

Kursus i algoritmiske grundprincipper og etik i AI: fra teori til praksis

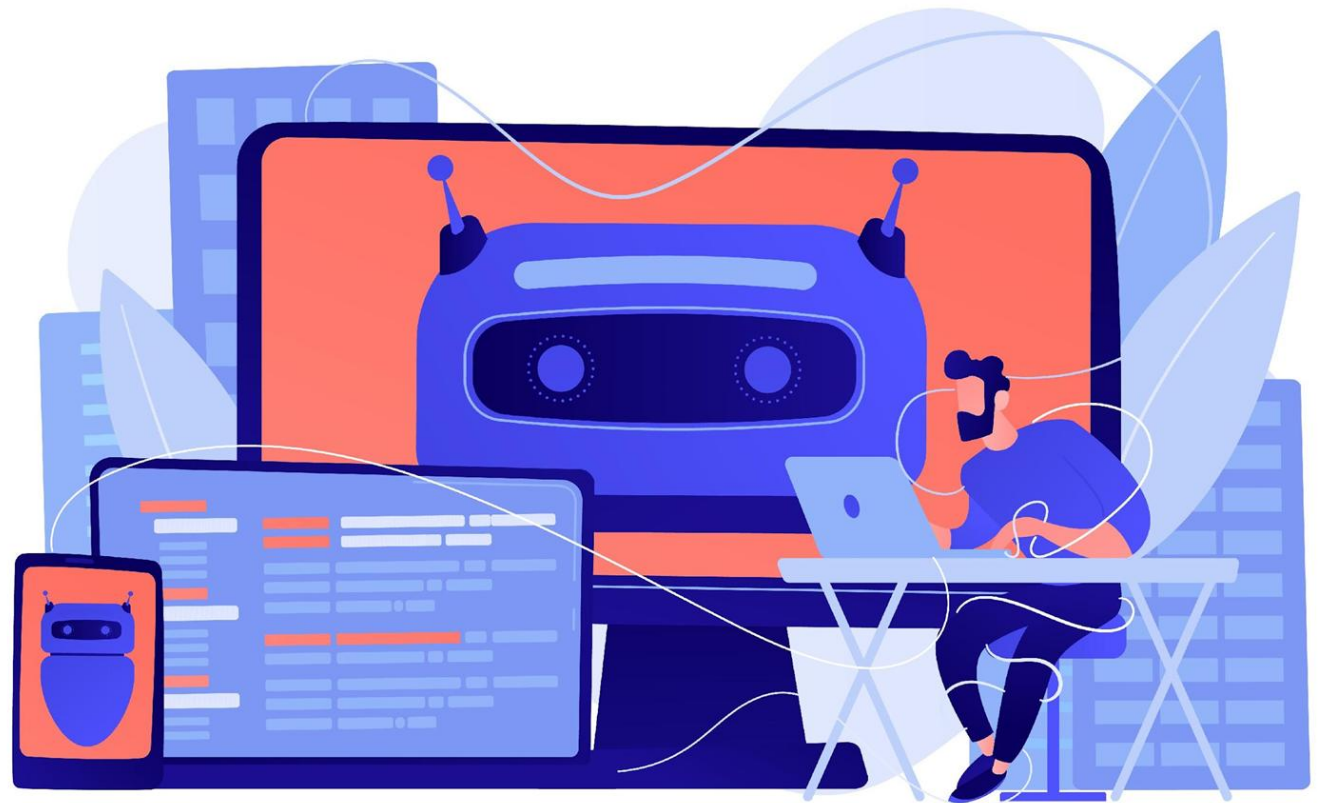
Værktøjer til synkrone sessioner

CU3 | Algoritmer og deres begrænsninger
Understøttende PowerPoint-slides

INDHOLD

- INDLEDNING - 3
- GRUNDLÆGGENDE BEGREBER INDEN FOR ALGORITMER - 6
- ALGORITMER PÅ TVÆRS AF SEKTORER - 31
- ALGORITMISK KOMPLEKSITET OG OPTIMERING - 60

INDLEDNING



BILLEDKILDE | Freepik

I DENNE KOMPETENCEENHED FINDER DU FØLGENDE EMNER:

1. Grundlæggende begreber inden for algoritmer

- Definition og betydning: Hvad er algoritmer, og hvorfor er de vigtige i computere?
- Modeller af algoritmer: Forskellige modeller, der bruges til at repræsentere algoritmer (f.eks. flowcharts, pseudokode).
- Begrænsninger: At forstå grænserne og begrænsningerne for algoritmiske løsninger.

2. Algoritmer på tværs af sektorer

- Anvendelse i forskellige sektorer: Eksempler på, hvordan algoritmer påvirker teknologi, finans, sundhed osv.
- Potentielle faldgruber: Etiske overvejelser, bias i algoritmiske beslutninger og misbrug af algoritmer.

3. Algoritmisk kompleksitet og optimering

- Forståelse af kompleksitet: Hvordan man måler en algoritmes effektivitet og kompleksitet (Big O-notation).
- Optimeringsteknikker: Metoder til at forbedre algoritmernes ydeevne.
- Begrænsninger i algoritmiske beslutninger: Udfordringer i forhold til pålidelighed og nøjagtighed i komplekse systemer.

VED AFSLUTNINGEN AF KOMPETENCEENHEDEN, BØR DU VÆRE I STAND TIL AT:

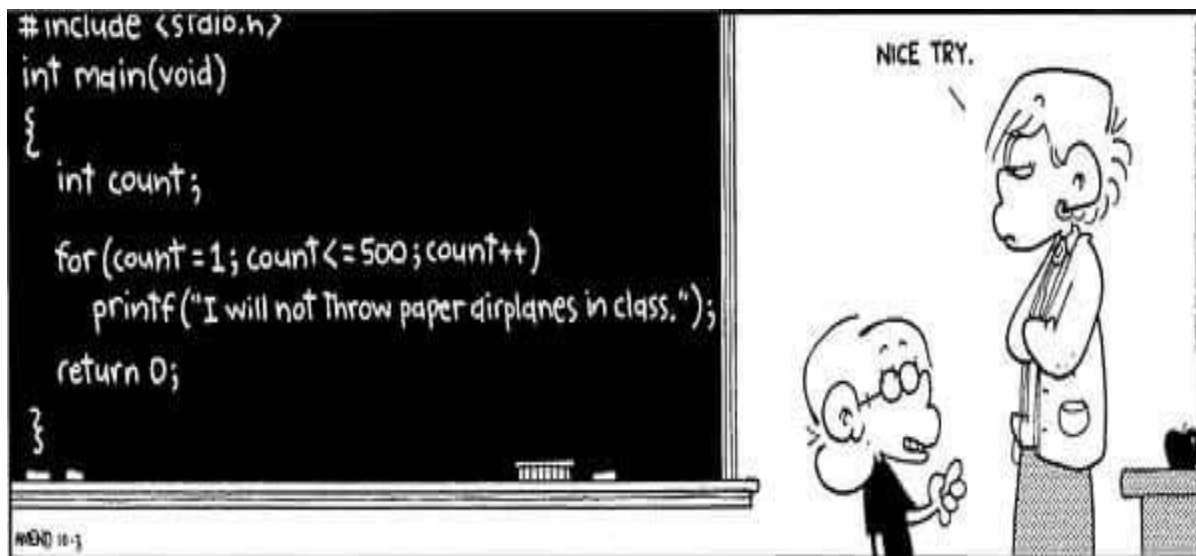
- Forstå de grundlæggende koncepter inden for algoritmer, deres modeller og begrænsninger
- Forstå algoritmers rolle i forskellige sektorer og de potentielle faldgruber, der opstår ved brugen af dem
- Forstå algoritmisk kompleksitet, optimering og begrænsningerne i algoritmisk beslutningstagning

GRUNDLÆGGENDE BEGREBER INDEN FOR ALGORITMER



Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmer: De er overalt...



BILLEDKILDE | Idtech Blog([Link](#))

Denne enhed introducerer de grundlæggende begreber inden for algoritmer, deres modeller og begrænsninger.

Deltagerne vil få en forståelse af den rolle, algoritmer spiller i forskellige sektorer, og de potentielle faldgruber, der opstår ved brugen af dem. Emnerne vil omfatte algoritmisk kompleksitet, optimering og begrænsningerne i algoritmisk beslutningstagning.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmer: De er overalt...

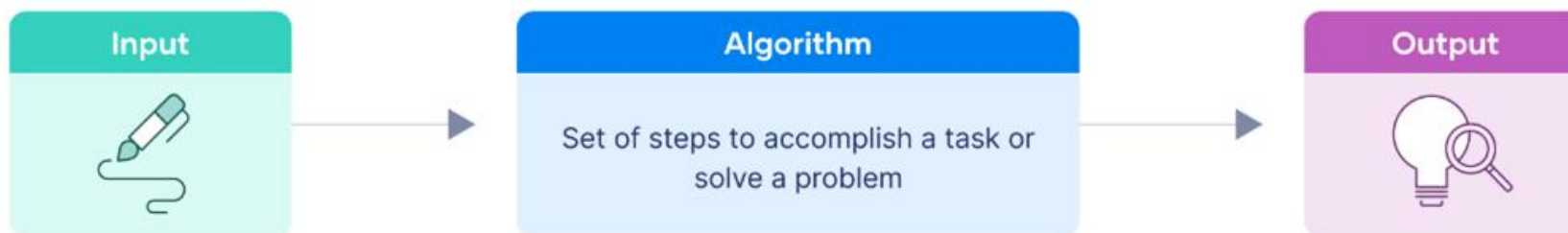


Louise Amoore: Vores liv med algoritmer

I vores digitale tidsalder **spiller algoritmer en stadig større rolle i udformningen af forskellige aspekter af vores liv, lige fra det indhold, vi bruger online, til de beslutninger, der træffes af automatiserede systemer.** At forstå den indviklede algoritmiske kompleksitet, optimeringsstrategier og de begrænsninger, der ligger i algoritmiske beslutningsprocesser, er afgørende for alle, der navigerer i dette landskab.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Hvad er en algoritme?

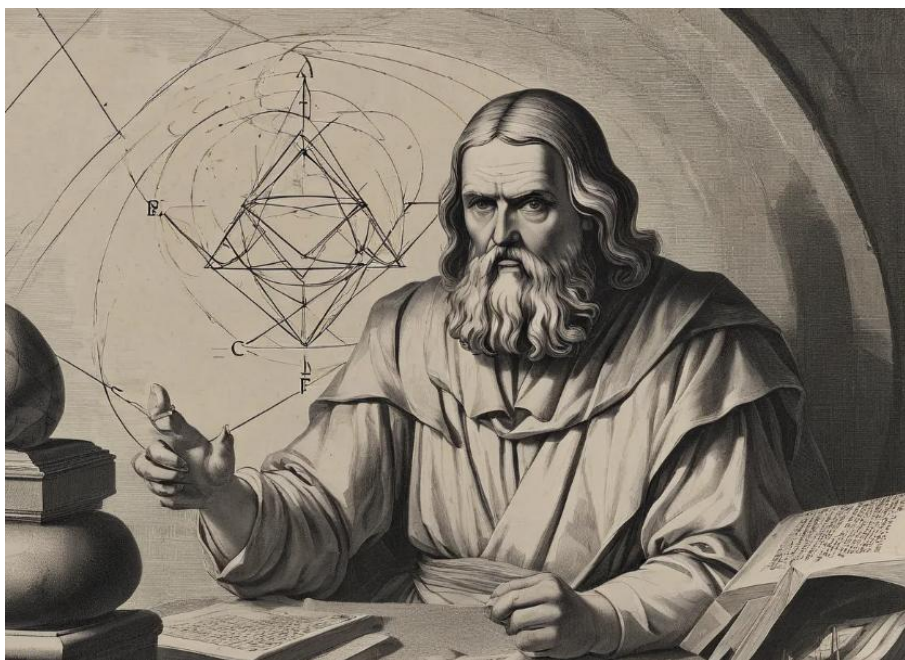


Nikopoulou (2023)

En algoritme er en sekvens af entydige instruktioner til at løse et problem, den skal være korrekt, altid give en korrekt løsning, og den skal være endelig, den skal altså afsluttes. Det er en trinvis procedure, som fortæller os, hvad vi skal gøre for at nå et bestemt mål. Vi kan tænke på det som madlavning: Vi følger en opskrift, der fortæller os præcis, hvilke ingredienser vi skal bruge, hvor meget af hver, og fremgangsmåden. På samme måde **guider en algoritme en computer eller en person gennem en række handlinger for at opnå et bestemt resultat, hvad enten det drejer sig om at sortere en liste med tal, finde den korteste rute på et kort eller anbefale film baseret på en persons præferencer.**

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmer: De er overalt...



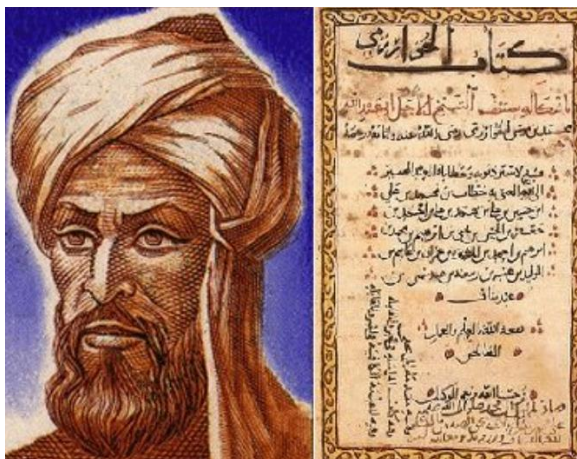
Mustafa şentürk (2024)

Begrebet algoritmer har eksisteret i lang tid og går tilbage til gamle civilisationer. Et af de tidligste eksempler er den euklidiske algoritme, som tilskrives den gamle græske matematiker Euklid, og som blev udviklet omkring 300 f.Kr. til at finde den største fælles divisor mellem to tal.

Gennem historien har forskellige kulturer og civilisationer udviklet deres egne algoritmer til at løse matematiske problemer, navigere i geografisk terræn eller udføre opgaver effektivt. Disse algoritmer blev ofte overleveret mundtligt eller gennem skrevne tekster.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmer: De er overalt...



Quora ([link](#))

Selve udtrykket "algoritme" kommer fra navnet på den persiske matematiker **Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi**, som levede under den islamiske guldalder i det **9. århundrede**. Al-Khwarizmi skrev en bog ved navn "Al-Kitab al-Mukhtasar fi Hisab al-Jabr wal-Muqabala" (som kan oversættes til: Den kortfattede bog om beregning ved hjælp af tilføjelser og udligning), som introducerede systematiske metoder til løsning af matematiske ligninger. Ordet "algoritme" stammer fra den latinske version af hans navn, "Algoritmi".

Siden da har algoritmer udviklet sig og er blevet grundlæggende inden for forskellige områder, især med fremkomsten af moderne computere. **I dag bruges algoritmer ikke kun i matematik, men også i datalogi, ingeniørvidenskab, biologi, økonomi og mange andre discipliner til at løse komplekse problemer og automatisere processer.**

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritmer: karakteristika (Knuth, 1997)

***Finiteness* (begrænsethed)**



BILLEDKILDE | Freepik

"En algoritme skal altid afsluttes efter et begrænset antal trin ... et meget begrænset antal, et rimeligt antal".

Begrænsethed sikrer, at algoritmer afsluttes efter et begrænset antal trin, så man undgår uendelige sløjfer, der kan bruge beregningsressourcer i det uendelige. Det svarer til at lægge et puslespil, hvor den sidste brik til sidst falder på plads og signalerer, at algoritmen er afsluttet. Denne egenskab ved begrænsethed giver forudsigelighed og kontrol over beregningsprocesser.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritmer: karakteristika (Knuth, 1997)

Definiteness (præcision)



BILLEDKILDE | Freepik

"Hvert trin i en algoritme skal være præcist defineret; de handlinger, der skal udføres, skal være nøje og utvetydigt specificeret for hvert enkelt trin".

Dette understreger behovet for utvetydige trin, der ikke behøver yderligere fortolkning. En klar algoritme skitserer tydeligt hver handling, der skal udføres på hvert trin i problemløsningen, og sikrer, at der ikke er nogen tvetydighed eller forvirring om, hvad der skal gøres. Denne egenskab er afgørende, fordi den gør det muligt for alle, uanset deres baggrund eller ekspertise, at forstå og implementere algoritmen korrekt.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritmer: karakteristika (Knuth, 1997)

Input



BILLEDKILDE | Freepik

"... datamængder, som gives til den i starten, før algoritmen begynder. Disse input tages fra specificerede sæt af objekter".

Input refererer til de data eller oplysninger, som algoritmen bruger til at producere et resultat. Dette input kan være enhver form for data, f.eks. tal, tekst, billeder eller endda andre algoritmer. Input er vigtigt, fordi det udgør det råmateriale, som algoritmen behandler og håndterer for at løse et problem eller udføre en opgave.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritmer: karakteristika (Knuth, 1997)

Output



"... datamængder, som har en bestemt relation til input".

Output refererer til det resultat eller den løsning, som algoritmen producerer efter at have behandlet input. Dette output kan også antage forskellige former afhængigt af arten af det problem, der skal løses, såsom en enkelt værdi, flere værdier, en beslutning, en visuel gengivelse af noget eller enhver anden form for information, der repræsenterer det ønskede resultat.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritmer: karakteristika (Knuth, 1997)

***Effectiveness* (effektivitet)**



BILLEDKILDE | Freepik

"... alle de operationer, der skal udføres i algoritmen, skal være så enkle, at de i princippet kan udføres nøjagtigt og inden for et begrænset tidsrum af en person, der bruger papir og blyant".

Effektivitet understreger algoritmernes praktiske anvendelighed og gennemførlighed. Ligesom en opskrift bliver svært at følge, hvis den indeholder ukendte ingredienser, eller ingredienser, der er svære at få fat i, så skal algoritmer kunne bruge tilgængelige ressourcer til at udføre deres opgaver. Ved at sikre, at algoritmerne er praktiske og funktionsdygtige, sikrer effektiviteten i algoritmen, at der kan findes en løsning eller output inden for rammerne af de tilgængelige ressourcer og den tilgængelige tid.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritme-struktur

Abstraction (explain)

Picking out the important bits of information from the problem, ignoring the specific details that don't matter.



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Et af hovedkoncepterne bag algoritmer er abstraktion.

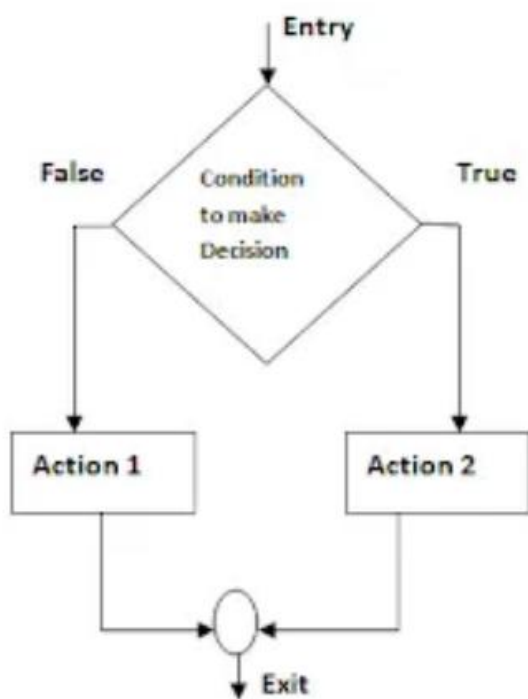
Abstraktion i denne sammenhæng henviser til ideen om at skjule komplekse detaljer og kun fokusere på de væsentlige aspekter, der er nødvendige for at forstå og løse et problem. Det er som at zoome ud for at se det større billede uden at fare vild i de finkornede detaljer.

I algoritmedesign hjælper abstraktion med at forenkle problemløsningsprocessen ved at bryde den ned i mindre, håndterbare dele. Det giver os mulighed for at håndtere hver del for sig uden at skulle forstå alle de indviklede detaljer på én gang.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritme-struktur



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

En **kontrolstruktur** styrer i bund og grund rækkefølgen af udførelsen af instruktionerne i en algoritme. **Den bestemmer, hvilken vej udførelsesprocessen skal tage, baseret på de betingelser, der er defineret i strukturen. Kontrolstrukturer er et grundlæggende aspekt af enhver algoritme, da de sikrer, at instruktionerne udføres i den rigtige rækkefølge, og at det ønskede resultat opnås.**

Fælles for alle kontrolstrukturer er, at de har et enkelt indgangspunkt og et enkelt udgangspunkt. Det ene indgangspunkt markerer begyndelsen af kontrolstrukturen, hvor udførelsesprocessen kommer ind i strukturen. På den anden side markerer det enkelte exit-punkt slutningen af kontrolstrukturen, hvor udførelsesprocessen forlader strukturen og går videre til næste del af algoritmen. Denne funktion sikrer, at udførelsesprocessen følger en defineret rute inden for kontrolstrukturen, hvilket opretholder algoritmens integritet og korrekthed.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

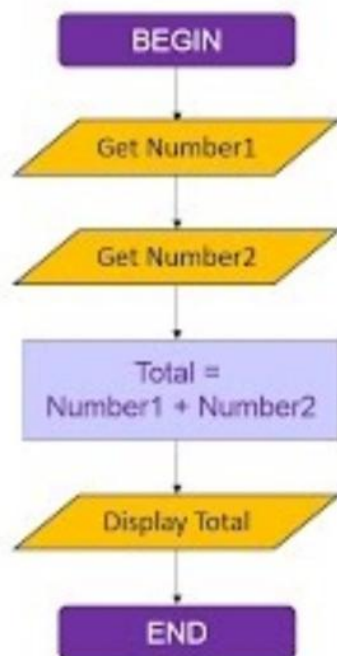
Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritmestruktur | Sekventiel

Flowchart: Sequence

Example: Basic Calculator

A program is to be developed that allows a user to enter in two different numbers. The software is to add the numbers and display the result.



Ved denne fremgangsmåde udføres instruktioner én efter én i en lineær rækkefølge. Det er meget tæt på at følge en opskrift trin for trin.

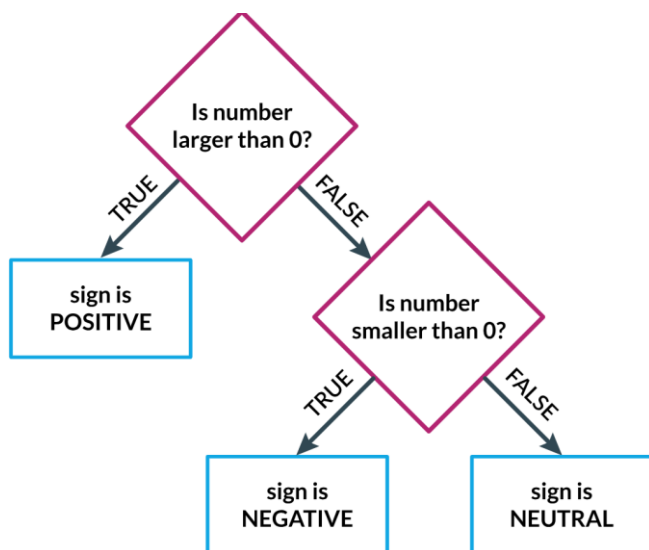
Sekventielle algoritmer er udbredte i hverdagsopgaver, som f.eks. at lave en sandwich eller beregne summen af tal. De sikrer, at handlinger sker i en bestemt rækkefølge uden afstikkere eller yderligere beslutningstagning.

BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algoritmestruktur | Betinget eller alternativ



BILLEDKILDE | MANGLENDE

INFO

Disse instruktioner indfører nogle beslutningspunkter. Baseret på visse betingelser tager programmet forskellige ruter. Tænk på det som et valg mellem flere muligheder. Betingede udsagn (som "if", "else" og "switch") giver os mulighed for at håndtere forskellige scenarier.

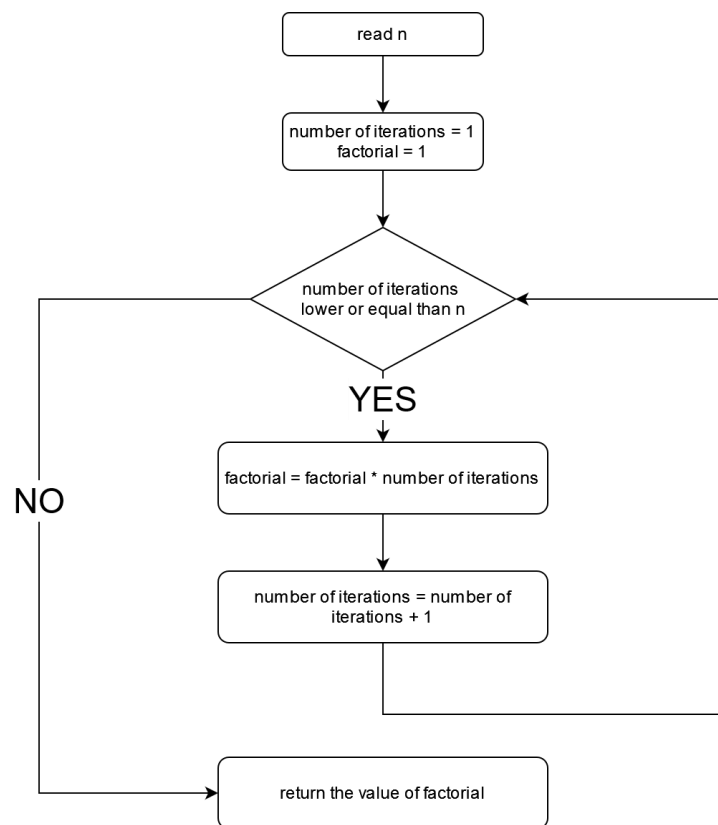
Eksempel | En algoritme, der simulerer processen med at beslutte, om man skal tage en paraply eller en jakke med, når man forlader sit hus, baseret på vejruddsigten:

1. Tjek vejruddsigten for regn.
2. Hvis (*if*) vejruddsigten forudsiger regn, så:
3. Tag en paraply med.
4. (*Else*) Hvis vejruddsigten ikke forudsiger regn, og temperaturen er under 15 grader, så:
5. Tag en jakke med.
6. Forlad huset.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algitmestruktur | Gentagende eller iterativ



Gentagelse er kernen i disse algoritmer.

De udfører et sæt instruktioner gentagne gange, indtil en bestemt betingelse er opfyldt. Loops (såsom "*for*" og "*while*") falder ind under denne kategori. De er afgørende for opgaver som behandling af store datasæt, simulering af begivenheder eller løsning af optimeringsproblemer.

BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algorithms effektivitet



BILLEDKILDE | Freepik

Algoritmisk effektivitet henviser til, hvor effektivt en algoritme udnytter beregningsressourcer.

Denne egenskab er afgørende for at forstå en algoritmes performance og indebærer en analyse af dens ressourceforbrug, herunder tid og plads. At opnå maksimal effektivitet indebærer at minimere ressourceforbruget. Men det kan være kompliceret at sammenligne algoritmers effektivitet, fordi forskellige ressourcer ikke kan sammenlignes direkte.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Algorithms effektivitet



BILLEDKILDE | Freepik

Der er to hovedmål for algoritmisk effektivitet:

Tidskompleksitet

Dette er den beregningsmæssige kompleksitet, der beskriver den tid, det tager at køre en algoritme som en funktion af størrelsen på input til programmet.

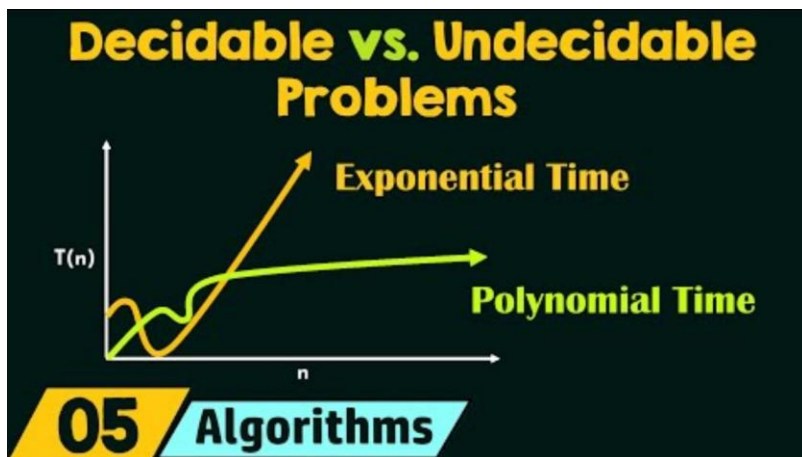
Pladsompleksitet

Dette er den mængde hukommelse, som en algoritme skal bruge for at køre til ende.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Begrænsninger i algoritmen



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Der er to problemer, som en algoritme ikke kan løse.

Der er to kategorier:

- **Uafgørlige problemer** er dem, der er teoretisk umulige at løse med nogen algoritme;
- **Uhåndterlige** problemer, de problemer, der ikke har nogen løsninger inden for rimelig tid.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Begrænsninger ved maskinlæringsalgoritmer



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

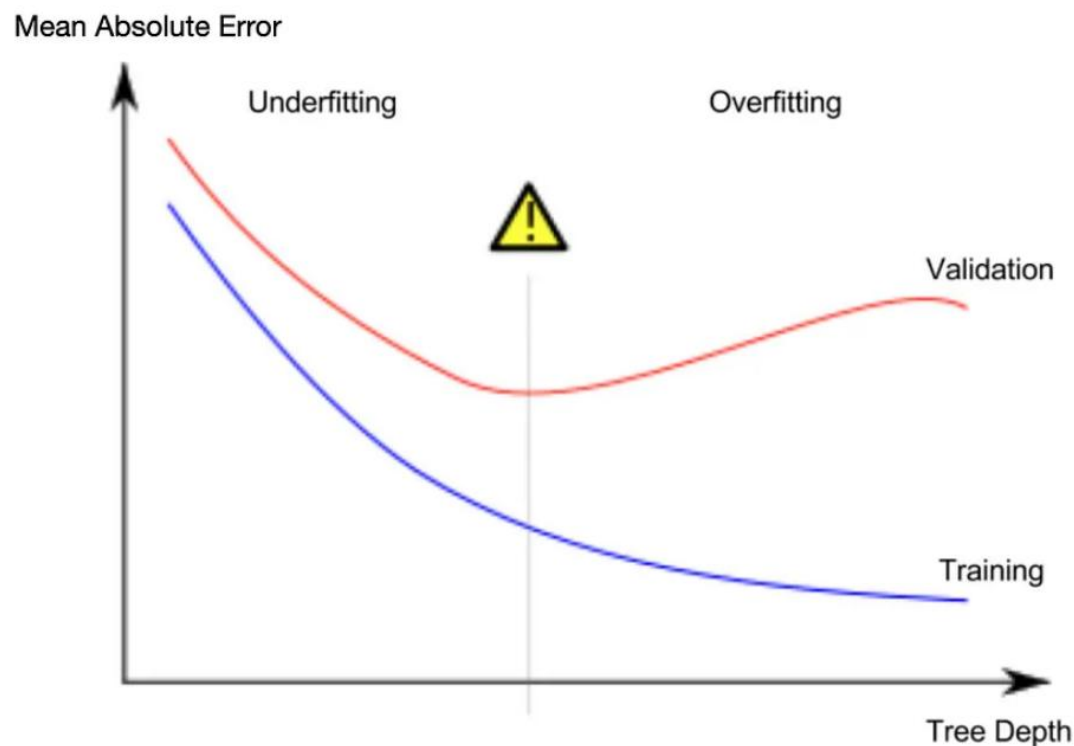
Datakvalitet og -mængde

Maskinlæringsalgoritmer er stærkt afhængige af kvaliteten og mængden af de data, der er tilgængelige til træningen af dem. Begrænsede eller biased data kan føre til unøjagtige eller biased resultater af modellernes svar. Derudover kan utilstrækkelige data hindre algoritmens evne til at generalisere ukendte data på en tilstrækkeligt god måde.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Begrænsninger ved maskinlæringsalgoritmer



Overtilpasning og undertilpasning (*overfitting* og *underfitting*)

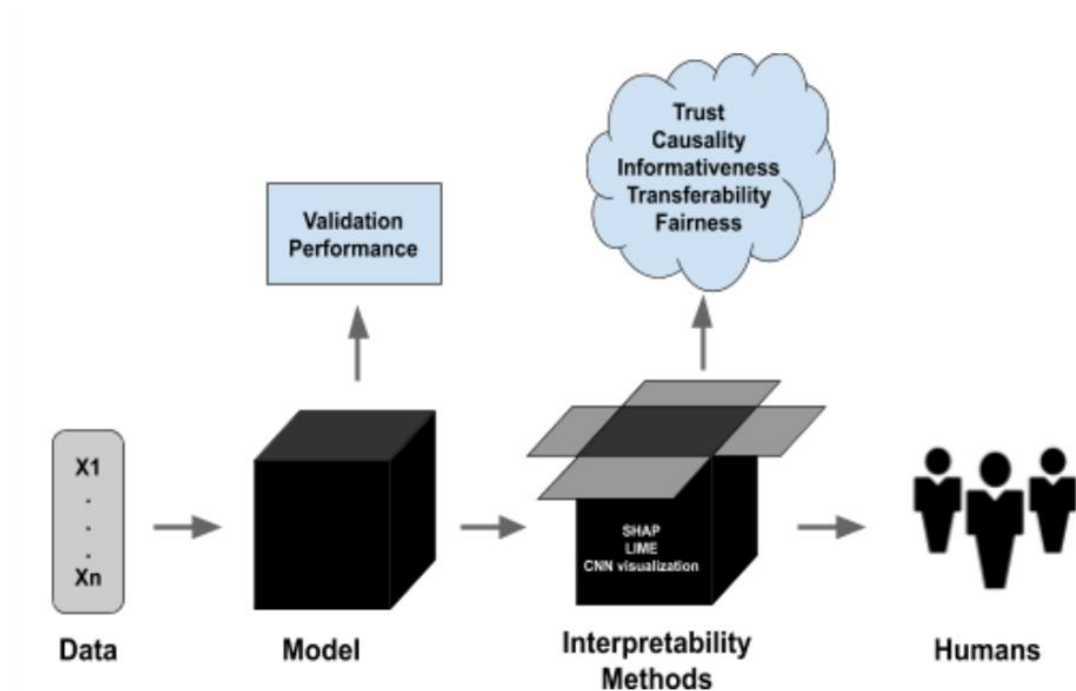
Maskinlæringsmodeller have en tendens til overfitting, hvor de lærer at opfange 'støj' eller irrelevante mønstre i træningsdataene, hvilket fører til dårligere performance, når de skal behandle nye data. På den anden side opstår underfitting, når modellen er for simpel, hvilket resulterer i en suboptimal performance.

BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Begrænsninger ved maskinlæringsalgoritmer



Fortolkningsmuligheder

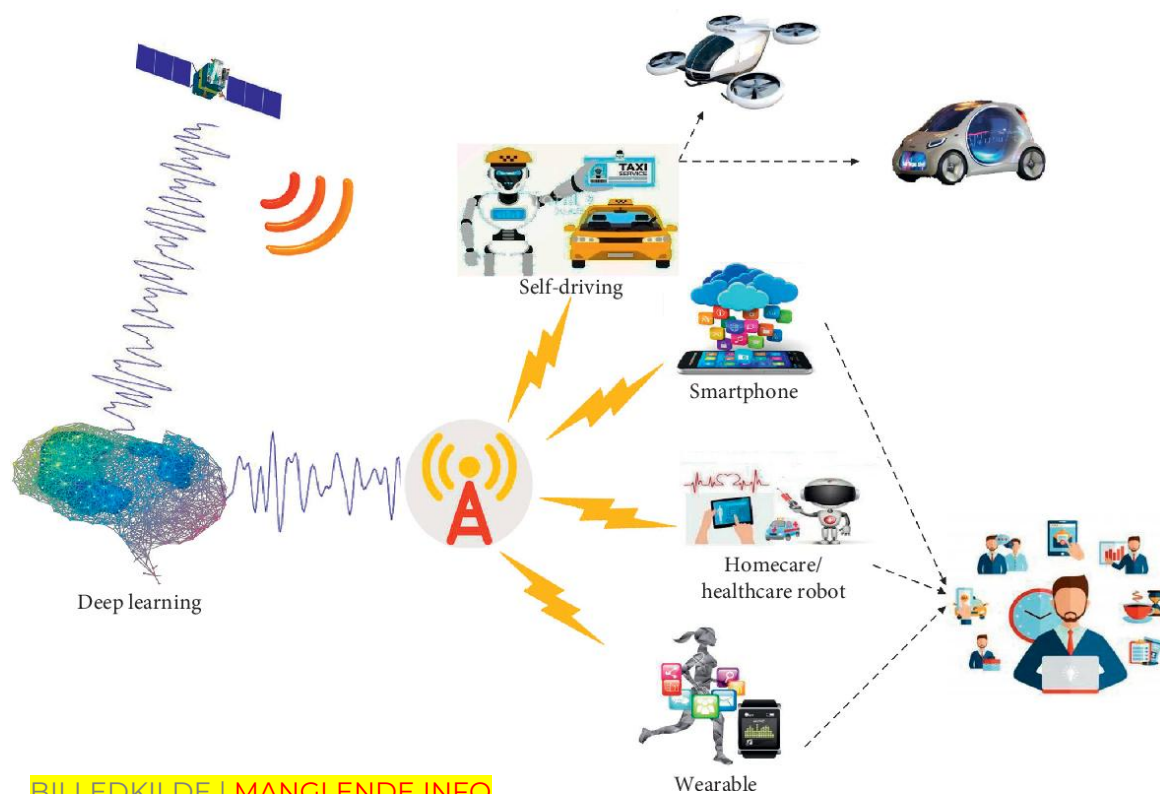
Mange maskinlæringsmodeller, især komplekse modeller som neurale netværk, mangler fortolkningsmuligheder, hvilket gør det vanskeligt at forstå og stole på deres resultater. Det kan være problematisk på områder, hvor fortolkning er afgørende, f.eks. inden for sundhedssektoren og finansverdenen.

BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Begrænsninger ved maskinlæringsalgoritmer



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Beregningsmæssige ressourcer

Træning af komplekse maskinlæringsmodeller kræver ofte betydelige beregningsressourcer, herunder meget kraftig hardware og omfattende infrastruktur til databehandling i stor skala. Begrænsede beregningsressourcer kan begrænse skalerbarheden og anvendeligheden af maskinlæringsløsninger.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Begrænsninger ved maskinlæringsalgoritmer



BILLEDKILDE | Freepik

Domænespecifik ekspertise

Udvikling af effektive maskinlæringsløsninger kræver ofte domænespecifik ekspertise til korrekt forbehandling af data, udvikling af relevante funktioner og fortolkning af modeloutput.

Grundlæggende begreber inden for algoritmer

Algoritmernes egenskaber og begrænsninger

Begrænsninger ved maskinlæringsalgoritmer



BILLEDKILDE | Freepik

Kontinuerlig læring og tilpasning

Maskinlæringsalgoritmer kan have svært ved at tilpasse sig skiftende omgivelser eller en datadistribution, der hele tiden udvikler sig. Kontinuerlig overvågning og omskoling af modeller er nødvendig for at sikre, at deres performance forbliver robust og tidssvarende.

ALGORITMER PÅ TVÆRS AF SEKTORER



BILLEDKILDE | Freepik

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmer i forskellige sektorer og de potentielle faldgruber, der opstår ved deres brug

At få en dyb forståelse af algoritmernes rolle på tværs af forskellige sektorer og samtidig kunne se de potentielle faldgruber er afgørende for at udvikle et omfattende og holistisk syn på de konsekvenser og det ansvar, der er knyttet til anvendelsen af algoritmer.

Dette begreb understreger nødvendigheden af grundig indsigt i, **hvordan algoritmer kan påvirke forskellige aspekter af samfund, økonomi og ledelse**. De forskellige anvendelser **af algoritmer, lige fra forbedring af virksomhedsdrift til personalisering af brugeroplevelser, viser deres betydelige indflydelse på vores moderne livsform** (Mourtzis et al., 2022). Denne indflydelse medfører dog også betydelige **risici, såsom potentialet for bias, brud på privatlivets fred og forstærkning af eksisterende samfundsmæssige uligheder** (Patel, 2024).

(Prem 2023), (Zhou et al., 2020)

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer



BILLEDKILDE | Freepik

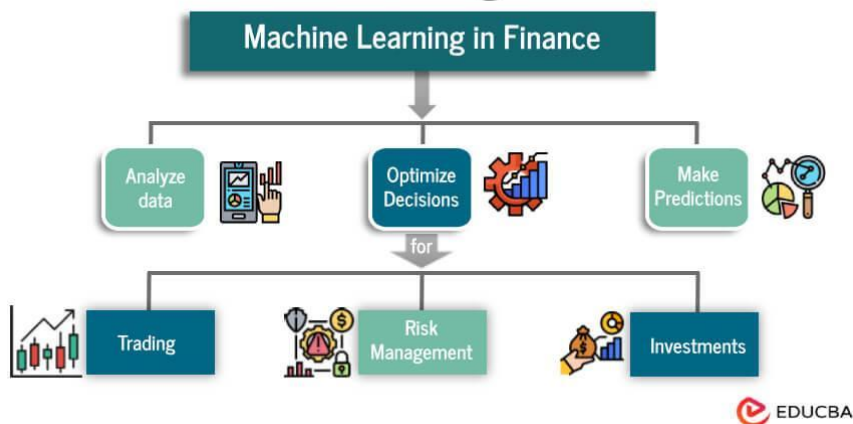
Som Parker et al. (2016) fremhæver, har "algoritmer gennemsyret alle sektorer og revolutioneret processer og beslutningstagning".

I dette afsnit ser vi nærmere på nogle særlige sektorer, hvor den algoritmisk indflydelse er specielt markant.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Machine Learning in Finance



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Finansverdenen

AI i finansverdenen har udviklet sig betydeligt fra sin spæde begyndelse til at blive et uundværligt værktøj i branchen. Brugen af AI i finanssektoren kan spores tilbage til 1980'erne, hvor basale computerprogrammer blev tilrettet til at kunne automatisere simple opgaver som dataindtastning og regnskab. Men den virkelige transformationsfase begyndte i slutningen af 1990'erne og begyndelsen af 00'erne med fremkomsten af mere sofistikerede maskinlæringsalgoritmer og eksplosionen i adgang til data (Aksoy & Gurol, 2021).

Finansielle institutioner så hurtigt potentialet i AI til at levere mere nøjagtige risikovurderinger, hurtigere transaktionsbehandling og forbedret kundeservice. Dette blev yderligere forstærket af den øgede computerkraft og udviklingen af avancerede dataanalyseteknikker. I 2010'erne begyndte AI at ændre handelsmåder, forsikring, afsløring af svindel og styring af kunderelationer markant (Davenport & Mittal, 2023).

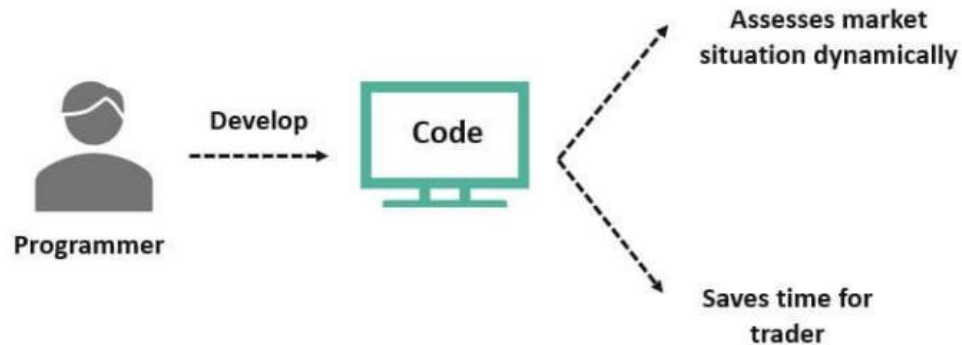
Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Algoritmehandel

Algorithmic Trading

Example



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Et af de mest berømte eksempler på vellykket algoritmehandel er Renaissance Technologies, en hedgefond, der er kendt for sin Medallion Fund.

Denne fond bruger komplekse matematiske modeller til at analysere og udføre højfrekvenshandler. Ved at anvende avancerede algoritmer har Renaissance været i stand til at opnå enestående afkast, der langt overgår markedets resultater (Qin, 2012).

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Risikostyring

The Role of Artificial Intelligence in Credit Risk Certification



JPMorgan Chase bruger algoritmer til at styre kreditrisikoen.

Deres system vurderer risikoen for misligholdelse af lån baseret på forskellige faktorer, herunder økonomiske forhold, sektorens resultater og individuel kredithistorik. Denne algoritmiske tilgang giver dem mulighed for at skræddersy deres lånetilbud og minimere potentielle tab på uerholdelige fordringer.

BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Registrering af svindel



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

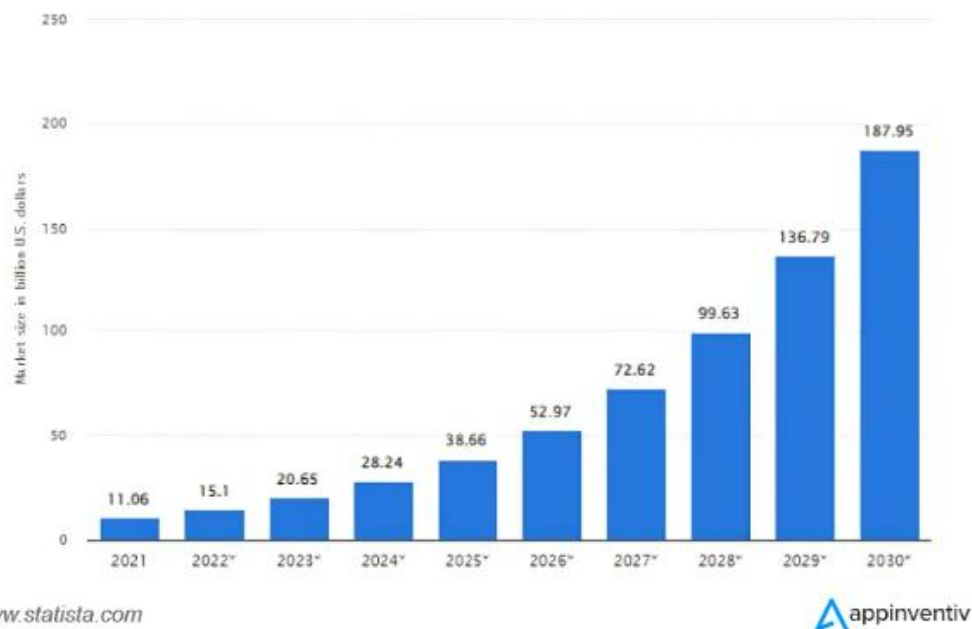
PayPal anvender maskinlæringsalgoritmer til at opdage svigagtige transaktioner. Disse algoritmer analyserer tusindvis af transaktionsattributter i realtid, herunder beløbet, den anvendte enhed og brugerens transaktionshistorik. Ved at identificere mønstre, der afviger fra normen, kan PayPals systemer markere potentielt svigagtige transaktioner med stor nøjagtighed og derved forhindre økonomisk tab og beskytte brugerne.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Sundhedsvæsenet

Artificial intelligence (AI) in healthcare market size worldwide from 2021 to 2030



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

AI i sundhedsvæsenet har gennemgået en bemærkelsesværdig udvikling, fra tidlig eksperimentel anvendelse til at blive en vigtig komponent i moderne medicinsk praksis.

Denne transformation er i høj grad blevet drevet frem af fremskridt inden for maskinlæring, big data-analyse og den stigende digitalisering af patientjournaler. Vi vil her se nærmere på de forskellige facetter af AI-implementering i sundhedsvæsenet, herunder hjælp til diagnosticering, personlig behandling, sygdomsforudsigelse, patientstyring og robotoperationer (Bohr & Memarzadeh, 2020).

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Hjælp til diagnosticering



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

AI's evne til at analysere store datasæt har revolutioneret de diagnostiske processer i sundhedsvæsenet. Ved at integrere AI med billeddannelsesteknologier kan læger opdage sygdomme med større nøjagtighed og hastighed end med traditionelle metoder.

IBM Watson Health har vist AI's evne til at forbedre den diagnostiske nøjagtighed. Watsons avancerede AI-algoritmer kan analysere betydningen og konteksten af strukturerede og ustrukturerede data i kliniske notater og rapporter.

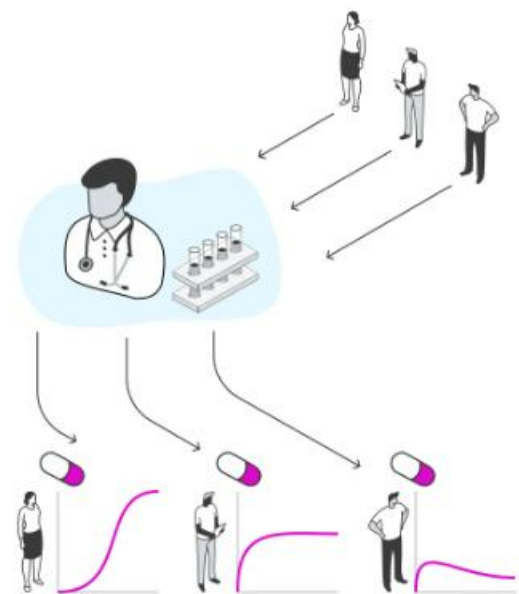
Den er f.eks. blevet brugt inden for onkologi til at identificere behandlingsmuligheder for kræftpatienter ved at lave krydsreferencer mellem millioner af onkologiske kliniske notater og patientjournaler samt eksisterende litteratur.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Personlig behandling

One-size-fits-all medicine



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Personalized medicine



AI muliggør individuelt tilpasset medicinering ved at se på en persons individuelle genetiske profil, miljøfaktorer og livsstil for at skræddersy en behandling. Denne tilgang forbedrer patienternes resultater betydeligt ved at målrette de behandlinger, der med størst sandsynlighed virker for specifikke patienter. Tempus bruger AI til at indsamle og analysere store mængder genomiske og kliniske data for at hjælpe læger med at skabe personlige behandlingsplaner for kræftpatienter. Platformen bruger maskinlæringsalgoritmer til at forstå molekylære og terapeutiske data og forudsige, hvilke behandlinger der sandsynligvis vil være mest effektive for den enkelte patient.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Forudsigelse og håndtering af sygdomme



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

AI-modeller bruges i stigende grad til at forudsige sandsynligheden for sygdomsudvikling, progression og potentielle komplikationer.

Denne proaktive tilgang giver mulighed for tidligere indgreb, hvilket kan redde liv og reducere sundhedsudgifterne. Googles DeepMind har udviklet AI-systemer, der kan forudsige akut nyreskade op til 48 timer, før det sker, med bemærkelsesværdig nøjagtighed. AI-modellen analyserer en bred vifte af sundhedsdata i realtid, hvilket muliggør rettidige indgreb, der kan forhindre forværring og forbedre sundhedsresultaterne.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Robotkirurgi



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Robotkirurgi, assisteret af AI, giver høj præcision, reduceret lidelse og hurtigere heling.

AI-algoritmer giver kirurgerne data i realtid og kan endda automatisere visse faser af operationen for at forbedre sikkerheden og resultatet. Det robotkirurgiske system, da Vinci, fra firmaet Intuitive bruger AI til at forbedre den kirurgiske præcision. Systemet giver kirurgen et meget forstørret 3D-billede i høj opløsning af operationsstedet og konverterer kirurgens håndbevægelser til mindre og mere præcise bevægelser af bittesmå instrumenter inde i patientens krop.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

E-handel



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

AI forbedrer både kundeoplevelser og erhvervsliv betydeligt, især i detail- og e-handelssektoren.

Ved at indsamle omfattende mængder forbrugerdata og integrere dem i maskinlæringsalgoritmer kan detailhandlen udvikle avancerede personaliserings-, anbefalings- og automatiseringsfunktioner. Disse AI-drevne funktioner er nu standard på tværs af shoppingplatforme, og de udmærker sig ved at forbedre kundeengagementet og strømline driften og dermed øge virksomhedens overskud og ressourceudnyttelse.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Transport



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Der er ingen tvivl om, at AI er ved at omforme transportbranchen ved at forbedre effektiviteten, sikkerheden og brugeroplevelsen.

Her vil vi se nærmere på de forskellige måder, hvorpå AI integreres i transportsystemer, fra offentlig transport og logistik til personlig mobilitet og trafikstyring.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Autonome køretøjer



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Selvkørende biler

AI er kernefunktionen i selvkørende biler, så de kan navigere, undgå forhindringer og træffe beslutninger i realtid. Virksomheder som Tesla og Waymo er ledende i udviklingen på dette område og forbedrer trafiksikkerheden og køretøjernes effektivitet betydeligt.

Droner til levering

Virksomheder som Amazon eksperimenterer med droner, der bruger AI til autonom levering af pakker, hvilket vil kunne reducere leveringstid og omkostninger til *last-mile*-logistik.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Trafikstyring og 'smart cities'



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Intelligente trafiksystemer: AI bruges til at analysere trafikmønstre og optimere trafiklysssekvenser, hvilket reducerer trængsel og forbedrer trafiksikkerheden. Byer som Barcelona og Singapore bruger AI-systemer til at have et jævnt trafikflow i travle vejkryds.

Forudsigende vedligeholdelse: AI hjælper med at forudsige, hvornår køretøjer til offentlig transport og infrastruktur (som broer og veje) har brug for vedligeholdelse, hvilket forhindrer nedbrud og forlænger levetiden for offentlige anlægsaktiver.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Fragt og logistik



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Automatiseret oplagring

Virksomheder som Amazon bruger AI-drevne robotter til at strømline lagerdriften og øge hastigheden og nøjagtigheden i plukke- og pakkeprocesser.

Optimeret ruteplanlægning

AI-værktøjer analyserer adskillige variabler som vej, trafikforhold og leveringsvinduer for at foreslå de mest effektive ruter til forsendelser, hvilket sparer tid og brændstofomkostninger.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Uddannelse



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

AI forvandler uddannelsessektoren ved at tilbyde skræddersyede læringsforløb, automatisere administrative opgaver og tilbyde uddannelsesmiljøer, der inviterer til fordybelse. Her ser vi på forskellige anvendelser af AI i uddannelsessektoren, med særlig fokus på hvordan AI kan hjælpe underviserne, forbedre elevernes læring og optimere ledelsen af uddannelserne.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Personlig læring



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Adaptive læringsplatforme

AI-systemer som DreamBox Learning og Knewton tilbyder personlig læring ved at tilpasse sig den enkelte deltagers tempo og læringsstil. Disse platforme vurderer deltagernes vidensniveau og justerer automatisk indholdet, så det passer til den enkeltes læringsbehov.

AI-lærere og -assistenter

AI-drevne læringssystemer som Carnegie Learning tilbyder feedback og hjælp i realtid til studerende og hjælper dem med at forstå komplekse emner gennem individuelt tilpasset undervisning og øvelser.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Bedømmelse og feedback



AUTOMATED GRADING

BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Automatiserede bedømmelsessystemer

AI automatiserer bedømmelsen af standardiserede tests og endda stileskrivning, hvilket reducerer undervisernes administrative byrde og giver dem mulighed for at fokusere mere på undervisning og mindre på at bedømme.

Forudsigende analyse

AI-systemer analyserer data om eleverne for at forudsige hvor de læringsmæssigt og karaktermæssigt er på vej hen, hvilket gør det muligt for undervisere at gribe tidligt ind over for elever i farezonen, således at deres læring kan komme tilbage på rette spor.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Fordybende læringsmiljøer



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Virtual Reality (VR) og Augmented Reality (AR)

AI integreret med VR og AR skaber fordybende læringsoplevelser, der simulerer scenarier fra den virkelige verden og gør komplekse emner som videnskab og historie mere engagerende og forståelige.

Læringspil og simuleringer

AI-støttede læringsspil tilpasser sig de studerendes respons og skaber et dynamisk læringsmiljø, der stimulerer engagementet og forbedrer indlæringen.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Medier og fritid



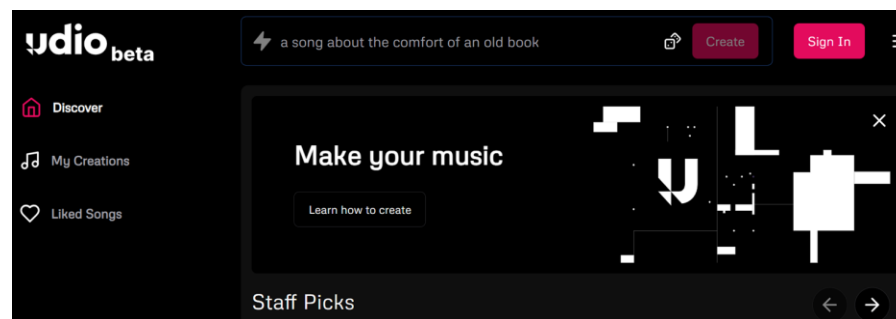
BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

AI er blevet en transformerende kraft i medie- og fritidsindustrien, der forbedrer indholdsskabelse, personaliserer brugeroplevelser og optimerer driften.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Oprettelse og styring af indhold



BILLEDKILDE | MANGLENDE

INFO

Automatiseret journalistik

AI-værktøjer som NLG-software (Natural Language Generation) bruges til at skabe nyhedsartikler og reportager, især til datadrevet indhold som sportsresultater og økonomi-nyheder, hvilket giver mulighed for hurtigere publicering og frigør 'rigtige' journalister til mere undersøgende journalistik.

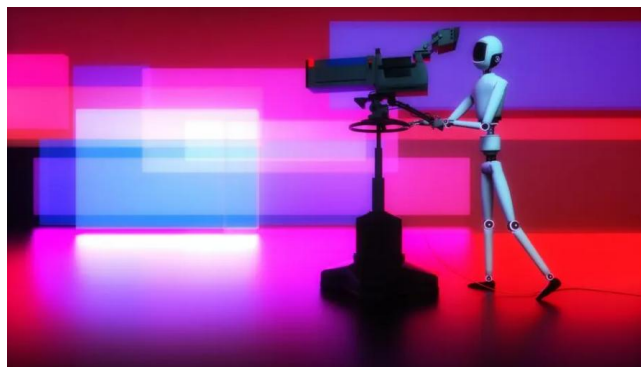
Video- og musikproduktion

AI-algoritmer hjælper med redigering, lige fra farvekorrektur i videoer til mixning af musik, hvilket strømliner produktionsprocesserne og muliggør mere kreativ eksperimentering.

Algoritmer på tværs af sektorer

Algoritmernes rolle i forskellige sektorer

Forbedring af kreative processer



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Manuskriptskrivning og plotudvikling

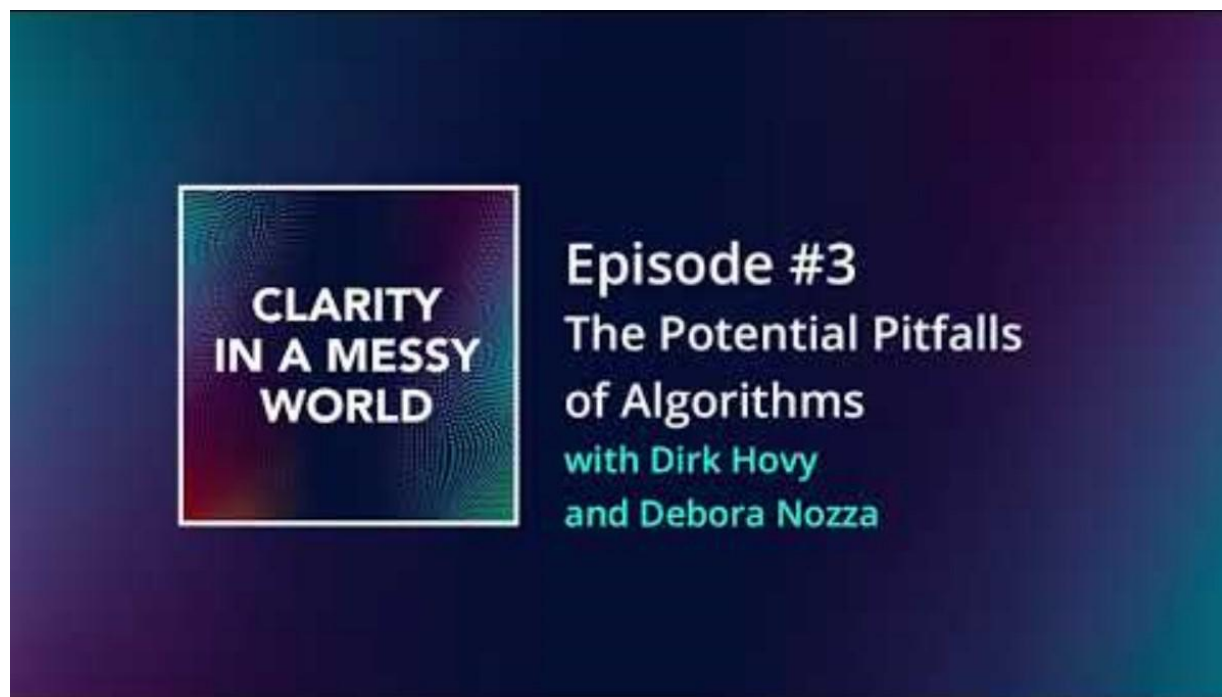
AI-værktøjer hjælper med at skrive manuskripter ved at foreslå plotudvikling, dialog og karakterinteraktioner baseret på genrekonventioner og publikums præferencer.

Kunst og grafisk design

AI-drevne værktøjer hjælper kunstnere og designere ved at foreslå forbedringer, generere ideer og automatisere rutineopgaver, hvilket giver større kreativ frihed og mulighed for at eksperimentere.

Algoritmer på tværs af sektorer

Potentielle faldgruber ved brug af algoritmer



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

På trods af algoritmers mange fordele **kan de også være forbundet med betydelige faldgruber, såsom bias og diskrimination, problemer med privatlivets fred, manglende gennemsigtighed og ansvarlighed og en overdreven afhængighed af automatisering** (O'Neil, 2016).

Hver af disse faldgruber udgør ikke kun etiske og operationelle risici, men kan også underminere offentlighedens tillid til AI-teknologier.

Algoritmer på tværs af sektorer

Potentielle faldgruber ved brug af algoritmer

Bias og diskrimination



AI-systemer kan utilsigtet fastholde og forstærke fordomme, hvis de trænes på datasæt, der ikke er repræsentative eller indeholder fejl, der er baseret på fordomme. Dette problem er særligt vigtigt i sektorer som finansverdenen og sundhedssektoren, hvor sådanne fordomme kan føre til uretfærdig behandling af enkeltpersoner

Finans: AI-systemer, der bruges til kreditvurdering, kan afspejle eksisterende racemæssige eller kønsmæssige bias i historiske data. Hvis en model f.eks. trænes på baggrund af tidligere data om godkendelse af lån, og disse data afspejler historiske fordomme mod en bestemt demografisk gruppe, kan modellen fortsætte med at diskriminere den pågældende gruppe.

Sundhedssektoren: Der har været tilfælde, hvor AI-diagnoseværktøjer har vist uoverensstemmelser i behandlingsanbefalinger baseret på race- eller kønsforskelle. Et bemærkelsesværdigt eksempel er et AI-system, der fejldiagnosticerede visse hudsygdomme hos mørkhudede personer på grund af et datasæt, der overvejende bestod af lysere hudtoner.

BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Algoritmer på tværs af sektorer

Potentielle faldgruber ved brug af algoritmer

Bekymring for privatlivets fred



BILLEDKILDE | Freepik

De omfattende data, der kræves for at træne og benytte AI-systemer, giver anledning til betydelige bekymringer for privatlivets fred, især for, hvordan data indsamles, lagres og bruges. Det er tydeligt i sektorer som e-handel og uddannelse, hvor persondata i vid udstrækning bruges til at forbedre kundernes og de studerendes oplevelser

E-handel: Forhandlere, der bruger AI til at personliggøre shoppingoplevelser, kan indsamle store mængder personlige oplysninger, lige fra købshistorik til placeringsdata i realtid. Det giver anledning til bekymring for risikoen for databrud og uautoriseret brug af personlige oplysninger.

Uddannelse: I uddannelsessektoren kan AI-systemer, der bruges til at spore de studerendes fremskridt, indsamle følsomme oplysninger om indlæringsvanskeligheder, sundhedsdata og endda adfærdsmønstre. Det medfører risici i forhold til, hvem der har adgang til disse data, og hvordan de kan bruges uden for uddannelsessammenhæng.

Algoritmer på tværs af sektorer

Potentielle faldgruber ved brug af algoritmer

Mangel på gennemsigtighed og ansvarlighed



BILLEDKILDE | Freepik

AI-systemer fungerer ofte som "sorte bokse" med beslutningsprocesser, der er uklare eller skjulte for brugere og lovgivere. Denne mangel på gennemsigtighed kan føre til problemer med ansvarlighed, især når beslutninger har betydelige konsekvenser for folks liv.

Sikkerhed og militær: I militære anvendelser kan AI-drevet beslutningstagning i autonome våben føre til liv eller død. Manglen på gennemsigtighed i, hvordan disse beslutninger træffes, komplicerer de etiske implikationer og giver anledning til betydelige bekymringer om ansvarlighed.

Sundhedssektoren: Et AI-system, der bruges til patientdiagnoser, giver måske ikke indsigt i sin beslutningsproces, hvilket gør det vanskeligt for læger at forstå, hvordan systemet er nået frem til en bestemt diagnose. Det gør det ikke kun sværere at stole på AI'ens dømmekraft, men komplicerer også ansvaret i tilfælde af fejldiagnoser.

Algoritmer på tværs af sektorer

Potentielle faldgruber ved brug af algoritmer

Overdreven afhængighed af automatisering



BILLEDKILDE | Freepik

Stor afhængighed af AI kan føre til en forringelse af den menneskelige ekspertise, da færdigheder forringes, når AI-systemer overtager beslutningsprocesserne. Denne overdrevne afhængighed kan være særligt problematisk i miljøer, hvor der er meget på spil, som f.eks. i transportsektoren og finansverdenen.

Transportsektoren: Luftfartsindustrien har oplevet hændelser, hvor overdreven afhængighed af automatiserede systemer har bidraget til ulykker. Piloter er nogle gange alt for afhængige af autopiloten og har måske ikke tilstrækkelig erfaring med manuel flyvning til at kunne tage over i tilfælde af systemfejl.

Finansverdenen: Aktiemarkedet har oplevet flere lyn-krak, som til dels kan tilskrives automatiserede handelsalgoritmer. Overdreven tillid til disse systemer uden tilstrækkeligt menneskeligt tilsyn kan føre til pludselige markedsnedgange baseret på algoritmiske fejl.

ALGORITMISK KOMPLEKSITET OG OPTIMERING



BILLEDKILDE | Freepik

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Algoritmisk kompleksitet

Algoritmisk kompleksitet handler dybest set om, hvor hurtigt og hvor meget plads en algoritme skal bruge for at udføre en opgave.

Tidskompleksitet fortæller os, hvor lang tid det tager for en algoritme at løse et problem baseret på, hvor stort problemet er. Pladskompleksitet handler på den anden side om, hvor meget hukommelse algoritmen bruger, mens den arbejder. Disse målinger hjælper os med at finde ud af, hvor godt en algoritme fungerer, og om den kan håndtere store opgaver uden at blive for langsom.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Algoritmisk kompleksitet



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Vigtigheden af at analysere algoritmisk kompleksitet omfatter forskellige områder:

Forudsigelse af ydeevne: Når vi analyserer, hvor komplekse algoritmerne er, kan vi forudse, hvordan de vil fungere med forskellige input. Denne evne til at forudsige ydeevne er afgørende for at vælge den mest hensigtsmæssige algoritme til et bestemt problem og for at optimere systemets ydeevne.

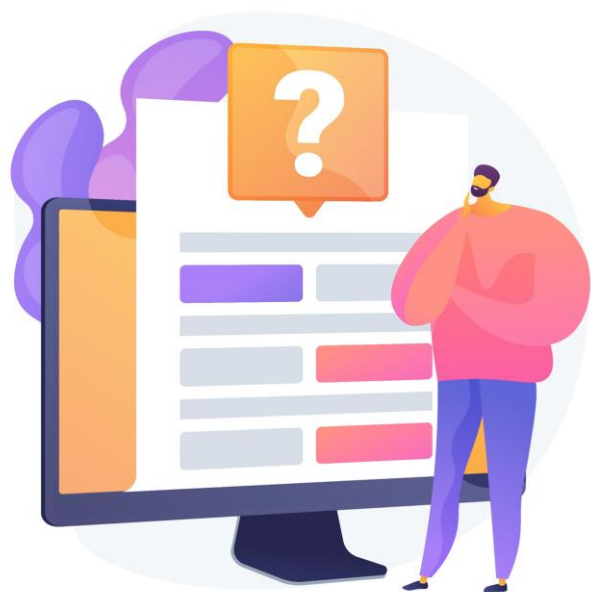
Vurdering af skalerbarhed: I miljøer, hvor inputstørrelser kan ændre sig, hjælper forståelse af algoritmisk kompleksitet os med at vurdere, hvor godt algoritmer kan skaleres. Algoritmer med gode kompleksitetskarakteristika fungerer hensigtsmæssigt på tværs af en lang række inputstørrelser, hvilket sikrer skalerbarhed og responsivitet.

Håndtering af ressourcer: Effektiv brug af ressourcer er afgørende i miljøer, hvor ressourcerne er begrænsede, som f.eks. indlejrede systemer og cloud computing. Analyse af algoritmisk kompleksitet kan medvirke til informeret beslutningstagning om, hvordan man tildeler ressourcer, sikrer optimal brug og minimerer spild.

Design af algoritmer: Forståelse af algoritmisk kompleksitet påvirker designprocessen og guider udviklere i retning af algoritmer, hvor der er balance mellem effektivitet og funktionalitet. Ved at vælge algoritmer med gunstige kompleksitetskarakteristika kan udviklere skabe systemer, der fungerer optimalt uden at gå på kompromis med funktionaliteten.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Algoritmisk optimering



BILLEDKILDE | Freepik

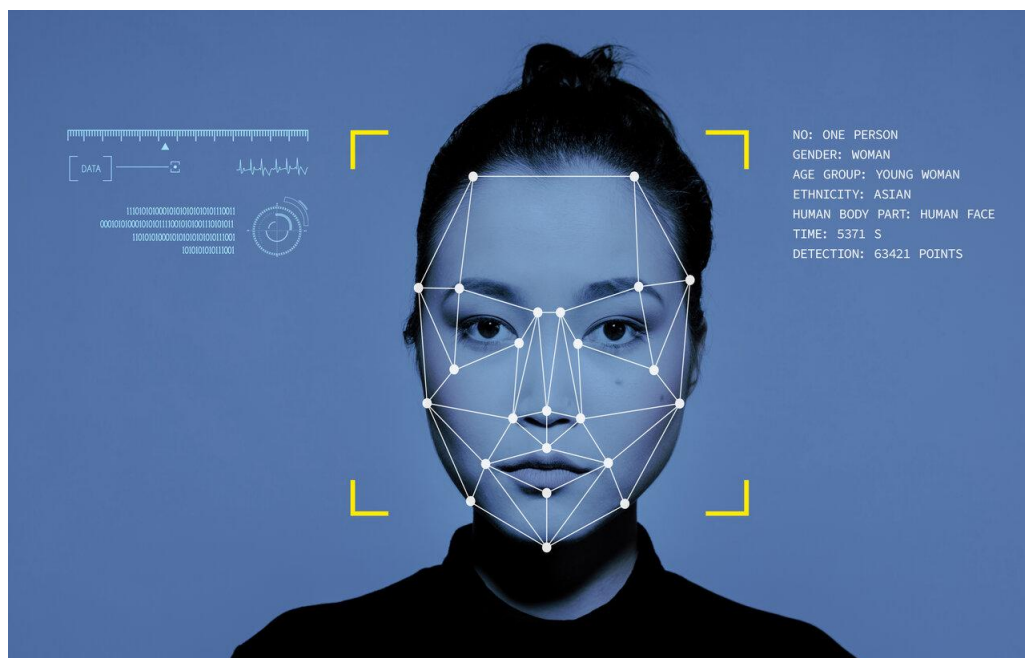
Optimering står som det overordnede pejlemærke for innovation og effektivitet, og optimering er også det, der er styrende for algoritmer, så de fungerer med uovertruffen hastighed og præcision. Kernen i optimering er kunsten at forfine algoritmer for at minimere kompleksiteten og maksimere ydeevnen og derved frigøre deres fulde potentiale til at tackle komplekse problemer på en sofistikeret måde.

Forestil dig algoritmer som de motorer, der driver vores digitale verden, og som er drivkraften i alt – lige fra søgemaskiner til logistiksystemer. Ligesom en perfekt indstillet motor fungerer en optimeret algoritme problemfrit og finder hurtigt vej gennem store datasæt og indviklede beregninger. Men hvordan opnår man lige dette via optimering?

Optimering omfatter et utal af strategier, der har til formål at strømline algoritmer. Det indebærer identifikation af flaskehalse, eliminering af overflødige trin og finjustering af processer for at sikre maksimal effektivitet. I bund og grund handler optimering om at finde den optimale balance mellem ressourceudnyttelse og outputkvalitet.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Begrænsninger i algoritmisk beslutningstagning Bias og diskrimination



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

En af de dominerende og skadelige begrænsninger, der påvirker algoritmisk beslutningstagning, er tilbøjeligheden til bias og diskrimination.

På trods af bestræbelser på at være upartiske, arver algoritmer ofte fordomme i de træningsdata, de bruger. Tilstedeværelsen af historiske uretfærdigheder og samfundsmæssige fordomme i disse data kan opretholde og intensivere forskelle, hvilket resulterer i diskriminerende resultater. Derudover gør uigennemsigtheden af algoritmiske metoder det vanskeligt at identificere og afbøde bias, hvilket øger bekymringen for retfærdighed og lighed i beslutningsprocesserne.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Begrænsninger i algoritmisk beslutningstagning Mangel på kontekstuel forståelse



BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

Algoritmisk beslutningstagning sker inden for et kontekstuel simpelt domæne og er helt afhængig af kvantitative målinger og foruddefinerede regler. Denne begrænsning er særlig udtalt i indviklede og dynamiske miljøer, hvor kontekstuelle finesser er en integreret del af beslutningstagningen.

Menneskelig dømmekraft, suppleret med kontekstuel viden og færdigheder inden for området, overgår ofte en algoritmes evner til at skelne mellem nuancerede forviklinger og træffe informerede beslutninger. Som følge heraf kan algoritmiske systemer vise sig at være stive og utilstrækkelige til at operere i skiftende kontekster, og dermed kompromitteres effektiviteten og anvendeligheden af deres beslutninger.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Begrænsninger i algoritmisk beslutningstagning Uforudsete konsekvenser og etiske dilemmaer



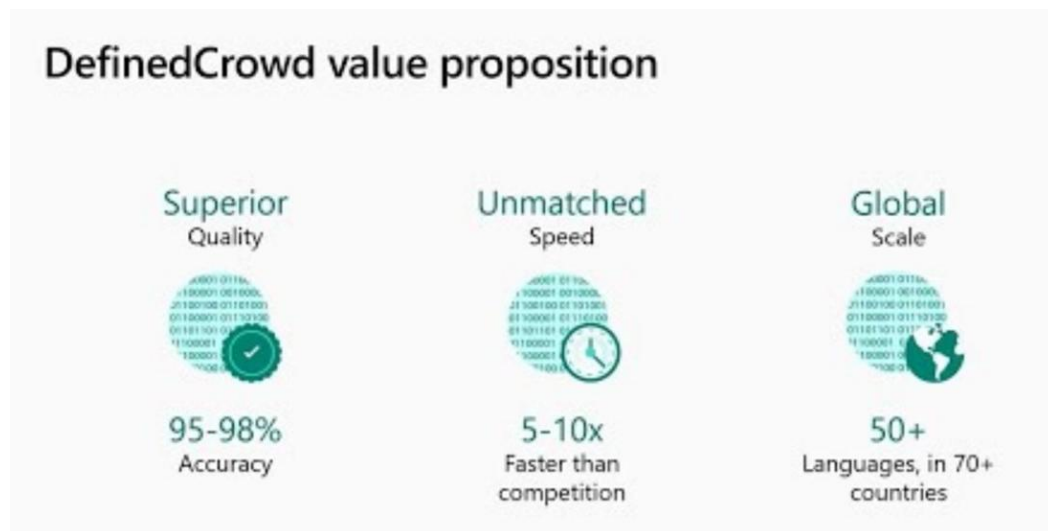
BILLEDKILDE | Freepik

Algoritmernes deterministiske natur gør dem påvirkelige over for uforudsete konsekvenser og etiske dilemmaer, der stammer fra den iboende oversimplificering og reduktionisme i algoritmiske beslutningsprocesser.

Uforudsete resultater, kaskadeeffekter og utilsigtede konsekvenser kan opstå på grund af algoritmernes manglende evne til at rumme kompleksiteten af scenarier i den virkelige verden. Desuden understreger de etiske dilemmaer, f.eks. vedrørende krænkelse af privatlivets fred, udhuling af menneskelig autonomi og moralsk ansvarlighed, nødvendigheden af omhyggelige overvejelser og tilsyn med implementeringen af algoritmiske systemer.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Hvordan identificerer man potentielle kilder til bias og fejl i algoritmiske systemer?

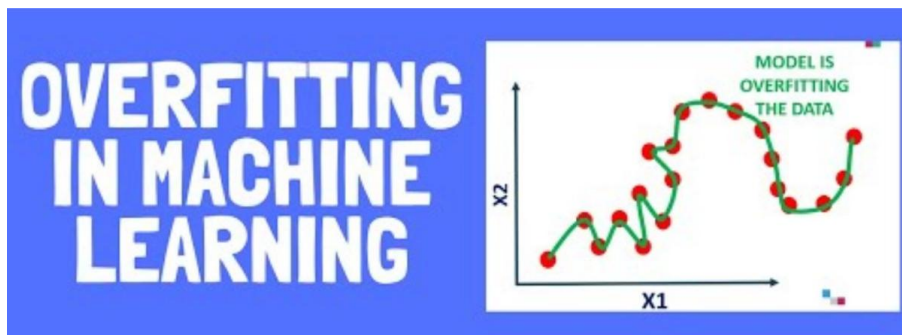


BILLEDKILDE | MANGLENDE INFO

En af de primære kilder til bias i algoritmisk beslutningstagning stammer fra de data, der bruges til at træne og teste algoritmerne. Bias i data kan forplante sig i hele beslutningsprocessen og resultere i 'skæve' eller unøjagtige resultater. For at identificere potentielle bias i data er det nødvendigt at foretage en grundig analyse af dataindsamlingsprocessen for at vurdere eventuelle systematiske bias eller underrepræsentation af visse grupper, at undersøge datasættets demografiske karakteristika for at identificere misforhold eller ubalancer, der kan føre til skæve resultater, og at vurdere den indledende databehandling, såsom datarensning og funktionsudvælgelse, for at identificere eventuelle utilsigtede ændringer eller forvrængninger af dataene.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Hvordan identificerer man potentielle kilder til bias og fejl i algoritmiske systemer?



Overfitting og underfitting er to almindelige problemer, der opstår, når man træner maskinlæringsmodeller.

BILLEDKILDE | MANGLENDE

INFO

Overfitting opstår, når en model lærer at opfange støj eller tilfældige udsving i træningsdataene i stedet for de underliggende mønstre eller relationer. Resultatet er, at modellen klarer sig godt på træningsdataene, men modellen kan ikke på samme gode måde håndtere nye, ukendte data.

På den anden side opstår **underfitting**, , når en model er for simpel til at indfange den underliggende struktur i dataene, hvilket resulterer i dårlig performance både på træningsdataene og på nye data.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Håndtering og afbødning af algoritmiske risici og bias

Når der er konstateret algoritmiske risici og bias, skal de håndteres på forskellige måder, hvori der kan indgå tekniske, proceduremæssige og etiske overvejelser.

Tekniske indgreb kan f.eks. være forbedring af algoritmer gennem teknikker som at fjerne bias fra algoritmer (debiasing), diversificering af træningsdata og indarbejdelse af fairness-metrikker i modevalueringen.

Proceduremæssige indgreb kan f.eks. være implementering af robuste valideringsprotokoller, gennemsigtighedsforanstaltninger og ansvarlighedsmekanismer for at sikre, at algoritmiske beslutninger undersøges og valideres effektivt.

Etiske indgreb drejer sig om at fremme en kultur med etisk bevidsthed og ansvar blandt udviklere, politiske beslutningstagere og slutbrugere, understrege de etiske konsekvenser af algoritmisk beslutningstagning og fremme etiske retningslinjer og standarder.

Algoritmisk kompleksitet og optimering

Håndtering og afbødning af algoritmiske risici og bias



BILLEDKILDE | Freepik

At afbøde algoritmiske risici og bias kræver løbende overvågning, evaluering og tilpasning til konstant skiftende udfordringer og kontekster.

Kontinuerlig overvågning af algoritmisk performance og effekt gør det muligt for interessenter at opdage og håndtere nye bias og risici i tide. Vurderingsmekanismer som bias-audits, sensitivitetsanalyser og konsekvensanalyser giver indsigt, hvor effektive strategier er til reduktion af risici, og de kan danne grundlag for løbende forbedringer. Derudover fremmer tværfagligt samarbejde og engagement udveksling af viden og best practice på tværs af domæner, hvilket beriger den fælles indsats for at minimere algoritmiske risici og bias.

TAK



**Medfinansieret af
Den Europæiske Union**

Finansieret af Den Europæiske Union. Synspunkter og holdninger, der kommer til udtryk, er udelukkende forfatterens/forfatternes og er ikke nødvendigvis udtryk for Den Europæiske Unions eller Det Europæiske Forvaltningsorgan for Uddannelse og Kulturs (EACEA) officielle holdning. Hverken den Europæiske Union eller EACEA kan holdes ansvarlig herfor.

2022-1-ES01-KA220-HED-000085257