



Miten pääsen nopeimmin burgerille?

Niin sanottu Dijkstran algoritmi etsii aina sujuvimman reitin pisteestä A pisteeseen B. Sen suunnitelmat etsivät reittejä muun muassa Google Mapsissa ja navigaattorien karttaohjelmissa.

ALGORITMI TOIMII VAIHEITTAIN

Reittioppaan algoritmissa pitää olla konkreettisia laskentatapoja, joilla otetaan huomioon esteiden, kuren tietäjien tai vuorten, vaikutus matka-alkaan.

ALGORITMIN ON OSATTAVA LOPETTAA

Algoritmissa pitää olla selvät ohjeet siitä, milloin tehtävä on loppuun suoritettu. Algoritmi, joka etsii loputtomien uusien reittivaihtoehtoja, on käyttökelvoton.

ALGORITMI OSAA VALIKOIDA

Algoritmin on toimittava nopeasti ja tehokkaasti. Sen on osattava karsia vaihtoehtoja. Kaikkien mahdollisuuksien testaaminen ei ole aina hyvä tapa.

ALGORITMI HELPOTTA ELÄMÄÄ

Algoritmi on tietokoneelle annettu ohje siitä, miten ongelma ratkaistaan. Se löytää lyhimmän tien ravintolaan tai suojaa tietosi ulkopuolisilta. Oppivat algoritmit ovat robottien älyn perusta.

peritmedia



Olet perillä.

Google valikoi netin tärkeimmät linkit

■ Maailman arvokkaimmaksi arvioitu yritys perustuu algoritmiin, joka luokittelee internetsivuja.

LAJITTELU

Google-haun tuloksissa sivu 3 on ylempänä kuin sivu 5, vaikka sivulle 3 on linkitetty vain yksi sivu ja sivulle 5 osoitetaan kuusi linkkiä.

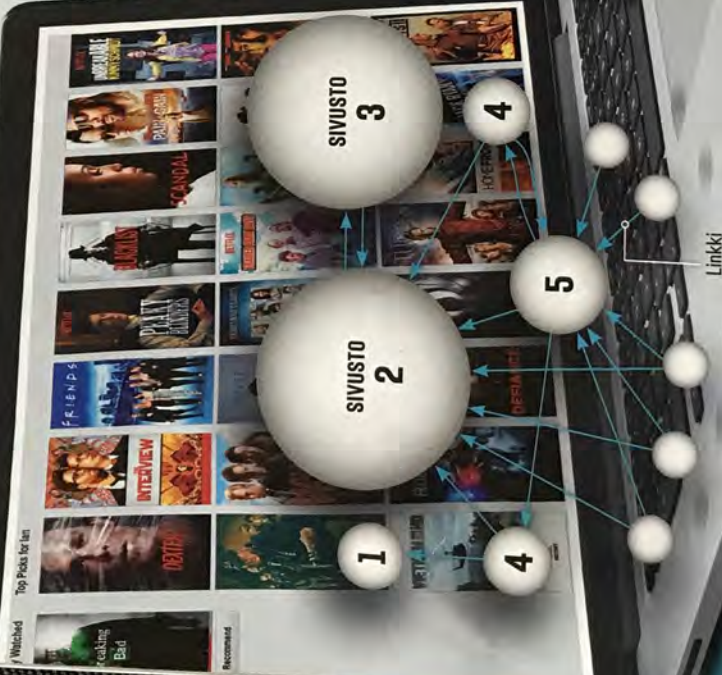
ARVIOINTI

Sivujen järjestys selittyy siitä, että sivulle 3 johtava linkki on relevanssista, iästä, siitä, millä sivulla se on ja missä kohtaa sivua linkki sijaitsee. linkkeihin nähden.

ANALYYSI

Linkin arvo riippuu siis monista erilaisista tekijöistä, kuten relevanssista, iästä, siitä, millä sivulla se on ja missä kohtaa sivua linkki sijaitsee.

SHUTTERSTOCK



Yhdysvaltalainen tietokoneohjelmoija Tim Berners-Lee havahtui ensimmäisen kerran maailmanlaajuisen tietoverkon ongelmien työpaikallaan Massachusettsin teknillisessä yliopistossa vuonna 1995. Silloin vielä uudehkoa ilmiötä World Wide Webiä kutsuttiin tiedon valtieksi, mutta hän näki edessään vain valtan kolarien suman.

Nettisuurfaajat törmäilivät toisiinsa. Kun käyttäjämäärät kasvoivat kasvamistaan, verkon palvelintietokoneet ylikuormittuivat niin, että suosituimpien verkkosivujen selaaminen oli sietämättömän hidasta tai ne olivat kokonaan jumissa. Yliopistolla samalla käytävällä oli matematiikan professori

Tom Leightonin työhuone. Kun Berners-Lee mainitsi tiedon valtatien liikennetukoksista hänelle, matemaatikko ryhtyi työhön.

Leighton otti asian hoitaakseen kollegojensa kanssa. He kehittivät yhdessä joukon algoritmeja, jotka seuraavat, ohjaavat ja jakavat bittien liikennettä internetpalvelimissä niin, että kaikki tietyille sivulle pyrkivät käyttäjät pääsevät sinne ripeästi.

Leightonin ja hänen kollegojensa kirjoittamat algoritmit ovat vain pieni osa siitä algoritmijoukosta, jonka toimintaan törmäät joka kerta, kun käytät internetiä.

Algoritmit ohjaavat, mitä elokuvia tai sarjoja internetin suoratoistopalvelut tarjoavat käyttäjilleen tai miten verkkopankki käsittelee asiakkaiden luottamuksellisia tie-

toja. Ne ovat erottamaton mutta näkymätön osa tietokoneajan arkea.

Algoritmi on kuin puuroresepti

Algoritmit ovat koneellisia kuvauksia tai ohjeita, joilla tietokoneohjelma opastetaan etsimään ratkaisu johonkin ongelmaan tai suorittamaan jokin tehtävä.

Jos ongelma tai tehtävä on mutkikas, algoritmissa on monta vaihetta, jotka koodimuodossa ovat ohjelmointiin vihkiytymätömälle käsittämättömiä.

Periaattessa algoritmi on silti kuin resepti, jossa kerrotaan vaiheittain puuron valmistaminen: ota 2 dl kaurahiutaleita ja 4 dl vettä, kaada ainekset kattilaan, keitä 3 minuuttia ja mausta suolalla. Ohjelmointi-

Parisenkymmentä vuotta sitten yhdysvaltalaisen Stanfordin yliopiston opiskelijat Sergey Brin ja Larry Page kehittivät internet-hakukoneen, jolle he antoivat nimen BackRub. Sillä he halusivat lajitella internetin loputonta tietomäärää loogisen hierarkian mukaan. He kehittivät tarkoitusta varten algoritmin, joka järjesti hakukoneen löytämät verkkosivut sen mukaan, miten suosittuja ne olivat muilla sivuilla.

Hakukoneen nimi muutettiin myöhemmin Googleksi. Sen Page Rank -algoritmi järjesteleee noin

3,5 miljardin Google-haun tulokset päivittäin. Esimerkiksi haku sanalla "algoritmi" tuottaa yli 1,7 miljoonaa tulosta, jotka algoritmi panee järjestykseen alle sekunnissa.

Page Rank on vain yksi monista niihin sanotuista linkkianalyysoalgoritmeista, jotka analysoivat eri verkkosivujen välisten linkkien suhdetta ja lajittelevat sivuja sen mukaan. Näin syntyvät muun muassa Netflixin elokuvasuositukset, LinkedInin kontaktihdotukset ja YouTubeen videovinkit. Sivustot arvottavat linkkejä eri tavalla, mutta algoritmit ovat samat.

LINKKIANALYYSI

Järjestystä hakutuloksien

Internet on tiedon valtatie, jolla liikenne on kaaosta. Algoritmit luovat järjestystä ja valikoivat näkyviisi sivuja, jollaisia yleensä etsit verkosta.

TIEDON PAKKAUS

Algoritmi pakkaa ja purkaa

Internetiin tuotetaan joka päivä 2,5 trilljoonaa tavua tietoa. Tietoa syntyy, kun ihmiset hakevat tietoa verkosta, täyttävät lomakkeita tai kirjoittavat sähköposteja. Tietoa on niin valtavasti, että se on pakattava, jotta sitä voidaan siirtää nopeasti.

Pakkausohjelman algoritmi etsii tiedostosta toistuvia kohtia

tai merkityksellisiä tietoja, jotka voidaan poistaa. Jos esimerkiksi tekstidokumentissa esiintyy r-kirjain 20 kertaa, algoritmi tallentaa sen vain kerran. Nykyisin verkkosivuille ladattavat teksti-, musiikki- ja kuvatiedostot pakataan erillisillä algoritmeilla, koska alkuperäisessä muodossaan niitä olisi hyvin raskas käsitellä.

DIJKSTRAN ALGORITMI

Aina nopeinta reittiä perille

Mutkikkaimmatkin matemaattiset ongelmat voidaan ratkaista yksinkertaisella algoritmilla, jos koi alankomaalainen ohjelmooja Edsger W. Dijkstra. Kerran kahvitautilaan 1956 hän kehitti navigointialgoritmin, jonka tehtävä on aina etsiä lyhin reitti kahden pisteen välillä. Silloin hän tuskin tuli ajatelleeksi, että hänen tuo-

toksensa johtaisi yhteen maailman käytetyimmistä tietokoneohjelmista. Vuonna 2004 kaksi tanskalaista ohjelmoojaa kirjoitti Dijkstraan keksinnön inspiroimana algoritmin Google Maps-karttaohjelmaan. Kun ohjelmaan näpyttelee lähtöpisteen ja määränpään, algoritmi etsii niiden välillä lyhimmän tai helpoimman reitin.

kielillä ohje olisi tämänkaltaisen: $\text{int } i, k;$
for ($i=0; i < N; i++$) { $C[A]++$; $k = k+i$; }

Koodin pätkä ohjaa perille

Ohjelmojien koodikieliset reseptit ovat sitä merkittävämpi osa arkea, mitä enemmän ihmiset käyttävät internetiä pulmien ratkaisun ja tiedonetsintään.

Kun etsit lyhintä tai nopeinta tietä pisteestä A pisteeseen B internetin reittioppaila, Google Mapsilla tai gps-navigaattorilla, algoritmit laskevat, mikä on kätevin reitti. Ne osaavat ottaa huomioon sen, oletko liikkeellä pyörällä vai autolla ja onko jossakin teitä liikennettä hidastamassa.

Algoritmilta on ominaista se, että ne tuottavat samojen sääntöjen perusteella eri-

laisia tuloksia sen mukaan, mitä tietoja niillä on käytettävissään. Kun tarjolla on tuhat vaihtoehtoa, algoritmi seuloa niistä esiin yhden, joka sen mielestä parhaiten vastaa käyttäjän toiveita ja tarpeita.

Tottumukset paljastavat aikeesi

Kun käynnistät esimerkiksi Facebookin, sivuston algoritmit ryhtyvät työhön ja käyvät läpi, mitä kaverisi, ryhmät, joihin kuulut, ja sivut, joita seuraat, ovat julkaisseet viikon kuluessa. Ne käyvät muutama sekunnissa läpi kymmenentuhatta erilaista julkaisua ja päivytystä ja »

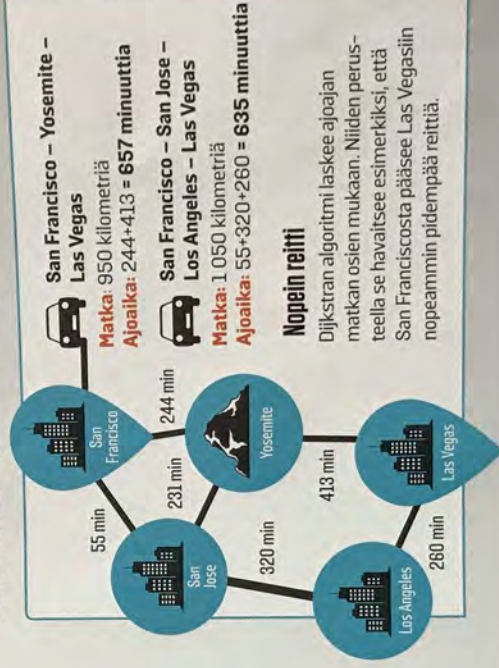
Bitit pakettiin

Tiedostoja voidaan pakata kahdella tavalla. Nopein tapa pyyhkii pois pienen osan tiedostosta, mutta sen etuna on se, että tiedoston voi avata nopeasti.



Pisin tie voi olla nopein

■ Aina ei kannata mennä sieltä, missä tie on lyhin. Algoritmi tietää sen. Sille onkin tärkeintä nopeus eikä matkan pituus.



järjestävät ne juuri sinun mielenkiinnonkohteidesi perusteella.

Facebookin algoritmit muuttuvat koko ajan, mutta ne valikoivat sinulle ensisijaisesti näytettävät uutiset aina sen mukaan, miten itse toimit verkossa, kenen päivityksiä kommentoit, mitä linkkejä klikkaat,

Algoritmeja myytävänä

■ Ohjelmoijilta voi mennä vuosia kehittyneiden algoritmien laatimiseen. Siksi niitä tarvitsevat yritykset usein haluavat säästää omaa työtään ja ostavat valmiita algoritmeja. Algoritmeilla on verkossa omat kaupapaikkansa, kuten algorithmia.com.

SYVÄOPPIMINEN

Opeta robottia

Algoritmit opettavat robotit oppimaan omista kokemuksistaan.



Digitaaliset avustajat, kuten Siri ja Cortana, tulevat taitavamiksi sitä mukaa kuin niitä käytetään.

Jos ohjelmoijalta kysytään, hienoin kone on sellainen, joka ajattelee kuin ihminen. Sellaisesta on jo saatu esimakua kännyköiden henkilökohtaisissa avustajissa, jotka ovat sitä etevämpiä, mitä enemmän niitä käytetään. Esimerkiksi Applen Siri muistaa, mitä käyttäjä on kysynyt siltä aikaisemmin, koska sen algoritmi vahvistuu joka kerta, kun siltä kysytään jotakin.

Samaa periaatetta sovelletaan algoritmeissa, joilla yritetään opettaa robottiautot ajamaan omin päin. Robottiautojen tekoälyohjelmaa harjoitetaan todennukaisissa liikennetilanteissa. Kun tekoäly pannaan tilanteeseen, jossa pelkät liikennesäännöt eivät kerro, miten pitäisi toimia, sen on pakko soveltaa aiempia kokemuksiaan. Matemaattikassa tästä käytetään termiä ekstrapolointi. Siinä määritetään arvo pisteelle, joka on tunnetun alueen ulkopuolella. Arvo lasketaan etsityn pisteen lähellä olevien tunnettujen arvojen pohjalta.

Rosvo löytyy isostakin ihmisjoukosta

■ Syväoppimisalgoritmit käsittelevät tietoa monella tasolla. Kyky auttaa löytämään vaikka etsintäkuulutetun kadun ihmisviolinäsiä.



SYÖTÖS
Kuva ihmisjoukosta

» miten usein katsot videoita ja millaisista kuvista tykkäät. Samantyyppiset algoritmit lajittelevat verkostoitumispalvelu LinkedIn käyttäjien saamia kontaktiehdotuksia, Googlen hakutuloksia ja HBO:n tai Netflixin elokuva- tai ohjelmasuosituksia.

Algoritmit ovat oppivia. Ne seuraavat käyttäjän käyttäytymistä – esimerkiksi sitä, minkä tyyppisiä elokuvia hän valitsee – ja tekevät sen perusteella valistuneita arvioita hänen toiveistaan. Algoritmit oppivat käyttäjän tavat sitä mukaa kuin tämä tekee valintoja eli syöttää niille tietoja.

Tiedon määrä on loputon. Minuutissa YouTubeen ladataan 400 tuntia videoita, kuvapalvelu Instagramissa tykätään 2 430 555 valokuvasta, seuransetsintäpalvelu Tinderin

käyttäjät ottavat kantaa 972 222 deittiseuraehdotukseen ja Snapchatissa jaetaan 6 94 444 videota – pelkästään USA:ssa.

Sähköposti kulkee salattuna

Algoritmit myös pitävät henkilökohtaiset tiedot suojassa. Salausohjelmissa on algoritmeja, jotka muuttavat sähköpostiviestin salakieliseksi koodiksi, ja toisia algoritmeja, jotka muuttavat koodin taas selkokieliseksi.

Esimerkiksi Googlen Gmail-sähköpostipalvelussa algoritmi salaa viestin, kun se lähtee matkaan. Toinen algoritmi muuttaa viestin luettavaksi vastaanottajalle.

Salausalgoritmit ovat toiminnassa aina, kun avaat verkkosivun, jonka osoitteen alussa on "https". Se on lyhenne sanoista

HyperText Transfer Protocol Secure eli "salattu hypertekstin siirtoprotokolla". Sitä käytetään muun muassa verkkopankkien ja -kauppojen sivuilla.

Yksi yhä käytetyimmistä salausalgoritmeista, RSA, syntyi 1977. Sen kirjoittivat matemaatikot Ronald Rivest, Adi Shamir ja Leonard Adleman. Heidän yrityksensä huolehtii monien suur yritysten tietoturvallisuudesta. Tom Leightonin Akamai-yhtiön algoritmit ohjaavat liki kolmasosaa internetin liikenteestä. Niitä käyttävät muun muassa Facebook, Twitter, Google ja Airbnb.

Roboteille ihmisen mieli

Ohjelmoijien visioissa algoritmit työskentelevät verkostona ja muodostavat virtuaali-



TULOS
Rosvo löytyi



3. TASO:

Kasvojen muoto

Viimeisen tason analyysissä tarkastellaan kasvoja kokonaisuutena ja verrataan syötettyjä kuvia poliisin tietokantaan.



2. TASO:

Kasvonpiirteet

Toisen tason analyysi on monisyisempi kuin ensimmäisen. Siksi se voi tunnistaa epätar- kempia kasvonpiirteitä.



1. TASO:

Ääriiviivat ja muodot

Ensimmäisen tason ana- lyysi kiinnittää huomiota ääriviivoihin ja muotoi- hin. Tulos on toisen tason analyysin lähtökohta.

KASVOJEN YKSITYISKOHTIA

älyn, joka ajattelee kuin ihminen. Nykyro- botti tekee vain sen, mihin se on ohjelmoitu. Tekoälyalgoritmeilla yritetään opettaa kone reagoimaan luovasti odottamattomiin tilan- teisiin ja oppimaan kokemuksistaan.

Google, Facebook ja Nasa kehittävät niin sanottuja syväoppimisalgoritmeja muun muassa robottiautojen ja lentäjättömien lentokoneiden ohjaajiksi. Ne oppivat sitä paremmiksi ajajiksi, mitä enemmän niille kertyy kokemusta.

Tanskalaisyritys Genomic Expressionin algoritmi opettelee tuhansien potilaiden otteiden, iän, sukupuolen ja sairaushistorian perusteella tekemään syöpädiagnooseja nopeammin ja tehokkaammin kuin ihmis- lääkäri. Näin yritys ainakin lupaa. □

ÄLLISTYTTÄVIÄ ALGORITMEJA

Tekoäly teki elokuvan

mahdollisen scifi-elokuvan. Algoritmin innoittajana on toi- minut biologinen evoluutio. Se ottaa lähtökohdaksi olemassa olevan kohteen ja muokkaa siitä versiota, joista se valitsee sopivimmat jatkokehittelyä varten. Näin uusi versio on aina parempi kuin lähtökohta. Elokuvakäsikirjoitusten lisäksi evoluutioalgoritmi voi pohtia muun muassa liike- roboja robotin rajoille. Näin robotti voi oppia parantamaan motoriikkaansa omin päin.



Tietokone tekee taidetta

■ Googlen Deep Dream -algoritmit luovat omaa taidettaan yhdistelemällä internetissä olevien taideteosten piirteitä. Ne eivät kopioi olemassa olevia teoksia vaan muuntelevat niiden osia sattumanvaraisesti. Tuloksena on yllättäviä taide-elämyksiä.



■ Algoritmit muokkaavat

esimerkiksi verkko- kauppojen tarjontaa sen mukaan, millä verkkosivuilla olet käynyt aikaisemmin. Näillä vinkkeillä voit pyyhkiä jalan- jälkiäsi verkosta.

✓ Valitse

selaimessa anonymi selautsata, kuten Google Chromessa incognito-tila tai Safariissa yksityinen selaus. Silloin tieto- kone ei tallenna tietoja sivuista, joilla käyt.

✓ Facebookissa

voit kohdassa "Uutisten asetukset" valita, keltä kaverilta tai mitä sivuja haluat seurata ja keltä et halua nähdä uutis- virrassasi. Näin muokkaat algoritmia, sinun henkilösi.

✓ Jos sinusta on

kuvia esimerkiksi Instagramissa tai Facebookissa, välttä sitä, että niihin merki- tään nimesi (eli sinut "täätään"). Näin kuviasi ei yhdistetä sinun henkilösi.

KOLME TAPAA VÄHÄN HÄMÄTÄ NETIN ALGORITMEJA:

Näin huijaat internetin algoritmeja