korkeuteen)
- virkistystaajuus eli montako kuvaa näytetään sekunnin aikana
- väriominaisuudet

Videot olivat alunperin analogisia, joiden värijärjestelmiin ja koodausmenetelmiin kuuluivat muun muassa NTSC, PAL ja SECAM. Nykyään analogisiin videoihin törmää kuitenkin enää harvoin, sillä internetin sekä usean digitaalisen tallennusvälineen ja järjestelmän käytön yleistymisen myötä myös digitaalisten videoiden määrä on kasvanut hurjasti. Lisäksi myös televisiolähetykset siirtyivät Suomessa kokonaan digitaaliseen formaattiin vuonna 2007 [8], joka entisestään vähensi analogisen videon esiintyvyyttä. Tässä työssä käsitellään nimenomaan digitaalista videota etenkin suoratoistokäytössä.

Kuten videoiden toistamiseen ja katsomiseen on lukuisia erilaisia järjestelmiä, on digitaalisen videon formaatteja monia erilaisia. Taulukossa 2 on listattuna tämän hetken oleellisimpia digitaalisia videoformaatteja, sekä hieman avattu niiden pääsääntöisiä käyttökohteita. Kuten taulukossakin on mainittu, MP4 ja WebM ovat verkkokäyttöön parhaiten soveltuvat ja samalla suosituimmat formaatit.

Taulukko 2: Listaus suosituista videoformaateista ja niiden käyttökohteista. [10][11]

Videoformaatti	Käyttö	Huomioita
MP4	Verkkosisältö, suoratoisto	Selkeästi suosituin ja käytetyin formaatti
WebM	Verkkosisältö, suoratoisto	Vasta hiljattain tuettu Applen alustoilla
AVI	TV ja päätiedostot	Monipuolinen ja usein laadukas formaatti, suuret tiedostokoot
MOV	Elokuvat ja TV	Riippuvainen QuickTime-ympäristöstä
WMV	Windows, suoratoisto	Suhteellisen rajoittunut Windows-ympäristöön
MKV	Elokuvat ja TV	AVI:n kaltainen
MPEG-2	DVD	Suhteellisen harvinainen

4 Suoratoisto

Adaptiivinen suoratoisto

DASH

HLS

5 Vertailu

6 Yhteenveto

Viitteet

- [1] M. Hauben, R. Hauben. *Behind the Net: The Untold History of the ARPANET and Computer Science (Chapter 7)*. Verkkodokumentti. Viitattu: 27.2.2022. Saatavissa: [doi:10.5210/fm.v3i8.612](https://doi.org/10.5210/fm.v3i8.612).
- [2] *Measuring digital development: Facts and figures 2021*. ISBN 978-92-61-35401-5. 2021. Telecommunication Development Bureau, International Telecommunication Union (ITU). Viitattu: 27.2.2022. Saatavissa: <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2021/>.
- [3] *Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestön tieto- ja viestintätekniikan käyttö*. ISSN 2341-8699 [verkkojulkaisu]. 2018. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu: 27.2.2022. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/sutivi/2018/sutivi_2018_2018-12-04_tie_001_fi.html.
- [4] T. Berners-Lee. *The WorldWideWeb browser*. Verkkodokumentti. Viitattu: 15.3.2022. Saatavissa: <https://www.w3.org/People/Berners-Lee/WorldWideWeb.html>.
- [5] *What is a URL?*. Verkkodokumentti. Viitattu: 15.3.2022. Saatavissa: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Common_questions/What_is_a_URL.
- [6] *Desktop Browser Market Share Worldwide Feb 2022*. StatCounter Globalstats. Viitattu: 15.3.2022. Saatavissa: <https://gs.statcounter.com/browser-market-share/desktop/worldwide/#monthly-202202-202202-bar>.
- [7] D. Nield. *Which Browser Engine Powers Your Web Browsing — And Why Does It Matter?*. 12.4.2019. Verkkodokumentti. Viitattu: 16.3.2022. Saatavissa: <https://gizmodo.com/which-browser-engine-powers-your-web-browsing-and-why-d-1833935288>.
- [8] *Digitaalisen television kehitysvaiheet Suomessa*. Verkkodokumentti. Viitattu: 24.3.2022. Saatavissa: <https://www.digita.fi/antennitv/vapaat-kanavat-ja-vastaanotto/hyodyllista-tietoa-tvsta/kehitysvaiheet/>.
- [9] *Browser support tables for modern web technologies — Can I use video format?*. Verkkodokumentti. Viitattu: 24.3.2022. Saatavissa: <https://caniuse.com/?search=video%20format>.
- [10] G. Maayan. *8 Best Video File Formats for 2020*. Verkkodokumentti. Viitattu: 24.3.2022. Saatavissa: <https://www.computer.org/publications/tech-news/trends/8-best-video-file-formats-for-2020>.

- [11] *Choosing the right video format*. Verkkodokumentti. Viitattu: 24.3.2022. Saatavissa: <https://www.adobe.com/uk/creativecloud/video/discover/best-video-format.html>
- [12] *Video Developer Report 2018*. Verkkodokumentti. Viitattu: 24.3.2022. Saatavissa: <https://go.bitmovin.com/hubfs/Bitmovin-Video-Developer-Report-2018.pdf>.