

Microsoftin ja Googlen tekoälyn vaikutukset hakukoneiden toimintaan

Vertailu Bingin ja Googlen AI-ominaisuuksista

Tiivistelmä

Tekijä(t) Jutta Sorsa, Elias Lempiäinen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 44	Valmistumisaika 2024
Työn nimi Microsoftin ja Googlen tekoälyn vaikutukset hakukoneiden toimintaan Vertailu Bingin ja Googlen AI-ominaisuuksista		
Tutkinto Tradenomi (AMK), tietojenkäsittelyn koulutus		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tarkastellaan kahden suurimman hakukoneen, Googlen ja Microsoftin Bingin toimintaa ja tekoälyominaisuuksia. Hakukoneet ovat keskeisiä työkaluja tiedonhaussa ja niiden toiminta vaikuttaa merkittävästi siihen, millaista tietoa käyttäjät löytävät. Tekoälyn kehityksen myötä hakukoneet ovat siirtyneet perinteisestä avainsanapohjaisesta hakumallista kohti älykkäämpää ja käyttäjän tarpeita ennakoivaa toimintaa.</p> <p>Opinnäytetyö pyrkii selventämään tavalliselle käyttäjälle, kuinka paljon tekoälyllä on vaikutusta hakutulokseen ja miten yhtiöiden hakukoneet käyttävät tekoälymallien ominaisuuksia tulosten personointiin sekä järjestykseen hakutulossivulla. Molemmat yhtiöt, Google ja Microsoft ovat panostaneet tekoälyyn merkittävästi hakukoneissaan ja tässä opinnäytetyössä pyritään löytämään keskeiset yhtäläisyydet ja eroavaisuudet. Tutkimuksen avulla pyritään antamaan käyttäjälle suuntaviivoja siitä, miten tekoäly vaikuttaa hakutuloksiin, niiden järjestykseen ja kysymysten ymmärtämiseen.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksista voidaan todeta, että tekoäly vaikuttaa huomattavasti hakutuloksiin ja niiden järjestykseen. Tutkimuksessa tunnistettiin keskeiset yhtäläisyydet sekä eroavaisuudet hakukoneiden välillä.</p>		
Asiasanat tekoäly, tekoälymalli, hakukone, hakukoneoptimointi		

Abstract

Author(s) Jutta Sorsa, Elias Lempiäinen	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2024
	Number of Pages 44	
Title of Publication Impacts of Microsoft and Google's AI on Search Engine Functionality A comparison of Bing and Google's AI Features		
Name of Degree Bachelor of Business Administration, Business Information Technology (UAS)		
Abstract <p>In this thesis the function and the features of Artificial Intelligence of two of the biggest search engines, Google and Bing from Microsoft, are examined. Search engines are essential tools in information search and their functioning significantly affects what kind of information the users find. With the development of Artificial Intelligence, search engines have shifted from the traditional keyword-based search model towards more intelligent and predictive function of the user's needs.</p> <p>This thesis aims to clarify for the average user how much impact Artificial Intelligence has on search results and how companies' search engines use the characteristics of Artificial Intelligence models to personalize search results and organize the search result page. Both companies, Google and Microsoft, have made considerable investments into Artificial Intelligence in their search engines and their main similarities and differences have been examined in further detail. Additionally, this thesis provides guidelines to the end user on how Artificial Intelligence affects search results, their order, and understanding of the questions made in the search.</p> <p>The results of the thesis show that Artificial Intelligence significantly affects the search results and their order. The research identified key similarities and differences between the search engines.</p>		
Keywords Artificial Intelligence, AI model, Search Engine, Search Engine Optimization		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
1.1	Tutkimuksen aihe ja tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	1
1.3	Tutkimuskysymysten esittely	2
1.4	Yritysesittelyt	3
2	Tekoäly.....	6
2.1	Tekoälyn historia 2010-luvulta lähtien.....	6
2.2	Algoritmi ja sen toiminta.....	7
2.3	Koneoppiminen.....	8
2.4	Syväoppiminen	9
3	Hakukoneet	12
3.1	Hakukoneiden historia ja kehitys.....	12
3.2	Hakukone Google	14
3.3	Hakukone Bing	15
3.4	Hakukoneoptimointi	17
4	Tekoälymallit hakukoneissa	21
4.1	GPT-mallit	21
4.2	Turing-mallit.....	24
4.3	BERT.....	28
4.4	MUM.....	30
4.5	RankBrain.....	31
4.6	Tekoälymallit hakukoneoptimoinnin tukena.....	32
5	Vaikutukset	34
5.1	Tekoälyn vaikutukset hakutuloksiin.....	34
5.2	Tekoälyn tulevaisuus hakukoneissa.....	36
6	Johtopäätökset	39
6.1	Tavoite ja tulokset.....	39
6.2	Jatkotutkimusehdotukset	44
	Lähteet	45

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen aihe ja tausta

Viime vuosina tekoäly on osoittautunut keskeiseksi teknologiaksi, joka vaikuttaa laaja-alaisesti yhteiskuntaan, talouteen, tutkimukseen sekä hakukoneisiin, joiden toimintaa tekoälymallit ovat merkittävästi kehittäneet. Tekoäly on yksi merkittävimmistä teknologioista ja sen rooli kasvaa jatkuvasti yksityishenkilöiden sekä yritysten käytössä. Googlen ja Microsoftin hakukoneet ovat olleet innovaatioiden eturintamassa, ja tekoälyn merkitys niiden toiminnassa on jatkuvasti kasvava. Tekoälyllä on valtava vaikutus sekä kuluttajien käyttäjäkokemukseen hakukonetta käytettäessä ja yritysten suorittamaan hakukoneoptimointiin. Hakukoneet ovat osa ihmisten jokapäiväistä elämää. Miljoonat ihmiset ympäri maailmaa käyttävät hakukoneita päivittäin ja tekoälyn kehitys parantaa hakutulosten tarkkuutta, personointia ja käyttäjäkokemusta. Hakukoneiden periaatteena on helpottaa käyttäjiä löytämään ajankohtaista ja täsmällistä tietoa internetistä nopeasti sekä tehokkaasti. Hakukoneita hyödyntävät yksityiset käyttäjät ja yritykset.

Tekoälyn merkitys hakukoneissa on kasvanut voimakkaasti ja Microsoft sekä Google ovat ottaneet käyttöön kehittyneitä tekoälymalleja parantaakseen hakutuloksia. Tekoälyn roolin kasvu hakukoneissa johtuu useasta eri syystä, jotka selittävät uusien tekoälypohjaisten toiminnallisuuksien käyttöönottoa. Syiden taustalla ovat pyrkimykset parantaa hakutulosten merkityksellisyyttä ja lisätä käyttäjäkokemusten laatua, samalla ylläpitäen käyttäjien uskollisuutta. Tutkimuksessa on tärkeää syventyä hakukoneiden tekoälyominaisuuksien eroihin ja yhtäläisyyksiin. Tarkastelu tarjoaa kattavan kuvan hakukoneiden nykytilasta sekä ymmärryksen, miten tekoäly vaikuttaa tulevaisuuden kehityssuuntiin digitaalisessa tiedonhaussa ja käyttäjäkokemuksen muokkaamisessa. Tämän avulla voidaan hahmottaa, millaisia vaikutuksia innovaatioilla on kuluttajille sekä yrityksille.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena on selvittää, miten tekoäly vaikuttaa hakutuloksiin, keskittyen erityisesti hakualgoritmien kehitykseen, personointiin ja kielenkäsittelyn ominaisuuksiin Bing- ja Google-hakukoneissa. Tekoäly on merkittävä trendi, jonka merkitys ja sovellukset laajenevat jatkuvasti, mutta hakukoneiden käyttäjillä ei välttämättä ole selkeää käsitystä siitä, miten tekoäly vaikuttaa hakutuloksiin. Tämä tutkimus pyrkii avaamaan tekoälyn roolia hakukoneiden toiminnassa ja lisäämään ymmärrystä siitä, miten kehittyneet algoritmit vaikuttavat hakutulosten merkityksellisyyteen ja käyttäjäkokemukseen.

Tutkimuksen ensisijainen tavoite on tiedon hankinta ja yhdisteleminen uudeksi tiedoksi, ja se pohjautuu olemassa olevaan kirjallisuuteen, tutkimusartikkeleihin sekä Microsoftin ja Googlen julkaisemaan aineistoon. Kaikkien tekoälymallien ja algoritmien yksityiskohtainen esittely ei ole mahdollista niiden suuren määrän vuoksi. Tässä tutkimuksessa keskitytään keskeisiin ja yleisimmin käytettyihin tekoälymalleihin, jotka vaikuttavat hakukoneiden toimintaan merkittävästi. Hakukoneiden algoritmeihin tulee lisäksi jatkuvasti päivityksiä, ja käyttäjän on mahdotonta rajoittaa näitä muutoksia ilman, että se vaikuttaisi hakukoneen käyttöön. Tämän vuoksi tutkimuksen tulokset perustuvat tämänhetkiseen tietoon ja käytössä olevaan dokumentaatioon. Tavoitteena on esittää mahdollisimman ajantasaisen ja kokonaisvaltaisen kuvan siitä, miten tekoäly muovaa hakukoneiden tarjoamia tuloksia ja mitä tämä tarkoittaa käyttäjän näkökulmasta.

Työssä tutkitaan, miten tekoäly vaikuttaa näiden hakukoneiden toimintaan ja mitä tekoälymalleja on käytössä. Tutkimus on rajattu käsittelemään tekoälyä ja sen kehitystä 2010-luvulta alkaen, koska tällöin tekoälyn kehitys on lähtenyt räjähdysmäiseen kasvuun. Lisäksi opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan algoritmeja, miten ne toimivat ja miten niitä koulutetaan. Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään ainoastaan Googlen ja Bingin hakukoneiden tekoälyominaisuuksia tekoälymallien osalta. Tällöin puheen, kuvien ja videoiden tunnistus sekä muut ominaisuudet jäivät tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkimusta ei voida pitää absoluuttisena totuutena, sillä iso osa aineistosta on kohdeyritysten omaa dokumentaatiota ja siten subjektiivista eli puolueellista.

Tutkimus toteutetaan laadullisena tutkimuksena, dokumenttianalyysinä, jossa tutkitaan olemassa olevia kirjallisia ja digitaalisia lähteitä, kuten kirjoja, asiantuntija-artikkeleita, tutkimuksia, yritysten julkaisuja ja teknistä dokumentaatiota. Dokumenttianalyysin avulla vertailaan ja arvioidaan Googlen ja Bingin tekoälyominaisuuksia ja näiden hakukoneiden eroja sekä yhtäläisyyksiä erityisesti tekoälyn käytön osalta. Tutkimuksessa tarkastellaan tekoälyn kehitystä ja hakukoneiden toimintaa teoriapohjaisesti analysoimalla aiheeseen liittyvää aiempaa tietoa, mikä tarjoaa tarkan ja kattavan näkökulman tutkittaviin teknologioihin. Tutkimusta varten etsimme tietoa, mitkä ovat yleisimmät käytetyt tekoälymallit Googlen ja Bingin hakukoneissa. Valitsimme tutkimukseen tekoälymallit, mitkä toistuivat useasti yritysten hakukoneita käsittelevissä dokumentaatioissa.

1.3 Tutkimuskysymysten esittely

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

- Miten Microsoft ja Google hyödyntävät tekoälyä hakukoneissaan?
- Millaisia eroja ja yhtäläisyyksiä tekoälyominaisuuksien välillä on hakukoneissa?

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä pohditaan, miten Microsoft ja Google hyödyntävät tekoälyä hakukoneissaan. Tämä tutkimuskysymys tutkii, miten molemmat yritykset ovat integroineet tekoälyratkaisuja parantamaan hakutulosten laatua ja osuvuutta. Tarkoituksena on selvittää, millainen rooli tekoälyllä on hakutulosten ymmärtämisessä ja järjestämisessä. Tekoälystä puhutaan käsitteenä paljon, mutta tavalliselle hakukoneen käyttäjälle ei välttämättä ole selkeää, että tekoäly auttaa hakukonetta ymmärtämään luonnollista kieltä ja tarkentaa hakutuloksia. Tavoitteena on tutkia, miten käyttäjän aikaisemmat haut ja käyttäytyminen vaikuttavat hakutulosten personointiin.

Toinen tutkimuskysymys käsittelee Microsoftin Bingin ja Googlen hakukoneiden tekoälyominaisuuksien yhtäläisyyksiä ja eroja. Molemmat hakukoneet hyödyntävät tekoälyä erilaisin tavoin parantaakseen hakutulosten osuvuutta ja käyttäjäkokemusta, mutta niiden lähestymistavat ja teknologiset ratkaisut poikkeavat toisistaan. Tässä kysymyksessä pyritään selvittämään, miten eri tekoälymallit ja algoritmit vaikuttavat hakutuloksiin sekä niiden järjestykseen hakukoneissa. Hyödynnämme analyysissämme yritysten julkaisemaa dokumentaatiota, asiantuntija-artikkeleita ja omaa käyttökokemustamme selvittääksemme, kuinka näiden hakukoneiden tekoälyalgoritmit toimivat ja miten ne muovaavat hakutulosten esitystapaa käyttäjille.

1.4 Yritysesittelyt

Google

Google on amerikkalainen hakukoneyritys, joka on perustettu vuonna 1998. Sen perustivat Sergey Brin ja Larry Page, ja kaksikko tavoitteli internetin hakutulosten parantamista analysoimalla verkkosivujen välisiä suhteita. Vuodesta 2015 lähtien Google on ollut holdingyhtiö Alphabet Inc:n tytäryhtiö. Google on kasvanut yhdeksi maailman suurimmaksi teknologiayhtiöksi, mikä on tullut laajalti tunnetuksi heidän pääpalvelustaan hakukoneena. (Hall & Hosch 2024.) Googlen markkina-arvo oli 2,09 biljoonaa dollaria marraskuussa 2024 (Google Finance, 2024). Nykyään Google tarjoaa hakukoneen lisäksi sähköpostipalvelun nimeltään Gmail, mobiilikäyttöjärjestelmä Androidin sekä karttapalvelu Google Mapsin, ja Google on myös merkittävä toimija pilvipalveluiden ja digitaalisen mainonnan alueilla. Yhtiön tavoitteena on järjestää saatavilla oleva tieto sekä tehdä se helposti kaikkien saataville ja käytettäväksi. Huolimatta Googlen lukuisista eri tuotteistaan sen alkuperäinen hakutyökalu on edelleen Googlen menestyksen ydin. (Hall & Hosch 2024.)

Googlen ensisijainen tulonlähde on mainonta. Yhtiö saa suurimman osan tuloistaan mainoksista, joita näytetään Google-haussa, YouTubessa ja yhteistyökumppaneiden sivuilla. Mainostulojen lisäksi Google ansaitsee myös sovelluskauppa Google Playn kautta,

laitemyynnillä ja pilvipalveluillaan. Googlen tulevat kasvusuunnitelmat painottuvat tekoälyn kehittämiseen erityisesti multimodaalisen Gemini-tekoälyavustajan kautta ja pilvipalveluiden tarjonnan laajentamisen avulla. (Webb 2024.)

Microsoft

Microsoft Corporation on Googlen lisäksi yksi maailman suurimmista teknologiayrityksistä, ja todella merkittävässä roolissa ohjelmistoteollisuudessa ja tietokoneiden kehityksessä. Tässä luvussa perehdytään Microsoftin historiaan ja kehitykseen. Vuonna 1975 yrityksen ovat perustaneet Paul Allen ja Bill Gates, ja heidän visionsa oli tuoda jokaiselle henkilökohtainen tietokone työpaikalle ja kotiin. Alussa Microsoft keskittyi ohjelmistojen kehittämiseen ja heidän tunnetuin tuotteensa, komentopohjainen MS-DOS-käyttöjärjestelmä julkaistiin 1980-luvulla. (Hall ym 2024.)

Microsoft julkaisi vuonna 1985 ensimmäisen Windowsin graafisen käyttöliittymän, joka teki tietokoneiden käytöstä käyttäjäystävällisempää ja helpompaa. Tämä kasvatti nopeasti Windowsin maailmanlaajuisen suosion käyttöjärjestelmänä, ja asetti vahvan perustan Microsoftin asemalle tietokonemaailmassa. Menestys ja jatkuvat päivitykset, kuten Windows 95, Windows XP ja Windows 10 vahvistavat asemaa globaalina teknologiayhtiönä. (Microsoft a.)

Hall ym. (2024) mukaan Microsoft tunnetaan parhaiten Windows-käyttöjärjestelmästä ja Microsoft Office toimisto-ohjelmistopaketesta. Yritys on laajentanut huomattavasti tuotevalikoimaansa. Microsoft astui vuonna 2001 viihdeteollisuuteen julkaisemalla ensimmäisen Xbox-pelikonsolin, mikä teki yhtiöstä merkittävän pelikonsolimarkkinoilla.

Vuonna 2008 Microsoft laajensi toimintaansa pilvilaskentaan Azuren avulla. Azure on Microsoftin pilvipalvelualusta, mikä lanseerattiin tarjoamaan laajaa valikoimaa pilvipohjaisia tuotteita ja palveluita, kuten tietojenkäsittely, tallennus ja verkkoresurssit. Azure on maailman toiseksi suurin pilvipalvelu Amazon Web Servicen jälkeen, ja osuus maailmanlaajuisista markkinoista oli 2023 vuonna 23 %. (Microsoft a; Hall ym. 2024.)

Vuosina 2014–2020 Microsoft jatkoi tuotteiden ja palveluidensa laajentamista, mutta suurin kehitys oli yhtiön panostus tekoölyyn. Vuonna 2019 Microsoft teki miljardin dollarin sijoituksen OpenAI:lle, mikä käynnisti strategisen kumppanuuden ja johti ensimmäisen tekoälyä hyödyntävän chatbotin ChatGPT:n julkaisuun. Microsoft on ollut hallitseva tekijä tekoälyn eettisissä kysymyksissä, esimerkiksi kasvojentunnistusteknologian käytön sääntelyn puolesta puhujana. (Hall ym. 2024).

Google on tunnettu teknologiayrityksenä, mutta myös Microsoftilla on merkittävä yhteiskunnallinen rooli. Sen ohjelmistot helpottavat miljoonien ihmisten arkea ja tehostavat

liiketoimintaa ympäri maailmaa. Samalla Microsoft on ollut osallisena monissa oikeudenkäynneissä, jotka liittyvät tietosuojaan, yksityisyydensuojaan ja kilpailuoikeuteen, erityisesti sen asemaan markkinoilla ja mahdolliseen monopoliasemaan. Microsoft on pyrkinyt 2000-luvulla korostamaan kestävästä kehitystä ja vastuullista liiketoimintaa, panostamalla erityisesti ympäristöystävällisiin ohjelmiin ja teknologioihin. (U.S. Department of Justice).

2 Tekoäly

2.1 Tekoälyn historia 2010-luvulta lähtien

Tekoäly on 2010-luvulla tehnyt läpimurron teknologian kehityksessä muuttamalla merkittävästi ihmisten työskentelytapoja ja korvannut sekä automatisoinut erilaisia työtehtäviä. Tekoälyn keskeinen piirre on kyky ajatella kuten ihminen ja soveltaa tietyn asian ratkaisemiseksi tai tavoitteen saavuttamiseksi. Tekoäly on ohjelmisto, joka jäljittelee ihmisen oppimista ja kykyä tehdä päätöksiä. Sen tarkoitus on toimia apuvälineenä, joka tukee ja tehostaa ihmisten työskentelyä esimerkiksi käsittelemällä valtavan tietomäärän sekunneissa, mikä veisi ihmiseltä vuosia. (Toivonen 2023, 205.) Tekoälystä käytetään usein lyhennettä AI, joka tulee englanninkielisestä nimityksestä Artificial Intelligence. Suomenkielisessä keskustelussa hyödynnetään termejä keinoäly, koneäly, koneoppiminen ja syväoppiminen. Tekoälyn tarkka määrittely on vaikeaa alan tutkijoillekin nopean kehityksen vuoksi. (Kananen & Puolitaival 2019, 27.)

Tekoälyn toiminta pohjautuu ihmisten kehittämiin algoritmeihin, mutta ne voidaan kouluttaa oppimaan uutta ja kehittämään suorituskykyä itsenäisesti. Algoritmi on yksityiskohtainen selitys tai ohje tietokoneelle siitä, miten tehtävä tai prosessi suoritetaan. Algoritmilla on aina tekijä tai usein ryhmä kehittäjiä, jotka antavat ohjeita tietokoneelle. Tekoälyn toimintoja on muun muassa päättely, oppiminen, ennakointi, päätöksenteko, näkö ja kuulo. Kaikki nykyinen tekoäly on käytännössä heikkoa tekoälyä, joka kykenee ratkaisemaan vain yhtä tehtävää, johon se on opetettu. (Merilehto, A. 2018, 67.)

Tekoäly luokitellaan yleisesti vahvaan ja heikkoon tekoälyyn. Vahva tekoäly lähestyy ihmisen älykkyyden tasoa ja pystyy suorittamaan tehtäviä, joita pidetään tyypillisesti ihmisten osaamisalueena, sekä soveltamaan oppimaansa laajasti. Vahvaa tekoälyä pidetään yleiskäyttöisenä tekoälynä, joka muistuttaa ihmisen kyvykkyyksiä. Usein tekoälyyn liittyvät epäilykset ja pelot liittyvät vahvaan tekoälyyn ja sen mahdolliseen hallitsemattomuuteen. Vahvaa tekoälyä ei kuitenkaan ole kyetty vielä kehittämään. (Kananen & Puolitaival 2019, 38.)

Tekoälyllä on myös yhteiskunnallisia vaikutuksia, sillä sen avulla nykyisiä työtehtäviä voidaan automatisoida, jonka seurauksena työtehtäviä tulee katoamaan, kun tekoäly tekee ne paremmin, nopeammin ja edullisemmin. Toisaalta tekoäly luo myös uusia työtehtäviä. Yhteiskunnan täytyy keksiä keinot, kuinka tähän kehitykseen reagoidaan. Tekoälyyn liittyy mahdollisuuksia käyttää sitä väärin ja tekoälyn tehdessä virheen, on haastavaa keksiä syyllinen virheeseen. (Kolari & Kallio 2023, 17.) Tekoäly voi tehdä automatiikkaa, vaativia tehtäviä ja oppia yksinkertaisia toistoa vaativia tehtäviä. Tekoälyä käytetään ympäri maailmaa paljon lääketieteessä ja tekoäly voi esimerkiksi tunnistaa kuvasta syövän sekä sen

esiasteen. Käytännön tasolla tutuin tekoälyn muoto on todennäköisesti erilaiset chatbotit, jotka on luotu yritysten sivuille kartoittamaan henkilön tarpeen tilannetta ennen ihmistä. Chatbotit ratkaisevatkin jo usean osan ihmisten kysymyksistä ennen kuin oikean ihmisen tarvitsee liittyä keskusteluun.

Euroopan parlamentti (2021) hyväksyi vuonna 2023 oman näkemyksensä uudesta tekoälysäädöksestä. Parlamentti korostaa, että EU:ssa käytettävien tekoälyjärjestelmien on oltava turvallisia, läpinäkyviä, jäljitettävissä olevia, tasa-arvoisia ja ympäristöystävällisiä. Parlamentti pyrkii myös määrittelemään tekoälylle yhtenäisen ja teknologiariippumattoman määritelmän, jota voitaisiin soveltaa tulevaisuuden tekoälyjärjestelmiin. Lakiluonnoksessa esitetään lisäksi sääntöjä, jotka määräytyvät tekoälyjärjestelmien riskitason mukaan.

2.2 Algoritmi ja sen toiminta

Algoritmi on menetelmä, jota käytetään ongelmien ratkaisemiseen tai laskutoimitusten suorittamiseen. Se koostuu tarkasta ohjeiden sarjasta, joka etenee vaihe vaiheelta suorittaen tiettyjä toimintoja joko laitteiston tai ohjelmiston avulla, ja algoritmeja hyödynnetään laajasti eri teknologian aloilla. Matematiikassa, ohjelmoinnissa ja tietojenkäsittelytieteessä algoritmi viittaa yleensä pieneen prosessiin, joka ratkaisee toistuvan ongelman. Algoritmit toimivat myös tietojenkäsittelyn ohjeistuksena ja niillä on merkittävä rooli automaattisissa järjestelmissä. (Gillis 2024.)

Louridas (2020, 24) toteaa, että termi algoritmi on peräisin persialaiselta matematiikan, tähtitieteen ja maantieteen tutkijalta Muhammad ibn Musa al-Khwarizimilta (noin 780-850). 1800-lukuun saakka algoritmi tarkoitti desimaalilukujen aritmetiikkaa, kunnes se sai nykyisen merkityksensä.

Algoritmeja on monenlaisia ja niiden nimet voivat kuvata toimintaa tai viitata kehittäjänsä, kuten Bayesin algoritmista, joka on nimetty Thomas Bayesin mukaan. Eri ongelmiin sovelletaan erilaisia algoritmeja, eikä ole olemassa yhtä universaalia ratkaisua kaikkiin haasteisiin. Tekoälyn ja koneoppimisen algoritmeja luokitellaan usein opetustavan mukaan, ohjattu ja ohjaamaton oppiminen, tai käyttötarkoituksen perusteella. Käytännössä yhden ilmiön mallintamiseen saatetaan käyttää useita algoritmeja yhdessä. Vaikka algoritmien yksityiskohtainen tuntemus ei ole välttämätöntä esimerkiksi liiketoiminnassa, niiden peruslogiikan ymmärtäminen auttaa hahmottamaan tekoälyn sovelluskohteita. Algoritmien nimet ovat usein englanninkielisiä, koska niiden suomentaminen voi olla hankalaa. (Kananen & Puolitaival, 112.)

Algoritmit toimivat noudattamalla ohjeita tai sääntöjä suorittaakseen tehtävän tai ratkaistakseen ongelman. Ne voidaan ilmaista luonnollisena kielenä, ohjelmointikielillä,

pseudokoodina, vuokaavioina tai ohjaustaulukoina. Luonnollisen kielen ilmaisut ovat harvinaisia, koska ne ovat moniselitteisempiä. Ohjelmointikieliä käytetään yleensä ilmaisemaan tietokoneen suorittamia algoritmeja. (Gillis 2024.) Hakukoneet käyttävät algoritmeja arvioidakseen verkkosivujen ja -sivustojen laatua sekä niiden osuvuutta käyttäjän hakujen kannalta. Algoritmien avulla pyritään tarjoamaan käyttäjälle mahdollisimman asiaankuuluvia tuloksia, jotka esitetään loogisessa järjestyksessä. Jos algoritmi katsoo, ettei tietyn sivun sisältö ole käyttäjille hyödyllistä, kyseinen sivu sijoittuu hakutulosten häntäpäähän. (Kolari & Kallio 2023, 126.) Googlen algoritmien toiminta perustuu useisiin tekijöihin ja signaaleihin, kuten haussa käytettyihin sanoihin, sivujen osuvuuteen ja käytettävyyteen, lähteiden asiantuntemukseen sekä sijaintiin ja käyttäjän asetuksiin hakukoneessa. Painoarvo vaihtelee haun tyyppin mukaan. Ajankohtaisten uutisaiheiden kohdalla tuoreus on tärkeämpi tekijä kuin sanakirjamääritelmien kohdalla. (Google Search b.)

2.3 Koneoppiminen

Koneoppiminen on tekoälyn osa-alue, jossa järjestelmä oppii ja tekee päätöksiä datan perusteella itsenäisesti ilman, että toimintaa ei ole ohjelmoitu kokonaan valmiiksi. Algoritmit analysoivat ja jalostavat dataa vaiheittain, minkä ansiosta malli paranee jatkuvasti ja pystyy ymmärtämään sekä käsittelemään tietoa paremmin. Tämä prosessi mahdollistaa myös ennusteiden tekemisen aiemman datan pohjalta. Mitä enemmän mallille on syötetty dataa, sitä tarkemman kuvan se pystyy luomaan. (Merilehto 2018, 27–28.)

Koneoppimisen historia ulottuu 1940-luvulle, jolloin neuroverkkojen peruseriaatteet alkoivat hahmottua. Vuonna 1943 neurotieteilijät Warren McCulloch ja Walter Pitts esittivät ensimmäisen matemaattisen mallin keinotekoisesta hermoverkosta, mikä loi perustan tuleville tutkimuksille. 1950-luvulla tietojenkäsittelytieteen pioneeri Arthur Samuel kehitti tammennepelaajan, joka kykeni oppimaan kokemuksesta. Hän määritteli koneoppimisen prosessiksi, jossa tietokoneet oppivat suorittamaan tehtäviä ilman lisää erillistä ohjelmointia, perustuen aiempiin kokemuksiinsa. 1960- ja 1970-luvuilla koneoppimisen tutkimus eteni, mutta resursien ja laskentatehon puute rajoitti edistystä. 1980-luvulla neuroverkot nousivat uudelleen esiin, kun Geoffrey Hinton ja muut tutkijat kehittivät takaisinlevitysalgoritmin, joka paransi neuroverkkojen oppimiskykyä. 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa koneoppiminen laajeni kattamaan erilaisia sovelluksia, kuten puheentunnistusta ja tietokoneen näköä. Internetin ja digitaalisen datan määrän kasvu loivat uusia mahdollisuuksia koneoppimisen hyödyntämiselle, ja nykyään koneoppiminen on olennainen osa monia teknologioita, kuten hakukoneita, suosittelujärjestelmiä ja itseohjautuvia ajoneuvoja. Koneoppimisen kehitys jatkuu ja tulevaisuudessa on odotettavissa yhä monipuolisempia ja tehokkaampia sovelluksia. (Karran 2024.)

Koneoppiminen voidaan jakaa useaan eri kategoriaan, joista yleisimmät ovat ohjattu oppiminen, ohjaamaton oppiminen sekä vahvistusoppiminen (Toivonen 2023, 76).

Ohjatussa oppimisessa algoritmi oppii merkittyjen tietojen avulla, ja sen tavoitteena on oppia yleinen sääntö, joka yhdistää syötteet ja tulokset. Ohjaamattomassa oppimisessa algoritmi käsittelee merkitsemätöntä dataa ja pyrkii löytämään siitä piileviä rakenteita tai malleja ilman ennalta määriteltyjä tuloksia. Vahvistusoppimisessa algoritmi oppii tekemään päätöksiä kokeilemalla ja saamalla palautetta toiminnastaan ympäristöstä, ja sen tavoitteena on maksimoida kumulatiivinen palkkio pitkällä aikavälillä. (IBM.)

Neuroverkot, tai keinotekoiset neuroverkot ovat koneoppimisen malleja, jotka on inspiroitu ihmisen aivojen rakenteesta ja toiminnasta. Ne koostuvat solmuista, jotka vastaavat neuroneja, ja näiden solmujen välisistä yhteyksistä, jotka vastaavat hermosoluja. Neuroverkot ovat keskeinen osa tekoälyn ja koneoppimisen nykyisiä sovelluksia. Koneoppimisen hyödyt ovat merkittävät: se mahdollistaa monimutkaisten ja aikaa vievien tehtävien automatisoinnin, parantaa päätöksenteon tarkkuutta analysoimalla suuria tietomääriä ja tarjoaa joustavuutta mukautumalla uusiin tietoihin ja tilanteisiin. Koneoppimisen haasteisiin kuuluu kuitenkin mallien kehittämisen ja kouluttamisen monimutkaisuus, joka vaatii syvällistä asiantuntemusta. Lisäksi suurten tietomäärien käyttö herättää huolta yksityisyydestä ja tietosuojasta, ja koulutusdatan harhaisuus tai puutteellisuus voi johtaa epätarkkoihin ennusteisiin tai päätöksiin. (IBM.)

2.4 Syväoppiminen

Syväoppiminen (Deep Learning, DL) on koneoppimisen osa-alue, jossa käytetään monikerroksisia neuroverkkoja eli syviä neuroverkkoja jäljittelemään ihmisaivojen monimutkaista päätöksentekokykyä. Kerrosten avulla syväoppimismallit voivat oppia monimutkaisia piirteitä ja malleja datasta ilman, että ihmisen täytyy manuaalisesti määritellä näitä piirteitä. Tämä mahdollistaa monien arkipäiväisten tuotteiden ja palveluiden toiminnan, kuten digitaaliset avustajat, puheohjatut kaukosäätimet, luottokorttipetosten havaitsemisen, itseohjautuvat autot ja generatiivisen tekoälyn. (Holdsworth & Scapicchio 2024.)

Syväoppiminen ja koneoppiminen eroavat toisistaan piirteiden oppimisen, laskentatehon tarpeen ja selitettävyyden suhteen. Syväoppiminen oppii piirteet suoraan datasta monikerroksisten neuroverkkojen avulla, kun taas koneoppiminen vaatii ihmisen määrittelemiä piirteitä. Syväoppiminen on erityisen tehokas suurten ja monimutkaisten tietoaineistojen, kuten kuvien ja tekstin analysoinnissa. Se vaatii kuitenkin huomattavasti enemmän laskentatehoa ja suuria datamääriä kuin perinteiset koneoppimismallit. Koneoppiminen toimii paremmin pienemmissä datamäärissä ja rajallisilla resursseilla. Selitettävyyys on koneoppimisen

vahvuus, sillä sen mallit, kuten päätöspuut tarjoavat helposti ymmärrettäviä tuloksia toisin kuin syväoppimisen niin sanottu musta laatikko. Syväoppiminen soveltuu monimutkaisiin ongelmiin, kun taas koneoppiminen on käytännöllisempi suoraviivaisemmissa tehtävissä. Molemmat menetelmät täydentävät toisiaan ja valinta riippuu ongelman luonteesta. (Grammarly 2024.)

Luonnollisen kielen käsittely

Luonnollisen kielen käsittelystä käytetään lyhennettä NLP (Natural Language Processing), jolla tarkoitetaan puhutun ja kirjoitetun kielen käsittelyä. Tämä käsittää koneellisesti tehtävää tekstin luokittelua, luontia eli generointia tai keskustelua. Kone voidaan opettaa ymmärtämään kieltä, mutta ensin kone täytyy opettaa tunnistamaan symboleita, ymmärtämään kielioppia sekä opettaa tunnistamaan, missä asiayhteydessä teksti esiintyy. (Clarke 2024.)

Luonnollisen kielen käsittelyn (NLP) kehitys alkoi 1950-luvulla, kun Alan Turing julkaisi artikkelinsa *Computing Machinery and Intelligence*, jossa hän esitteli Turingin testin koneellisen älykkyyden arvioimiseksi. Samalla vuosikymmenellä tehtiin ensimmäisiä yrityksiä automatisoida käännöksiä, erityisesti venäjän ja englannin kielten välillä, mutta kielten monimutkaisuus aiheutti haasteita. 1960-luvulla Noam Chomskyn muodollisen kieliteorian ja generatiivisen syntaksin tutkimukset tarjosivat matemaattisen perustan kielen rakenteen ymmärtämiselle, edistäen NLP:n kehitystä. 1990-luvulla todennäköisyyspohjaiset ja dataohjatut menetelmät, kuten tilastolliset mallit ja koneoppiminen mahdollistivat tehokkaamman kielen käsittelyn suurten tekstikorpusten avulla. 2000-luvulla syväoppimisen menetelmät, kuten hermoverkot, ovat mullistaneet luonnollisen kielen käsittelyä parantaen virtuaaliavustajien, chatbottien ja käännösohjelmien suorituskykyä. Näin NLP on kehittynyt Turingin ideoista nykyisiin syväoppimismalleihin mahdollistaen tietokoneiden yhä paremman kyvyn ymmärtää ja tuottaa ihmiskieltä. (Clarke 2024.)

NLP on koneoppimisen osa-alue, jossa koneita opetetaan ymmärtämään ja tuottamaan ihmiskieltä. Viime vuosina sen tarkkuutta on parannettu syväoppimisen avulla, mikä tekee mahdolliseksi käsitellä kielen monimutkaisia piirteitä. Kielen opettamisessa on perinteisesti käytetty ohjattua oppimista, joka vaatii paljon dataa. Koneille voi olla vaikeaa hahmottaa sanojen välisiä yhteyksiä, kuten synonyymejä tai samaan ryhmään kuuluvia termejä, koska sanat nähdään yksittäisinä tapahtumina ilman kontekstia. (Kananen & Puolitaival 2019, 141–143.)

NLP on laaja sovellusalue, joka kattaa muun muassa tekstin ja puheentunnistuksen, konekäännöksen, sentimenttianalyysin, tekstin tiivistämisen sekä kysymys-vastausjärjestelmät. Näiden avulla voidaan esimerkiksi automatisoida asiakaspalvelua, parantaa hakukoneiden suorituskykyä ja mahdollistaa monikielinen viestintä. NLP-mallien koulutusprosessi koostuu

yleensä kahdesta vaiheesta: esikoulutuksesta ja hienosäädöstä. Esikoulutuksessa mallia opetetaan laajoilla tekstiaineistoilla, kuten Wikipedian artikkeleilla, jotta se oppii kielen rakenteet ja merkitykset. Hienosäädössä esikoulutettua mallia mukautetaan erityisiin tehtäviin, kuten sentimenttianalyysiin tai tekstin luokitteluun, käyttämällä kyseisiin tarkoituksiin sopivia aineistoja. NLP:n etuja ovat muun muassa toistuvien tehtävien automatisointi, kuten asiakaspalvelu ja tiedon syöttö, mikä vapauttaa työntekijöiden aikaa monimutkaisempiin tehtäviin. Lisäksi NLP parantaa datan analysointia mahdollistamalla rakenteettoman tekstidatan, kuten asiakasarvioiden ja sosiaalisen median julkaisujen, analysoinnin, mikä auttaa yrityksiä ymmärtämään paremmin asiakastarpeita ja markkinatrendejä. Virtuaaliavustajat ja chatbotit tarjoavat nopeita ja tarkkoja vastauksia, mikä parantaa yrityksen asiakastytyvyyttä. (Winter.)

NLP:n haasteisiin kuuluu ihmiskielen monimutkaisuus ja vivahteet, kuten sarkasmi ja sanonnat, joita mallien voi olla vaikea tulkita oikein. Eri kielten rakenteelliset erot sekä harvinaiset kielet voivat aiheuttaa haasteita NLP-mallien kehittämisessä ja soveltamisessa. Lisäksi mallien kouluttaminen vaatii suuria määriä dataa, mikä voi herättää huolta yksityisyydestä ja tietosuojasta. Yhteenvedona voidaan todeta, että luonnollisen kielen käsittely tarjoaa merkittäviä etuja monilla aloilla, mutta sen tehokas hyödyntäminen edellyttää huolellista suunnittelua ja toteutusta, jotta mahdolliset haitat voidaan minimoida. (Stryker & Holdsworth 2024.)

3 Hakukoneet

3.1 Hakukoneiden historia ja kehitys

Ensimmäinen ajatus modernista hakukoneesta syntyi vuonna 1945, kun yhdysvaltalainen insinööri Vannevar Bush kirjoitti artikkelin. Artikkelissa pohdittiin, että tieteellisen tiedon julkaisun laajeneminen oli ylittänyt kyvyn käyttää löydettyä tietoa hyödyksi. Bush ehdotti järjestelmää, joka tallentaisi ja hakisi tietoa samalla tavalla kuin ihmisaivot, eli assosioinnin kautta. Bush kutsui tätä ajateltua järjestelmää nimellä Memex. (Volle.)

1960-luvulla Cornellin yliopiston professori Gerard Salton, jota pidetään nykyään tiedonhaun uranuurtajana, vastasi Bushin ajatukseen. Gerard johti tiimejä Harvardissa ja Cornellissa ja loi SMART-nimisen järjestelmän (System for the Mechanical Analysis and Retrieval of Text). Järjestelmä perustui havaintoon, että sanojen merkitysten etsiminen oli tehokkaampaa kuin kielipiillisten rakenteiden tarkastelu. Tämä havainto on johtanut moniin nykyäänkin käytössä olevien hakukoneiden tekniikoihin, kuten sanojen luokitteluun, laskemiseen ja arvottamiseen. (Volle.)

Vuonna 1990 kolme McGill-yliopiston opiskelijaa Alan Emtage, Bill Heelan ja Peter Deutsch kehittivät ensimmäisen hakukoneen nimeltä Archie. Olemassa olevien tiedostojen vähyyden vuoksi Archie ei tarvinnut hakemistoa, ja sen tulokset olivat helposti selattavissa. Ensimmäinen hakukone, joka käytti hakurobottia verkkosivujen etsimiseen ja tallentamiseen hakemistoon, oli kesäkuussa vuonna 1993 luotu World Wide Web. Seuraavaksi ilmestyi JumpStation, jonka Jonathon Fletcher loi Stirlingin yliopistossa joulukuussa 1993. Tämä työkalu sisälsi käyttöliittymän ja on tästä syystä ensimmäinen hakukone, jossa oli kaikki modernin hakukoneen perusosat: hakurobotti, indeksointi ja hakutoiminto. JumpStationin rajoitukset kuitenkin estivät sen tehokkaan käytön, koska hakukone pystyi hakemaan vain verkkosivujen otsikoita ja alaotsikoita. Vuonna 1994 Brian Pinkertonin kehittämä WebCrawler oli ensimmäinen hakukone, joka mahdollisti käyttäjien etsiä mitä tahansa sanaa mistä tahansa indeksoidusta verkkosivusta. WebCrawlerista tuli nopeasti erittäin suosittu, ja se oli aikoinaan internetin toiseksi suosituin sivusto, mutta sen suosio väheni, kun markkinoille ilmestyi monia muita hakukoneita. (Volle.)

Vuonna 1996 Larry Page ja Sergey Brin testasivat omaa hakukonettaan, jota he kutsuivat BackRubiksi, Stanfordin yliopiston verkossa. Vuonna 1998 nimi muutettiin Googleksi ja hakukone julkaistiin. Googlen yksinkertainen ulkoasu ja tehokas PageRank-algoritmi, joka arvioi verkkosivujen merkittävyyttä analysoimalla niiden linkityksiä, nostivat sen nopeasti suosioon. Google esitteli myös uuden kannattavan liiketoimintamallin myymällä mainostajille

yhteyksiä tiettyihin hakusanoihin. Nykyisin Google on maailman johtava hakukone, vastaten noin 90 prosentista kaikista hauista. (Volle.)

Hakukoneiden toiminta perustuu kahteen pääasialliseen prosessiin. Ensimmäinen vaihe on indeksointi, jossa hakukoneen käyttämät hakurobotit liikkuvat internetissä, josta ne etsivät ja lukevat erilaisia verkkosivuja. Näiden robottien tehtävänä on tallentaa löytämänsä sivut hakukoneen indeksiin, mikä toimii hakukoneen tietokantana. Kun käyttäjä syöttää hakukoneeseen hakusanan, hakukone käyttää tätä indeksoitua tietoa löytääkseen sopivat tulokset, jotka vastaavat annettua hakua. Esimerkiksi, jos käyttäjä hakee termiä ilmastonmuutos, hakukone käy läpi aineistonsa ja etsii verkkosivuja, joissa kyseinen termi esiintyy. (Louridas 2020, 143–144.)

Toinen hakukoneiden keskeinen tehtävä on järjestellä nämä hakutulokset siten, että ne ovat käyttäjälle mahdollisimman hyödyllisiä ja selkeitä. Jos haun aihe on laajasti käsitelty, hakutuloksia voi olla valtava määrä, mikä voisi tehdä niiden selaamisesta vaikeaa ilman järjestelyä. Hakukone käyttää algoritmejaan arvioidakseen, mitkä tulokset ovat käyttäjän kannalta tärkeimpiä ja merkityksellisimpiä. Nämä relevantit hakutulokset asetetaan listan kärkeen, kun taas vähemmän olennaiset siirretään alemmas hakutulossivulla. (Louridas 2020, 143–144.)

Hakukoneiden ensisijainen tarkoitus on auttaa ihmisiä löytämään etsimänsä tieto mahdollisimman tehokkaasti ja tarkasti. Hakukoneiden toiminta perustuu siihen, että käyttäjille esitetään hakutuloksia, jotka vastaavat heidän kysymyksiinsä tai tarpeisiinsa mahdollisimman hyvin. Hakukoneet on suunniteltu tarjoamaan käyttäjille tarkkaa ja laadukasta tietoa, mikä saavutetaan tiettyjen kriteerien kuten sisällön merkityksellisyyden ja laadun avulla. Samalla verkkosivustojen omistajat hyödyntävät hakukoneiden toimintaa omiin tavoitteisiinsa. He voivat esimerkiksi ansaita tuloja keräämällä käyttäjistä erilaisia tietoja, kuten klikkausvirtatietoja. Näiden toissijaisten tavoitteiden toteuttaminen riippuu kuitenkin siitä, että käyttäjät luottavat hakukoneisiin ja niiden tarjoamiin tuloksiin. Hakukoneiden toimivuuden kannalta onkin olennaista, että hakutulossivun tarjoama sisältö koetaan houkuttelevaksi, hyödylliseksi ja luotettavaksi. Käyttäjien on saatava tunne siitä, että heille esitetty tieto on paitsi relevanttia myös tarkoituksenmukaista ja totuudenmukaista. (Lutkevich 2022.)

Hakukoneelle on haastavaa arvioida hakutulosten merkityksellisyyttä, sillä internet on pitkälti järjestämätön ja sisältää vaihtelevaa laatua olevaa tietoa, kuten kaupallisia sivustoja, kansallisia tietokantoja, tutkimusaineistoa ja yksityisiä kokoelmia. Mikä tahansa hakusanojen yhdistelmä voi tuottaa jopa miljoonia osumia, ja hakukoneet yrittävät löytää luotettavimpia sivuja painottamalla niitä muun muassa sen perusteella, kuinka monella muulla sivulla niihin viitataan. Hakukoneet voivat tunnistaa myös auktoriteetteja (eng. authorities) joihin

monet sivut viittaavat, sekä keskuksia (eng. hubs), jotka viittaavat moniin muihin sivuihin. Esimerkiksi haettaessa ”*Yhdysvaltain presidentti*” hakukone pyrkii tarjoamaan virallisen Valkoisen talon sivuston ennen epäluotettavampia lähteitä. (Volle.)

Google ja Bing ovat olleet merkittäviä kilpailijoita hakukonemarkkinoilla alusta alkaen. Vuonna 2015 Google hallitsi markkinoita 88 % osuudella, kun taas Bingin osuus oli vain 4,5 %. Viime vuosina ero on kuitenkin kaventunut: maaliskuussa 2023 Bingin markkinaosuus oli noussut 8,23 %, kun taas Googlen osuus oli laskenut 85,53 %. (Linna.)

3.2 Hakukone Google

Google on maailmanlaajuisesti sekä Suomen suosituin hakukone, jota ihmiset käyttävät päivittäin. Googlen hakukoneella tehdään yhden minuutin aikana noin 5,9 miljoonaa hakua, mikä havainnollistaa palvelun käytön mittakaavaa. Tämä luku tarkoittaa, että päivittäinen hakujen määrä ylittää noin 8,5 miljardiin. (Bianchi 2024.)

Googlen toiminnan tavoitteena on järjestää maailman tieto selkeäksi ja helposti saatavaksi, sekä tehdä siitä mahdollisimman hyödyllistä kaikille käyttäjille. Tämä kunnianhimoisen tavoite on saavutettu pitkälti teknologian avulla. Googlen hakemistot on enimmäkseen rakennettu indeksointirobotteina tunnettujen ohjelmistojen työllä. Nämä robotit liikkuvat internetissä ja käyvät systemaattisesti läpi julkisia verkkosivuja, tarkastellen niiden sisältöä ja seuraillen linkkejä. Prosessi muistuttaa tapaa, jolla käyttäjät selaavat verkkosivuja, mutta robotit tekevät tämän mittakaavassa, mihin ihmiset eivät pysty. Kun robotit siirtyvät verkkosivulta toiselle, ne tallentavat Google-hakukoneen hakemistoon tietoja verkkosivujen sisällöstä, linkityksistä ja muusta julkisesti saatavilla olevasta tiedosta. Tämä laajamittainen ja järjestelmällinen tiedonkeruu muodostaa perustan Googlen kyvylle tarjota käyttäjilleen tarkkoja ja osuvia hakutuloksia nopeasti. (Google Search a; Google Search b.)

Google-haku koostuu kolmesta päävaiheesta, joista jokainen on keskeinen tiedon löytämisessä, analysoinnissa ja esittämisessä käyttäjille. Kaikki verkkosivut eivät kuitenkaan läpäise jokaista vaihetta. Ensimmäinen vaihe on indeksointi. Tässä vaiheessa Google käyttää automaattisia ohjelmiaan, jotka etsivät ja lataavat verkkosivuilta tekstiä, kuvia ja videoita. Indeksoinnin päätavoitteena on kartoittaa, mitä verkkosivuja internetistä löytyy. Koska kaikkia verkkosivuja ei ole keskitetysti rekisteröity, Google joutuu jatkuvasti etsimään uusia tai päivittyneitä sivuja lisätäkseen ne tunnettujen verkkosivujen luetteloon. Tätä prosessia kutsutaan URL-löydöksi. Google löytää verkkosivuja useilla tavoilla. Osa sivuista on jo ennestään tuttuja, koska Google on käynyt niillä aiemmin. Toiset taas löytyvät esimerkiksi linkkien kautta, jotka on upotettu blogikirjoituksiin tai muille sivustoille. Kun Google löytää uuden URL-osoitteen, se voi vieraila sivulla ja arvioida sen sisältöä. Tämän jälkeen

indeksiointiohjelmat analysoivat sivun ja tallentavat sen tiedot. Google indeksoi miljardeja verkkosivuja massiivisten tietokonejärjestelmiensä avulla. (Google Search Central.)

Indeksointia seuraa tietojen tallennus. Tässä vaiheessa Google analysoi ladatun sisällön perusteellisesti ja tallentaa sen Google-indeksiin, joka on suuri tietokanta. Tämä vaihe on ratkaiseva, koska Google pyrkii ymmärtämään, mitä sivu sisältää. Analyysi kattaa tekstin, avaintunnisteet ja tärkeät elementit, kuten otsikkotagit, alt-attribuutit sekä kuvat ja videot. Lisäksi Google tarkistaa, onko kyseinen sivu kopio jostain muusta ja valitsee yhden ensisijaisen version, joka esitetään hakutuloksissa. Samalla kerätään myös erilaisia signaaleja, kuten sivun kieli ja mahdollinen kohdeyleisö, jotka voivat vaikuttaa siihen, kenelle ja miten sivu näkyy hakutuloksissa. Kolmas ja viimeinen vaihe on hakutulosten näyttäminen. Tässä vaiheessa Google käyttää indeksoitua ja tallennettua tietoa vastatakseen käyttäjän tekemään hakuun. Kun käyttäjä kirjoittaa hakusanan tai kyselyn, Google palauttaa siihen liittyvät tiedot ja esittää ne hakutuloksissa. (Google Search Central.)

Google ei peri maksua verkkosivujen paremmasta sijoittamisesta hakutuloksissa, vaan hakutulosten järjestys määräytyy täysin ohjelmallisesti. Sijoitusten määrittely perustuu satoihin eri tekijöihin, joiden avulla Google pyrkii löytämään hakijalle parhaiten sopivat ja relevantit sivut omasta hakemistostaan. Näitä tekijöitä ovat muun muassa käyttäjän sijainti, kieli ja käyttämä laite. Esimerkiksi, jos käyttäjä hakee polkupyörän korjaamoja, hakutulokset vaihtelevat sen mukaan, missä maassa tai kaupungissa haku tehdään. Paikallinen sijainti vaikuttaa siihen, mitkä korjaamot näkyvät tuloksissa. Myös hakutulossivun ominaisuudet, kuten näkyvät kuvat tai paikalliset listaukset, määräytyvät tehdyn haun perusteella ja voivat erota huomattavasti riippuen kyselystä. Jos verkkosivua ei löydy hakutuloksista, yksi mahdollinen syy voi olla, että sen sisältö ei täytä Googlen laatustandardeja. (Google Search Central.)

3.3 Hakukone Bing

Microsoftin kehittämä Bing-hakukone lanseerattiin markkinoille vuonna 2009 vastauksena Google hallitsemaan asemaan hakukonemarkkinoilla. Bing tuli korvaamaan Microsoftin aiemman hakukoneen Live Searchin, joka ei onnistunut saavuttamaan Googlen ja Yahoos hakukoneiden suosiota. Bing kehitettiin tarjoamaan käyttäjilleen kattavampia hakukokemuksia. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että Bingin hakutulossivulla näytettiin enemmän tietoa, jotta käyttäjät voisivat tehdä paremmin päätöksiä avattavien sivujen suhteen. Hakutulokset saattavat tarjota myös riittävästi tietoa vastaamaan alkuperäiseen kyselyyn, joten käyttäjän ei ole tarvetta siirtyä muihin sivustoihin. Bing osaa myös esitellä sivun vasemmassa laidassa samankaltaisia ja käyttäjän aikaisemmin syöttämiä hakuja. Microsoft solmi merkittävän yhteistyösopimuksen Yahoos kanssa heinäkuussa 2009. Sopimuksen mukaan

Yahoo ottaisi vastuulleen Bing-hakukoneeseen liittyvien mainoskampanjoiden myynnin ja hyödyntäisi Bingiä omana hakukoneenaan. Tämä strateginen kumppanuus astui virallisesti voimaan vuonna 2012 ja pysyi voimassa kymmenen vuoden ajan. Sopimuksen myötä Bingistä tuli Yagoon ensisijainen hakumoottori maailmanlaajuisesti. Vuonna 2010 Microsoft teki toisen merkittävän strategisen liikkeen solmiessaan yhteistyösopimuksen Facebookin kanssa esittääkseen Bingin tuloksia käyttäjille, jotka etsivät World Wide Webistä Facebookin sisällä. (Gregersen 2024; Hall ym. 2024.)

Vaikka Bingin markkinaosuus kasvoi aluksi hitaasti, se onnistui vakiinnuttamaan asemansa Yhdysvaltojen toiseksi suosituimpana hakukoneena. Google säilytti kuitenkin edelleen ylivoimaisen markkinajohtajuutensa alalla. Bingin osuus markkinoista jäi suhteellisen pieneksi, mutta yhteistyö Yagoon ja Facebookin kanssa tarjosi merkittävää tukea sen kasvulle ja näkyvyydelle. Näiden strategisten kumppanuuksien ansiosta Bing sai mahdollisuuden kilpailla paremmin markkinoilla, jotka olivat vahvasti Googlen hallitsemat. (Gregersen 2024; Hall ym. 2024.)

Tekoälypohjaiset teknologiat ja merkityshaku ovat tärkeä osa Bing-hakukoneen toimintaa, mikä auttaa sitä tarjoamaan käyttäjille entistä tarkempia ja hyödyllisempiä hakutuloksia. Merkityshaun perusajatus on, että Bing ei etsi vain verkkosivuja, joilla näkyy käyttäjän kirjoittamia hakusanoja, vaan se yrittää ymmärtää hakulausekkeen tarkoituksen kokonaisuutena. Tämä lähestymistapa mahdollistaa paremman ymmärryksen siitä, mitä käyttäjä todella hakee, mikä on erityisen tärkeää silloin, kun kysymykset ovat monimutkaisia tai kun käyttäjä etsii suoria vastauksia tiettyihin kysymyksiin. Yksi merkittävä etu merkityshaussa on kyky tarjota suoria vastauksia heti hakutulosten kärjessä. Kun käyttäjä kysyy esimerkiksi, mikä on maailman korkein vuori, Bing voi käyttää tekoälyyn perustuvia algoritmeja löytääkseen ja näyttääkseen vastauksen suoraan ilman, että käyttäjän täytyy avata erillistä verkkosivua. (Microsoft d.)

Kuva 1 havainnollistaa ympyrädiagrammin avulla hakukonemarkkinoiden osuudet syyskuussa 2023. Selkeänä kärjessä Google 92.3 % osuudella ja muiden hakukoneiden osuus 4.7 %, mikä pitää sisällään esimerkiksi Yagoon ja DuckDuckGo:n. Bingin osuus globaalista hakukonemarkkinoista on noin 3 % ja se on edelleen toiseksi suosituin hakukone maailmanlaajuisesti. (Nerdynav 2024.)



Kuva 1. Hakukoneiden maailmanlaajuinen markkinaosuus ympyrädiagrammissa (Nerdynav 2024.)

Bingillä oli vuonna 2023 yli 100 miljoonaa päivittäistä aktiivista käyttäjää. Kasvu on ollut osittain seurausta uusista tekoälypohjaisista ominaisuuksista, kuten Bing Chat, joka on tuonut palveluun lisää käyttäjiä. (Nerdynav 2024.)

3.4 Hakukoneoptimointi

Hakukoneoptimointi eli SEO (Search Engine Optimization) on menetelmä, jolla verkkosivuston näkyvyyttä parannetaan hakukoneiden tuloksissa. SEO:n tavoitteena on varmistaa, että sivusto löytyy helposti, kun käyttäjä etsii tuotteita, palveluita tai tietoa verkosta. Hakukoneoptimointi tähtää siihen, että verkkosivusto houkuttelisi mahdollisimman paljon maksutonta eli orgaanista liikennettä hakukoneiden kautta sivustolle. Kun sivusto saa enemmän näkyvyyttä hakutuloksissa, yrityksen tai tuotemerkin mahdollisuudet saavuttaa asiakkaita ja kasvattaa liiketoimintaa paranevat huomattavasti. (Yasar 2024.)

Verkkosivuston näkyvyyttä mitataan yleensä sen sijoituksella hakukoneiden tulossivulla ja yritykset kilpailevat pääsystä ensimmäiselle sivulle, jossa ne todennäköisesti saavat eniten huomiota. Tulossivun ylälaudassa näkyy usein mainoksia tai sponsoroituja linkkejä, joista yritykset ovat valmiita maksamaan varmistaakseen näkyvyyden ensimmäisellä sivulla. Mainosten ja sponsoroitujen linkkien jälkeen tulevat tavalliset hakutulokset, joita markkinoijat ja hakukoneet kutsuvat orgaanisiksi hakutuloksiksi. SEO-prosessin tavoitteena on lisätä

yrityksen orgaanisia hakutuloksia ja kasvattaa näin orgaanista hakuliikennettä sivustolle. Tämä puolestaan auttaa datamarkkinoijia erottamaan sivustolle tulevan liikenteen muista kanavista kuten maksetusta hausta, sosiaalisesta mediasta, viittauksista, suorasta liikenteestä ja orgaanisesta hausta. (Yasar 2024.)

Google ja Bing eivät peri maksua hakutulossivujensa orgaanisten hakutulosten järjestyksestä. Orgaaniset hakutulokset perustuvat hakukoneiden algoritmeihin, jotka arvioivat verkkosivujen relevanssia ja laatua suhteessa käyttäjän hakukyselyyn. Näihin tuloksiin ei voi vaikuttaa maksamalla hakukoneelle. Sen sijaan molemmat hakukoneet tarjoavat maksullisia mainospaikkoja hakutulossivuillaan. Google käyttää Google Ads-järjestelmää, jossa mainostajat voivat ostaa mainostilaa erikseen. Nämä mainokset merkitään selkeästi sanalla mainos tai sponsoroitu, jotta käyttäjät erottavat ne orgaanisista hakutuloksista. (Google Ads.) Bing tarjoaa vastaavanlaista mainontaa Microsoft Advertising-alustan, joka tunnetaan paremmin nimellä Bing-Ads. Bingissä maksulliset mainokset sijoitetaan orgaanisten hakutulosten yläpuolelle ja merkitään selkeästi mainoksiksi. (Eronen.)

Hakukoneoptimointi (SEO) jaetaan kolmeen päätyyppiin. White-Hat SEO sisältää menetelmät ja käytännöt, joita Google suosittelee. Näiden avulla sivustot voidaan rakentaa hakukoneille helpommin tulkittaviksi, ja Google jakaa suosituksiaan avoimesti edistääkseen selkeää ja käyttäjäystävällistä verkkosisältöä. Black-Hat SEO puolestaan käsittää toimintatavat, jotka ovat Googlen ja muiden hakukoneiden sääntöjen vastaisia. Tällaisilla keinoilla on usein negatiivisia seurauksia sivuston näkyvyydelle. Lisäksi tähän kategoriaan kuuluu menetelmiä, joita Google ei vielä tunnista sääntöjenvastaisiksi, mutta joiden tunnistaminen voi olla mahdollista tulevaisuudessa. Harmaa alue kattaa toimenpiteet ja tekijät, joiden ei virallisesti katsota vaikuttavan hakukonenäkyvyyteen. SEO-asiantuntijat ovat kuitenkin todenneet näiden keinojen vaikuttavan sivuston sijoittumiseen hakutuloksissa. (Nippala 2020.)

Hakukoneoptimointi koostuu useasta eri vaiheesta, jotka yhdessä parantavat verkkosivuston näkyvyyttä hakukoneiden tuloksissa (Mousinho 2023). Taulukosta 1 nähdään selkeästi hakukoneoptimoinnin eri vaiheet ja keskeiset toimenpiteet, joiden avulla käyttäjä voi suorittaa hakukoneoptimointia omalle sivustolleen.

Vaihe	Kuvaus	Keskeiset toimenpiteet
1. Avainsanatutkimus	Selvitetään, mitkä hakusanat ovat merkityksellisiä kohdeyleisölle ja yleisimmin käytettyjä.	Käytä hakukoneoptimointiin tarkoitettuja työkaluja löytääksesi avainsanoja.
2. Analysoi hakukoneesta ensimmäinen sivu	Tutkitaan, millainen sisältö menestyy hakutuloksissa halutuilla avainsanoilla.	Tutki hakukoneen ensimmäisen sivun hakutulokset ja tunnista yhteiset piirteet.
3. Tunnista kilpailijat	Etsitään sivustot, jotka kilpailevat samoista avainsanoista ja yleisöstä.	Käytä analytiikkatyökaluja pääkilpailijoiden tunnistamiseen.
4. Luo erottuvaa tai parempaa sisältöä	Luodaan sisältöä, joka tarjoaa enemmän tai erilaisia hyötyjä verrattuna kilpailijoihin.	Tuota nykyisiä kärkisijoituksia laajempi tai ainutlaatuisempi sisältö.
5. Sisällytä sisältöön houkuttelevia elementtejä	Sisällytetään sisältöön tekijöitä, jotka houkuttelevat linkityksiä ja jakoja.	Hyödynnä tilastoja, infografiikoita ja perusteellisia oppaita.
6. Tehosta sivuston sisäistä hakukoneoptimointia	Tehdään sivun sisäiset elementit mahdollisimman hakukoneystävällisiksi.	Sisällytä avainsanat otsikoihin, metakuvauksiin ja ensimmäiseen 100 sanaan.
7. Optimoitava hakutarkoitukseen	Varmistetaan, että sisältö vastaa käyttäjän toiveita ja tarpeita hakukyselyn perusteella.	Tutki tarkasti, mitä käyttäjät hakevavat valitulla avainsanalla.
8. Keskity sisällön suunnitteluun	Parannetaan sisältöä, että sen lukeminen ja ymmärtäminen on helppoa.	Käytä selkeitä otsikoita, kuvia ja luetteloita parantaaksesi luettavuutta.
9. Rakenna linkkejä sivulle	Hankitaan luotettavia ja laadukkaita linkkejä muilta sivustoilta.	Hyödynnä asiantuntija-artikkeleita, kumppanuuksia ja sisältömarkkinastrategioita.
10. Paranna ja päivitä sisältöäsi	Pidetään sisältö ajan tasalla ja relevanttina lisäämällä uusia tietoja tasaisin väliajoin.	Päivitä sivustosi sisältöä tasaisin väliajoin ja optimoi uudelleen tarvittaessa.

Taulukko 1. Hakukoneoptimoinnin keskeiset vaiheet (mukailtu Mousinho 2023)

Googlen ja Bingin hakukoneiden algoritmit eroavat merkittävästi toisistaan, mikä vaikuttaa siihen, miten verkkosivustot sijoittuvat hakutuloksissa. Erojen ymmärtäminen on olennaista tehokkaan hakukoneoptimointistrategian luomiseksi molemmille hakukoneille.

Scott (2024) toteaa, että Bing suosii tarkkoja avainsanoja. Verkkosivustot, jotka sisällyttävät täsmällisiä avainsanoja otsikoihin ja sisältöön, voivat tästä syystä sijoittua paremmin hakutuloksissa. Google taas keskittyy semanttiseen hakuun ja kontekstiin, pyrkien ymmärtämään käyttäjän hakutarkoituksen ja tarjoamaan relevantteja tuloksia, vaikka avainsanat eivät olisi täsmälleen samoja. Paluulinkkien (eng. backlink) osalta Bing arvottaa sekä linkkien laatua että määrää, kun taas Google keskittyy linkkien laatuun ja luotettavuuteen, painottaen erityisesti linkkien alkuperää ja kontekstia.

Sosiaalisen median vaikutus hakutuloksiin on toinen merkittävä ero hakukoneiden välillä. Bing ottaa huomioon sosiaalisen median signaalit, kuten jaot ja tykkäykset, jotka voivat parantaa sijoituksia. Google ei sen sijaan käytä sosiaalisen median aktiivisuutta suoraan sijoitustekijöinä. Lisäksi Bing arvostaa vanhempia ja vakiintuneita verkkosivustoja, kun taas Google keskittyy enemmän sivuston auktoriteettiin ja luotettavuuteen riippumatta sen iästä. Multimediasisällön osalta Bing suosii sivustoja, joissa on laadukasta visuaalista sisältöä, kuten kuvia ja videoita, kun taas Google painottaa enemmän tekstisisällön laatua ja relevanssia. Näiden erojen valossa on selvää, että Google ja Bing vaativat erilaista lähestymistapaa hakukoneoptimoinnissa. Tehokas SEO-strategia edellyttää kummankin hakukoneen erityispiirteiden tuntemista ja niiden hyödyntämistä, jotta verkkosivuston näkyvyys maksimoidaan molemmissa ympäristöissä. Näin voidaan saavuttaa parempia tuloksia sekä hakukoneliikenteen että käyttäjäkokemuksen parantamisessa. (Scott 2024.)

4 Tekoälymallit hakukoneissa

4.1 GPT-mallit

OpenAI on kehittänyt GPT-mallit (Generative Pre-trained Transformers), mitkä on suunniteltu erityisesti luonnollisen kielen käsittelyn tehtäviin. Nämä laajat ja tehokkaat kielimallit pohjautuvat Transformer-arkkitehtuuriin, joka on moderni ja erittäin tehokas rakenne tekstipohjaisten tietojen analysoinnissa ja tuottamisessa. (Belcic & Stryker.)

Transformer-arkkitehtuuri on neuroverkkorakenne, joka on suunniteltu käsittelemään ja tuottamaan sekvenssejä, kuten tekstiä. Ydinidea on käyttää itsehuomiomekanismia (eng. self-attention), jonka avulla malli voi ymmärtää kunkin sanan merkityksen suhteessa muihin sanoihin sekvenssissä. (Talamadupula 2024.)

GPT-mallien kehityksen tavoitteena on ollut automatisoida monia tekstinkäsittelyyn liittyviä tehtäviä ja simuloida mahdollisimman hyvin ihmisen luomaa tekstiä. GPT-mallit toimivat perustana monille generatiivisen tekoälyn sovelluksille, joissa tarvitaan kykyä tuottaa luontevaa ja asiayhteyden sopivaa tekstiä. Tunnettu esimerkki tällaisesta sovelluksesta on ChatGPT, joka hyödyntää GPT-mallin kyvykkyyksiä. (Belcic & Stryker.)

Microsoft on pitkäaikainen yhteistyökumppani OpenAI:n kanssa, ja tämä kumppanuus perustuu monivuotiseen ja monen miljardin dollarin investointiin tekoälyn kehittämisessä sekä sen laajojen hyötyjen jakamisessa. Viimeisin sopimus jatkaa aiempia merkittäviä sijoituksia, jotka tehtiin vuosina 2019 ja 2021. Sopimuksen päätavoitteena on edistää superlaskennan kehitystä, mahdollistaa kehittyneiden tekoälymallien kaupallistaminen ja tuoda markkinoille uusia tekoälypohjaisia tuotteita. Microsoft toimii OpenAI:n yksinoikeudellisena pilvipalvelukumppanina, ja kaikki OpenAI:n tekoälytoiminnot hyödyntävät Microsoftin Azure-pilvipalvelualustaa. Azure on Microsoftin kehittämä julkinen pilvipalvelualusta, joka tukee laajamittaista datan käsittelyä ja monimutkaisten tekoälymallien toimintaa. Molemmat yritykset ovat sitoutuneet vastuullisen ja turvallisen tekoälytutkimuksen edistämiseen. Kumppanuuden tavoitteena on tekoälyn demokratisointi tarjoamalla alusta, joka tuo merkittäviä innovaatioita ja hyötyjä eri toimialoille. (Microsoft c.)

Vuonna 2018 OpenAI julkaisi ensimmäisen kielimallin GPT-1:n, joka toimi lähtökohtana myöhemmille, kehittyneemmille malleille. GPT-1 sisälsi noin 117 miljoonaa parametria, mikä oli aikanaan merkittävä määrä ja mahdollisti luonnollisen kielen käsittelyn perustason sovelluksissa. Malli koulutettiin käyttämällä 40 gigatavua internetistä kerättyä dataa, joka sisälsi arviolta noin 600 miljardia sanaa. Tämä laaja koulutusdata antoi GPT-1:lle perusvalmiudet tekstin ymmärtämiseen ja tuottamiseen useissa eri yhteyksissä. GPT-1:n kykyihin kuului muun muassa vastata yleisluontoisiin kysymyksiin, tuottaa uutta tekstiä, muotoilla

olemassa olevaa tekstiä uudelleen sekä kääntää kieliä. Mallin suorituskyky oli kuitenkin rajallinen, etenkin kun verrataan sitä myöhempiin malleihin, kuten GPT-2:een ja GPT-3:een, jotka pystyivät paljon pidempien ja monimutkaisempien tekstien ymmärtämiseen ja tuottamiseen. GPT-1 oli erityisen hyvä vastaamaan lyhyisiin kysymyksiin ja käsittelemään pienempiä tekstikatkelmia, mutta sillä oli vaikeuksia pitkäkestoisten ja monimutkaisten tekstiyhteyksien ymmärtämisessä. Tämä teki siitä hyödyllisen tehtävissä, joissa tekstin käsitteilyyn vaadittiin selkeitä ja yksinkertaisia ratkaisuja. (HGS 2023.)

GPT-2 merkitsi merkittävää kehitysaskelta OpenAI:n kielimallien kehityksessä verrattuna sen edeltäjään, GPT-1:een. Vuonna 2019 julkaistussa GPT-2:ssa oli peräti 1,5 miljardia parametria, mikä oli huomattava lisäys GPT-1:n noin 117 miljoonaan parametriin. Tämä laajennettu parametrijoukko mahdollisti GPT-2:lle huomattavasti edistyneemmän kyvyn tuottaa pidempää ja monipuolisempaa tekstiä useissa eri konteksteissa. Malli pystyi luomaan tekstiä, joka oli paitsi luonnollisen kuuloista myös sovellettavissa monimutkaisempiin tehtäviin, kuten tarinankerrontaan, teknisiin asiakirjoihin ja jopa luovaan kirjoittamiseen. Tämän edistyksellisen kyvykkyytensä ansiosta GPT-2 herätti nopeasti laajaa kiinnostusta erilaisissa sovelluksissa. Mahdollisia käyttötarkoituksia pohdittiin erityisesti sisällöntuotannon, asiakaspalvelun ja tutkimustoiminnan alueilla. Esimerkiksi sisällöntuotannossa GPT-2 voisi auttaa kirjoittamaan artikkeleita tai markkinointimateriaaleja, kun taas asiakaspalvelussa sitä voitaisiin hyödyntää tehokkaampien Chatbot-järjestelmien luomisessa. Tutkimuksen osalta sen kyky analysoida suuria tekstimassoja tarjosi uudenlaisia mahdollisuuksia datan käsittelyyn ja tiedon tiivistämiseen. Vaikka mallin potentiaali oli selvästi merkittävä, sen julkaisuun liittyi myös huolenaiheita. OpenAI oli erityisen varovainen mallin mahdollisten väärinkäyttöjen suhteen, sillä GPT-2:n kyky tuottaa uskottavaa ja ihmismäistä tekstiä herätti pelkoa sen käytöstä disinformaation levittämisessä tai harhaanjohtavien tekstien luomisessa. Mallin avulla olisi voitu esimerkiksi kirjoittaa vale uutisia tai luoda manipuloivaa sisältöä, joka voisi vahingoittaa yksilöitä tai yhteisöjä. Tämän vuoksi OpenAI päätti aluksi olla julkaisematta mallin täysimittaista versiota, ja sen sijaan julkaistiin rajatumpi versio, jotta mahdolliset riskit ja vaikutukset voitaisiin arvioida tarkemmin. (OpenAI 2019.)

Vuonna 2020 julkaistu GPT-3 edustaa merkittävää edistysaskelta tekoälypohjaisissa kielimalleissa. Tämä malli, joka sisältää 175 miljardia parametria, on yksi suurimmista ja monimutkaisimmista koskaan koulutetuista kielimalleista. Sen kehitys perustuu edeltäjiensä, kuten GPT-2:n, saavutuksiin, mutta parametrijoukon eksponentiaalinen kasvu ja huomattavasti laajempi koulutusdata tekevät siitä poikkeuksellisen voimakkaan ja monipuolisen työkalun. Malli on koulutettu valtavilla määrillä tekstiä, joka on kerätty internetistä. Tämä sisältää muun muassa kirjoja, artikkeleita, verkkosivustoja ja muita tekstilähteitä, mikä antaa GPT-3:lle laajan käsityksen kielestä ja kyvyn vastata monenlaisiin kysymyksiin. Sen

koulutuksen laajuus mahdollistaa tekstin tuottamisen luonnollisella ja ihmismäisellä tavalla hyvin erilaisiin tarkoituksiin. (Lutkevich 2023.)

GPT-3 pystyy toimimaan vain pienellä määrällä syötteitä, mikä tarkoittaa, että se voi ymmärtää kontekstin ja tarjota laadukkaita vastauksia tai luovia ratkaisuja ilman laajaa ohjeistusta. Tämä kyvykkyys näkyy monissa käyttötarkoituksissa. GPT-3 kykenee esimerkiksi käsittelemään ja tuottamaan tekstiä eri konteksteissa, vastamaan monimutkaisiin kysymyksiin, tarjoamaan käännöksiä kielten välillä sekä tuottamaan ohjelmakoodia. GPT-3 kyky tuottaa luonnollisen tuntuista ja sujuvaa tekstiä on tehnyt siitä arvokkaan työkalun monille aloille. Esimerkiksi chatbotit, asiakaspalvelujärjestelmät ja sisällöntuotannon työkalut hyödyntävät GPT-3:n ominaisuuksia luodakseen parempia käyttäjäkokemuksia. (Lutkevich 2023.)

GPT-4 on OpenAI:n vuonna 2023 julkaisema edistynyt multimodaalimalli, mikä pystyy käsittelemään sekä tekstiä että kuvia, ja sen suunnittelussa on otettu huomioon myös muiden tietomuotojen käsittely. Tämä tekee siitä huomattavan monipuolisen verrattuna edeltäjiinsä, mitkä keskittyivät ensisijaisesti tekstimuotoiseen tietoon. GPT-4:n tavoitteena on vastata monimutkaisiin ohjeisiin ja ratkaista haastavia ongelmia tarkemmin ja tehokkaammin kuin aiemmat mallit. Sen kyky tulkita sekä tekstimuotoista, että visuaalista tietoa mahdollistaa monipuolisemmat sovellukset, kuten monimutkaisten asiakirjojen analysoinnin tai multimodaalisten tietokokonaisuuksien tulkinnan. (Crouse 2024.)

GPT-4 on integroitu useisiin suosittuihin palveluihin, kuten Microsoftin Bing-chatiin ja GitHub Copilot X:ään. Bing-chatissa käyttäjät voivat hyödyntää GPT-4:n edistyneitä kykyjä saadakseen tarkkoja vastauksia monenlaisiin kysymyksiin. GitHub Copilot X:ssä malli auttaa ohjelmistokehittäjiä koodin kirjoittamisessa, tarkistamisessa ja optimoinnissa. Näiden integraatioiden ansiosta GPT-4 tarjoaa edistyksellisiä päättely-, tiivistämis- ja testausominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää monilla eri aloilla. (Crouse 2024.)

GPT-4 on OpenAI:n tehokkain tähän mennessä kehittämä malli, mikä ylittää edeltäjänsä sisällön laadussa ja ennakkoluulojen välttämisessä. Se muodostaa myös maksullisen ChatGPT Plus -palvelun teknisen ytimen, jossa käyttäjät saavat käyttöönsä laajemmat ominaisuudet ja paremman suorituskyvyn verrattuna ilmaisversioon. Maksullinen versio mahdollistaa erityisesti monimutkaisempien tehtävien suorittamisen ja tarjoaa käyttäjille entistä nopeamman ja tarkemman kokemuksen. (Belcic & Stryker.)

Vaikka OpenAI ei ole julkaissut yksityiskohtaista kuvausta GPT-4:n arkkitehtuurista, sen kyky tuottaa tarkkaa ja asiayhteyteen sopivaa tekstiä visuaalisten syötteiden perusteella viittaa mallin monimutkaiseen koulutusrakenteeseen. GPT-4:n arkkitehtuuri perustuu kakso-kanavaiseen transformaattorimalliin, joka mahdollistaa tekstimuotoisen ja visuaalisen

tiedon käsittelyn yhtä aikaa. Tämä sisältää visuaalisen kooderin (eng. coder), joka analysoi ja tulkitsee kuvia, sekä dekooderimallin (eng. decoder), joka tuottaa tekstimuotoisia vastauksia syötteiden pohjalta. Näiden ominaisuuksien ansiosta GPT-4 on erityisen pätevä tulkitsemaan asiakirjoja, jotka sisältävät monimuotoista tietoa, kuten kuvia, kaavioita tai info-grafiikkaa. (HGS 2023.)

GPT-4 ja sitä edeltävät GPT-mallit hyödyntävät koulutuksessaan ihmispalautteeseen perustuvaa vahvistusoppimista RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback). Vaikka OpenAI ei ole kertonut tarkasti mallin koulutuksessa käytetyn aineiston kokoa tai tarkkoja lähteitä, on todennäköistä, että aineisto koostuu monipuolisesta tietokannasta, joka kattaa suuren määrän verkkosivustoja ja muita digitaalisia lähteitä. Tämä monipuolinen ja laaja tietopohja on keskeinen tekijä GPT-4:n kyvyssä tuottaa asiayhteyteen sopivia ja tarkkoja vastauksia. (HGS 2023.)

InstructGPT on vuonna 2022 esitelty malli, joka perustuu GPT-3:n teknologiaan mutta on hienosäädetty tuottamaan tarkempia ja käyttäjäystävällisempiä vastauksia. Mallin ensisijainen tarkoitus on vastata tehokkaammin ja täsmällisemmin käyttäjän kysymyksiin ja ohjeisiin sekä parantaa käyttökokemusta vähentämällä virheitä ja epätarkkuuksia vastauksissa. Tämä tekee InstructGPT:stä erityisen hyödyllisen tehtävissä, joissa vaaditaan selkeää ja luotettavaa vuorovaikutusta käyttäjän kanssa. (OpenAI 2022.)

Ohjelmointiin liittyviin tehtäviin kehitetty malli Codex perustuu myös GPT-3:een. Codex on suunniteltu ymmärtämään ja tuottamaan ohjelmakoodia eri ohjelmointikielillä, kuten Pythonilla, Javalla ja muilla yleisesti käytetyillä kielillä. Se ei ainoastaan kirjoita koodia, vaan osaa myös selittää sen toimintaa, mikä tekee siitä hyödyllisen työkalun sekä kokeneille ohjelmoijille että aloittelijoille. Codex on tullut erityisen tunnetuksi GitHub Copilot -ohjelmointiavustajana, joka hyödyntää mallin kykyä tarjotakseen automaattisia koodin kirjoittamisen ja täydentämisen ratkaisuja ohjelmoijille. Tämä nopeuttaa koodausprosessia ja parantaa työtehokkuutta. (OpenAI 2021.)

4.2 Turing-mallit

Vuonna 1936 englantilainen matemaatikko ja logiikan tutkija Alan M. Turing esitteli Turingin koneen, mikä on hypoteettinen laskentalaitte. Tämä kone suunniteltiin alun perin matemaattiseksi työkaluksi, minkä tarkoituksena oli kyetä erehtymättömästi tunnistamaan niin sanotut ratkaisemattomat väitteet. Ratkaisemattomilla väitteillä tarkoitetaan matemaattisia väittämiä, joita ei voida todistaa todeksi tai epätodeksi tietyn muodollisen aksiomajärjestelmän, eli väittämien järjestelmällisen kokoelman puitteissa. (Britannica.)

Turingin kone toimii suorittamalla laskennallisia tehtäviä vaiheittain sarjana diskreettejä eli yksittäisiä askeleita. Näin se sisältää kaikki tiedonkäsittelyn olennaiset piirteet, joita tarvitaan laskennan suorittamiseen. Vaikka Turingin kone on hypoteettinen laite, sen merkitys on valtava. Kone toimi perustana kaikille myöhemmin kehitetyille digitaalitietokoneille. (Britannica.)

Turingin luonnollisen kielen generointi, eli T-NLG (Turing Natural Language Generation), on tekoälyteknologia, mikä on suunniteltu ennustamaan ja tuottamaan ihmiskielen luonnollista kulkua. Teknologian nimi viittaa Alan Turingiin, kuuluisaan matemaatikkoon ja logiikan tutkijaan, joka on yksi modernin tietojenkäsittelytieteen perustajista. Microsoft antoi teknologialle tämän nimen kunnioittaakseen Alan Turingin merkittävää panosta tietojenkäsittelyn kehityksessä. Turing-tiimi, joka sai inspiraationsa Turingin työstä, kehitti laajamittaisesti luonnollisen kielen malleja. Näitä malleja käytettiin ratkomaan erilaisia ongelmia ja parantamaan Microsoftin sovelluksia ja palveluita. (Truly 2024.)

T-NLG on Microsoftin kehittämä kielimalli, missä on 17 miljardia parametria. Se ylittää alan huipputulokset monissa luonnollisen kielen prosessoinnin (NLP) tehtävissä. Syväoppimisen kielimallit, kuten BERT ja GPT-2, ovat jo saavuttaneet merkittäviä tuloksia oppimalla laajasti internetissä julkaistua tekstiä. Tämä lähestymistapa on parantanut NLP-tehtävien tuloksia lähes kaikilla osa-alueilla. T-NLG kuitenkin vie tämän kehityksen uudelle tasolle ollessaan aikansa suurin koskaan julkaistu kielimalli. Se saavuttaa alan parhaat tulokset monilla kielimallinnuksen vertailuarvoilla ja suoriutuu tehokkaasti käytännön tehtävissä, kuten tekstin tiivistämisessä ja kysymyksiin vastaamisessa. (Microsoft f.)

T-NLG on Transformer-pohjainen generatiivinen kielimalli, joka kykenee tuottamaan tekstiä jatkamalla avoimia tekstitehtäviä. T-NLG ei ainoastaan täydennä kesken jääneitä lauseita, vaan pystyy myös tuottamaan tarkkoja vastauksia kysymyksiin sekä tiivistelmiä syötetyistä asiakirjoista. Generatiiviset mallit, kuten T-NLG ovat erityisen arvokkaita NLP-tehtävissä, sillä niiden tavoitteena on tuottaa yhtä luonnollisia, sujuvia ja tarkkoja vastauksia kuin ihmisen kirjoittamat tekstit. Aiemmin kysymyksiin vastaaminen ja tekstin tiivistäminen perustuvat sisällön poimimiseen asiakirjoista, mikä saattoi johtaa epäluonnollisiin tai epäyhtenäisiin vastauksiin. T-NLG on poistanut näitä rajoitteita ja tuonut uusia mahdollisuuksia käyttöön. (Microsoft f.)

Microsoft on hyödyntänyt T-NLG- kielimallia parantaakseen sekä omia tuotteitaan että asiakaskokemusta. Mallin avulla käyttäjät voivat esimerkiksi säästää aikaa tiivistämällä sähköposteja ja asiakirjoja. Lisäksi se tarjoaa kirjoitusapua Microsoft Office -ohjelmissa ja vastaa lukijoiden mahdollisiin kysymyksiin asiakirjoissa. T-NLG toimii myös pohjana entistä sujuvammille keskusteluroboteille ja digitaalisille avustajille, joita voidaan käyttää esimerkiksi

asiakkuuksien hallinnassa ja myynnissä käymällä keskusteluja asiakkaiden kanssa. T-NLG on jo integroitu Microsoftin tuotteisiin, kuten Bing-hakukoneeseen, Office-ohjelmistoihin ja Xbox-alustaan, mikä tekee siitä keskeisen osan Microsoftin ekosysteemiä. (Microsoft f.)

T-ULRv2 (Turing Universal Language Representation) on Microsoftin Turing-tiimin kehittämä kielimalli, mikä pitää sisällään 550 miljoonaa parametria. Nämä parametrit, eli sisäiset muuttujat, ovat keskeisiä mallin tekemisessä ennusteissa. Microsoftin tutkijat ovat kouluttaneet T-ULRv2-mallia hyödyntämällä monikielistä datakorpusta, joka kattaa yhteensä 94 eri kieltä. (Wiggers 2020.)

Koulutuksen aikana malli oppii kääntämään tekstiä ennustamalla peitettyjä sanoja lauseista. Tämä tapahtui usein hyödyntämällä kontekstivihjeitä eri kieliparien, kuten ranskan ja englannin, välillä. Monikielinen lähestymistapa mahdollistaa sen, että malli pystyy käsittelemään monenlaisia kieliä ja tuottamaan tarkkoja käännöksiä. T-ULRv2 on osoitus monikielisten mallien kehittymisestä ja niiden kyvystä yhdistää kielellinen konteksti tehokkaasti useiden kielten välillä. (Wiggers 2020.)

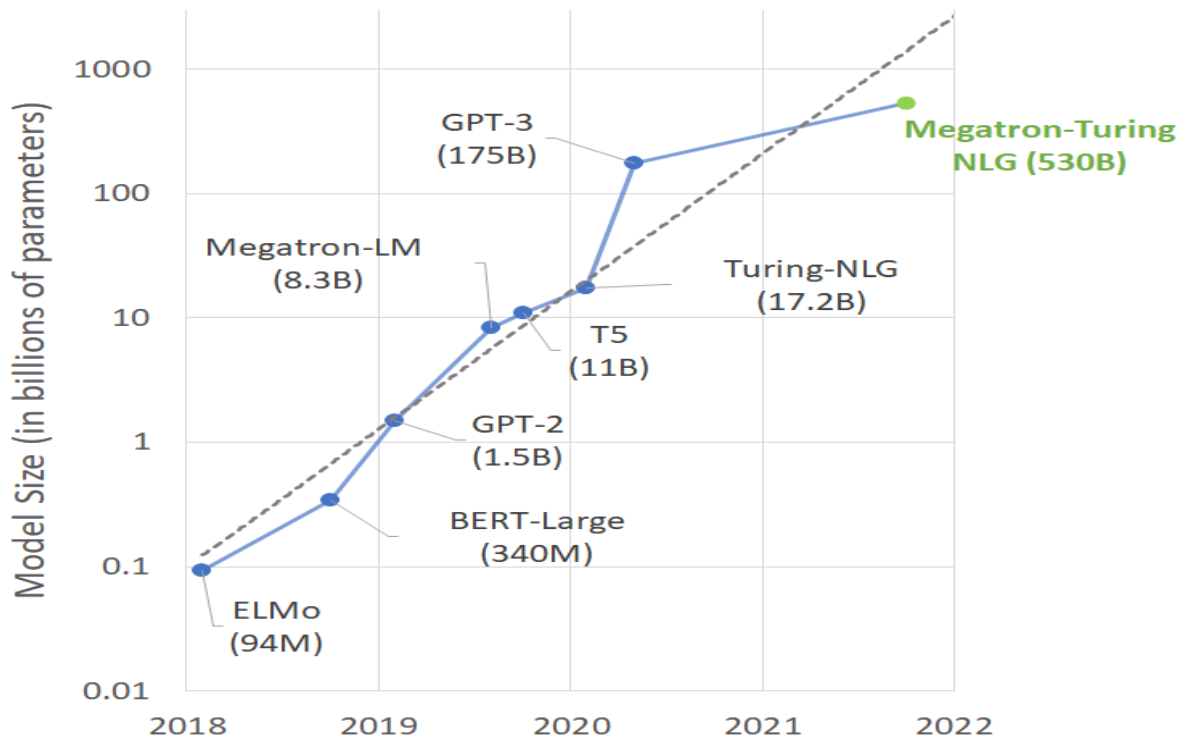
MT-NLG (Megatron-Turing NLG) on Microsoftin ja NVIDIA:n yhteistyön tuloksena kehitetty kielimalli, mikä on tähän mennessä suurin ja tehokkain yksittäinen Transformer-pohjainen kielimalli. Siinä on peräti 530 miljardia parametria, mitkä muodostavat sen matemaattisen perustan. Mallia voi ajatella kielen aivoina, mutta perinteisten neuronien sijasta sen rakenne perustuu monimutkaisiin matemaattisiin laskelmiin. Tämä laaja ja monimutkainen verkosto mahdollistaa tekstin prosessoinnin ja tuottamisen tavoilla, mitkä joissakin tapauksissa ylittävät ihmisen kyvyt. (Ghafforov 2024.)

MT-NLG pystyy tuottamaan korkealaatuista tekstiä, mikä on ihmisen kirjoittaman tekstin tasolla. Malli soveltuu moniin tarkoituksiin, kuten luovaan kirjoittamiseen, faktapohjaisten tiivistelmien tuottamiseen ja monimutkaisten kysymysten vastaamiseen. Malli kykenee osallistumaan luonnollisiin ja johdonmukaisiin keskusteluihin ja tuottaa erilaisia tekstimuotoja, kuten runoja, koodia, käsikirjoituksia, musiikkikappaleita, sähköposteja ja kirjeitä. (Ghafforov 2024.)

Ohjelmistokehityksessä MT-NLG on osoittanut lupaavia tuloksia erityisesti peruskoodin tuottamisessa Python-ohjelmointikielellä. Mallin 530 miljardin parametrin määrä edustaa merkittävää edistysaskelta kielimallien koossa ja mahdollisuuksissa. Tämä valtava mitta-kaava avaa uusia ovia tekoälytutkimukselle ja luonnollisen kielen prosessoinnin kehitykselle. (Ghafforov 2024.)

Kuva 2 havainnollistaa, kuinka merkittävästi MT-NLG kielimalli ylittää parametrimäärältään aikaisemmat kielimallit vuoteen 2022 mennessä. Kuvassa näkyy myös katkoviivalla esitetty

eksponentiaalinen kasvu. Tämä korostaa trendiä, missä kielimallien koko kasvaa jatkuvasti. Tämä kasvu heijastuu mallien suorituskyvyn parantumisena monilla luonnollisen kielen prosessoinnin osa-alueilla. (Kharya & Alvi 2021)

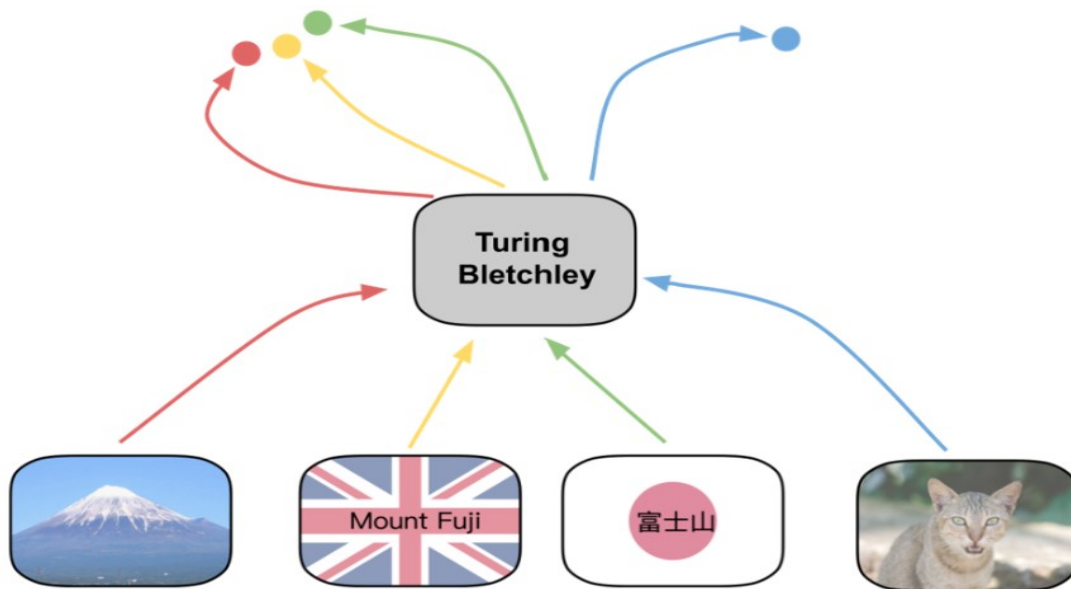


Kuva 2. Graafi esittää luonnollisen kielen käsittelyn kielimallien koon kasvun parametrien määrän suhteen vuosina 2018–2022 (Kharya & Alvi 2021)

Turing Bletchley v3 on Microsoftin tuotteissa käytössä oleva uusi monikielinen visio-kielimalli. Se on uusin versio Turing Bletchley -sarjasta, mikä koostuu monikielisistä multimo- daalisista perustamalleista. Nämä mallit ymmärtävät yli 90 eri kieltä. Sarjan ensimmäinen versio, Turing Bletchley v1, oli yksi ensimmäisistä monikielisistä visio-kielimalleista. Tällai- set mallit mahdollistavat tehokkaan kuvahaun sekä yleisillä että harvinaisemmilla kielillä. Turing Bletchley v3 on otettu käyttöön esimerkiksi Microsoftin Bing-hakukoneessa. (Micro- soft e.)

Ihmiset ymmärtävät maailmaa monien aistien, kuten näön, kuulon, hajun ja maun avulla. Visio-kielimallit jäljittelevät tätä toimintaa yhdistämällä kaksi aistia, näön ja kielen. Nämä mallit voivat käsitellä syötteenään joko kuvia tai tekstiä. Turing Bletchley v3 muuntaa syöt- teen eli kuvan tai tekstikatkelman monidimensionaalisen avaruuden vektoriksi. Tavoitteena on, että samaan aiheeseen liittyvät kuvat ja tekstit sijoittuvat lähelle toisiaan tässä avaruu- dessa. Jos tekstinä on esimerkiksi kissa ruohokentällä, mallin on sijoitettava tämä lähelle kuvia, joissa on kissa ruohokentällä. (Microsoft e.)

Tällaisia malleja hyödynnetään esimerkiksi kuvahauissa. Käyttäjän tekemä kysely muunnetaan vektoriksi, jota verrataan tietokannan kuvien sijainteihin. Näin löydetään kyselyyn parhaiten sopivat kuvat. Kuva 3 havainnollistaa, kuinka Turing Bletchley muuntaa kuvat ja tekstit pisteiksi vektoriavaruudessa ja sijoittaa ne lähelle esimerkiksi Mount Fujia esittäviä kuvia. (Microsoft e.)



Kuva 3. Turing Bletchley muuntaa kuvat ja tekstit pisteiksi vektoriavaruudessa (Microsoft e)

Microsoftin Bing hakukoneessa kysymys-vastaustoiminto näyttää suoran vastauksen lisäksi aiheeseen liittyviä kuvia parantaakseen käyttäjäkokemusta. Visio-kielimallien luonteva sovellus on kuvahaku, jossa Bletchley v3 –mallia käytetään Bingissä kahteen tapaukseen, kuva-kuvahakuun ja teksti-kuvahakuun. (Microsoft e.)

4.3 BERT

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) on Googlen kehittämä tekoälymalli, joka julkaistiin avoimena lähdekoodina GitHub-alustalla vuonna 2018. Tämä tekoälymalli on suunniteltu ymmärtämään luonnollista kieltä, kuten sanayhdistelmiä, jotka voivat ilmaista erilaisia merkityksiä ja tarkoituksia. Toisin kuin perinteiset hakumenetelmät, jotka keskittyvät yksittäisiin sanoihin, BERT osaa tulkita sanojen yhdistelmien välittämät monimutkaiset ideat ja merkitykset. (Nayak 2024.)

BERT käsittelee sanoja niiden järjestyksessä ja tunnistaa, kuinka ne liittyvät toisiinsa. Tämän ansiosta se varmistaa, että käyttäjän hakukyselystä ei jää pois tärkeitä sanoja, jotka voivat vaikuttaa hakutulosten laatuun. Esimerkiksi, jos hakukoneen käyttäjä kysyy, saako apteekista lääkkeitä, BERT ymmärtää, että käyttäjä pyrkii selvittämään, voiko lääkkeitä

hakea jollekin toiselle henkilölle. Tämä on merkittävä parannus aiempiin hakutekniikoihin verrattuna, joissa tällaiset yksityiskohdat, kuten lyhyet prepositiot, saatettiin jättää huomiotta. Ennen vuotta 2019 hakukoneet pitivät lyhyitä sanoja, kuten prepositioita, itsestään selvinä eivätkä huomioineet niiden vaikutusta hakutuloksiin. BERT-mallin ansiosta Google pystyy nyt ymmärtämään, että myös pienillä sanoilla voi olla suuri merkitys kyselyn merkityksen ja hakutulosten kannalta. Näiden sanojen huomiotta jättäminen voi johtaa siihen, että kyselyyn saadaan täysin vääränlaisia vastauksia. (Nayak 2024.)

Nykyään BERT on tärkeä osa englanninkielisiä Google-hakuja. Tekoälymalli parantaa hakutulosten laatua kahdella keskeisellä tavalla: se auttaa hakukoneen järjestelmiä sekä löytämään että järjestämään käyttäjälle relevantteja tuloksia. BERT ei kuitenkaan toimi yksin, vaan se on osa Googlen laajempaa järjestelmää, jossa hyödynnetään useita eri tekniikoita laadukkaiden hakutulosten tuottamiseen. (Nayak 2024.)

BERT on tekoälymalli, joka on esikoulutettu laajoilla tekstiaineistoilla, kuten Wikipedialla, ja sitä voidaan hienosäätää erityisiin tehtäviin, kuten kysymys-vastausjärjestelmiin. Mallin keskeiset ominaisuudet tekevät siitä tehokkaan luonnollisen kielen käsittelyssä. Ensimmäinen tärkeä ominaisuus on kaksisuuntainen käsittely. Toisin kuin monet muut mallit, BERT lukee tekstiä sekä vasemmalta oikealle että oikealta vasemmalle samanaikaisesti. Tämä mahdollistaa sen, että malli ymmärtää sanojen merkityksen niiden ympäristön perusteella. Esimerkiksi yksittäisen sanan merkitys voi vaihdella huomattavasti sen ympärillä olevien sanojen mukaan ja BERT pystyy analysoimaan näitä yhteyksiä molemmista suunnista. Toinen keskeinen ominaisuus on Transformer-arkkitehtuuri. Tässä arkkitehtuurissa jokaisen sanan merkitys määrittyy sen ympärillä olevien sanojen avulla. Tämä tarkoittaa, että BERT tarkastelee koko lausetta ymmärtääkseen yksittäisten sanojen merkityksen. Tämän ansiosta malli pystyy käsittelemään monimutkaisia tekstikokonaisuuksia ja selvittämään sanojen merkitykset tarkasti. (Hashemi-Pour 2024.)

Viimeinen ominaisuus on malliarkkitehtuurin esikoulutus ja hienosäätö. Esikoulutusvaiheessa BERT oppii kielen rakenteita ja merkityksiä laajojen aineistojen avulla. Esikoulutuksen jälkeen malli voidaan hienosäätää tiettyihin tehtäviin, kuten sentimenttianalyysiin tai tekstiluokitteluun, mukauttamalla sitä kyseisten tehtävien erityisiin aineistoihin. BERTin esikoulutusprosessi koostuu kahdesta tehtävästä, jotka auttavat mallia oppimaan kielen rakenteita ja merkityksiä. Ensimmäinen tehtävä on maskattu kielimallinnus, eli Masked Language Modeling (MLM). Tässä tehtävässä satunnaisesti valittuja sanoja peitetään tekstissä, ja BERTin tehtävänä on ennustaa nämä peitetyt sanat niiden kontekstin perusteella. Tämä harjoitus auttaa mallia ymmärtämään, kuinka sanat liittyvät toisiinsa kokonaisuudessa. Toinen tehtävä on seuraavan lauseen ennustaminen (Next Sentence Prediction, NSP). Tässä

tehtävässä BERTille annetaan kaksi lausetta, ja sen tulee ennustaa, seuraako toinen lause loogisesti ensimmäistä vai ovatko ne satunnaisesti valittuja. Tämä harjoitus opettaa mallille tekstin sisäisiä suhteita ja logiikkaa. Näiden esikoulutustehtävien ansiosta BERT oppii syvällisesti kielen rakenteita ja merkityksiä, mikä tekee siitä soveltuvan moniin erilaisiin luonnollisen kielen käsittelyn tehtäviin. (Hashemi-Pour 2024.)

4.4 MUM

Toukokuussa 2021 Google esitteli Multitask Unified Modelin eli MUM, jonka se kuvaili olevan jopa 1000 kertaa tehokkaampi kuin aiempi BERT-tekoälymalli. Tämä tarkoittaa, että MUM pystyy käsittelemään monimutkaista tietoa ja hakukyselyitä huomattavasti nopeammin ja tehokkaammin kuin edeltäjänsä. Malli on koulutettu 75 eri kielellä ja suorittamaan monia erilaisia tehtäviä, kuten ymmärtämään sekä luomaan kieltä, mikä tekee siitä huomattavasti kattavamman kuin aiemmat mallit. Tämä laaja koulutus antaa MUM-mallille syvällisen ymmärryksen sekä tiedosta että maailmantiedosta, mikä auttaa parantamaan hakukoneen kykyä tarjota relevantteja vastauksia. Perinteisesti jokainen kieli on vaatinut oman erillisen kielimallinsa, mikä on rajoittanut monikielisten järjestelmien tehokkuutta. MUM kuitenkin poikkeaa tästä lähestymistavasta, sillä se on multimodaalinen malli. Tämä tarkoittaa, että MUM pystyy käsittelemään ja yhdistämään tietoa sekä tekstistä että kuvista. Multimodaalisuus mahdollistaa entistä monipuolisemman ja kontekstuaalisemman tiedon analysoinnin, mikä on erityisen hyödyllistä tilanteissa, joissa pelkkä teksti ei riitä. (Nayak 2021.)

Yksi MUM-tekoälymallin merkittävimmistä eduista on sen kyky ylittää kielimuurit. Usein kieli voi olla esteenä tiedon löytämiselle, jos hakua ei tehdä samalla kielellä kuin tietolähteet. Esimerkiksi, jos käyttäjä suunnittelee matkaa Ranskaan ja haluaa löytää tietoa kaupungin parhaista kirpputoreista, englanninkielinen haku ei välttämättä tarjoa parhaita vastauksia. MUM pystyy ratkaisemaan tämän ongelman hyödyntämällä tietoa eri lähteistä riippumatta siitä, millä kielellä ne on kirjoitettu. Se voi hakea ja siirtää tietoa kielirajojen yli, mikä tekee siitä erityisen hyödyllisen monikielisessä tiedonhaussa. Tämän ominaisuuden ansiosta MUM ei ainoastaan ymmärrä hakukyselyä, vaan myös yhdistää ja soveltaa tietoa eri lähteistä, jotka voivat olla kirjoitettuja täysin eri kielillä kuin alkuperäinen kysely. Näin MUM auttaa käyttäjiä löytämään tarkempaa ja laajempaa tietoa, joka voi muuten jäädä tavoittamatta. (Nayak 2021.)

MUM hyödyntää multitasking-oppimista, mikä mahdollistaa sen suorittavan useita tehtäviä samanaikaisesti. Tämän ansiosta malli ei pelkästään vastaa hakukyselyihin, vaan myös analysoi niiden taustalla olevia tarpeita ja pystyy tarjoamaan syvempää tietoa monitulkintaisiin kysymyksiin. (Grant 2023.)

MUM-mallin avulla Google voi parantaa hakukoneensa algoritmeja niin, että hakutulokset eivät ainoastaan vastaa käyttäjän esittämiin kysymyksiin, vaan myös ennakoivat käyttäjän mahdollisia tarpeita. Tämä tarkoittaa, että hakutulokset tarjoavat tietoa, joka voi olla käyttäjälle hyödyllistä, vaikka alkuperäinen kysely olisi monitulkintainen tai epätarkka. Esimerkiksi, jos kysely liittyy johonkin laajempaan aiheeseen, MUM osaa yhdistää siihen liittyvää tietoa eri lähteistä ja tarjota kattavampia vastauksia. Vaikka sekä BERT että MUM perustuvat luonnollisen kielen käsittelyyn, MUM menee tätä pidemmälle yhdistämällä useita erilaisia teknologioita. Tämän yhdistelmän ansiosta MUM pystyy parantamaan Google-hakujen laatua merkittävästi ja tarjoamaan käyttäjille paremman hakukokemuksen. Malli on erityisesti suunniteltu tekemään hauista intuitiivisempia ja hyödyllisempiä. MUM-algoritmit koulutetaan erityisesti englanninkielisten hakukyselyiden ja asiakirjojen pohjalta, mikä antaa pohjan sen monipuoliselle osaamiselle ja kyvyille käsitellä laajoja tietokokonaisuuksia. (Grant 2023.)

4.5 RankBrain

Vuonna 2015 Google julkaisi tekoälymallin nimeltä RankBrain, joka oli yhtiön ensimmäinen syväoppiva tekoälyalgoritmi. Tämä julkaisu merkitsi suurta muutosta Googlen hakukoneessa käytettyihin teknologioihin, sillä ennen tekoälyn integroimista hakujärjestelmät perustuivat täysin hakusanoihin. Aikaisemmat järjestelmät olivat suoraviivaisempia ja rajoittuneita. Hakutulokset perustuivat siihen, kuinka tarkasti käyttäjän kirjoittamat hakusanat vastasivat verkkosivujen sisältöä. Tämän lähestymistavan heikkous oli sen kyvyttömyys käsitellä virheitä tai monitulkintaisia kyselyitä tehokkaasti. Esimerkiksi, jos käyttäjä teki hakukyselyn, jossa oli pieni kirjoitusvirhe, järjestelmä ei osannut korjata virheitä tai ymmärtää kyselyä laajemmin. Tämä saattoi johtaa siihen, että hakutulokset eivät vastanneet käyttäjän todellisia tarpeita. (Parsons 2024.)

RankBrain on Googlen hakualgoritmin Hummingbirdin yksi keskeisistä osista. Tämä tekoälymalli ei toimi yksin, vaan se on osa laajempaa järjestelmää, joka hyödyntää useita erilaisia signaaleja hakutulosten järjestämisessä. Näihin signaaleihin kuuluvat muun muassa verkkosivustojen linkit ja niiden sisältö. RankBrain on suunniteltu tukemaan näitä muita signaaleja analysoimalla ja tulkitsemalla hakukyselyitä tarkemmin. Vuonna 2015, pian käyttöönottonsa jälkeen, RankBrain nousi nopeasti kolmanneksi tärkeimmäksi tekijäksi, joka vaikuttaa siihen, miten Google järjestää hakutuloksia käyttäjälle. Tämä tarkoittaa, että RankBrainin rooli hakutulosten relevanssin varmistamisessa oli heti merkittävä, ja se täydensi muita algoritmin osia tehokkaasti. (Sullivan 2016.)

Tekoälymalli RankBrain on suunniteltu auttamaan hakukonetta ymmärtämään käyttäjien tekemiä hakukyselyitä ja tarjoamaan niiden pohjalta osuvampia tuloksia. Malli analysoi

tarkasti, miten käyttäjät ovat vuorovaikutuksessa hakutulosten kanssa, esimerkiksi mitä linkkejä he valitsevat ja kuinka kauan viiptyvät valituilla sivuilla. Näistä vuorovaikutuksista RankBrain oppii jatkuvasti, mikä mahdollistaa hakukoneen tulosten parantamisen tulevia hakuja varten. Toisin kuin aiemmat algoritmit, jotka olivat täysin ihmisten ohjelmoimia ja joissa kaikki säädöt tehtiin manuaalisesti, RankBrain on itsenäisesti oppiva malli. Tämä tarkoittaa, että se pystyy säätämään hakualgoritmiaan automaattisesti käyttäjien käyttäytymisen perusteella. Esimerkiksi, jos käyttäjät arvostavat hakutuloksia, joissa on tuoretta sisältöä, RankBrain voi lisätä sisällön ajankohtaisuuden painoarvoa hakutulosten järjestämisessä. Samoin, jos linkit osoittautuvat vähemmän merkittäviksi tietyn tyyppisissä hauissa, se voi vähentää niiden vaikutusta. RankBrainin kyky tehdä tällaisia säätöjä itsenäisesti tekee siitä tehokkaan työkalun erityisesti monimutkaisten tai ennen näkemättömien hakukyselyiden käsittelyssä. (Parsons 2024.)

RankBrainin toiminta perustuu kahteen keskeiseen tehtävään. Tehtävät ovat hakukyselyiden ymmärtäminen ja käyttäjien vuorovaikutuksen mittaaminen hakutulosten kanssa. Ensimmäisessä tehtävässä RankBrain hyödyntää koneoppimista analysoidakseen sanojen ja lauseiden merkityksiä sekä niiden välisiä yhteyksiä. Tämä mahdollistaa monimutkaisten tai epätavallisten hakukyselyiden tarkemman tulkinnan. Esimerkiksi, jos hakukysely sisältää harvinaisia ilmauksia tai monitulkintaisia sanoja, RankBrain osaa hahmottaa niiden merkityksen laajemmassa asiayhteydessä. Toinen keskeinen tehtävä liittyy käyttäjien vuorovaikutuksen seurantaan hakutulosten kanssa. RankBrain seuraa, mitä linkkejä käyttäjät klikkaavat ja kuinka kauan he viiptyvät sivuilla. Näiden tietojen avulla RankBrain arvioi hakutulosten laatua ja mukauttaa algoritmiaan, jotta tulevat haut vastaisivat paremmin käyttäjien odotuksia. (Dean 2024.)

RankBrainin käyttöönoton myötä hakukoneoptimoinnissa (SEO) on korostunut käyttäjäkokemuksen merkitys. On entistä tärkeämpää luoda sisältöä, joka ei pelkästään houkuttele käyttäjiä, vaan myös vastaa heidän tarpeisiinsa ja pitää heidät sitoutuneina. Tämä voi tarkoittaa houkuttelevien ja tarkasti optimoitujen otsikoiden ja metakuvauksien kirjoittamista, jotka parantavat klikkausprosenttia, sekä laadukkaan, informatiivisen sisällön tarjoamista. Laadukas sisältö vähentää välitöntä poistumista (eng. bounce rate) ja lisää käyttäjien sivustolla viettämää aikaa, mikä vaikuttaa positiivisesti hakutulosten näkyvyyteen. (Dean 2024.)

4.6 Tekoälymallit hakukoneoptimoinnin tukena

Tekoäly on tuonut merkittäviä parannuksia hakukoneiden toimintaan ja hakukoneoptimointiin. Googlen tekoälymallit kuten RankBrain, BERT ja MUM sekä Microsoftin Bing-hakukoneeseen tehty tekoälyintegraatio auttavat hakukoneita ymmärtämään käyttäjien kyselyitä

paremmin ja tarjoamaan osuvampia hakutuloksia. Microsoft käyttää Bing-hakukoneessaan GPT-malleja sekä Alan Turingin kehittämää Turing-mallia.

Google käyttää useita tekoälymalleja ja algoritmeja parantaakseen hakutulosten tarkkuutta ja käyttäjäkokemusta. Näistä tärkeimpiä ovat BERT, MUM ja RankBrain. Googlen vuonna 2015 lanseeraama RankBrain hyödyntää koneoppimista käsitelläkseen tuntemattomia tai monimutkaisia kyselyitä. Se muuntaa hakukyselyt matemaattisiksi vektoreiksi, jotka auttavat ymmärtämään sanojen ja lauseiden merkityksiä syvällisemmin. Ennen RankBrainia hakukoneoptimoinnin käytännöt painoutuivat tarkkoihin avainsanoihin ja niiden sijoitteluun hakukoneessa. Tekoälymallin avulla Google pystyy ymmärtämään sanojen taustalla olevan tarkoituksen, jolloin sivustojen ei tarvitse enää keskittyä yksittäisten avainsanojen toistamiseen. (Nippala 2020.)

Vuonna 2019 käyttöön otettu BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) parantaa Googlen kykyä ymmärtää hakukyselyitä analysoimalla sanojen kontekstia sekä ennen että jälkeen kyseisen sanan. Tämän ansiosta Google pystyy tulkitsemaan monimutkaisia sekä keskustelunomaisia hakuja tarkemmin parantaen hakutulosten relevanssia ja järjestystä hakutulossivulla. (Nayak 2019.)

Googlen MUM-tekoälymalli on monikielinen ja multimodaalinen järjestelmä, joka käsittelee tekstiä ja kuvia rinnakkain. Vuonna 2021 lanseerattu MUM on BERT-malliin verrattuna 1000 kertaa tehokkaampi. MUM voi yhdistää tietoa eri kielillä ja muodoissa, minkä ansiosta se pystyy vastaamaan monimutkaisiin kysymyksiin ja tarjoamaan kattavia vastauksia. Tämä malli rikkoo kielimuureja hakujen osalta ja auttaa hakemaan tietoa myös sellaisista lähteistä, joita ei ole kirjoitettu käyttäjän hakukielellä. (Grant 2023.)

Microsoft on puolestaan integroinut OpenAI kehittämän ChatGPT-tekoälymallin Bing-hakukoneeseen, mikä parantaa luonnollisen kielen käsittelyä ja hakutulosten relevanssia. ChatGPT-integraatio mahdollistaa monimutkaisten kysymysten esittämisen ja tarkkojen vastausten saamisen, mikä rikastaa käyttäjien hakukokemusta. (Laine 2023.)

Microsoftin Turing-malli on edistynyt luonnollisen kielen käsittelyn malli, jonka tavoitteena on parantaa hakukoneiden ja muiden sovellusten kykyä ymmärtää ja tuottaa ihmiskieltä. Transformer-arkkitehtuurin avulla Turing käsittelee ja tuottaa tekstiä tehokkaasti. Malli on koulutettu laajoilla tekstiaineistoilla, kuten Wikipedialla, minkä ansiosta se ymmärtää syvällisesti kielen rakenteita ja merkityksiä. Turing-malli on parantanut Microsoftin hakukoneiden, kuten Bingin, kykyä tarjota käyttäjille tarkempia ja osuvampia hakutuloksia. Lisäksi sitä on integroitu muihin Microsoftin tuotteisiin, kuten Office-sovelluksiin, mikä parantaa käyttäjäkokemusta ja lisää tuottavuutta monissa eri sovelluksissa. (Rosset 2020.)

5 Vaikutukset

5.1 Tekoälyn vaikutukset hakutuloksiin

Tekoäly ja tekoälymallit ovat muuttaneet merkittävästi hakukoneiden tapaa tuottaa ja järjestää hakutuloksia. Perinteinen avainsanapohjainen malli on kehittynyt kohti monimutkaisempaa ja käyttäjän tarpeita ennakoivaa järjestelmää. Googlen kehittyneet tekoälymallit kuten BERT, RankBrain ja MUM sekä Microsoftin Turing-mallit ja GPT-integraatiot, esimerkiksi ChatGPT ovat avanneet uusia mahdollisuuksia hakukoneiden toiminnalle. Näiden mallien avulla hakukoneet eivät pelkästään vastaa käyttäjän kyselyyn, vaan pyrkivät ymmärtämään sen laajemmassa kontekstissa, huomioiden käyttäjän tarkoituksen, kielelliset vivahteet ja hakuhistorian. Tekoälymallien ansiosta hakukoneet pystyvät käsittelemään monimutkaisempia kysymyksiä ja tarjoamaan tarkempia käyttäjän hakukohdetta vastaavia tuloksia. Ilman tekoälyä hakukoneissa hakukoneet palauttaisivat tuloksia ainoastaan, jos hakusanojen kirjoitusasu täsmää tarkasti verkkosivun sisältöön.

Hakukoneiden kehitys on siirtynyt perinteisestä avainsanapohjaisesta hakumallista kohti semanttista hakua, joka pyrkii ymmärtämään käyttäjän kyselyn merkitystä laajemmin. Tämä kehitys perustuu luonnollisen kielen käsittelyyn (NLP), jonka avulla hakukoneet voivat analysoida sanojen välistä suhdetta, ymmärtää kontekstia ja tarjota merkityksellisiä tuloksia monimutkaisiin kysymyksiin. Ilman luonnollisen kielen käsittelyä hakukoneet eivät pystyisi käsittelemään kysymysmuotoisia hakuja tai monimutkaisia lauseita. Hakukoneeseen kirjoitetussa kysymyksessä, hakukone ei tuottaisi suoraa vastausta vaan poimisi ainoastaan sanat, mitä kysymyksessä käytetään. (Rouse 2024.)

Wang ym. (2024) toteavat tutkimuksessaan, että Googlen BERT-malli kykenee käsittelemään tekstin merkitystä sekä sanojen edeltävän että seuraavan kontekstin perusteella. BERT-mallia sovelletaan pitkien tekstien analysointiin, mikä parantaa hakutulosten tarkkuutta, sillä se kykenee ymmärtämään laajempia konteksteja ja monimutkaisia kielirakenteita. Malli mahdollistaa syvemmän merkityksellisen ymmärryksen, mikä auttaa hakukoneita tulkitsemaan käyttäjän aikomuksia ja tarjoaa siten relevantimpia tuloksia. BERTin avulla voidaan laajentaa hakukyselyitä synonyymeillä ja aiheeseen liittyvillä termeillä, mikä parantaa hakutulosten kattavuutta.

Microsoftin Bing-hakukoneessa käytetty Turing-malli on toinen esimerkki edistyksellisestä luonnollisen kielen käsittelystä. Turing-mallit, kuten T-NLG, mahdollistavat sujuvan kysymys-vastaustoiminnon ja monimutkaisten tekstien tiivistämisen. Näiden avulla hakukoneet voivat tarjota sekä välittömiä vastauksia käyttäjän kyselyyn että kattavia, monilähteisiä tuloksia, jotka helpottavat tiedonhakuja. (Microsoft f.)

Uudemmat tekoälymallit, kuten Googlen MUM ovat vieneet hakukoneiden toiminnallisuudet uudelle tasolle. MUM on monimodaalinen, mikä tarkoittaa, että se pystyy käsittelemään sekä tekstiä ja kuvia rinnakkain. Lisäksi se on monikielinen, mikä mahdollistaa tiedon yhdistämisen ja esittämisen eri kielillä. Tämä auttaa hakukoneita vastaamaan monimutkaisiin kysymyksiin kattavammin ja ylittämään kielimuurit. Tällaiset ominaisuudet ovat erityisen hyödyllisiä globaaleissa tiedonhakuksenaarioissa, joissa käyttäjät tarvitsevat tietoa monikielisistä ja monimuotoisista lähteistä. Käyttäjän ei siis tarvitse kirjoittaa kysymystään esimerkiksi englanniksi, kun kysymyksen voi esittää omalla äidinkielellään. (Nayak 2021.)

Turing Bletchley -mallit tarjoavat puolestaan erinomaisia sovelluksia esimerkiksi kuvahakujen parantamiseen. Microsoftin kehittämä Bletchley v3 -malli on tuonut merkittäviä parannuksia tähän prosessiin Bing-hakukoneessa. Mallista on kehitetty tiivistetty versio, joka soveltuu kahteen erilaiseen kuvahaun skenaarioon, kuva-kuvahaakuun ja teksti-kuvahaakuun. (Microsoft e.)

Kuva-kuvahaussa, käyttäjä syöttää hakuun jokin kuva ja Bing pyrkii löytämään vastaavia kontekstiin sopivia kuvia. Tämä on hyödyllistä esimerkiksi silloin, kun käyttäjä haluaa löytää samanlaisia tuotteita, maisemia tai visuaalisia elementtejä. Tämän ominaisuuden myötä käyttäjäaktiivisuus kasvoi Bingissä yli 6 % mitattuna klikkausten perusteella. Teksti-kuvahaussa, käyttäjä syöttää lyhyen tekstikyselyn, esimerkiksi auringonnousu meren rannalla ja Bing tarjoaa aiheeseen liittyviä kuvia. Tämä on tärkeä ominaisuus, että visuaalinen kielimalli ymmärtää tekstin sisältöä ja siihen liittyvät visuaaliset käsitteet. Tässä skenaariossa saavutettiin noin 0,76:n parannus Discounted Cumulative Gain (DCG) mittarissa, jota käytetään yleisesti hakutulosten laadun arvioimisessa. (Microsoft e.)

Tekoäly mahdollistaa myös entistä henkilökohtaisemman käyttäjäkokemuksen. Hakukoneet käyttävät käyttäjän hakuhistoriaa, sijaintia ja laitetietoja parantaakseen hakutulosten asianmukaisuutta. RankBrain hyödyntää koneoppimista ymmärtääkseen käyttäjän tarkoitusperää ja soveltaakseen sitä hakutulosten järjestämisessä. Tämä on siirtänyt painopistettä tarkkojen avainsanojen käytöstä kohti kokonaisvaltaista kyselyjen ymmärtämistä. RankBrain voi esimerkiksi säätää erilaisten ranking-tekijöiden, kuten linkkien ja sisällön tuoreuden painoarvoa hakutulosten järjestyksessä. Ennen RankBrainia Googlen algoritmista 100 % oli käsin koodattua. (Dean 2024.)

Helmikuussa 2023 Microsoft julkaisi tekoälyä hyödyntävän version Bingistä. Tämä versio tiivistää hakutuloksia, tarjoaa keskustelukokemuksen ja mahdollistaa luovan sisällön, kuten runojen, tarinoiden ja kuvien, luomisen Bing Image Creatorin avulla. Bing käyttää OpenAI:n malleja, kuten GPT:tä tekstinkäsittelyyn ja kuvagenerointiin. Marraskuussa 2023 uusi Bing nimettiin uudelleen Copilot Bingiksi. (Microsoft g.)

Copilot Bing yhdistää pikaviestinnän ja verkkohakutoiminnot ainutlaatuisella tavalla. Kun käyttäjä antaa kehoitteen, järjestelmä käyttää viimeaikaista keskusteluhistoriaa ja suosituimpia hakutuloksia luodakseen vastauksia. Vastaukset esitetään eri muodoissa, kuten linkkeinä, yhteenvetoina, kuvina ja keskusteluvastauksina, ja sisältävät viittauksia hakutuloksiin tarkempaa tiedonsaantia varten. Käyttäjät voivat syventää hakuja esittämällä jatkokysymyksiä, pyytämällä tarkennuksia tai käyttämällä valmiita keskusteluehdotuksia, jotka helpottavat vuorovaikutusta. Visuaalisessa haussa käyttäjät voivat ladata kuvia ja saada niihin liittyviä vastauksia tai pyytää kuvan kontekstin tulkintaa. (Microsoft g.)

Käyttäjät voivat Copilotin kautta myös hyödyntää Microsoft Designer -työkaluja kuvien luomiseen ja muokkaamiseen. Käytettävissä on esimerkiksi toimintoja taustan sumennukseen ja värien elävöittämiseen. Käyttäjät voivat tilata Copilot Pron, joka tarjoaa nopeamman suorituskyvyn ja kehittyneempiä ominaisuuksia, kuten nopeamman tekoälykuvien luomisen. (Microsoft g.)

5.2 Tekoälyn tulevaisuus hakukoneissa

Tekoälyn kehittyessä hakukoneiden rooli tiedonvälityksessä on murroksessa. Perinteiset hakukoneet ovat pitkään perustuneet algoritmeihin, jotka etsivät avainsanoja ja niiden esiintymiä verkkosivustoilta. Uuden sukupolven tekoälymallit, kuten monimodaaliset järjestelmät ja luonnollisen kielen käsittelyyn perustuvat teknologiat vievät tämän paljon pidemmälle. Ne mahdollistavat hakutulosten tarjoamisen entistä tarkemmin, sekä ottamaan huomioon käyttäjän kysymyksen kontekstin, aiemmat haut ja yksilölliset tarpeet. Näin hakutuloksista tulee käyttäjälähtoisempiä ja oleellisuudeltaan korkealaatuisempia.

Näiden edistysaskeleiden myötä hakukoneet eivät enää rajoitu pelkästään tiedon löytämiseen. Ne voivat toimia myös älykkäinä tiedonhakuvälineinä, jotka paitsi vastaavat kysymyksiin, myös ennakoivat käyttäjän tarpeita. Esimerkiksi, jos käyttäjä etsii tietoa matkakohteista, hakukone voi ehdottaa matka-aikatauluja, sääennusteita ja jopa reittisuosituksia perustuen käyttäjän sijaintiin ja aiempiin hakuihin.

Tämä kehitys kuitenkin nostaa esiin merkittäviä haasteita, erityisesti liittyen algoritmien läpinäkyvyyteen, eettisyyteen ja tasapuolisuuteen. On tärkeää, että algoritmien toiminta on mahdollisimman läpinäkyvää ja että niiden kehityksessä noudatetaan tiukkoja eettisiä periaatteita. Lisäksi tekoälyn käyttö hakukoneissa tuo mukanaan uusia kysymyksiä yksityisyydestä ja datan hallinnasta. Tekoälymallit tarvitsevat valtavia määriä dataa toimiakseen, mikä voi herättää huolta siitä, miten käyttäjien tietoja kerätään, säilytetään ja käytetään. Samalla herää kysymys siitä, missä määrin tekoälymallien toimintaa voidaan valvoa ja ohjata, jotta niiden käyttäytyminen pysyy hallinnassa ja ennakoitavana.

BrightEdge esitteli uusia tekoälyominaisuuksia, jotka auttavat brändejä näkemään ja tulemaan nähdyksi generatiivisen tekoälyhaun aikakaudella. Data Cube X -alusta tarjoaa brändeille syvällisiä näkemyksiä niiden tekoälyjäljestä sekä älykkäitä sisältösuosituksia, jotka optimoivat näkyvyyttä Google AI Overview (AIO) -hakutuloksissa. Alusta mahdollistaa kuluttajakohtaamisten tunnistamisen reaaliajassa ja sisältöjen mukauttamisen tekoälykeskeisen haun vaatimukseen. Esimerkiksi New York Times lisäsi AIO-näkyvyyttään 31 % kuukaudessa elämäntapasisällöllä, kun taas matkailuala koki 700 % kasvun tekoälyhaut voimistaneessa kysynnässä. BrightEdge yhdistää tekoälytyökalut, kuten Copilot ja Autopilot, nopeuttamaan sisällöntuotantoa ja optimoimaan sen hakukoneille. Näiden työkalujen avulla brändit voivat navigoida nopeasti muuttuvassa tekoälyhaun ympäristössä, luoda merkityksellistä sisältöä ja vahvistaa kuluttajavuorovaikutusta sekä liiketoiminnan tuloksia. (Yahoo Finance 2024.)

Lokakuussa 2024 Google ilmoitti laajentavansa AI Overviews -ominaisuutta yli 100 maahan, mukaan lukien Suomi. Tämä ominaisuus tarjoaa käyttäjille tekoälyn tuottamia tiivistelmiä hakutulosten yhteydessä, mikä helpottaa tiedon löytämistä ja nopeuttaa hakuprosessia. AI Overviews yhdistää hakutulokset yhteenvedoksi, joka auttaa käyttäjiä saamaan kokonaiskuvan aiheesta ilman, että heidän tarvitsee käydä läpi useita sivustoja. Ominaisuus parantaa hakukokemusta ja tekee tiedonhausta tehokkaampaa. (Venkatachary 2024.) Google on myös esitellyt uusia ominaisuuksia, kuten Circle to Search ja AI-pohjainen multisearch, jotka hyödyntävät tekoälyä parantaakseen hakukokemusta. Nämä ominaisuudet mahdollistavat esimerkiksi kameran käytön hakujen tekemiseen ja tarjoavat tekoälyn tuottamia näkemyksiä visuaalisten hakujen yhteydessä. (Reid 2024.)

Georgievan (2024) artikkelissa todetaan, että vuosi 2025 tuo mukanaan merkittäviä muutoksia hakukoneoptimointiin. Google käy oikeustaistelua, missä yritystä pakotetaan jakamaan tietonsa osana kilpailuoikeuden päätöksiä. Oikeudenkäynnin häviäminen voi johtaa siihen, että kilpailijat saavat pääsyn Googlen dataan sekä algoritmeihin ja käyttää näitä hakukoneen nopeampaan rakentamiseen. Tekoälyn rooli kasvaa, mutta liiallinen riippuvuus samoista tekoälytyökaluista voi johtaa strategioiden yhdenmukaistumiseen ja luovuuden vähenemiseen. Teknisen hakukoneoptimoinnin merkitys korostuu entisestään, jolloin sivustojen nopeus, mobiiliystävällisyys ja turvallisuus ovat keskeisiä tekijöitä hakukonesijoituksissa.

Heinäkuussa 2025 Microsoft tulee esittelemään varhaisen version generatiivisesta hausta Bingissä. Generatiivinen haku hyödyntää tekoälyä tuodakseen Bingiin täysin uudenlaisen käyttäjäkokemuksen. Tarkoituksena ei ole ainoastaan parantaa hakutulosten laatua, vaan esittää ne yhtenäisesti ja selkeästi. Tämä ei ole pelkkä visuaalinen muutos, vaan

tavoitteena on tarjota käyttäjille sujuva ja intuitiivinen tapa etsiä, oppia ja löytää tietoa entistä tehokkaammin. Hakukone on edelleen keskeisessä asemassa silloin, kun käyttäjä etsii vastauksia kysymyksiin. Tästä syystä Microsoft laajentaa generatiivista hakua kattamaan informaatiokysymyksiä, kuten kuinka tehokkaasti järjestää kahdenkeskinen tapaaminen tai miten voit poistaa taustamelun podcast-tallenteista. Olipa kyse yksityiskohtaisen selityksen etsiminen, monimutkaisen ongelman ratkaiseminen tai perusteellinen tutkimus, generatiivinen tekoäly mahdollistaa syvällisempiä vastauksia, mitkä menevät pintatasoa syvemmälle. Yhdysvalloissa voi tutustua generatiivisen haun ulkoasuun ja toimintoihin hakemalla Bing-hakukoneessa Bing Generative Search. Hakutuloksiin avautuu kysymysvalikoima, minkä avulla käyttäjä voi kokeilla, miten tämä haku tarjoaa tarkkoja ja kattavia vastauksia erilaisiin aiheisiin. (Microsoft h.)

Minkkisen ja Mäntymäen (2023) mukaan Yhdysvaltalaisilla teknologiayrityksillä, kuten Microsoftilla, Metalla ja Googlella on merkittävä vaikutusvalta tekoälyn kehitykseen ja käyttöön alustojensa sekä ohjelmistojensa kautta. Tästä huolimatta yhtiöt eivät yksin pysty ratkaisemaan tekoälyyn liittyviä suuria kysymyksiä.

6 Johtopäätökset

6.1 Tavoite ja tulokset

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten Google ja Microsoft hyödyntävät tekoälyä hakukoneissaan. Hakukoneen käyttäjällä ei välttämättä ole tietoa siitä, miten paljon tekoälyä käytetään hakukoneissa, jotta se ymmärtää käyttäjän hakukyselyitä. Lisäksi tavoitteena oli tarkastella, millaisia eroja ja yhtäläisyyksiä tekoälyominaisuuksien välillä on hakukoneissa.

Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena, jossa käytettiin tutkimusmenetelmänä dokumenttianalyysejä. Menetelmä perustui olemassa olevan kirjallisuuden, tutkimusartikkelien sekä Microsoftin ja Googlen julkaisemien aineistojen tarkasteluun. Tämä menetelmä mahdollisti olemassa olevan tiedon hyödyntämisen, mikä oli erityisen tärkeää teknologiassa asiayhteydessä, jossa suurin osa olemassa olevasta tiedosta oli tallennettu dokumentteihin, raportteihin ja yritysten omiin julkaisuihin. Dokumenttianalyysi oli tarkoituksenmukainen menetelmä tämän tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Se mahdollisti syvällisen tarkastelun hakukoneiden tekoälymalleista ilman uusia aineistoja. Menetelmää olisi voinut kuitenkin täydentää esimerkiksi käyttäjäkokemusten analyysillä, joka olisi tarjonnut käytännön näkökulmaa tekoälyn vaikutuksista. Lisäksi tutkimuksen luotettavuutta olisi voinut parantaa lisäämällä riippumattomia tutkimuksia, sillä yritysten omat dokumentaatiot voivat olla subjektiivisia ja korostaa omia vahvuuksiaan. Tämä on voinut johtaa tiettyjen heikkouksien aliraportointiin. Tutkimuksen tulokset voivat kuitenkin hyödyttää työelämää esimerkiksi tarjoamalla parempaa ymmärrystä siitä, miten tekoälyä voidaan hyödyntää tehokkaammin liiketoiminnan eri osa-alueilla, kuten tiedonhaussa ja päätöksenteossa.

Ensimmäinen tutkimuskysymys käsitteli, miten Microsoft ja Google hyödyntävät tekoälyä hakukoneissaan. Tutkimuksessa todettiin, että Microsoft ja Google käyttävät tekoälyä monipuolisesti parantaakseen hakutulosten laatua sekä käyttäjäkokemusta. Microsoftin Bing-hakukone käyttää tekoälyä tuottamaan tarkkoja ja nopeasti saatavilla olevia vastauksia käyttäjien kysymyksiin. Bing hyödyntää kehittyneitä tekoälymalleja, kuten OpenAI:n GPT-malleja, joista GPT-4 on integroitu erityisesti Bing Chat -ominaisuuteen. Tämä ominaisuus mahdollistaa käyttäjien käymät keskustelut tekoälyn kanssa sekä monimutkaisten kysymysten käsittelyn. Lisäksi Bingissä hyödynnetään Turing-malleja, kuten T-NLG:tä, jotka parantavat hakukoneen kykyä tuottaa ja tiivistää tekstiä sekä vastata kysymyksiin luonnollisella ja sujuvalla tavalla. Monikieliset mallit, kuten T-ULRv2, tarjoavat Bingille mahdollisuuden käsitellä dataa useilla kielillä ja tuottaa tarkkoja käännöksiä, mikä laajentaa hakukoneen käytettävyyttä kansainväliselle yleisölle.

Sen sijaan Google käyttää tekoälyä tarjoamaan mahdollisimman osuvia ja ajankohtaisia hakutuloksia. Googlen algoritmien keskiössä on käyttäjän hakutarkoituksen ymmärtäminen ja asiayhteyden huomioiminen, mikä varmistaa, että tulokset vastaavat käyttäjän tarpeita myös silloin, kun hakusanojen muotoilu ei ole täsmällistä. Googlen tekoälypohjainen BERT-malli on erityisen tärkeä tässä prosessissa, sillä se mahdollistaa hakulausekkeiden asiayhteyden tarkemman ymmärtämisen ja sitä kautta parempien tulosten tarjoamisen. Googlen indeksointirobotit hyödyntävät tekoälyä internetin sisältöjen kartoittamisessa ja analysoinnissa, mikä luo kattavan ja ajan tasalla olevan tietokannan hakutuloksia varten. MUM-malli hyödyntää puolestaan monikielisyttä, mikä mahdollistaa tiedon yhdistämisen eri kielillä saatavilla olevista lähteistä ja voi tarjota vastauksia, joita ei hakukielellä löytyisi. RankBrain käyttää koneoppimista ymmärtääkseen ja tulkitakseen uusia tai epätavallisia hakukyselyitä, joita aiemmin ei ole hakukoneen kautta haettu.

Molemmille hakukoneille yhteistä on tekoälyn käyttö hakutulosten järjestämisessä ja painottamisessa käyttäjän tarpeiden perusteella. Microsoftin Bing käyttää kehittyneitä GPT- ja Turing-malleja parantaakseen tekstintuotantoa ja tarjotakseen käyttäjilleen tarkkoja, monikielisiä vastauksia. Google puolestaan hyödyntää edistyneitä malleja, kuten BERT, MUM ja RankBrain, joiden avulla se voi ymmärtää käyttäjien hakutarkoituksia syvällisemmin ja tarjota asiayhteyteen sopivia vastauksia. Google painottaa hakutuloksissaan tekijöitä, kuten sivujen asiantuntemusta, relevanssia ja sijaintitietoja, kun taas Bing tarjoaa usein suoria vastauksia kysymyksiin ja painottaa visuaalisten elementtien laatua.

Tekoälyn käyttö molemmissa hakukoneissa ei ainoastaan paranna hakutulosten laatua, vaan se myös mahdollistaa käyttäjien tarpeisiin mukautuvan ja entistä yksilöllisemmän hakukokemuksen. Näiden kehittyneiden tekoälymallien avulla Google ja Bing pysyvät teknologian kärjessä, jatkuvasti uudistaen tapoja, joilla käyttäjät voivat löytää tarvitsemansa tiedot nopeasti ja tehokkaasti.

Toisessa tutkimuskysymyksessä pohdittiin, millaisia eroja ja yhtäläisyyksiä tekoälyominaisuuksien välillä on hakukoneissa. Molemmat hakukoneet hyödyntävät kehittyneitä algoritmeja, koneoppimista ja luonnollisen kielen käsittelyä parantaakseen hakutulosten laatua ja käyttäjäkokemusta. Molemmat hakukoneet jakavat monia yhtäläisyyksiä tekoälyn soveltamisessa, on niiden välillä myös selkeitä eroja.

Yhtäläisyydet hakukoneiden tekoälyominaisuuksissa

Google ja Bing pyrkivät ymmärtämään käyttäjän hakukysymysten merkityksen kokonaisvaltaisesti ja tarjoamaan vastauksia, jotka vastaavat mahdollisimman hyvin käyttäjän tarpeita. Molemmat hakukoneet hyödyntävät koneoppimista, erityisesti syväoppimisen menetelmiä,

joiden avulla ne analysoivat valtavia tietomääriä ja oppivat käyttäjien toiminnasta. Tämä tekee hakutuloksista tarkempia ja paremmin käyttäjän odotuksia vastaavia.

Lisäksi molemmat hakukoneet käyttävät generatiivisia tekoälymalleja monimutkaisten ja asiayhteyteen sopivien vastausten tuottamiseen. Google hyödyntää erityisesti BERT-mallia, joka auttaa hakukonetta ymmärtämään sanojen ja lauseiden asiayhteyttä paremmin. Bing puolestaan integroi OpenAI:n kehittämiä GPT-malleja, kuten GPT-4:ää, joita käytetään esimerkiksi Bing Chat -ominaisuudessa. Nämä mallit mahdollistavat monimutkaisempien kysymysten käsittelyn ja keskustelun kaltaisen vuorovaikutuksen käyttäjän ja hakukoneen välillä.

Eroavaisuudet hakukoneiden tekoälyominaisuuksissa

Vaikka Google ja Bing hyödyntävät monia samoja teknologioita, niiden lähestymistavat eroavat selvästi tietyissä osa-alueissa. Yksi merkittävimmistä eroista on tapa, jolla hakukoneet tulkitsevat ja järjestävät hakutuloksia. Google keskittyy hakukysymysten asiayhteyden ymmärtämiseen, mikä mahdollistaa sellaisten tulosten esittämisen, jotka eivät välttämättä sisällä täsmällisiä hakusanoja. Tämä tekee Googlen algoritmista joustavamman ja hyödyllisemmän erityisesti silloin, kun käyttäjä ei osaa muotoilla kysymystään tarkasti. Bing puolestaan painottaa tarkkojen hakusanojen käyttöä, mikä tekee siitä tehokkaan työkaluun yksiselitteisten kysymysten kohdalla.

Toinen merkittävä ero on visuaalisen sisällön painotus. Bing korostaa visuaalisesti rikasta sisältöä, kuten kuvia ja videoita, hakutuloksissaan. Tämä on erityisen hyödyllistä visuaalisten hakujen ja monimedian käyttäjille. Google sen sijaan keskittyy enemmän tekstisisällön analysointiin ja sen laadun arviointiin. Tämä tekee Googlen hakutuloksista usein tekstipainotteisempia ja soveltuvampia tilanteisiin, joissa haetaan yksityiskohtaista kirjallista tietoa.

Sosiaalisen median signaalien hyödyntäminen on myös alue, jossa hakukoneet eroavat toisistaan. Bing käyttää sosiaalisen median signaaleja, kuten jaettuja linkkejä ja tykkäyksiä osana hakutulosten järjestämistä. Tämä tekee Bingin hakutuloksista osittain henkilökohtaisempia ja heijastaa käyttäjän sosiaalista verkostoa. Google sen sijaan ei suoraan integroi sosiaalisen median dataa algoritmeihinsa, vaikka linkkien kautta sillä voi olla epäsuora vaikutus hakutuloksiin.

Resurssit ja markkina-asema

Google ja Bing eroavat myös resurssien ja markkina-aseman osalta, mikä vaikuttaa niiden tekoälyominaisuuksien kehittämiseen. Google hallitsee globaalisti hakukonemarkkinoita yli 90 % osuudella, mikä antaa sille merkittävät resurssit investoida ja testata uusia tekoälyominaisuuksia laajalla käyttäjäkunnalla. Bingin osuus on huomattavasti pienempi, noin 3 %,

mutta sen vahvuus piilee integraatiossa Microsoftin muiden tuotteiden, kuten Office-ohjelmistojen ja Azure-pilvipalveluiden kanssa. Tämä mahdollistaa tekoälyn monipuolisemman käytön eri ekosysteemeissä.

Google ja Bing hyödyntävät tekoälyä parantaakseen hakukoneidensa suorituskykyä ja käyttäjäkokemusta, mutta ne tekevät sen eri painotuksin. Google keskittyy asiayhteyden ja tekstisisällön ymmärtämiseen, kun taas Bing painottaa tarkkojen hakusanojen käyttöä ja visuaalisen sisällön roolia. Taulukossa 2 nähdään koostetusti hakukoneiden keskeiset erot ja yhtäläisyydet eri tekijöiden välillä.

Tekijä	Yhtäläisyydet	Eroavaisuudet	Google	Bing
Hakutulosten ymmärrys	Molemmat hyödyntävät koneoppimista ja syväoppimista hakutulosten parantamiseen.	Google keskittyy asiayhteyden ymmärtämiseen, Bing tarkkojen hakusanojen käyttöön.	Keskittyy asiayhteyden ymmärtämiseen, tarkat tulokset, vaikka hakusanat eivät olisi täsmällisiä.	Painottaa tarkkojen hakusanojen käyttöä; tehokas yksiselitteisiin kysymyksiin.
Generatiiviset mallit	Molemmat hyödyntävät generatiivisiä tekoälymallia monimutkaisten vastausten tuottamiseen.	Google hyödyntää BERT-mallia, Bing GPT-4:ää ja keskustelunomaista vuorovaikutusta.	Hyödyntää BERT-mallia sanojen ja lauseiden asiayhteyksien ymmärtämiseen.	Integrooi GPT-4:n, mahdollistaen keskustelunomaisen vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa.
Visuaalinen sisältö	Molemmat hyödyntävät sisältötyyppejä hakutuloksissa.	Google painottaa tekstisisällön analysointia, Bing korostaa visuaalista sisältöä.	Keskittyy tekstisisällön analysointiin ja sen laadun arviointiin.	Korostaa visuaalisesti rikasta sisältöä, kuten kuvia ja videoita.
Sosiaalisen median signaalit	-	Bing hyödyntää sosiaalisen median signaaleja, kun taas Google ei suoraan integroi sosiaalista mediaa.	Ei suoraa integraatiota sosiaalisen median dataan.	Hyödyntää sosiaalisen median signaaleja, kuten jaettuja linkkejä ja tykkäyksiä.
Resurssit ja markkina-asema	Molemmat panostavat tekoälyn kehittämiseen, mutta eri resurssein.	Google hallitsee markkinoita ja käyttää suuria resursseja, Bing integroituu Microsoftin ekosysteemiin.	Hallitsee hakukonemarkkinoita yli 90 % osuudella, merkittävät resurssit kehittämiseen.	Osuus markkinoista noin 3 %, vahva integraatio Microsoftin tuotteisiin kuten Office ja Azure.

Taulukko 2. Erot ja yhtäläisyydet Googlen ja Bingin hakukoneiden välillä

Molempien hakukoneiden vahvuudet ja heikkoudet tekevät niistä sopivia eri käyttötarkoituksiin ja kohderyhmille. Näiden erojen ymmärtäminen on olennaista sekä käyttäjille että yrityksille, jotka pyrkivät optimoimaan näkyvyyttään verkossa. Tekoälyn kehittyessä

hakukoneiden erot saattavat kaventua, mutta niiden erilaiset lähestymistavat tarjoavat edelleen vaihtoehtoja monenlaisiin tarpeisiin.

6.2 Jatkotutkimusehdotukset

Tekoälyn nopea kehitys avaa monia mahdollisuuksia jatkotutkimuksille. Seuraavat jatkotutkimusideat voisivat tarjota uusia näkökulmia aiheeseen.

Hakukoneiden käyttäjäkokemuksen analyysi tekoälyn aikakaudella. Tällainen analyysi voisi pitää sisällään muun muassa kuinka käyttäjät kokevat hakukoneiden tarjoamat tulokset. Ovatko personoidut hakutulokset aina hyödyllisiä vai voiko niiden käytössä ilmetä ongelmia, kuten tiedon saatavuuden rajoittumista. Luonnollisen kielen käyttöä, miten vuorovaikutteiset keskustelut hakukoneiden kanssa onnistuvat. Multim mediasisältö ja visuaalisuuden käyttö hakukoneissa. Esimerkiksi Google Lensin kautta kuvalla hakeminen ja Bingin hakutuloksena tarjoamat multim mediasisällöt kuten kuvat ja videot. Reaaliaikaisuus ja tuoreus, että antavatko hakukoneet kuinka ajantasaista tietoa vastineeksi hakutuloksiin. Hakukoneiden chatbot -ominaisuuksia ja sujuvuutta.

Tekoälyn eettiset vaikutukset, tietoturva ja yksityisyys hakukoneissa. Tekoälyn käyttö herättää kysymyksiä datan yksityisyydestä ja algoritmien läpinäkyvyydestä. Kuinka hakukoneiden tekoälymallit noudattavat eettisiä periaatteita, kuten EU:n tekoälysäädöksiä. Hakukoneet keräävät myös valtavan määrän dataa käyttäjistä, mikä on välttämätöntä mallien kehittymiselle ja hakutulosten personoinnille. Miten mahdollisesti käyttäjien tietoa tallennetaan ja käytetään.

Lähteet

Belcic, I. & Stryker, C. IBM. What is GPT (generative pretrained transformer). Viitattu 8.11.2024. Saatavissa <https://www.ibm.com/think/topics/gpt>

Bianchi, T. 2024. Online-hakumarkkinat maailmanlaajuisesti – Tilastot ja faktat. Viitattu 19.10.2024. Saatavissa <https://www.statista.com/topics/1710/search-engine-usage/#topicOverview>

Britannica. Turing Machine. Viitattu 25.10.2024. Saatavissa <https://www.britannica.com/technology/Turing-machine>

Clarke, E. 2024. Guru99. Natural Language Processing Tutorial: What is NLP? Examples. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa <https://www.guru99.com/nlp-tutorial.html>

Crouse, M. 2024. TechRepublic. GPT-4 Cheat Sheet: What Is It & What Can It Do. Viitattu 11.11.2024. Saatavissa <https://www.techrepublic.com/article/gpt-4-cheat-sheet/>

Dean, B. 2024. Google RankBrain: The Definitive Guide. 2024. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa <https://backlinko.com/google-rankbrain-seo>

Eronen, L. Suomen Digimarkkinointi. Microsoft Advertising – Miksi mainostaa Bing-hakukoneessa Googlen rinnalla? Viitattu 2.11.2024. Saatavissa <https://www.digimarkkinointi.fi/blogi/miksi-mainostaa-bing-hakukoneessa/>

Euroopan parlamentti. 2021. Säännöt tekoälylle: mitä Euroopan parlamentti haluaa? Viitattu 21.11.2024. Saatavissa <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20201015STO89417/saannot-tekoalylle-mita-euroopan-parlamentti-haluaa>

Georgieva, M. 2024. 5 SEO trends for 2025. Search Engine Land. Viitattu 25.11.2024. Saatavissa <https://searchengineland.com/seo-trends-2025-447745>

Ghafforov, S. 2024. Medium. The world's most powerful Generative Language Model: Megatron-Turing NLG 530B. Viitattu 12.11.2024. Saatavissa <https://medium.com/@sharifghafforov00/the-worlds-most-powerful-generative-language-model-megatron-turing-nlg-530b-03bdfcaa968e>

Google Ads. Googlen hakutulosten ja mainosten väliset erot. Viitattu 3.11.2024. Saatavissa <https://support.google.com/google-ads/answer/1722080?hl=fi>

Google Finance. 2024. Viitattu 6.11.2024. Saatavissa <https://www.google.com/finance/quote/GOOGL:NASDAQ?hl=fi>

Google Search a. Miten tulokset luodaan automaattisesti. Viitattu 19.10.2024. Saatavissa <https://www.google.com/intl/fi/search/howsearchworks/how-search-works/ranking-results/>

Google Search b. How search works? Viitattu 19.10.2024. Saatavissa <https://www.google.com/intl/fi/search/howsearchworks/how-search-works/organizing-information/>

Google Search Central. In-depth guide to how Google Search works. Viitattu 26.10.2024. Saatavissa <https://developers.google.com/search/docs/fundamentals/how-search-works>

Grammarly. 2024. Deep Learning: Everything You Should Know. Viitattu 2.12.2024. Saatavissa <https://www.grammarly.com/blog/ai/what-is-deep-learning/>

Grant, E. 2023. Figment Agency. New Google Technology Set to Transform Search. Viitattu 11.11.2024. Saatavissa <https://www.figmentagency.com/new-google-technology-set-to-transform-search/>

Gregersen, E. 2024. Britannica. Bing search engine. Viitattu 14.11.2024. Saatavissa <https://www.britannica.com/money/Bing-search-engine>

Hall, M. & Hosch, W. 2024 Google American Company. Britannica Money. Viitattu 19.10.2024. Saatavissa <https://www.britannica.com/money/Google-Inc>

Hall, M., Montevirgen, K. & Zachary, G. Microsoft Corporation. Britannica. Viitattu 5.10.2024. Saatavissa <https://www.britannica.com/money/Microsoft-Corporation>

Hashemi-Pour, C. 2024. TechTarget. BERT language model. Viitattu 11.11.2024. Saatavissa <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/BERT-language-model>

HGS. 2023. From GPT-1 to GPT-4: A Look at the Evolution of Generative AI. Viitattu 11.11.2023. Saatavissa <https://hgs.cx/blog/from-gpt-1-to-gpt-4-a-look-at-the-evolution-of-generative-ai/>

Holdsworth, J. & Scapicchio, M. IBM. What is deep learning? Viitattu 2.12.2024 Saatavissa <https://www.ibm.com/topics/deep-learning>

IBM. What is machine learning? Viitattu 11.11.2024. Saatavissa <https://www.ibm.com/topics/machine-learning>

Kananen, H & Puolitaival, H. 2019. Tekoäly Bisneksen uudet työkalut. Helsinki: Alma Talent.

- Karjian, R. 2024. TechTarget. History and evolution of machine learning: A timeline. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa <https://www.techtarget.com/whatis/feature/History-and-evolution-of-machine-learning-A-timeline>
- Kharya, P. & Alvi, A. 2021. Nvidia Developer. Using DeepSpeed and Megatron to Train Megatron-Turing NLG 530B, the World's Largest and Most Powerful Generative Language Model. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa https://developer.nvidia.com/blog/using-deepspeed-and-megatron-to-train-megatron-turing-nlg-530b-the-worlds-largest-and-most-powerful-generative-language-model/?source=post_page-----03bdfcaa968e-----
- Kolari, J. & Kallio, A. 2023. Tekoäly 123: Matkaopas tulevaisuuteen. Jyväskylä: Docendo.
- Laine, P. 2023. iO-TECH. Microfost tuo ChatGPT:n Edgeen ja Bing-hakukoneeseen, Googlelta kilpaileva tekoälybotti Bard. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa <https://www.io-tech.fi/uutinen/microsoft-tuo-chatgptn-edgeen-ja-bing-hakukoneeseen-googlelta-kilpaileva-tekoalybotti-bard/>
- Linna, T. Suomen Digimarkkinointi Oy. Tekoäly ja hakukoneoptimointi: Kuinka tekoäly tulee vaikuttamaan SEO-työhön ja hakutoimintoihin? Viitattu 9.11.2024. Saatavissa <https://www.digimarkkinointi.fi/blogi/tekoaly-ja-hakukoneoptimointi/>
- Louridas, P. 2020. Algoritmit. Terra Cognita. Suomentanut Kimmo Pietiläinen. Alkuperäisteos: Algorithms.
- Lutkevich, B. 2022. TechTarget. Search engine. Viitattu 10.11.2024. Saatavissa <https://www.techtarget.com/whatis/definition/search-engine>
- Lutkevich, B. 2023. TechTarget. GPT-3. Viitattu 30.10.2024. Saatavissa <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/GPT-3>
- Merilehto, A. 2018. Tekoäly: matkaopas johtajalle. Helsinki: Alma Talent.
- Microsoft a. About Microsoft – Stories. Viitattu 3.10.2024. Saatavissa <https://news.microsoft.com/about/>
- Microsoft b. Explore a timeline of Microsoft's journey. Viitattu 10.10.2024. Saatavissa <https://news.microsoft.com/about/>
- Microsoft c. Official Microsoft Blog. Microsoft and OpenAI extend partnership. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa <https://blogs.microsoft.com/blog/2023/01/23/microsoftandopenaiextendpartnership/>

Microsoft d. The science behind semantic search: How AI from Bing is powering Azure Cognitive Search. Viitattu 15.10.2024. Saatavissa <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/the-science-behind-semantic-search-how-ai-from-bing-is-powering-azure-cognitive-search/>

Microsoft e. Turing Bletchley v3 - A Vision-Language Foundation Model. Viitattu 29.10.2024. Saatavissa <https://blogs.bing.com/search-quality-insights/august-2023/Turing-Bletchley-v3-A-Vision-Language-Foundation-Model>

Microsoft f. Turing-NLG: A 17-billion-parameter language model by Microsoft. Viitattu 26.10.2024. Saatavissa <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/turing-nlg-a-17-billion-parameter-language-model-by-microsoft/>

Microsoft g. 2024. Copilot in Bing: Our Approach to Responsible AI. Viitattu 26.11.2024. Saatavissa <https://support.microsoft.com/en-us/topic/copilot-in-bing-our-approach-to-responsible-ai-45b5eae8-7466-43e1-ae98-b48f8ff8fd44>

Microsoft h. 2024. Microsoft Bing Blogs. The next step in Bing generative search. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa <https://blogs.bing.com/search/October-2024/The-next-step-in-Bing-generative-search>

Minkkinen, M. & Mäntymäki, M. 2023. MustRead. Tekoälyn ongelmiin on puututtava nyt eikä vasta sitten, kun on myöhäistä. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa <https://www.mustread.fi/artikkelit/tekoalyn-ongelmiin-on-puututtava-nyt-eika-vasta-sitten-kun-on-myohaista/>

Mousinho, A. 2023. Rockcontent. What is SEO (Search Engine Optimization): The Complete Guide to Reach Top Google Results. Viitattu 6.11.2024. Saatavissa <https://rockcontent.com/blog/what-is-seo/>

Nayak, P. 2019. Google. Understanding searches better than ever before. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa <https://blog.google/products/search/search-language-understanding-bert/>

Nayak, P. 2021. MUM: A new AI milestone for understanding information. Google. Viitattu 29.10.2024. Saatavissa <https://blog.google/products/search/introducing-MUM/>

Nayak, P. 2024. How AI powers great search results. Google. Viitattu 26.10.2024. Saatavissa <https://blog.google/products/search/how-ai-powers-great-search-results/>

Nerdynav. 2024. Bing statistics. Viitattu 16.10.2024. Saatavissa <https://nerdynav.com/bing-statistics/>

- Nippala, V. 2020. Hakukoneoptimointi-opas. Kaikki hakukonenäkyvyyteen vaikuttavat tekijät. eLuotsi Finland Oy. Vol. 85. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa DOI https://cdn.prod.website-files.com/655b2f943ae61c94a555abc0/661fd88f26ad0d03f0446d11_hakukoneoptimointi-opas-2020.pdf
- OpenAI. 2019. Better language models and their implications. Viitattu 14.10.2024. Saatavissa <https://openai.com/index/better-language-models/>
- OpenAI. 2021. OpenAI Codex. Viitattu 18.10.2024. Saatavissa <https://openai.com/index/openai-codex/>
- OpenAI. 2022. Aligning language models to follow instructions. Viitattu 18.10.2024. Saatavissa <https://openai.com/research/instruction-following>
- Parsons, E. 2024. What is Google RankBrain and How Does it Affect SEO? Top Notch Dezigns. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa <https://www.topnotchdezigns.com/what-is-google-rankbrain-and-how-does-it-affect-seo/>
- Reid, E. 2024. Google. New ways to search in 2024. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa https://blog.google/products/search/google-search-ai-january-2024-update/?utm_source=chatgpt.com
- Rosset, C. 2020. Microsoft Research Blog. Viitattu 29.10.2024. Saatavissa <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/turing-nlg-a-17-billion-parameter-language-model-by-microsoft/>
- Rouse, M. 2024. Technopedia. Luonnollisen kielen käsittely (NLP). Viitattu 24.11.2024. Saatavissa https://www.techopedia.com/fi/sanasto/luonnollisen-kielen-kasittely-nlp?utm_source=chatgpt.com
- Scott, C. 2024. Opace Ltd. Bing SEO VS Google SEO [updated]. Viitattu 21.11.2024. Saatavissa <https://opace.agency/guide/bing-v-google-seo>
- Stryker, C. & Holdsworth, J. 2024 IBM. What is NLP? Viitattu 11.11.2024. Saatavissa <https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing>
- Sullivan, D. 2016. FAQ: All about the Google RankBrain algorithm. Search Engine Land. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa <https://searchengineland.com/faq-all-about-the-new-google-rankbrain-algorithm-234440>

- Talamadupula, K. 2024. Symbbl.ai. A Guide to Transformer Architecture. Viitattu 28.11.2024. Saatavissa https://symbbl.ai/developers/blog/a-guide-to-transformer-architecture/?utm_source=chatgpt.com
- Toivonen, H. 2023. Mitä tekoäly on? 100 kysymystä ja vastausta. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Teos.
- Truly, A. 2024. Android Police. What is T-NLG and how does it work. Viitattu 12.11.2024. Saatavissa <https://www.androidpolice.com/t-nlg-explainer/>
- U.S Department of Justice. U.S. V. Microsoft: Proposed findings of facts. Viitattu 10.10.2024. Saatavissa <https://www.justice.gov/atr/us-v-microsoft-proposed-findings-fact-0>
- Venkatachary, S. 2024. Google. AI Overviews in Search are coming to more places around the world. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa https://blog.google/products/search/ai-overviews-search-october-2024/?utm_source=chatgpt.com
- Volle, A. Search Engine. Britannica. Viitattu 6.11.2024. Saatavissa <https://www.britannica.com/technology/information-retrieval>
- Wang, J., Huang, J., Tu, X., Wang, J., Huang, A., Laskar, M & Bhuiyan A. 2024. Utilizing BERT for Information Retrieval: Survey, Applications, Resources, and Challenges. Cornell University. Viitattu 25.11.2024. Saatavissa DOI <https://arxiv.org/pdf/2403.00784>
- Webb, M. 2024. Techopedia. Miten Google tienaa rahaa? Teknologiajätin tulot tarkastelussa. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa <https://www.techopedia.com/fi/miten-google-tienaa-rahaa-teknologiajatin-tulot-tarkastelussa>
- Wiggers, K. 2020. VentureBeat. Microsoft details T-ULRV2 model that can translate between 94 languages. Viitattu 12.11.2024. Saatavissa <https://venturebeat.com/ai/microsoft-details-t-urLv2-model-that-can-translate-between-94-languages/>
- Winter, A. Tekoälyn lajit – Miksi tekoälyjä tulee luokitella? Viitattu 4.11.2024. Saatavissa <https://altoros.fi/tekoalyn-lajit/>
- Yahoo Finance. 2024. New AI Capabilities from BrightEdge Empower Brands to See and Be Seen in the Age of Generative AI Search. Viitattu 23.11.2024. Saatavissa https://finance.yahoo.com/news/ai-capabilities-brightedge-empower-brands-140000412.html?utm_source=chatgpt.com&guccounter=1

Yasar, K. 2024. TechTarget. What is search engine optimization (SEO)? Viitattu 6.11.2024. Saatavissa <https://www.techtarget.com/whatis/definition/search-engine-optimization-SEO>