

Del din projektidé til brug af kunstig intelligens i sundhedsvæsenet

1. Navnet på din projekt-idé

Hurtig diagnostik af akutte patienter med åndenød: Udvikling og validering af maskinlæringsalgoritmer til røntgen- og CT-billeder (Breath-CT)

2. Beskriv projektidéen (behov, løsning, effekter og indledende tanker om projektorganisering). Det må max fylde 2 sider.

Behov og klinisk problem

Åndenød er en af de hyppigste årsager til akut indlæggelse i hospitalsregi (1), og åndenød skyldes som regel hjerte- eller lungelidelser, men diagnosen er vanskelig, da flere patienter ofte både har lunge- og hjertesygdom. Det estimeres, at ca. 20 % af patienterne initialt fejlbehandles, hvilket fører til hyppigere og længerevarende indlæggelser. Åndenød involverer 12% af alle henvendelser i akutte modtageafdelinger (2), kredsløbs- og respirationssygdomme tegner sig for 2 hospitalskontakter per 100 indbyggere om året i Region Nord (3), og 12% af alle akutte ambulancer kører med pt der har vejrtrækningsbesvær og en dødelighed på 3,6% og 13% efter 1 dag og 30 dage (4).

Det primære diagnostiske værktøj ved åndenød er et røntgenbillede af lungerne (thorax-røntgen). Hver måned bestilles alene fra Bispebjergs Hospitals (BBH) akutte modtageafsnit ca. 810 thorax-røntgen til akutte patienter med åndenød.

Der er stigende forekomst og tilgængelighed af CT-scannere i landets akutmodtagelser. I fremtiden vil CT af lungerne blive anvendt langt hyppigere end i dag, fordi thorax-røntgen ofte er utilstrækkeligt til at afklare den endelige årsag til åndenød. Eksempelvis vil en CT-scanning af lungerne bedre diagnosticere lungebetændelse (pneumoni) og hjertesvigt (lungestase), som altid kræver hurtig behandling. Præmissen for Breath-CT studiet er, at behandlingen af patienter med akut åndenød forbedres ved hurtigere beskrivelse af thorax-røntgen og CT billeder af lungerne.

Projektet vil endvidere bidrage til at løse den ressourcemæssige udfordring for radiologerne på røntgenafdelingen at beskrive de mange billeder fra både thorax og CT, især i aften og nattetimerne, hvor akutlæger har brug for hjælp til at tolke billederne.

Løsning vha kunstig intelligens

For at imødekomme disse kliniske behov vil vi gennemføre Breath-CT studiet. Breath-CT studiet forsøger, vha kunstig intelligens, at rationalisere den kliniske opgave "at beskrive thorax-røntgen og lunge-CT". I dette projekt fokuseres på at udvikle maskinlæringsmetode som vha kunstig intelligens (AI) og maskin-læring (ML) kan sikre en hurtig diagnostik af pneumoni og lungestase med udgangspunkt i data fra thorax- og CT-billeder. I projektet undersøges også om andre tilgængelige data kan bruges til at forbedre algoritmerne (f.eks. køn, alder, komorbiditet, temperatur, blodtryk, puls, respirationsfrekvens, ilt-saturation fra EWS=Early Warning Score)

Formålet er, at udvikle metoder, vha kunstig intelligens, der skal hjælpe akutlægerne med at identificere de thorax-røntgen og CT af lungerne, der kræver akut vurdering ved radiolog, og de der kan afvente vurdering og beskrivelse næste dag.

Projektet søges gennemført gennem 3 Workpackages

WP1 – Test af kunstig intelligens til analyse af konventionelle røntgenbilleder

Formål: at undersøge hvor god en allerede udviklet algoritme er til at beskrive akutte thorax-røntgen. Algoritmen /softwaren hedder ChestEye og er udviklet af virksomheden Oxipit

Metode: På Basis af vores allerede gennemførte kliniske studie oprettes en velbeskrevet billeddatabasen (Factual-databasen), der indeholder billeder og kliniske data på ca 220 patienter med akut åndenød.

ChestEye anvendes på Factual-billeddatabasen, og ChestEyes røntgenbeskrivelse sammenlignes med en beskrivelse, der laves af fra akutlæger og radiologer på samme billeddatabase. Facitlisten er en CT scanning, som er analyseret af 2 radiologer som er blændet for de kliniske data.

Outcome ChestEyes evne til at diagnosticere I) normale thorax-røntgen, og thorax røntgen med II) lungestase og III) pneumoni.

• WP2 –Udvikling af kunstig intelligens til analyse af CT scanning af lungerne

Formål: At udvikle maskinlærings (ML)-algoritmer, der muliggør automatisk læsning af CT-scanninger

Metode: Der skal indsamles en ny billeddatabase med CT scanninger, som skal bruges til udvikling af ML algoritmer. DIKU vil derefter udvikle software i to faser

Fase I: Fra Factual-billeddatabasen indsamles et mindre sæt på 2x10 CT scanninger som er omhyggeligt annoteret og beskrevet i alle detaljer: 10 CT scanninger med eksempler på lungestase og 10 eksempler på pneumoni.

Fase II: Dernæst indsamles et nyt og større datasæt på 3 x 100 CT scanninger som er godt beskrevet af radiologer og med kliniske data. Disse anvendes til udvikling af ML algoritmerne. Disse 3 x 100 omfatter: 100 eksempler med pneumoni, 100 med lungestase og 100 normale undersøgelser.

Outcome Software som anvender ML-algoritme til at identificere lungestase og pneumoni.

• WP3 – Test af kunstig intelligens til analyse af CT scanning af lungerne

Formål: at teste den diagnostiske og kliniske værdi af software fra WP2 til at identificere lungestase og pneumoni på CT scanninger af lungerne ved akut åndenød

Metode: Det udviklede ML-software fra WP2 testes i vores CT-scanning billeddatabase fra Factual studiet. Facitlisten er to radiologers beskrivelse af-CT scanningen.

I projektet estimeres usikkerheder på estimerterne, den kliniske værdi for radiologer og påvirkning af arbejdstilrettelæggelse

Effekter, og hvilken værdi vil projektet bidrage med

Det vil have stor værdi, hvis lavrisikopatienter med normal thorax-røntgen og lunge-CT kan diagnosticeres hurtigt, da de så vil kunne udskrives hurtigere. Det vil også have stor hvis især pneumoni og lungestase kan identificeres hurtigt fordi akutlægerne så kan behandle og udrede disse tilstande hurtig.

Vedr. Thorax-røntgen analyse med kunstig intelligens: Hvis WP1-projektet beviser at eksisterende AI software (ChestEye fra Oxipit) til analyse af thorax-røntgen er diagnostisk korrekt kan det få to konsekvenser.

- a) AI billedanalyse på thorax-røntgen kan hjælpe akutlæger til at be- eller afkræfte pneumoni eller lungestase, hvilket formodes at medføre hurtigere behandlingsstart.
- b) AI billedanalyse på thorax-røntgen kan hjælpe radiologer med at prioritere, hvilke billeder der skal beskrives akut, eller i almindelig dagtid. Det kan effektivisere tidsforbruget i vagttimerne.

Vores opgørelse viser at der tages 800 rtg billeder af thorax per måned på BBH, og heraf ca halvdelen uden for almindelig dagtid.

Hvis programmet virker korrekt, antages det at man kan allokere ressourcerne mere optimalt, og udskrive pt hurtigere. Det antages at man kan spare 10 min på halvdelen af de 800 scanninger, dvs 4000 minutter, hvilket svarer til ca 2-3 ugers radiolog arbejde. Dertil kommer besparelser i form af hurtigere behandling og udskrivelse som er svær at sætte tal på.

Skalering af undersøgelsen til resten af verden er mulig hvis vores undersøgelse viser at AI softwaret fra Oxipit er præcist. Eksempelvis vil det så kunne anvendes på de mange tusinde thorax-røntgen undersøgelser der foretages alene i Region Hovedstaden per måned.

Vedr lunge-CT og kunstig intelligens: I WP2 projektet udvikles nye AI algoritmer til analyse af lunge CT. Vi forventer følgende outcome:

- a. Vi vil have en funktionsduelig første version af AI, som er udviklet på et begrænset billedmateriale, og som kan testes i WP3.
- b. Vi vil stå med et godt redskab (første version) som kan skelne mellem lungestase, lungebetændelse og normale billeder. Dette redskab kan videreudvikles i efterfølgende projekter, med indsamling af flere data og flere sygdomskategorier.

Da der er tale om et udviklingsprojekt er det ikke muligt at angive besparelser.

Vedr lunge-CT analyse med kunstig intelligens: I WP3 projektet testes AI algoritmer fra WP2 på CT Scanninger. Hvis WP2 software (første version) er diagnostisk korrekt kan det få to konsekvenser.

- a) AI billedanalyse på lunge-CT kan hjælpe akutlæger til at be- eller afkræfte pneumoni eller lungestase, hvilket formodes at medføre hurtigere behandlingsstart.
- b) AI billedanalyse på lunge-CT kan hjælpe radiologer med at prioritere hvilke billeder der skal beskrives akut, eller i almindelig dagtid. Det kan effektivisere tidsforbruget i vagttimerne.

Hvis programmet virker korrekt, antages det at man kan allokere ressourcerne mere optimalt, og udskrive pt hurtigere. Det antages, at man kan spare 15 min på ca 300 CT-scanninger, dvs 4500 minutter, hvilket svarer til ca 2-3 ugers radiolog arbejde. Dertil kommer besparelser i form af hurtigere behandling og udskrivelse, som dog er svære at sætte tal på.

Litteraturreferencer til projektbeskrivelsen

- 1.Nielsen, O. W. & Valeur, N. K. Echocardiographic subtypes of heart failure in consecutive hospitalised patients with dyspnoea. Open Heart. 2019:e0009, (accepted 2019).
- 2.Langlo, N. M. F., Orvik, A. B., Dale, J., Uleberg, O. & Bjørnsen, L. P. The acute sick and injured patients: An overview of the emergency department patient population at a norwegian university hospital emergency department. Eur. J. Emerg. Med. 21, 175–180 (2014).

3.Søvsø, M. B. et al. Diagnosis and mortality of emergency department patients in the North Denmark region. BMC Health Serv. Res. 18, 1–9 (2018).

4.Lindskou, T. A. et al. Symptom, diagnosis and mortality among respiratory emergency medical service patients. PLoS One 14, 1–12 (2019).

EN DEL AF

GREATER COPENHAGEN

Tanker om projekt-organisering

Projektgruppen og samarbejdspartnere

Fra Hjerterafdelingen Bispebjerg Hospital deltager klinisk forskningslektor phd, dr.med Olav W Nielsen,

Vi har på hjerterafdelingen og akutafdelingen Bispebjerg Hospital forskningsmæssig erfaring med at undersøge akutte patienter med åndenød. I 2018-2019 har vi udført et forskningsprojekt (FACTUAL studiet) med 220 patienter og erfaret, at 25 % af akutte patienter indlagt med åndenød kunne udskrives indenfor 24 timer hvis de får udført en lavdosis CT indenfor de første 12 timer af indlæggelsen (manuskript under udarbejdelse).

Fra Institut for Datalogi Københavns Universitet (DIKU) deltager **adjunkt Jens Petersen og Prof. de Bruijne**. Begge har lang erfaring med at udvikle AI og billedbehandlingsmetoder til analyse af lunge CT, med fokus på identifikation af noduli og emfysem. I Breath-CT projektet videreudvikles disse metoder til at fokusere på lungestase og pneumoni. Den aktuelle ekspertise og metoder er blandt andet udviklet i et eksisterende forskningsprojekt NIMBLE, hvor fokus har været udviklingen af billedbaserede markører for lungesygdomme i CT scanninger af lungerne. NIMBLE projektet er et DFF-FTP sponsoreret projekt fra Danmarks Frie Forskningsfond.

Vi har desuden et tæt samarbejde med Prof. de Bruijnes gruppe i Holland, som inkluderer et nyligt etableret projekt (NWO VICI), der finansierer adskillige forskere som udvikler ML metoder til datadrevet diagnose og prognose af sygdomme.

Arbejdet med at udvikle AI metoderne i Breath-CT projektet vil blive udført i Machine Learning (ML) sektionen på Institut for Datalogi (DIKU). Sektionen er internationalt anerkendt og har ledende profiler indenfor forskning i AI og medicinsk billedanalyse såsom Prof. de Bruijne, lektor Erik B Dam, Prof. Jon Sparring, Prof. Mads Nielsen samt Prof. Christian Igel, ekspert i AI og dybe neurale netværk og leder af Science AI Centeret, som ML sektionen er en del af.

Centeret har til formål at fremme tværfagligt samarbejde om AI på tværs af naturvidenskab, industri og offentlige partnere og faciliterer lager- og beregningsfaciliteter til at muliggøre projektet.

Fra Røntgenafdelingen deltager professor Mikael Boesen. Mikael Boesen er professor i musculoskeletal radiology ved Københavns Universitet og Bispebjerg og Frederiksberg Hospital. Han har supervised eller medsuperviseret, 4 pre-graduate studenter, 15 danske PhD's (6 som hovedvejleder) and 2 international PhD og 2 postdocs. Vi har desuden samarbejde med røntgenspecialister i thoraxbilleder gennem afdelingslæge Mathilde Winkler fra Nordsjællands Hospital, samt overlæger Anne-Mette Geilager og Hanne Heebøll fra Bispebjerg Hospital.

Fra Biostatistisk afd, Københavns Universitet deltager, Lektor Andreas Kryger Jensen, Andreas har medvirket i vores tidligere projekter, og skal være med til at vurdere den statistiske usikkerhed på estimerne

Fra Radiobotics ApS deltager Mads Jarner Brevadt Co-founder, CEO +45 21647252, Titangade 11, 2200 Copenhagen, Denmark (www.radiobotics.com) Mads Jarner Brevadt og Radiobotics inviteres med i styregruppen mhp dels at komme med input til projektet. Radiobotics har et velfungerende samarbejde med Professor Mikael Boesen, og har stor erfaring med at anvende kunstig intelligens til CT billeder af knogler, og udviklet metoder til at sikre integration af software med hospitalets PACS systemer. Mads Jarner Brevadt er inviteret med i styregruppen for at bidrage til evt kommerialisering af det udviklede software og mhp muligheder for senere forsknings- og udviklings-samarbejde gennem fælles fondsansøgninger.

Fra oxipit deltager Jogundas Armaitis. Jogundas Armaitis, PhD er medstifter af firmaet Oxipit (<https://www.oxipit.ai/> Tel +370 622 36904). Oxipit er villig til at levere ChestEye software gratis, som er baseret på kunstig intelligens, i en periode på 1 år, mhp afprøvning i forskningsprojekt. I projektet undersøges om Oxipit ChestEye kan dække alle de radiologiske fund, der er relevante ved akut åndenød; Den fulde liste ChestEye kan findes nederst på denne hjemmeside af <https://www.oxipit.ai/products/chesteye>

Anslåede ressourcer og budget

Antal måneder

Total budget			i alt		2520000				
Udgift	År	Måned	Post	WP 1	DKK	WP 2	DKK	WP 3	Total
650000		54167	Radiolog overlæge	1	54167	3	162500	1	54167
400000		33333	Radiograf	1	33333	3	100000	0	0
650000		54167	Kardiolog overlæge	1	54167	2	108333	2	108333
					25000				
500000		41667	Yngre læge	6	0	3	125000	12	500000
400000		33333	Sygeplejerske	0	0	0	0	0	0
600000		50000	Computerforsker	0	0	12	600000	3	150000
400000		33333	Biostatistiker	1	33333	1	33333	1	33333
120000		10000	Medicinstuderende	0	0	12	120000	0	0
				42500					
i alt				Σ	(0	+	1249166,67	+	845833)

3. Kontaktoplysninger på idéstiller

Navn: Olav Wendelboe Nielsen,

Titel: overlæge, dr.med, phd. Klinisk forskningslektor ved institut for klinisk medicin, Københavns Universitet.

Ansættelsessted i Region Hovedstaden: Hjerteafdelingen, Bispebjerg-Frederiksberg Hospital

Telefon: 31400200

Mail: olav.wendelboe.nielsen@regionh.dk