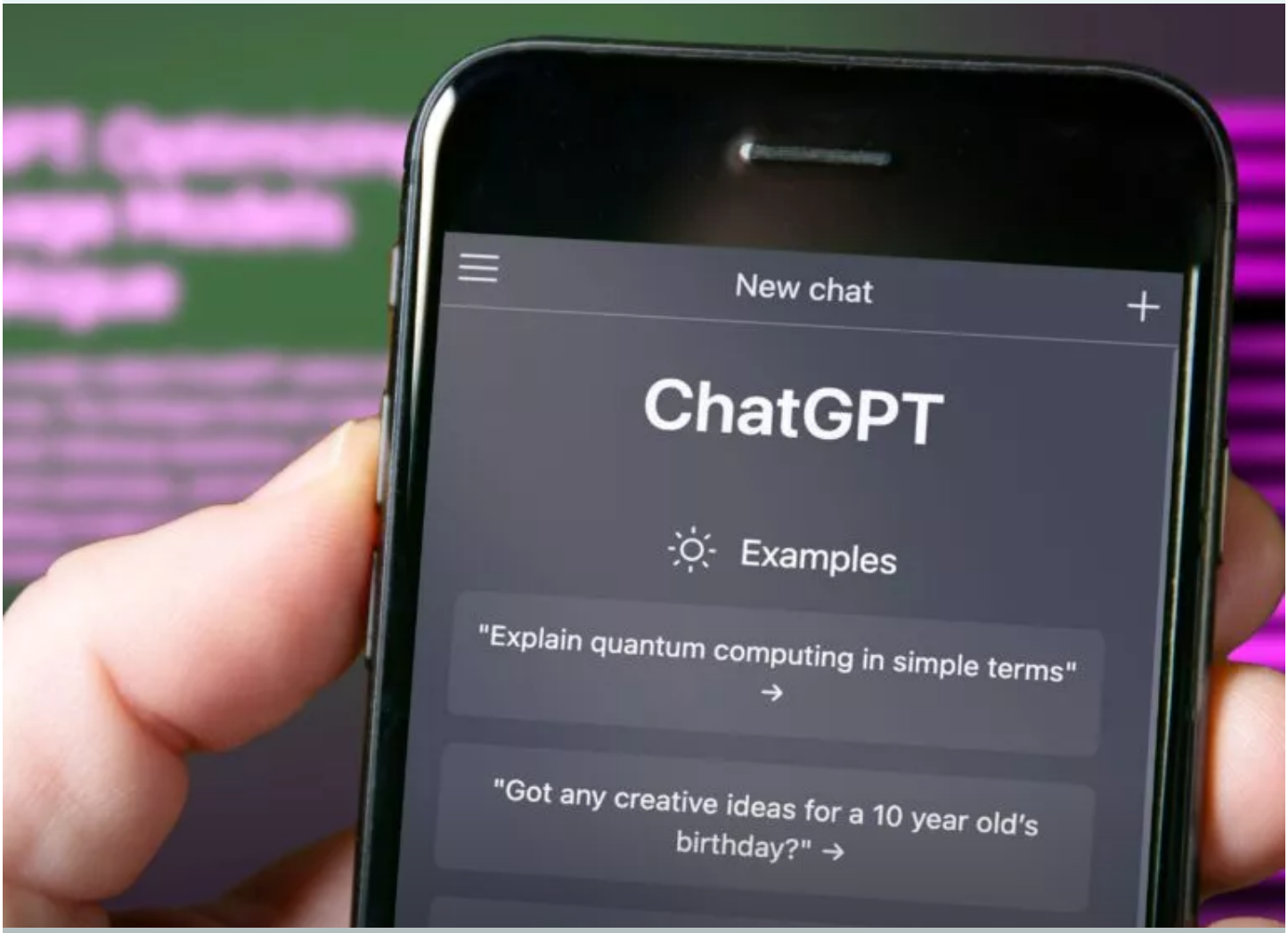
29. APR. 2024

AI vil sluge lige så meget energi som hele Sverige. Nu har københavnske forskere en løsning

Fremtidens kunstige intelligens (AI) vil kræve store mængder energi. Det kalder på et mere klimavenligt alternativ, påpeger forskere i nyt studie.



Det er blandt andet den data, som ChatGPT fodres med, der er skyld i det store energiforbrug. (Foto: Shutterstock)

\ Artiklen er skrevet af

Tanya Maria Møller Knudsen
Redaktionsassistent



Når du søger efter en kageopskrift eller forslag til sommerferiedestinationer på ChatGPT, svarer det i gennemsnittet til, at du oplader din mobiltelefon 40 gange.

For det kræver nemlig store mængder energi og udleder også CO_2, når man laver en forespørgsel – også kaldet én prompt – på ChatGPT.

Faktisk anslås det i en videnskabelig kommentar, at det globale AI-energiforbrug i 2027 vil svare til det årlige energiforbrug i Argentina, Holland eller Sverige.

Altså er det en stor klimasynder. Men det har danske forskere en mulig løsning på.

I et nyt studie fra Københavns Universitet har tre forskere fundet en mulig nøgle til at lave effektive AI-modeller, som heller ikke sviner så meget på energifronten.

Men hvorfor er prompts – eller forespørgsler – på ChatGPT overhovedet så klimabelastende?

\ Red Verden med Videnskab.dk

I en konstruktiv serie ser Videnskab.dk nærmere på, hvordan mennesket kan redde verden.

Vi tager fat på en lang række emner – fra atomkraft og indsatser for at redde dyrene til, om det giver bedst mening bare at spise mindre kød.

- Bør vi sætte alt ind på at begrænse overbefolkning?
- Virker det at købe CO_2-aflad?
- Er cirkulær økonomi en løsning?
- Hvordan kan jeg handle anderledes i hverdagen?
- Og har verden overhovedet brug for at blive reddet?

Hvad siger videnskaben? Hvad kan man selv gøre hjemme fra sofaen for at gøre en forskel?

Du kan få mange gode tips og råd i vores Red Verden-nyhedsbrev og i vores Facebook-gruppe, hvor du også kan være med i overvejelser om artikler eller debattere måder at redde verden på.

Derfor bruger AI så meget energi

Når vi bruger ChatGPT, kræver det energi. Men det er især ved træningen af AI-modeller, at det kommer til udtryk.

Der er to årsager til, at AI-modeller vejer tungt på klimavægten, lyder det fra Raghavendra Selvan, der har beregnet et estimat for ChatGPT's energiforbrug. Han er adjunkt ved Datalogisk Institut på Københavns Universitet og medforfatter til det nye studie.

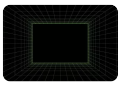
Årsagerne er som følger:

1. Krævende brug af computerkræfter
2. Enorme datasæt

I løbet af de seneste ti år er AI-modellerne blevet større og mere kraftfulde, og de har dermed fået flere parametre, det vil sige de variabler, modellen bliver trænet i, når de skal lave forudsigelser eller tage beslutninger, forklarer Raghavendra Selvan.

Det vides imidlertid ikke, præcis hvilke parametre de bruger, hvorfor AI-modeller også kaldes for 'black-box'-modeller.

\ Læs også



Hvad er en AI's 'black box'?

I stedet for at arbejde med et par hundrede parametre, bliver modellerne nu trænede med over hundrede milliarder parametre.

»Det er ikke muligt at få plads til alle de parametre på én GPU-computer (en computer med en specialiseret computerchip, der ofte bruges til AI, red.). Derfor bryder man opgaven op og fordeler den over flere computere, der for eksempel står på et datacenter,« forklarer forskeren.

For eksempel er Metas seneste store sprogmodel trænet på to såkaldt klyngecomputere med 24.000 GPU-computere hver.

Når man træner modellerne på en hær af flere hundrede forbundne computere frem for en enkelt computer, vil der være et højere energiforbrug og større CO_2-aftryk.

Det kræver nemlig meget strøm at holde computerne i gang og — ikke mindst — at køle dem ned.

Den anden årsag er den data, som modellerne bliver fodret med:

I dag trænes store sprogmodeller såsom ChatGPT på meget store datasæt, som modellen skal arbejde med over længere perioder.

»De bliver stort set trænet i tekster fra hele internettet. Så det bliver ret krævende i forhold til antallet af computere, brugen og omfanget af hardware, og den mængde tid, som der skal bruges til at træne modeller,« siger Raghavendra Selvan.

\ Sådan har Raghavendra Selvan udregnet energiforbruget for en prompt

Virksomheden OpenAI, der ejer ChatGPT, offentliggør ikke information om sprogmodellen bag, GPT3, og dermed er der ikke officielle tal på dens energiforbrug.

Derfor har Raghavendra Selvan selv udregnet, at én prompt i gennemsnittet forbruger 0,19 kWh, hvilket svarer til, at man oplader sin telefon op til 40 gange.

Det har han gjort ved at bruge en sprogmodel, der minder om ChatGPT's, men er 30 gange mindre. Den har han trænet på en enkelt GPU-maskine.

Derefter har han målt energiforbruget og CO_2-udledningen ved hjælp af værktøjet carbontracker, som han har været med til at udvikle.

Det gør, at han har kunnet beregne energiforbruget for den lille model og skalere det op til ChatGPT — derfor er det også et groft skøn.

Et andet studie viser, at hvis man bruger AI til at generere ét billede, kræver det lige så meget energi som én fuld telefonopladning.

Et stort klimaaftryk

Der er flere eksempler på brugen af AI-modeller i vores hverdag, for eksempel når vi med vores smartphone bruger kameraet til at skanne QR-koder, eller når kameraet kan genkende objekter.

Men det er den generative AI, for eksempel ChatGPT, som er »ekstremt energi-intensiv«, forklarer Raghavendra Selvan.

Sammenlignet med en Google-søgning bruger en prompt på ChatGPT 15 gange så meget energi.

\ Hvad er generativ AI?

Generative AI-modeller er en type model indenfor kunstig intelligens, der kan generere nyt indhold, baseret på hvad den bliver fodret.

Det kan både være tekst, som eksempelvis ChatGPT, eller billeder, som eksempelvis DALL-E.

Kilde: Medium

Når der dagligt sendes hundrede af millioner af forespørgsler afsted til chatbotten, svarer det — ifølge én lektor i datalogi ved University of Washington — til det daglige energiforbrug for cirka 33.000 husstande i USA.

Samtidig kræver det vand at køle datacentrene ned. I et såkaldt preprint estimeres det, at ChatGPT bruger en halv liter vand, hver gang man sender en serie af 10-50 prompts af sted.

\ Hvad er et 'preprint'?

Et preprint er et manuskript, som ikke er blevet peer reviewed (fagfællebedømt), der uploades på en åben webplatform.

På den måde bliver resultaterne hurtigt tilgængelige for offentligheden, forskerne får et større ejerskab over teorien, og de kan få feedback fra kolleger.

Det betyder også, at studiet ikke er blevet læst kritisk af andre forskere, og studiet skal derfor læses med forbehold – læs mere om peer review i denne artikel.

Preprints er til for, at gøre resultater hurtige tilgængelige for offentligheden og fagfæller. Og for at forskere kan give hinanden feedback på studier, inden de sender dem ind til videnskabelige tidsskrifter i håb om at få dem publiceret.

Ulempen er, at de upublicerede studier ligger frit tilgængeligt og kan blive misbrugt eller misforstået af folk, som ikke ved, at forskningsresultater helst skal igennem en peer review-proces, før man kan tage dem for gode varer.

Brugen af generativ AI har altså unægteligt et stort klimaaftryk.

Derfor bliver man nødt til at lave et »trade-off«, mener Raghavendra Selvan. Selvom generativ AI kan være brugbart i flere sammenhæng, bør man beregne, hvor meget energi, der bør gå til generativ AI.

»Vi er stadig i en klimakrise, og vi bliver nødt til at se på, hvor vi kan lede vores ressourcer hen,« siger Raghavendra Selvan:

»Konsekvensen er, at vi bruger energi, som kan bruges til andre vigtige ting.«

\ Hvor meget energi bruger ChatGPT ifølge den selv?

Her er dens svar:

»Hvis vi antager, at serveren kører døgnet rundt (24 timer om dagen) og genererer prompter kontinuerligt, kan vi beregne det omtrentlige energiforbrug pr. prompt:

$$\text{Energiforbrug pr. prompt} = \frac{\text{Årligt energiforbrug for server}}{\text{Antal timer om året}}$$

$$\text{Energiforbrug pr. prompt} = \frac{1{,}500\ \text{kWh}}{8{,}760\ \text{timer/år}}$$

Dette giver os et omtrentligt energiforbrug pr. prompt på omkring 0,171 kWh.

Det er vigtigt at bemærke, at dette er et meget groft skøn, og det faktiske energiforbrug kan variere betydeligt afhængigt af mange faktorer, herunder hardwarekonfiguration, optimering af software og kørselsmønstre.«

ChatGPT's egen beregning svarer altså til 15 gange mere energi end en Google-søgning.

AI behøver ikke at forbruge så meget strøm

Men i kontrast til det opsigtsvækkende energiforbrug giver det nye studie håb.

For i det fagfællebedømte studie, der er blevet præsenteret på en videnskabelig konference, har Raghavendra Selvan og to andre forskere undersøgt mulighederne for mere klimabevidst AI ved at se på såkaldte 'Convolutional Neural Networks' (CNN).

Det er den slags AI-modeller, som bruges til at genkende objekter, når vi tager billeder på vores telefoner. De bruges for eksempel også af radiologer til at analysere medicinske billeder.

\ Typer af AI: CNN og LLM

Convolutional Neural Networks (CNN):

- Netværk, som specialiserer sig i at bearbejde data som billeder.
- Eksempler på brug: Billede- og videogenkendelse, ansigtsgenkendelse

Large Language Models (LLM):

- Store sprogmodeller: En model, som er trænet på større samlinger og tekster, og som kan forstå og selv generere tekst på baggrund af den data.
- Eksempler på brug: ChatGPT og Google's BERT.

I studiet har forskerne ved hjælp af en anden AI-model estimeret energiforbruget ved træningen af 423.000 AI-modeller og fundet mere energieffektive modeller.

Og resultaterne er interessante, mener Luís Cruz-Filipe, der ikke har været involveret i forskningen, men har set studiet igennem for Videnskab.dk.

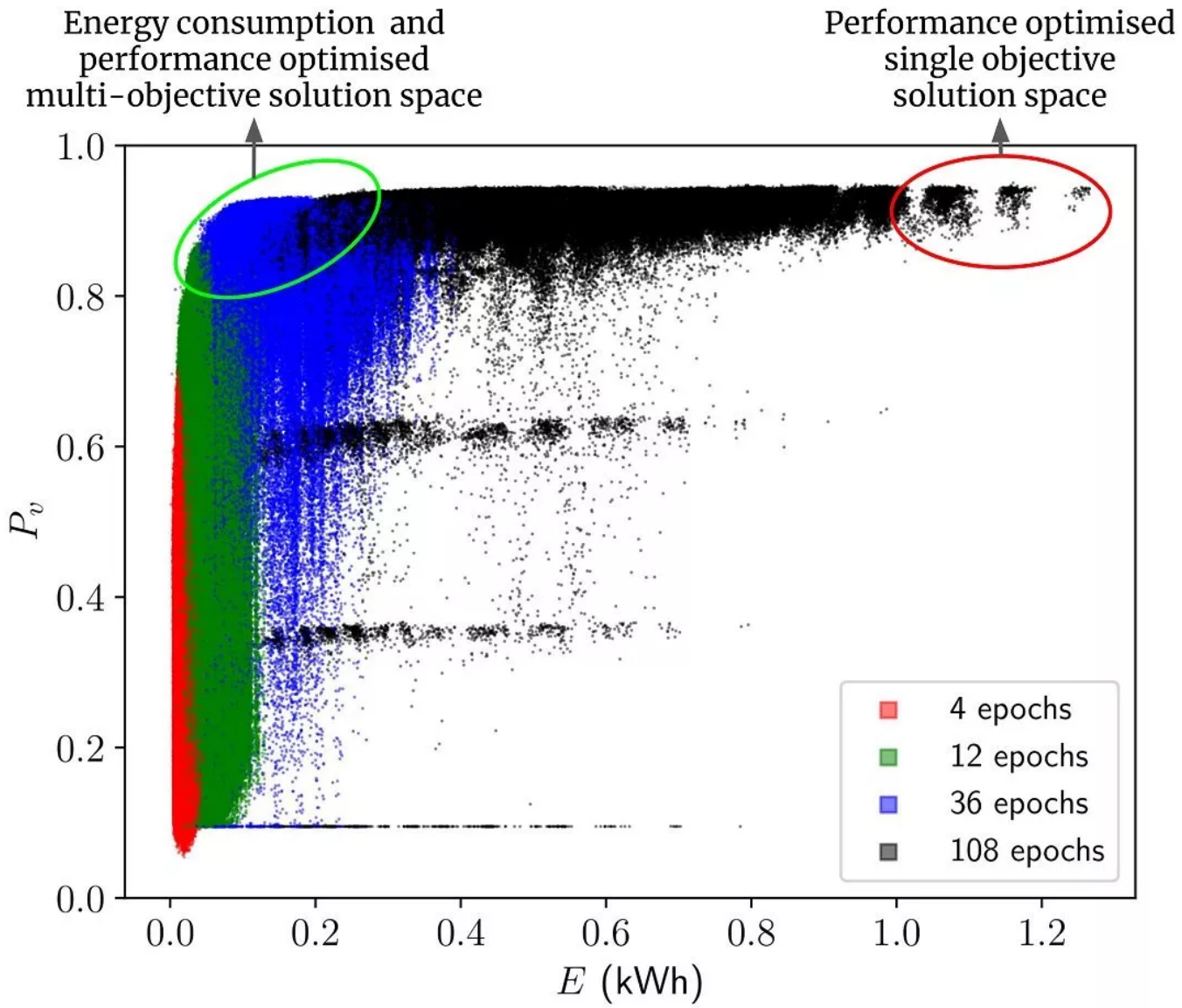
Han er lektor ved Institut for Matematik og Datalogi på Syddansk Universitet, hvor han forsker i kunstig intelligens.

»De advokerer for, at der skal være en balance mellem, hvor godt modellerne klarer sig, og hvor meget energi, de får brug for. Det, synes jeg, er meget rimeligt,« siger Luís Cruz-Filipe.

Forskerne viser en måde, hvorpå man kan spare meget energi, uden at der er et betydningsfuldt fald i kvaliteten af resultaterne. Det er både positivt og »lovende«, mener Luís Cruz-Filipe.

Ud fra deres beregninger viser det sig, at der er en række modeller, som klarer sig stort set lige så godt på ydeevnen som andre energitunge modeller, men som bruger mindre energi.

Derfor kan beregningerne bruges til at sammensætte en model, som vil være mere energieffektiv fra starten af, så man mindsker energiforbruget og CO_2-aftrykket, når AI-modellen skal designes og trænes.



På den lodrette akse måler man ydeevnen, mens man på den vandrette akse måler energiforbruget. Hvert punkt svarer til en model. Ved den røde ring finder man modeller med en høj ydeevne, men som også bruger meget energi. Ved den grønne ring finder man mere energieffektive modeller, hvor der er 1 procent reduktion i ydeevne, men til gengæld 70 til 80 procents reduktion i energiforbruget. (Figur: Bakhtiarifard et al.)

I både industrien og forskningen har der generelt været et større fokus på at optimere modellerne uden at have øje for energiforbruget, forklarer Raghavendra Selvan.

Dertil træner man mange modeller, før man finder den rigtige til at løse en given opgave, hvilket kræver meget energi og tager lang tid.

Raghavendra Selvan håber på, at folk, der arbejder med AI, kan bruge studiets data som en slags guide, hvor de kan slå de forskellige modeller og deres energieffektivitet op.

Ergo kan AI-fagfolk begynde at designe energieffektive AI-modeller, hvor de ikke behøver at gå på kompromis med modellens ydeevne.

»Der er en masse ressourcer, vi spilder. Hvis vi begynder at være opmærksomme på ressourceforbruget, så kan vi få både velfungerende og gode modeller, som allerede fra begyndelsen giver en energireduktion,« siger forskeren.

\ Læs også



Kunstig intelligens er en kæmpe klimasynder, men unge danskeres nye værktøj kan hjælpe

Der er visse forbehold

Selvom intentionen er god, kan det være farligt at drage for mange konklusioner ud fra studiet, pointerer Luís Cruz-Filipe:

»De lovende resultater betyder, at vi i hvert fald skal undersøge det her som en mulighed. Men min fornemmelse er, at det er et lidt begrænset studie. De fokuserer på ét specifikt område indenfor kunstig intelligens.«

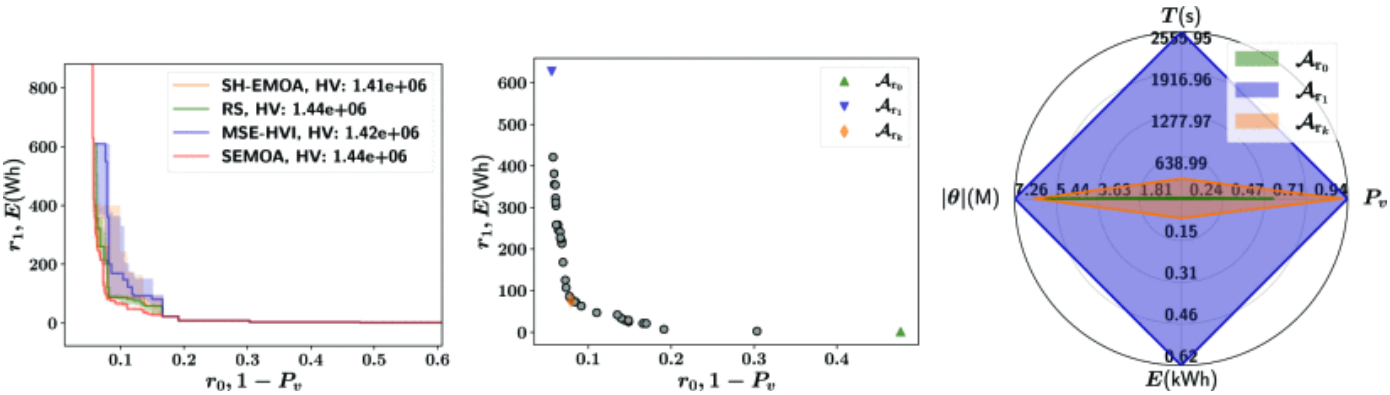
Til gengæld har studiet potentialet til at blive et vendepunkt, hvis andre formår at bygge videre på forskernes resultater, mener Luís Cruz-Filipe. Det kunne for eksempel være at undersøge muligheden for at mindske ChatGPT's energiforbrug.

Raghavendra Selvan peger også selv på nogle svagheder ved deres forskning.

Det nye studie har kun testet på en række såkaldte CNN-modeller (se faktaboksen tidligere i artiklen) og altså ikke de store sprogmodeller (LLM), som den bag ChatGPT. For det vil kræve et »overdrevent« energiforbrug, siger han.

Samtidig er det ikke altid, at man kan gå på kompromis med ydeevnen. Hvis man kører i en selvkørende bil med kamera, er det eksempelvis vigtigt, at ydeevnen er så god som mulig, for at der ikke sker uheld.

»Men i nogle tilfælde har vi også set energieffektive modeller, som ikke har en værre ydeevne,« lyder det fra Raghavendra Selvan.



I midten ser man en model fra datasættet, som viser forskellige grader af afvejning mellem ydeevne og energiforbruget. Det orange 'knæk' på kurven viser den bedste afvejning. (Figur: Bakhtiarifard et al.)

AI's fremtid

Så kan industrien allerede nu begynde at implementere mere energieffektive modeller?

Der er nok lidt vej endnu, lyder det fra Raghavendra Selvan:

- **For det første** er det dyrt at lave lignende studier på andre modeller, selvom forskerne har vist en effektiv måde at gøre det på.
- **For det andet** findes der ikke ret mange værktøjer til at måle energiforbruget hos AI-modeller, forklarer forskeren. Selvom forskerne med studiet har vist nogle værktøjer, er det ikke så ligetil, at andre vil kunne implementere dem på egne AI-modeller, da det kræver endnu et lag af måleværktøjer, siger han.
- **For det tredje** er der en manglende bevidsthed om problemet. Det håber Raghavendra Selvan til gengæld, at studiet vil ændre på.

»Når man begynder at sætte tal og data på problemet, vil resten af samfundet forhåbentlig også begynde at overveje modellernes energiforbrug og ikke bare ydeevnen,« anfører KU-forskeren.

Luís Cruz-Filipe fra Syddansk Universitet mener, at der er begyndt at være mere bevågenhed omkring AI's energiforbrug.

»Jeg tror, der vil være flere, der begynder at komme med mere effektive løsninger,« siger han.

Det er da også en problematik, som ikke går helt ubemærket hen hos AI-selskaberne selv:
I januar udtalte Sam Altman, der er direktør for virksomheden bag ChatGPT, OpenAI, at der er behov for nye energikilder, der kan forsyne fremtidens kunstig intelligens.

\ Læs også



Forsker: Det er en rigtig dårlig idé at give AI direkte kontrol



Internettet bruger enorme mængder energi. Hvordan gør vi det mere bæredygtigt?



Bitcoins strømforbrug er større end hele Danmarks, men det kan nedsættes med 99,99 procent

\ Kilder

EC-NAS: Energy Consumption Aware Tabular Benchmarks for Neural Architecture Search, DOI: 10.1109/ICASSP48485.2024.10448303

Power Hungry Processing: Watts Driving the Cost of AI Deployment?, arXiv [preprint] (2023), DOI: 10.48550/arXiv.2311.16863

Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models, arXiv [preprint] (2023), DOI: 10.48550/arXiv.2304.03271

\ Læs mere om

Luis Cruz-Filipe

Raghavendra Selvan

Tanya Maria Møller Knudsen

Læs om brug og viderebringelse af Videnskab.dk's artikler.



Træt af dårlige nyheder?

Få Videnskab.dk's nyhedsbrev 'Red Verden' med inspirerende løsninger på Jordens største udfordringer.

Din e-mailadresse

Tilmeld

\ TOP 6

Mest læste om Teknologi

1

Hun udfordrede en professor på Harvard – og fik ret! I dag er hun Årets Unge Forsker

2

\ FORSKERNE FORMIDLER

Forsker: Israels brug af AI til at identificere angrebsmål i Gaza har »grufulde konsekvenser«

3

AI vil sluge lige så meget energi som hele Sverige. Nu har københavnske forskere en løsning

4

\ VIDEO

Unge opfindere vil opdage sygdomme med en tandbørste

5

\ KORT NYT

Vindmølleparker bruger langt mindre areal end hidtil antaget, viser amerikansk studie

6

\ VIDEO

Dansk ekspedition finder tre ekstremt velbevarede skibsvrag i Østersøen



\ KORT NYT

Lille studie: Folk, der elsker meget larmende biler, scorer højt på psykopati i personlighedstest



Katten miaver, men forstår du, hvad den siger?



AI vil sluge lige så meget energi som hele Sverige. Nu har københavnske forskere en løsning

LIVE



Se med kl. 14: Efter ugers tavshed taler Andreas Mogensen endelig om sin rumrejse



\ QUIZ

Quiz: Kan du kende forskel på dansk naturs look-a-likes?





\ FORSKERNE FORMIDLER

Nyt håb for de mange tusinder med kronisk eksem



Forbud mod mentolcigaretter fører til mange rygestop, viser nyt studie



Danske dimser har indtaget Solsystemet. Se her, hvor de er!

\ FRA ARKIVET

Det bedste fra arkivet

Gå på opdagelse i mere end 35.000 artikler.



\ FRA ARKIVET

Smør, flæsk og Grundtvig gjorde Danmark til landbrugsland – men er vi det stadig i dag?

Kultur & Samfund

Frederik Guy Hoff Sonne
Journalist

+ 1 anden

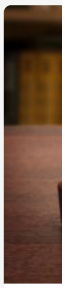


\ FRA ARKIVET \ SPØRG VIDENSKABEN

Hvorfor gør foråret os så kåde og glade?

Psykologi

Siw Ellen Jakobsen
Journalist, forskning.no



\ FI

Sål
fors

Kr

Jan
Ekst
SDU

+ 3

Søg i arkivet





D-vitamin og kræftrisiko: Sådan bør du forholde dig til opsigtsvækkende studie



Nye undersøgelser af 'Gribshunden' afslører »helt unik« våbenkiste

\ VIDEO

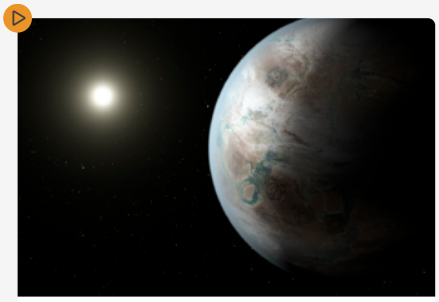
Video, video, video!

Foretrækker du at se historierne udfolde sig i levende billeder? Så tjek vores seneste videoer, eller følg Videnskab.dk på YouTube.



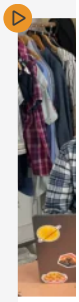
Se med kl. 14: Efter ugers tavshed taler Andreas Mogensen endelig om sin rumrejse

Andreas Mogensen



Sådan leder vi efter liv i rummet

Rummet



Ung syg

Op

Jonas Salomonsen
Nyhedsredaktør

Astrid Marie Wermus
Redaktionsassistent

+ 3 andre

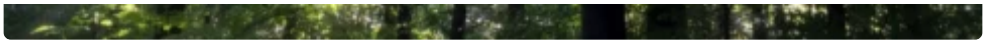
Ale
Elev
+ 4

Find flere videoer



Hvordan kan meditation ruste hjernen til at håndtere modgang i livet?





Ny regnemodel 'suger' 1,7 millioner ton CO2 ud af dansk klimaregnskab



Danske slagterier lukker på stribe: Krisen er alvorlig og uden sidestykke, siger historiker

\ PODCAST

På med hørebøfferne!

Luk øjnene, og lad forskernes viden strømme ind ad øregangen. Her finder du Videnskab.dk's seneste podcasts.

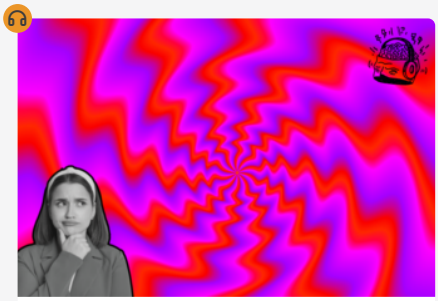


Hvordan kan meditation ruste hjernen til at håndtere modgang i livet?

Sundhed

Astrid Marie Wermus
Redaktionsassistent

+ 1 anden

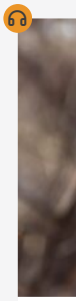


Din hjerne snyder dig hver dag – og det er faktisk en god ting

Hjernen

Astrid Marie Wermus
Redaktionsassistent

+ 1 anden



Lyt til flere podcasts

VIDENSKAB DK

ADRESSE

Carl Jacobsens Vej 16, opg. 16, 2. sal
2500 Valby

Ansvarshavende chefredaktør:
Vibeke Hjortlund

Kontakt medarbejdere

CVR-NR: 31111048 EAN: 5798000555174 ISSN: 1903-301X

PERSONDATA OG COOKIES RETTIGHEDER

Vi tager ansvar for
indholdet og er tilmeldt

PRESSE NÆVNET