

Kunstig intelligens i det danske sundhedsvæsen

Thomas Lindskow¹, Rami Mossad Ibrahim², Michael Vestergaard Thomsen³, Brian Bell⁴ & Carla Ragnhild Kruse¹

STATUSARTIKEL

- 1) Plastikkirurgisk Afdeling, Herlev Hospital
- 2) Plastikkirurgisk Afdeling, Odense Universitetshospital
- 3) Plastikkirurgisk Klinik, Rigshospitalet
- 4) DataRobot, Engineering International Place, Boston

Ugeskr Læger
2020;182:V09190540

Kunstig intelligens (artificial intelligence (AI)) benyttes i stigende grad pga. udviklingen af it-systemer samt indsamling og adgang til store mængder data. Danmark har længe været foregangsland for indsamling af data. I 1976 efter indførelsen af Det Centrale Personregister (CPR) startede verdens første registerbaserede befolkningsoptælling [1]. Potentialet for, hvilken information der kan udvindes af data i sundhedssektoren, har siden da vist sig at være enorm. CPR er i dag ét blandt mange centrale registre (Tabel 1). Store mængder sundhedsdata kan analyseres af computere, som finder specifikke mønstre evt. ud fra tidligere data uden på forhånd at være givet konkrete instrukser eller hypoteser at arbejde ud fra [3]. Desuden står vi over for en udvikling, hvor sundhedsvæsenet bliver dataintensiveret – vi indsamler flere data end nogensinde før, adgangen til data foregår i realtid, og data bliver tilgængelige på tværs af systemer og faggrupper. Traditionelt har forskning været hypotesedrevet, men ved implementering af AI og brug af big data bliver den datadrevet [1] (Figur 1).

KUNSTIG INTELLIGENS, BIG DATA, MACHINE LEARNING OG DEEP LEARNING

Kunstig intelligens

På baggrund af prædefinerede regler kan man ved hjælp af AI kortlægge ekstremt komplekse mønstre, f.eks. ved at inddrage tidligere data og beslutninger, der er truffet af systemet selv, eller inddrage andre systemer for at identificere nye korrelationer baseret på et bredere grundlag.

Big data

Begrebet big data refererer til massive mængder data. Eksplosionen af data i kombination med nye analyse-redskaber giver mange muligheder for at undersøge og forklare tidligere svært forståelige korrelationer, og nye oversete sammenhænge kan erkendes [4].

For at opnå solide algoritmer kræves der også god datakvalitet, da mængden af data i sig selv ikke er nok til at skabe præcise algoritmer.

Machine learning

Machine learning (ML) beskriver en form for AI, hvor systemet har lært om verden ved at læse og studere tilgængelige data. Et system, som leder sig selv, kan være »opdraget« af en programmør. Vor tids ML er speciel, da denne AI ikke længere har behov for at blive »opdraget«, men i stedet er i stand til at »oplære« sig selv ud

HOVEDBUDSKABER

- ▶ Med kunstig intelligens og big data går forskning fra at være hypotesedrevet til at være datadrevet.
- ▶ Der er hastigt stigende politisk og økonomisk opbakning.
- ▶ Det danske sundhedsvæsen har pga. tradition for opsamling og adgang til data et stort potentiale til at lede vejen.

fra de data, som er tilgængelige for systemet. Dette er særligt værdifuldt i situationer, hvor datasættet er stort og/eller komplekst. ML er et kraftfuldt analyseredskab til gennemgang af store mængder billeder, fritekst eller numerisk data [5].

Deep learning

Deep learning (DL) er en bestemt type ML, der bruger store neurale netværk til at træffe beslutninger. DL læser data trinvist og justerer derefter interne funktioner på hvert trin, for på den måde på egen hånd løbende at reducere antallet af fejl. Når en DL-model trænes korrekt mod et problem, kan den lære underliggende mønstre, som ikke er åbenlyse for mennesker [6].

HVOR LANGT ER VI?

I 2017 lød startskuddet til måltrettet at inkorporere AI i den danske sundhedssektor. Dette skete med en rammebevilling på 30 mio. kr. fra Region Hovedstaden og skulle over fem år sikre udviklingen af startups, der kunne implementere DL og AI i sundhedssektoren. Et af projekterne var implementeringen af supercomputeren Watson, der skete i samarbejde med IBM [7]. Watson skulle i første omgang agere assistent for klinikerne ved behandling af brystkræft. Watson er dog nu strandet i to ud af tre projekter pga. en række udfordringer. Algoritmen var bygget op om amerikanske guidelines, hvilket gav problemer i et dansk system. Yderligere lavede Watson i op til en tredjedel af analyserne store fejl, nogle til fare for patienterne, da den overså vigtige detaljer [8-10].

Fra politisk side har man set muligheder i AI og ønsker at være med fra starten, hvorfor bl.a. Finans- og Erhvervsministeriet i foråret 2019 har udgivet en national strategi for udviklingen af AI i Danmark med denne fælles vision: »Danmark skal gå forrest med ansvarlig udvikling og anvendelse af AI« [11]. Regeringen me-

ner, at AI kan ændre den måde, vi kommer til at arbejde på i fremtiden, for både den enkelte borger, virksomheder og det offentlige system [11]. Her lægges der vægt på, at vi ikke skal efterligne USA og Kina i denne udvikling, men finde vores egen fremgangsmåde, hvor etik og fokus på privatlivets fred er i balance med de udfordringer, der kan løses ved hjælp af AI [11].

SIRI-kommissionen blev nedsat i 2016 af *Ida Auken*, mf Radikale Venstre, og *Thomas Damkjær Petersen*, formand for Ingeniørforeningen. I februar 2018 blev rapporten »Sundhed og det gode liv er målet – data og kunstig intelligens er midlet« fremlagt. Hovedpointerne i rapporten er, at Danmark skal styrkes som testnation fordi [12]: 1) Data skal opbevares af en central enhed, der kan sikre samlet og sikker adgang, 2) der skal udvikles digitale hjælpemidler til behandling, 3) forebyggelse skal standardiseres nationalt, og 4) implementeringen skal tage udgangspunkt i de behov, som vi ønsker, at teknologien skal hjælpe os med at opfylde.

I december 2017 udkom Regionsrådet i Region Hovedstaden med en rapport for den regionale vækst- og udviklingsstrategi. Målet var at være et af fem foretrukne steder i verden til udvikling af sundheds- og velfærdsløsninger samt at øge beskæftigelsen inden for sund vækst betragteligt. Region Hovedstaden har indgået en treårig resultatkontrakt med Scion DTU, Nordica AI og Greater Copenhagen. Aftalen er indgået med fokus på udvikling af nye teknologier, AI, big data og internet of things [13].

Danmarks Innovationsfond har støttet Regionshospitalet Horsens' projekt »Clinical Decision Support System« med 11,3 mio. kr. til udvikling af computer-software, som ud fra patientdata vil kunne forudsige, hvilke konkrete borgere der bliver syge i fremtiden, så tidlig intervention kan forbygge events [14].

TABEL 1 / Udvalgte eksempler på danske sundhedsregistre^a.

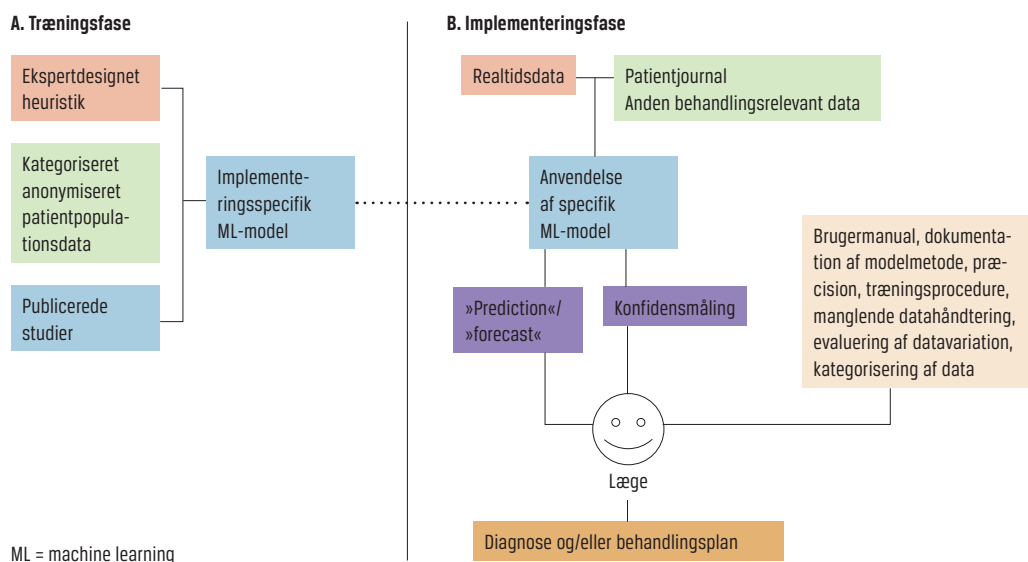
Navn	Indhold	Ansvarlig
Cancerregisteret	Alle nydiagnosticerede tilfælde af cancer	Sundhedsdatastyrelsen
Dansk Traumeregister	Landsdækkende klinisk kvalitetsdatabase	Region Midtjylland
Dansk Reuma Biobank	Biologisk materiale omfattende blod- og vævsprøver fra tusindvis af danske patienter med inflammatoriske gigtsygdomme	Gigtforeningen
Landsregisteret for Patologi	Nationalt register med detaljerede oplysninger om alle vævsprøver foretaget i sygehusvæsenet og primærsektoren	Sundhedsdatastyrelsen
Dansk Voksen Diabetes Database	Registrering af behandlingskvaliteten	Region Hovedstaden
Interaktionsdatabasen	Medicininteraktioner og bivirkninger ved kombination af ≥ 2 præparater	Lægemiddelstyrelsen

a) En systematisk gennemgang af 161 danske sundhedsdatabasers indhold og ansøgningsprotokoller til brug af data kan ses i [2].

I slutningen af 2019 indgik regeringen, Kommunernes Landsforening og Danske Regioner en aftale om at støtte AI med 200 mio.kr. i perioden 2019-2022. Der er udvalgt 15 signaturprojekter (**Tabel 2**), hvor man bredt skal afprøve AI inden for sundhedsområdet, social- og beskæftigelsesområdet samt tværgående sagsbehandling [15].

På længere sigt regner man med, at de store investeringer vil være til gavn for økonomien i det danske sundhedsvæsen. Copenhagen Healthtech Cluster angiver i en rapport »Værdien af sundhedsdata i Danmark«, at gevinsten ved udnyttelse af big data i det danske sundhedsvæsen potentielt kan bidrage med årlige gevinster på 6-14 mia. kr., der på længere sigt vil stige til 22-45 mia. kr. årligt. Disse gevinster opstår pga. hurtigere samt mindre omkostningstunge og bedre beslutninger i sundhedsvæsenet [16].

FIGUR 1 / A. Træningsfasen består i at træne værktøjet optimalt ved at »fodre« det med patientdata, forskningsresultater og ekspertguidelines. B. I implementeringsfasen optimeres værktøjet, ved at det gives adgang til patientdata, hvorefter det giver en »prediction« samt »measures of forecast«, hvilket svarer til en beslutning og oplysning om, hvor sikker denne er. Klinikerne kan da holde beslutningen op imod, hvad der har gjort modellen »svag« eller »stærk«.



TABEL 2 / Oversigt over de otte signaturprojekter, der er udvalgt i regionerne.

Emne	Ansvarlig
Kunstig intelligens til hurtigere og bedre diagnostik af akutte patienter	Sygehus Lillebælt
Kunstig intelligens til kvalitetsudvikling i almen praksis	MedCom
Prædiktion af sygdomsforværring blandt patienter med KOL	Region Nordjylland
Realtidsprognoser og essentiel information til klinikere	Regionshospitalet Randers
Kunstig intelligens til forebyggelse af sygelighed efter tarmkræftkirurgi	Sjællands Universitetshospital
Kunstig intelligens til bedre tilrettelæggelse af behandlingsstrategi for patienter med kræft	Rigshospitalet
Bedre diagnosticering af prostatacancer	Odense Universitetshospital
Reduktion af stråledosis ved scanninger brugt i kræftbehandling	Rigshospitalet

AKTUELLE PROJEKTER OG IMPLEMENTERINGER

Alarm 112 – Er der hjertestop? – under udvikling

Når en medarbejder på alarmcentralen i Region Hovedstaden i dag modtager et opkald fra en borger, lytter en computer med på linjen. Den har til opgave at tolke ordene og det samlede lyd billede for at vurdere sandsynligheden for, at opkaldet vedrører hjertestop. Såfremt ML-modulet mistænker hjertestop, gives der en advarsel, så man evt. kan revurdere den tentative diagnose. Et studie har vist at 75-80% af hjertestoppene i dag erkendes ved 112-opkaldet, mens resten erkendes ved ambulancens ankomst. Et pilotstudie viser, at 92% af hjertestoppene erkendes ved 112-opkaldet, hvis medarbejderen støttes af en computer. Det har vist sig at være særligt værdifuldt i situationer, hvor anmelderen har mistolket situationen og giver misvisende information [17].

Bliver du indlagt inden for de næste 100 dage?

– under udvikling

Big data og AI giver et bredt grundlag at træffe beslutninger på. En korrekt programmeret model kan arbejde på tværs af patientforløb og tværfaglige data og kan sammenholde historik i en helt anden skala, end menneskehjernen er i stand til. I et projekt på Regionshospitalet Horsens forsøges AI integreret med henblik på at rykke fokus fra behandling til forebyggelse. »Tværspor« er navnet på et projekt, hvor 170.000 voksne borgeres

oplysninger om recepter, laboratoriesvar, oplysninger fra kommunerne om f.eks. hjemmehjælp samt oplysninger fra Arbejdsmarkedsstyrelsen om offentlige ydelser som sygedagpenge og kontanthjælp er inkluderet [17]. At kortlægge årsagerne til indlæggelser og genindlæggelser medfører store gevinster i form af mere målrettet behandling og forebyggelse igennem systematiserede tilbud og interventioner på baggrund af patienternes risikoprofil. I sidste ende vil dette være til gavn for patienter, personale og økonomi [10, 17, 18].

Genomisk medicin – delvist implementeret

Inden for dette felt opereres der med enorme mængder data med millioner af datapunkter (big data). *Torben A. Kruse* har i Ugeskrift for Læger beskrevet, at AI er en nødvendighed for at finde biologisk og klinisk relevante mønstre i de meget store datasæt. Han forudsiger, at kliniske beslutninger i stigende grad vil blive baseret på mønstre af mange parametre under anvendelse af AI [3]. Ved at inddrage oplysninger om hver enkelt patients individuelle genetik kan behandlinger specificeres, og bivirkninger samt virkningsløs behandling kan minimeres.

Kunstig intelligens på intensivafdelinger – delvist implementeret

Målet er at bruge »long-term«-patientdata i kombination med fysiologiske data under indlæggelse til at forudsige og nedsætte dødeligheden samt skåne døende patienter for overbehandling og unødigt lidelse. Algoritmen er trænet ud fra data i Landspatientregisteret og tæller 230.000 patienter, der har været indlagt på en intensivafdeling i perioden 2004-2016. Blandt de indsamlede data findes akutte fysiologiske data fra de første 24 timers indlæggelse og patientens fulde sygehistorik. Computermodellen viste sig at være anerkendte modeller, såsom Simplified Acute Physiology Score og the Multimorbidity Index, overlegen [19-21].

Den danske startup Radiobotics

Radiobotics er en dansk startup, der ved hjælp af ML udvikler algoritmer til brug ved analyse af røntgenbilleder. På længere sigt vil en automatiseret algoritme, der f.eks. genkender en fraktur eller pneumoni være hurtigere til at foretage analysen af et røntgenbillede samt billigere og om muligt mere pålidelig end mennesker [22]. Man har desuden i længere tid forsket i at bruge AI i forbindelse med diagnosticering af hudtumorer [23].

Læringsapp til diagnostik af hudtumorer

Et projekt, der bygger på at udvikle en app, som vil give klinikerne feedback til endelig diagnose af en hudtumor, således at man som kliniker hele tiden kan forbedre sine evner til at stille den rigtige diagnose [24].

I fremtiden vil analyse af patientdata, diagnose og behandling muligvis være et samspil imellem patient, kliniker, dataforsker og kunstig intelligens i form af et trænet »prediction tool«.



DataRobot brugt på billeddata af modernærker

DataRobot har givet tilladelse til, at en lille gruppe læger må bruge deres værktøj til nonprofitresearch. Indtil nu er værktøjet blevet brugt på billeddata, men det kan i princippet benyttes på fritext, billeddata, numerisk data og kategorisk data [25].

DISKUSSION/KONKLUSION

Der hersker ingen tvivl om, at brug af AI i sundhedsvæsenet støttes fra politisk side, og at økonomien er begyndt at følge med. Finans- og Erhvervsministeriet peger dog på en række udfordringer. På nogle områder er vi begrænsede af det danske sprog, som gør det mindre attraktivt at udvikle systemer, som agerer på dansk. Derudover viser det sig, at 60% af de virksomheder, som beskæftiger sig med AI, har svært ved at finde kompetente it-specialister [11]. Desuden er datatilgængeligheden begrænset af stramme krav om tilladelse til anvendelse af data. Denne udfordring kan besværliggøre maksimal udnyttelse af data, hvilket hæmmer forskerne, klinikerne og i sidste ende patienterne [10, 26]. For at afhjælpe dette problem har danishhealthdata.dk sammenfattet vejledninger, hvormed man kan søge adgang til 161 danske sundhedsregistre [26]. Yderligere peges der på, at investeringsniveauet for private virksomheder i Danmark ligger lavt, når vi skæver til de lande, vi normalt sammenligner os med [10]. Danmark har pga. stor mængde lagret data og et politisk engagement muligheden for at være foregangsland, når det kommer til at implementere AI og ML i sundhedssektoren [10] (Tabel 3). Der er politisk og økonomisk velvilje, men der vil uundgåeligt være udfordringer forbundet med den administrative implementering af AI. Implementering kræver organisatorisk parathed i alle led, fra regionsledelsen til afdelingsledelsen, idet AI på længere sigt kræver strukturelle ændringer. Læger vil spille en vigtig rolle i forbindelse med transformationen og implementeringen af AI i sundhedssektoren.

SUMMARY

Carla Ragnhild Kruse, Thomas Lindschow, Rami Mossad Ibrahim, Michael Vestergaard Thomsen & Brian Bell:

Artificial intelligence in Danish healthcare
Ugeskr Læger 2020;182:V09190540

Artificial intelligence (AI) and machine learning have become important in medicine as shown in this review. Automatic tools can be trained to analyse patient data and thereby be a great asset to doctors when diagnosing and treating patients. Denmark is a leading country in collecting data. Having large amounts of stored data improves the quality when building a prediction tool. Due to the potential of building AI in the Danish healthcare sector a significant amount of money has been allocated to foster new innovations in the field. Denmark could play a critical role utilising data and implementing AI in medicine.

TABEL 3 / Inspiration til aktuel og uddybende læsning om kunstig intelligens i Danmark.

Emne	Type	Reference
Vision/mål, udgangspunkt, udfordringer samt indsatsområder for kunstig intelligens i Danmark. National strategi for regeringen 2016-2019	Rapport	[11]
Samfundsgevinster, juridisk analyse, patientundersøgelser, data redder liv, økonomisk aspekt samt oversigt over danske sundhedsdata	Delrapporter	[27]
Anbefalinger til regeringen med henblik på udbredelse af kunstig intelligens i Danmark	Rapport	[12]
Anvendelse af sundhedsteknologi i sundhedsvæsenet	Tema	[17]
Brugen af kunstig intelligens i nyt beslutningsværktøj på intensivafdelinger	Artikel	[20]
Kunstig intelligens benyttes til analyse af genomet	Artikel	[3]
<i>Eric Topol</i> er læge og pioner inden for sundhedsteknologi, og han forholder sig til emnet fra et amerikansk perspektiv	Interview	[28]

KORRESPONDANCE: Carla Ragnhild Kruse.

E-mail: carlaragnhild@gmail.com

ANTAGET: 3. december 2019

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 3. februar 2020

INTERESSEKONFLIKTER: ingen. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR

- Høyer K. Hvem skal bruge sundhedsdata – og til hvad? Informations Forlag, 2019.
- www.Danishhealthdata.dk (21. nov 2019).
- Kruse TA, Larsen MJ, Tan Q et al. Genomisk medicin og kunstig intelligens. Ugeskr Læger 2019;181:V02190085.
- An introduction to big data. www.opensource.com (21. nov 2019).
- Bishop CM. Pattern recognition and machine learning. Springer, 2006.
- Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: an overview. Neural Networks 2015;61:85-117.
- Larsen K. Hovedstaden og IBM i aftale om kunstig intelligens. Ugeskr Læger 2017. www.ugeskriftet.dk (11. dec 2019).
- Prestigeprojekt om kunstig intelligens smuldrer. www.dagensmedicin.dk (21. nov 2019).
- Larsen K. Kunstig intelligens i klinikken. Ugeskr Læger 2017;179:110-1.
- Feltholt L. Kunstig intelligens kan revolutionere sundhed. Ugeskr Læger 2017;179:1284-8.
- National strategi for kunstig intelligens. Finans- og Erhvervsministeriet, 2019
- Sundhed og det gode liv er målet – data og kunstig intelligens er midlet. SIRI-kommisionen, 2018.
- Rapport – Regionsrådets møde. Region Hovedstaden, 2017.
- Millionstøtte til forskning i kunstig intelligens i sundhedsvæsenet. Pressemeddelelse. Regionshospitalet Horsens, 2017.
- Digitaliseringsstyrelsen. Kommuner og regioner skal afprøve kunstig intelligens for at løfte kvaliteten i den offentlige service. www.digst.dk (21. nov 2019).
- Copenhagen economics – værdien af sundhedsdata i Danmark. Copenhagen Healthtech Cluster, 2018.
- Sund Teknologi. Danske Regioners generalforsamling 2018. Danske Regioner, 2018.
- Fischer A, Olhoff-Jacobsen EE. Computer kan forudsige om du havner akut på sygehuset. www.dr.dk (21. nov. 2019).
- Forte JC, van der Horst I. Comorbidities and medical history essential for mortality prediction in critically ill patients. Lancet Digital Health 2019;1:PE48-49.
- Poulsen AG. Snart rykker kunstig intelligens ind på intensiv. Ugeskr Læger 2019;181:1388-91.
- Nielsen AB, Thorsen-Meyer HC, Belling K et al. Survival prediction in intensive-care units based on aggregation of long-term disease history and acute physiology: a retrospective study of the Danish National Patient Registry and electronic patient records. Lancet Digital Health 2019; 1:e78-89
- Andersen K. Dansk startup-virksomhed lander millioninvestering. Finans, 9. maj 2019.
- Lærings-app skal gøre lægerne dygtigere og mere præcise til at diagnosticere hudkræft. www.laeger.dk (21. nov 2019).
- Fujisawa Y, Otomo Y, Ogata Y et al. Deep-learning-based, computer-aided classifier developed with a small dataset of clinical images surpasses board-certified dermatologists in skin tumour diagnosis. Br J Dermatol 2019;180:373-81.
- The use of artificial intelligence and machine learning. DSPR forårs-

- møde 2019. Dansk Selskab for Plastik- og Rekonstruktionskirurgi, 2019.
26. Samfundsgevinster – værdien af sundhedsdata i Danmark. Copenhagen Healthtech Cluster, 2019.
 27. Data redder liv. Copenhagen Healthtech Cluster, 2019.
 28. Poulsen AG. Kunstig intelligens kan give os tid til patienterne igen. Ugeskr Læger 2019;181:1392-5.