

AI INOM RADIOLOGI, NULÄGE OCH FRAMTID –UR EN SVENSK KONTEXT

Kandidatuppsats i Informatik

Linus Täreby
William Bertilsson

VT 2023: 2023KANI05



HÖGSKOLAN
I BORÅS

Svensk titel: AI inom radiologi

Engelsk titel: AI in radiology

Utgivningsår: 2023

Författare: Linus Täreby, William Bertilsson

Handledare: Gideon Mbiydzenyuy

Abstract:

This essay presents the results of a qualitative study aimed at gaining a deeper understanding of the use of artificial intelligence (AI) in radiology, its potential impact on the profession and how it's used today. By conducting three interviews with individuals working in radiology, data collection focused on identifying the positive and negative aspects of AI in radiology, as well as its potential consequences on the profession. The results show a general acceptance of AI in radiology and its ability to improve diagnostic processes and streamline work. At the same time, there is a certain concern that AI may replace humans and reduce the need for human judgments. This report provides a basic understanding of how AI is used in radiology and its possible future consequences.

Keyword: Artificial intelligence (AI), Computer Science (CS), Machine Learning (ML), Artificial Neural Network (ANN), Deep Learning (DL), Radiology, Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance Imaging (MRI)

Sammanfattning:

Denna uppsats presenterar resultaten av en kvalitativ undersökning som syftar till att ge en djupare förståelse för användningen av AI inom radiologi, dess framtida påverkan på yrket och hur det används idag. Genom att genomföra tre intervjuer med personer som arbetar inom radiologi, har datainsamlingen fokuserat på att identifiera de positiva och negativa aspekterna av AI i radiologi, samt dess potentiella konsekvenser på yrket. Resultaten visar på en allmän acceptans för AI inom radiologi och dess förmåga att förbättra diagnostiska processer och effektivisera arbetet. Samtidigt finns det en viss oro för att AI kan ersätta människor och minska behovet av mänskliga bedömningar. Denna uppsats ger en grundläggande förståelse för hur AI används inom radiologi och dess möjliga framtida konsekvenser.

Nyckelord: Artificiell intelligens (AI), Computer Science (CS), Machine Learning (ML), Artificial Neural Network (ANN), Deep Learning (DL), Radiologi, Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance Imaging (MRI)

1. Inledning	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Forskningsöversikt	6
1.3 Problemdiskussion	6
1.4 Problemformulering	7
1.5 Syfte	7
1.5.1 Forskningsfrågor	7
1.6 Målgrupp	7
1.7 Avgränsningar	7
2. Metod	8
2.1 Forskningsmetod	8
2.2 Urval	9
2.2.1 Urval av litteratur	9
2.2.1 Urval av informanter och respondenter	9
2.3 Datainsamling	10
2.4 Dataanalys	10
2.5 Metodreflektion	11
3. Teori	12
3.1 Bakgrund till artificiell intelligens	12
3.1.1 Machine learning	12
3.1.2 Artificial neural networks	13
3.1.3 Deep learning	13
3.2. Bakgrund till radiologi	13
3.2.1 CTI	14
3.2.2 MRI	14
3.3 AI inom radiologi	14
4. Resultat	16
4.1 Intervju A	16
4.2 Intervju B	17
4.3 Intervju C	18
5. Analys	22
5.1 Intervju A	22
5.2 Intervju B	22
5.3 Intervju C	23
6. Diskussion	24
6.1 På vilka sätt använder man AI inom radiologi?	25
6.2 På vilket sätt kommer AI inom radiologi att påverka yrket?	26
6.3 När går AI från verktyg till aktör inom radiologi?	27
7. Slutsatser	28
Referenser	29
Böcker	30

Artiklar	31
Bilagor	32

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Inom medicinsk diagnostik spelar radiologi en avgörande roll genom att erbjuda icke-invasiva metoder för att visualisera och analysera kroppens inre strukturer. Traditionellt har tolkningen av medicinska bilder varit en utmanande och tidskrävande process som kräver expertis och noggrannhet. I de senaste åren har dock framsteg inom AI och maskininlärning öppnat upp möjligheter för att revolutionera radiologin genom att förbättra diagnostiska noggrannheten, effektiviteten och patientvården.

Liao & Agrawal (2019) skriver till exempel att AI har potential att förbättra diagnos och behandling inom medicinsk bildtolkning, inklusive radiologi. Man menar att AI inom radiologi kan användas för att upptäcka patologiska förändringar, kvantifiera sjukdomsgraden och stödja beslut om behandling.

Enligt en studie publicerad i tidskriften "Radiology" (Lakhani et al., 2017) har AI visat sig vara lovande inom radiologi, särskilt vid bildtolkning och diagnosstöd. Genom att träna AI-algoritmer med stora mängder medicinska bilder och kliniska data kan dessa system lära sig att identifiera och tolka olika sjukdomstillstånd med en imponerande precision och snabbhet.

Forskare vid Stanford University utvecklade till exempel en AI-algoritm för att detektera hudcancer med likvärdig prestanda som erfarna dermatologer (Esteva et al., 2017). Genom att analysera bilder av hudläsioner och använda djupinlärningstekniker uppnådde AI-algoritmen en diagnostisk noggrannhet på nivå med experter, vilket visar potentialen för AI att fungera som ett värdefullt verktyg inom radiologi.

Utöver att förbättra diagnostiken kan AI också hjälpa till att effektivisera arbetsflödet inom radiologi. Enligt en studie publicerad i tidskriften "Journal of the American College of Radiology" (Liu et al., 2019) kan AI-algoritmer användas för att automatisera rutinuppgifter såsom bildklassificering och rapportgenerering. Genom att avlasta radiologer från repetitiva och tidskrävande uppgifter kan AI frigöra tid för mer komplex tolkning och patientinteraktion.

Forskningen visar att AI har potentialen att förbättra radiologins diagnostiska noggrannhet och effektivitet. Genom att utnyttja den ökande mängden medicinska bilder och kliniska data kan AI-algoritmer lära sig att identifiera mönster och avvikelser som kan vara svåra att upptäcka för mänskliga tolkare. Dessutom kan AI bidra till att optimera arbetsflödet inom radiologi och förbättra patientvården men hur använder man faktiskt de AI-modeller som finns inom radiologi idag och när kommer vi gå från att använda AI som ett verktyg till att AI själv tar beslut? Detta menar vi är värt att undersöka.

1.2 Forskningsöversikt

AI representerar en mycket kapabel och komplex teknologi som simulerar mänsklig intelligens. Den förändring som AI väntas skapa kännetecknas av handlingskraft och

kontroll från människan till teknik förändrar därmed vår tidigare förståelse och relation av teknik. AI har också en potential att dramatiskt förändra den övergripande arbetsstyrkans struktur samt hur organisationer och jobb utformas, beslut fattas och kunskap hanteras (Glikson & Woolley. 2020). Dagens sjukvård har en konstant ökande komplexitet och mängd data och detta gör att användandet av AI kommer att öka inom sjukvården. AI är inte bara en teknologi och Thomas Davenport och Ravi Kalakota kategoriserar de delar av AI som är relevanta för sjukvården i fem kategorier. Machine learning – neural networks and deep learning, Natural language processing, Rule-based expertsystems, Physical robots och Robotic process automation. Dessa tekniker har potentialen att förändra många aspekter av patientvården, såväl som administrativa processer för leverantörer, betalningar och läkemedelsorganisationer (Davenport & Kalakota. 2019).

AI och machine learning är i centrum för innovation inom sjukvården och exempel på detta är tillämpning av deep learning “computer vision” inom radiologi och dermatologi, naturliga språkbehandlingsmetoder för screening av mental hälsa, intelligenta hjälpmedel för äldre och dementa och användning av AI-ledda hälsochatbottar för telemedicin (Gille et al. 2020).

Sverige är ett av de länder som jämfört med BNP lägger mest pengar på sjukvården och är under en pågående normdigitalisering. Effekten av denna digitalisering är en del av en större teknisk utveckling som påverkar hela ekonomin och samhället i stort. Den digitalisering som sjukvården står inför omfattar många delar, och framför allt innebär det mjukvara, applikationer och program mot AI (Blix, Levay. 2018).

1.3 Problemdiskussion

Sjukvården har och är i en pågående digitalisering, där robotar med maskininlärning är standard inom vissa områden. Dessa robotar styrs och kontrolleras fortfarande av människor och används som verktyg. Dessa verktyg kan bidra med ökad precision, information och datalagring. För att fortsätta denna innovation inom sjukvården finns det nya områden att utforska och förbättra. Att gå från databaser som hanteras av människor till automatiserad igenkänning genom AI är ett av flera exempel på hur sjukvården inte bara kan effektiviseras, utan också utvecklas.

Som Blix och Levay (2018) skriver så lägger vi väldigt mycket resurser på vår sjukvård och den är högt prioriterad i samhället och då gäller det att vi hänger med i den digitala utvecklingen som sker, vilket vi bör kunna göra i och med den mängd resurser som vi lägger på det. Men det finns problem som måste lösas och frågor som måste ställas för att den digitala utvecklingen skall bli så bra som möjligt. Det finns många olika kategorier av AI och som Davenport och Kalakota (2019) beskriver kan alla dessa oavsett om det är till exempel språkmodeller eller applikationer som använder machine learning användas på olika sätt för att förbättra och utveckla vården. Det är dock viktigt att vi implementerar teknikerna på rätt sätt och anpassar teknikerna så att de används inom de områden som de är mest lämpade för.

1.4 Problemformulering

AI är en relativt ny teknik som senaste åren utvecklats i rask takt och som antagligen i framtiden kommer att vara en stor del av samhället. Radiologi är en gren inom sjukvården som är under ständig teknisk utveckling och som idag redan använder AI. För att få en bra och positiv utveckling för samhället och sjukvården så är det viktigt att man inom radiologi utnyttjar AI på rätt sätt för att få så positiva effekter som möjligt, det är därför viktigt att veta på vilka sätt som vi använder AI inom radiologi. Det är också viktigt att vi reflekterar över hur vi vill använda AI i framtiden och vilken tilltro som vi har till AI att ta medicinska beslut. Förutom att veta hur man använder AI idag och hur man kommer att använda det i framtiden när det utvecklas så är det också viktigt att kartlägga de utmaningar som finns med AI och vilka konsekvenser som en bredare implementation av AI kommer att ha på radiologi som yrke.

1.5 Syfte

Denna studies syfte är att undersöka hur man idag använder AI inom radiologi i en svensk kontext samt undersöka hur användandet av AI har påverkat och kan komma att påverka yrket radiologi i framtiden.

1.5.1 Forskningsfrågor

- *På vilka sätt använder man AI inom radiologi?*
- *På vilket sätt kommer AI inom radiologi att påverka yrket?*
- *När går AI från verktyg till aktör inom radiologi?*

1.6 Målgrupp

Denna uppsats hoppas vi kommer kunna bidra med ny kunskap kring användning av AI inom radiologi och användas som ett hjälpmedel för olika aktörer inom sjukvården som jobbar med digital innovation och som driver eller deltar i projekt som syftar till att utveckla sjukvården med hjälp av AI teknologi. Många uttryck som används kan vara specifika och kräva en viss grad av tidigare kunskap inom ämnet.

1.7 Avgränsningar

Arbetet berör endast radiologi, och kommer inte utforska eller ta hänsyn till sjukvård i andra former. Det som kommer utforskas är hur AI används inom radiologi och hur AI kan implementeras i radiologi, samt vilka utmaningar som finns och vad det kommer ge för konsekvenser i radiologi.

2. Metod

2.1 Forskningsmetod

Vi valde att genomföra kvalitativ forskning med en induktiv forskningsansats för att kunna besvara våra frågeställningar. Denny & Weckesser (2022) skriver att kvalitativ forskning handlar om att ha flera breda forskningsfrågor för att sedan revidera dessa iterativt under genomförandet av forskningen för att smalna ner målet och syftet med forskningen. Detta skiljer sig enligt Denny & Weckesser (2022) från kvantitativ forskning där man i stället tar en smal forskningsfråga som är fastslagen under hela forskningen.

Denny & Weckesser (2022) menar också att det finns tre huvudsakliga metoder som används inom kvalitativ forskning; intervjuer, fokusgrupper och observationer. Semistrukturerade intervjuer innehåller enligt Denny & Weckesser (2022) förbestämda öppna frågor och fler frågor som uppkommer under intervjuens gång. Ostrukturerade intervjuer hanterar några få punkter med ett stort djup och kan användas för till exempel livshistoria narrativ. Fokusgrupper är gruppdiskussioner som styrs av forskare som har riktlinjer för att kunna fokusera på gruppen. Observationer är en metod som går ut på att titta på sociala fenomen i en "real-world setting" och notera vad människor gör och hur de beter sig (Denny, E. & Weckesser, A. 2022).

Målet med forskningen är att finna nya kunskaper om ämnet som beskrivs och att kunna med kvalitet besvara frågeställningen och komma med nya insikter inom området. För att kunna göra detta så bestämde vi oss för att ha en hög grad av kvalitet i studien med mycket fokus på transparens. För att uppnå detta har vi beslutat att göra en kvalitativ fallstudie som Oates (2006) beskriver som en studie där forskare undersöker ett specifikt område på djupet. En kvalitativ studie berör enligt Oates metoderna, intervjuer, observationer, dokumentanalys och frågeformulär och handlar om att som forskare samla på sig en rik och detaljerad insikt i området som undersöks (Oates 2006, s 141).

Vi har lagt stor fokus på intervjuer för att kunna svara på våra frågeställningar. Skillnaden på konversation och en intervju är enligt Rubin (2005) att en konversation kan flyga i väg utan något specifikt mål förutom socialisering. Under en intervju söker en forskare i stället specifik information och guidar därför diskussionen försiktigt framåt genom olika steg genom att ställa fokuserade frågor och uppmuntra respondenten att svara på djupet och långt. Rubin, (2005) menar att intervjuer är designade runt huvudfrågor, följdfrågor och sondering. Målet med intervjuer är att få djup och detalj i svaren (Rubin & Rubin 2005), vilket är precis det som vi velat uppnå.

Tre intervjuer kommer att genomföras, två intervjuer med radiologer och en intervju med teknisksjuksköterska. Intervjuerna syftar i att ta reda på hur AI används idag i radiologi, hur yrket radiologi kommer påverkas av AI och vilka utmaningar som finns med AI inom radiologi. Respondenterna ska därför ha gedigen erfarenhet och teoretisk bakgrund i yrket, vilket bidrar till mer grundade och konkreta svar.

För att komplettera data från intervjuer så har vi även gjort en litteraturstudie. Att genomföra en litteraturstudie innebär enligt Hart (1999) att samla, granska och sammanfatta befintlig forskning på ett visst ämne. En grundläggande process för att genomföra en litteraturstudie kan inkludera att definiera forskningsfrågan, söka efter relevant litteratur, utvärdera kvaliteten på källorna, och sammanfatta resultaten av studien. En systematisk litteraturstudie inkluderar en mer strukturerad metod och använder ett fördefinierat protokoll för att utföra sökningen och granskningen av källorna.

2.2 Urval

2.2.1 Urval av litteratur

Urvalet av litteratur har gjorts med kravet att källorna ska vara vetenskapliga och peer-reviewed. De ska också uppfylla något av följande krav:

- Litteraturen berör ämnet AI,
- Litteraturen berör radiologi.
- Litteratur som berör digitalisering inom sjukvården.
- Litteratur har orden "AI", "Radiologi", "Röntgen", "Deep learning" i rubriken eller som nyckelord.

Sökningen har i många fall utgått från Primo, som är Högskolan i Borås biblioteksökmotor. I Primo har vi hittat databaser genom att filtrera på "Data och Informatik" samt "Vård och Medicin". De databaser som främst har använts efter denna filtrering är ACM Digital Library, IEEEExplore, aRxiv, för data och informatik och Annual Reviews och BMJ Journals för Vård och medicin. I dessa databaser har vi sedan sökt genom nyckelord som är relaterade till ämnet. För AI delen och data och informatik har nyckelord som "AI", "Deep learning", "Machine learning" använts medan i de medicinska databaserna har ord så som "Radiologi", "X-ray", "computer tomography" eller "CT scans", magnetic resonance imaging" eller "MRI scans".

Utöver dessa databaser så har även Google Scholars använts för att söka ytterligare litteratur samt google.se för att hitta information av övergripande karaktär.

2.2.1 Urval av informanter och respondenter

Respondenter och informanter skiljer sig åt (Repstad, 1999). En informant är enligt Repstad (1999) en person som man intervjuar och som har information om faktiska förhållanden inom det område som man undersöker. En informant kan därmed ses som en extra observatör och kan delge information om andras uppfattningar och åsikter. En respondent är enligt Repstad (1999) en person som intervjuas och som har direkt information om individens egna känslor, åsikter och uppfattningar. Vi har valt att i så stor utsträckning som möjligt intervjuar olika typer av respondenter som har en egen insikt i våra frågeställningar. Detta val har gjort att vi främst intervjuat radiologer på olika sjukhus runt om i Sverige.

När vi valt respondenter har urvalet varit personer som jobbar inom radiologi. För att försöka minska antalet respondenter utan att påverka trovärdigheten har vi valt ett urval som på något sätt arbetar med AI inom radiologi. Alla respondenter har någon relation

till användning av AI på dess avdelning eller har själva varit med och drivit projekt för implementering och utveckling av AI inom radiologi.

2.3 Datainsamling

Empirin som samlats in har som tidigare påpekat samlats in från intervjuer. Intervjuerna har varit i semistrukturerad form som Braun & Clarke (2013) menar handlar om att forskaren har förberett en lista med frågor men att det fortfarande finns rum för deltagarna att lyfta frågor som intervjuaren inte har förväntat sig. Braun & Clarke (2013) menar också att semistrukturerade intervjuer är den vanligaste typen av intervju för kvalitativ forskning.

Tre intervjuer har gjorts och samma lista med frågor (se bilaga) har legat som grund i alla intervjuer även om intervjuerna har tagit olika vändningar och olika unika frågor som uppkommit under de enskilda intervjuerna lyfts.

2.4 Dataanalys

För att analysera den data vi samlat in har vi använt oss av kvalitativ textanalys. Esaiasson et al. (2012) menar att kvalitativ textanalys handlar om att läsa aktivt och att ställa frågor för att också kolla om texten eller att man själv kan besvara dessa frågor. Man menar att det ofta handlar om hur argumentationskedjan ser ut; "Vilken är textens poäng?", "Stöds poängen av det som sägs?" och "Vilka är egentligen argumenten och på vilka premisser vilar slutsatserna?". För att man ska kunna förstå dessa frågor måste man som forskare läsa texten flera gånger både snabbt och överskådligt såväl som långsamt och fundersamt. Esaiasson et al. (2012) beskriver också två olika textanalytiska frågeställningar som man kan urskilja; De frågeställningar som handlar om det systematiska innehållet i de aktuella texterna och de som handlar om att kritiskt granska innehållet.

Rent praktiskt har vi sammanställt resultatet av intervjuerna och analyserat data genom att plocka ut viktiga citat ur transkriberingen som är relevanta för vårt syfte och vidare summerat vad det är som personen faktiskt säger eller menar. Vi har också ställt de frågor som Esaiasson et al. (2012) pratar om och på detta sättet kunna redovisa resultatet av datainsamlingen.

Vi har också gjort dataanalys i form av kvalitativ textanalys på den skrivbordsstudie som gjorts såväl som de transkriberade intervjuerna. Genom att analysera text från teori och transskript har vi kunnat identifiera teman och mönster som vi kunnat använda för att svara på våra frågeställningar.

2.5 Metodreflektion

Den metod som valt har fungerat bra och har på ett bra sätt låtit oss uppnå de syfte som vi haft med forskningen. Att istället ta en kvantitativ approach hade också funkat men problemet då är att vi inte hade fått den beskrivande bild som vi får med den kvalitativa metoden. En kvantitativ datainsamling hade också varit svårare att genomföra då respondentmålgruppen är en relativt liten grupp med extremt kompetenta människor som är experter inom sitt område. Studiens syfte är inte att få en generell bild över binär

statistik, till exempel exakt vilka AI-lösningar som används inom radiologi så är den kvalitativa ansatsen bättre. Den beskrivande bild som ges under intervjuer gör att fler detaljer exponeras och att respondenter får chans att utveckla resonemang och förklaringar vilket gör studien rik på data.

Att få tag på respondenter har varit svårt eftersom de personer som vi har velat intervjua är extremt upptagna och inte har mycket tid att lägga undan. Respondenterna som vi har velat ha har också befunnit sig på olika orter vilket gjort att direktkommunikation inför intervjuerna har varit svår. Vi är alltså ändå nöjda med valet av metod eftersom målet med forskningen inte är att generalisera eller att få ut en stor mängd binära data utan snarare att undersöka på djupet hur svenska sjukvården använder AI i sina verksamheter och hur experter ser på utvecklingen framöver. De frågor som formulerats hade inte kunnat besvaras genom kvantitativ datainsamling utan kräver en djupare ingång. Anledningen till att en kvalitativ undersökningsmetod används är också att det ger en djup förståelse, genom att undersöka människors uppfattningar, erfarenheter och åsikter kan man få insikt i de komplexa faktorer som påverkar deras beteende eller attityder. En annan anledning är för kontextuell information, som bidrar i forskningen genom att det tar hänsyn till kontext eller situationer, exempelvis för att utläsa hur människor jobbar och agerar i olika situationer eller miljöer. En ytterligare anledning är de subjektiva erfarenheter som respondenterna bidrar med. Genom att tillåta respondenterna att uttrycka sig fritt kan man fånga nyanserna och olikheterna i deras erfarenheter.

En alternativ kvantitativ ingång till datainsamling skulle också kunna göra det lättare att generalisera och komma fram till mer signifikanta resultat. Att samla in en mindre mängd data från en större grupp av respondenter skulle dock passa bättre med en justerad frågeställning som inte är i linje med de frågor som vi i denna uppsats vill besvara.

Litteraturstudien som gjorts i teorikapitlet kan anses vara för tekniskt inriktad och innehålla mycket information som inte är relevant för frågeställningen och syftet med uppsatsen. Vi har ändå beslutat att behålla dessa tekniska bitar eftersom vi anser att de ger en teknisk bakgrund till ämnet som är nödvändig att förstå och som också har hjälpt till att berika resultatet.

Tanken från början var att göra en innehållsanalys som av Weber (1990) beskrivs som en forskningsmetod som använder sig av ett antal procedurer för att dra giltiga slutsatser från en text. Weber (1990) menar att slutsatserna handlar om sändaren, om meddelandet, om mottagaren och att det finns ett antal olika sätt som man kan använda innehållsanalys på. Det finns dock problem med denna typ av dataanalys. Weber (1990) beskriver vikten av att vara konsekvent vid en innehållsanalys, för få hög validitet i resultatet är det viktigt att olika personer tolkar och kodar på samma sätt. Weber (1990) skriver också om vikten av att man får fram de variabler som syftar till att undersöka. Med tanke på detta problem så valde vi i stället att gå med Esaiasson et al. (2012) kvalitativa textanalys som på ett sätt rundar dessa problem även om validiteten riskerar att bli något bristande.

3. Teori

3.1 Bakgrund till artificiell intelligens

AI kan enligt Suleimenov et al. (2020) definieras som ett system som processar information och är kapabelt att generera nya icke-trivialsystem som är kapabla att processa information; förenklat - att skapa nya algoritmer som löser vissa uppgifter (Suleimenov et al. 2020). Begreppet AI myntades under en konferens på Dartmouth College 1956 av en grupp forskare som diskuterade tesen att inlärning eller någon annan egenskap av intelligens i princip kan beskrivas så noggrant att en maskin kan tillverka för att simulera det (Klassner, 1996).

Shapiro (2003) beskriver AI som ett studieområde inom CS och teknikvetenskap som har att göra med beräkningsförståelse av vad som vanligtvis kallas för intelligent beteende och skapande av artefakter som uppvisar sådant beteende. Shapiro (2003) menar att man bör se begreppet utifrån tre olika synvinklar för att kunna utforska denna definition mer ingående; beräkningspsykologi (eng-computational psychology), beräkningsfilosofi (eng-computational philosophy) och maskinintelligens (eng-machine intelligence).

Beräkningspsykologi handlar om att förstå mänskligt intelligent beteende genom att skapa datorprogram som beter sig på samma sätt som människor gör. Det är viktigt att programmet som skapas uppför sig och används som av samma algoritmer som människor skulle göra för en uppgift. Till exempel ska programmet vara snabbt om människan utför uppgiften snabbt och långsamt om människan utför uppgiften långsamt (Shapiro 2003).

Beräkningsfilosofi har som mål att formulera en beräkningsbar förståelse av mänskligt intelligent beteende utan att bli begränsad till de algoritmer och datastrukturer som det mänskliga sinnet faktiskt gör eller kan tänkas göra (Shapiro 2003)

Maskinintelligens har som mål att vidga gränsen för vad vi vet om hur man programmerar på datorer, särskilt i riktning mot uppgifter som, även om vi vet hur man programmerar dem, folk faktiskt kan prestera. Detta mål leder också till en av de äldsta definitionerna av AI som är "försöken att programmera datorer till att göra vad, tills nu bara människor kan göra" (Shapiro 2003).

3.1.1 Machine learning

Machine learning är nu en underkategori till AI som har transformerat många delar av våra liv, inte minst inom medicin. ML utvecklas snabbt, speciellt inom bildigenkänning inom radiologi (Li, X. et al. 2021).

Prediktiva modeller är som har en inputvariabel, processer denna och skapar en outputvariabel. I matematikens värld så är något med en input och en output definierat som en algoritm. Vid fåtal variabler i ett set med data funkar det bra att använda prediktiva modeller för att se hur variabler relaterar till varandra, till exempel med hjälp av en linjär ekvation. När det kommer till större dataset, fler variabler eller där

outputvariabeln är för komplex så funkar inte linjära ekvationer, man kan då i stället använda Machine Learning (Baloglu et al. 2021).

Machine learning-modeller använder sig alltid av en ML-algoritm och det finns många olika typer av dessa algoritmer där de skiljer sig åt hur de går till väga för att hitta olika mönster i ett dataset. Vilken ML-algoritm som passar bäst för olika uppgifter kan bero på till exempel storlek på dataset, antal och form av variabler, typ av output eller vilken beräkningskraft som behövs (Baloglu et al. 2021).

3.1.2 Artificial neural networks

Asim Roy (2000) menar att Artificial neural networks (ANN) är ett sätt att försöka replikera hur den mänskliga hjärnan fungerar. Hjärnan utför en enorm mängd parallella beräkningar samtidigt där varje beräkningselement i sig (en neuron eller hjärncell) utför enklare uträkningar. Utdatan som skapas kan skickas vidare till andra neuroner eller andra delar av kroppen. Roy (2000) menar att det finns olika nätverk i hjärnan som utför olika uppgifter och att dessa nätverk består av många olika lager av neuroner. De olika nätverken kan också flera lager av neuroner och många utdata signaler vilket betyder att även outputlagret kan ha flera neuroner. ANN-modeller fungerar på samma sätt och ses ofta som ett typ av feedforward nätverk där indatasignalen fortplantas genom olika lager för att få en utdata signal. För ANN-modeller som har som syfte att minnas bevarar man utdatasignalen och matar in denna på nytt i nätverket, detta fortsätter tills nätverket konvergerar till en stabil uppsättning utdatavärden eller kontinuerligt får ut samma fasta uppsättning av utdata värden (Roy 2000).

3.1.3 Deep learning

Deep learning är enligt Erickson et al. (2018) en ny form av ML som drastiskt har förbättrat prestandan för ML-uppgifter. Fördelen och skillnaden med DL är enligt Erickson et al. (2018) att DL algoritmer inte behöver en människa för att identifiera kritiska egenskaper, DL-systemet lär sig istället de diskriminerande egenskaper som bäst förutspår utdata. Detta gör att den mänskliga ansträngningen som krävs för att träna ett DL-system är mycket lägre och att nya funktioner som inte tidigare var kända upptäcks. En annan skillnad som påpekas är antalet lager som finns i DL-modeller jämfört med ML-modeller där ML-modeller ofta inte klarar att ha fler än 3 lager medan DL-system kan ha 30–150 lager (Erickson et al. 2018). DL beskrivs också av Li X et al. (2021) som ett sätt för oss att realisera machine learning och kunna applicera det på att förutspå sjukdomar (Li, X. et al. 2021).

3.2. Bakgrund till radiologi

Mazurkowski et al. (2018) beskriver radiologi som en gren inom medicin som fokuserar på användning av medicinska bilder för att kunna upptäcka, diagnostisera och karakterisera sjukdomar, detta kallas för diagnostiserande radiologi. En radiolog är en läkare som specialiserat sig inom radiologi och för att göra detta i Sverige så behöver man gå 5,5 år på universitet eller högskola och studera till läkare. Efter färdig examen behöver man bli antagen och gå allmäntjänstgöring (AT) som är mellan 18–21 månader för att sedan ha möjlighet att specialisera sig vilket tar 5 år till (Gymnasium.se, 2017). Mazurkowski et al. (2018) menar att AI är speciellt attraktiv att tillämpa på radiologi i och med dess väl strukturerade och isolerade natur. Man menar också att DL-tekniker och AI-algoritmer har en enorm potential att influera hur man utför radiologi. Detta

eftersom radiologi till skillnad från andra aspekter av medicin använder digitaliserade bilder som primärdata, eftersom bilderna är digitaliserade så kan de lätt lånas till analys av AI-algoritmer (Mazurkowski, 2018).

3.2.1 CTI

Computed Tomography (CT) (på svenska: datortomografi) är enligt Bushberg et al. (2018) en medicinsk avbildningsteknik som använder röntgenstrålning och datorteknik för att skapa detaljerade tvärsnittsbilder av kroppens inre. Vid en CT-skanning roterar en röntgenkälla runt patienten medan ett mottagande instrument tar emot röntgenstrålarna som passerar genom kroppen. Dessa signaler behandlas sedan av en dator för att generera tvärsnittsbilder av kroppen från olika vinklar. Bushberg et al. (2018) skriver att CT-tekniken kan användas för att visualisera strukturer som ben, muskler, organ och blodkärl med hög detaljrikedom och noggrannhet. Den är en användbar teknik för att diagnostisera och övervaka en mängd sjukdomar, inklusive cancer, hjärtsjukdomar och hjärnskador. CT kan också användas för att planera kirurgiska ingrepp och övervaka behandlingar.

3.2.2 MRI

Magnetic Resonance Imaging (MRI) (på svenska: magnetresonanstomografi) är enligt Mayo Clinic en medicinsk bildteknik som använder magnetfält och radiopulser för att skapa detaljerade tvärsnittsbilder av kroppens inre. En MRI-scanning kan ge läkare information om sjukdomar eller skador i mjukvävnader som muskler, organ och hjärna.

I boken "The Essential Physics of Medical Imaging" av Bushberg et al. (2018) beskrivs MRI som en medicinsk avbildningsteknik som använder magnetfält och radiovågor för att skapa bilder av kroppens inre strukturer. När en person placeras i en magnetiskt stark miljö, som skapas av en MRI-maskin, uppstår en polarisation av protonerna i kroppsvävnaderna. MRI-maskinen genererar sedan en radiofrekvens som stör denna polarisation, vilket orsakar att protonerna utsänder radiovågor när de återgår till sitt ursprungliga läge. Dessa radiovågor menar Bushberg et al. (2018) fångas upp av en mottagare i MRI-maskinen och används för att skapa en detaljerad bild av kroppens inre strukturer. Bushberg et al. (2018) nämner också att MRI kan användas för att visualisera flödet av blod och cerebrospinalvätska, och för att mäta funktionella aktiviteter i hjärnan och andra organ.

3.3 AI inom radiologi

Liao & Agrawal (2019) skriver att AI har potential att förbättra diagnos och behandling inom medicinsk bildtolkning, inklusive radiologi. Man menar att AI inom radiologi kan användas för att upptäcka patologiska förändringar, kvantifiera sjukdomsgraden och stödja beslut om behandling. Enligt en studie som publicerades i tidskriften *Radiology* har användning av AI förbättrat diagnostisk noggrannhet inom radiologi jämfört med traditionella metoder. För att använda AI inom radiologi behöver man träningsdata som AI-systemet kan lära sig från. Träningsdata består av medicinska bilder och information om de diagnostiska resultaten. Genom att använda DL-tekniker kan AI-systemet sedan "lära sig" att känna igen mönster och förutsäga diagnoser baserat på nya data. För att säkerställa tillförlitligheten av AI-systemet menar Liao & Agrawal (2019) att det är viktigt att träningsdata är av hög kvalitet och att AI-systemet utvärderas regelbundet. En av utmaningarna som Liao & Agrawal (2019) menar finns med att använda AI inom

radiologi är att säkerställa att systemet inte missar eller misstolkar några viktiga indikationer.

Kaufman & Kirsh (2023) pratar om faktumet att AI spelar en allt större roll inom sjukvården inte minst när det gäller medicinsk bildklassificering. Man menar att det finns AI-baserade system som visat på större träffsäkerhet än mänskliga radiologer men att det fortfarande är få som implementeras i praktiken. Kaufman & Kirsh (2023) menar att en stor anledning till detta är brist på förståelse över hur AI kommer fram till de resultat som den kommer fram till. Man kan alltså inte motivera hur systemet tar ett beslut och har därför svårt att lita på beslutet. Kaufman & Kirsh (2023) menar att vi människor får andra människor att se validiteten av en tolkning genom att förklara varför vi ser det som vi ser och att vi kan göra detta eftersom vi är bekanta med processen att rikta uppmärksamhet till relevanta detaljer, anskaffa bevis för påståenden och länka det som skådas till varför det har en betydelse. Denna egenskap och förståelse saknas fortfarande i ML.

Gupta et al. (2022) kommer i sin rapport fram till att AI ofta redan ses som en sorts självtänkande entitet som snart kommer att ersätta radiologer men att detta är en missuppfattning som är långt ifrån verkligheten. Gupta et al. (2022) skriver att AI inom sjukvård och medicinsk bildigenkänning i själva verket befinner sig i en väldigt tidig fas även om det finns mycket publikationer om det och "state-of-the-art" AI modeller. Det finns än få AI applikationer som bevisligen sparar tid för radiologiskt arbetsflöde.

4. Resultat

4.1 Intervju A

Intervju A genomfördes med en radiolog på Södra Älvsborgs sjukhus. Respondenten i Intervju A har tio års erfarenhet i röntgen, varav fyra år som specialist, fem år som i ST och två år av AT.

Respondenten förklarar att mycket har hänt under de senaste tio åren då i princip inget inom radiologi var digitaliserat för tio år sedan. Respondenten lyfter skillnaden som digitaliseringen gjort inom yrket med digitala röntgenplåtar i form av bilder. Respondenten menar också att de datorsystem som används har blivit långsammare med åren vilket är mycket problematiskt. En förändring som genomförts med datorsystemet är en regionalisering, alltså att regionens sjukhus använder sig av samma system, vilket underlättar i kommunikation och vårdhantering.

"Det har skett en regionalisering så nu sitter hela regionen ihop på ett nätverk, det gjorde vi inte innan."

Respondenten förklarar hur AI används inom radiologi på så sätt att den hjälper till med bildförbättring. AI fungerar genom ett stort bildarkiv med högupplösta röntgenbilder, för att därigenom förbättra de bilder som kommer från röntgen. AI används också för att hitta och igenkänning av artefakter. Syftet med AI inom radiologi är att förbättra bilderna snarare än att förändra dem, vilket underlättar mycket i diagnostisering.

Respondenten säger även att dessa förbättringar ökar möjligheten att upptäcka artefakter som annars är svåra att se på röntgenplåtar utan bildförbättring.

“Med hjälp av ett stort arkiv med högupplösta bilder kan AI användas för att förbättra bilderna man får genom röntgen.”

Respondenten säger att ett annat användningsområde för AI är bildigenkänning för strokepatienter, där det är av stor betydelse att snabbt identifiera proppar och att se hur hjärnan mår. AI används alltså för att identifiera proppar, vilket hjälper till att göra snabbare bedömningar. Skillnaden i tid mellan att manuellt framställa dessa bilder som tar cirka 15 minuter mot att låta en AI göra en första bedömning direkt, kan sannolikt vara vitalt i behandling av en strokepatient.

Respondenten berättar om AIdoc som är det bildanalysverktyg som används i röntgen. AIdoc kan hjälpa till att hitta proppar i lungkärnen, hitta frakturer i slätröntgen såväl som att leta efter fri gas i magen som kan vara tecken på tarmskada. Enligt respondenten kan det också användas för att se till att det inte ligger någon hjärnblödning på en patient som inte akut behandlas. Överlag har verktyget flera användningsområden och används just nu endast på Södra Älvsborgs sjukhus i Västra Götalandsregionen. Enligt respondenten är det menat att detta verktyg ska användas i alla röntgen som körs, AIdoc kan väldigt snabbt analysera väldigt mycket bilddata, som annars hade tagit väldigt lång tid för personal att gå igenom. Verktyget sparar alltså mycket tid i röntgen och används enligt respondenten oftast i de tidskrävande uppgifterna, snarare än i de komplicerade uppgifterna.

“Ett exempel är att leta prickar i lungorna, där ser kärl och prickar likadana ut, och man måste gå in och kolla för att skilja på dem, vilket tar mycket tid, detta är en väldigt bra uppgift för AI som sparar oss mycket tid.”

Respondenten säger att inom fem år kommer de AI lösningar vi har idag förbättras, men att det antagligen inte kommer att hända så mycket mer innovativt på kort sikt. Respondenten menar att flera kommer börja använda de tekniker vi har idag, såsom AIdoc. AI kommer på kort sikt fungera som ett verktyg för läkarpersonal, men på lång sikt menar respondenten att arbetsuppgifter kan komma att behöva justeras och ändras. Respondenten säger också att maskiner aldrig kommer ta sista beslutet, utan att det alltid kommer att överlämnas till en person, likaså att ansvaret inte kommer ligga på maskinerna, det är fortfarande radiologerna som tar ansvar i bedömningar.

“Inga företag kommer att acceptera att maskiner tar sista beslutet, det är radiologerna som tar ansvar, tills det finns en lösning som tittar på allt och bedömer allt behöver en person finnas för att godkänna det.”

4.2 Intervju B

Intervju B genomfördes med en tekinksjuksjötterska på Södra Älvsborgs sjukhus i Borås. Respondenten är i botten röntgensjuksköterska och har jobbat som det i tolv år, jobbat som chef inom röntgen i sex år och ett år som systemförvaltare. Respondenten

jobbar med att utveckla mjukvara för bildframtagning och remisser, samt att utbilda personal vid uppdateringar i system och maskiner.

Respondenten berättar att AI används på flera sätt i verksamheten. Dels har ett tal ledningsprogram nyligen implementerats i röntgen och andra delar av Södra Älvsborgs sjukhus. Detta verktyg används för att underlätta i dokumentation och andra skriftliga uppgifter. Respondenten är också värd för ett visningsrum på SÄS. Visningsrummet visar upp nyheter inom digitalisering. Respondenten menar att de lyfte fram en robot för smittspårning, som användes mycket under Covid-19. Denna robot använde sjukhusens journalsystem för att ta reda på vilka personer som kommit i kontakt med smittade patienter på sjukhusen.

Respondenten menar att AI inte används inom radiologi i så hög utsträckning idag, men att det absolut ligger i framtiden. Respondenten lyfter den bildavläsning som används, och menar att den gör ett väl så bra jobb som en erfaren radiolog. Respondenten i intervju B menar att verktyget framförallt används i enklare och repetitiva arbeten och att det passar bra till exempelvis slätröntgen för lungorna.

“En AI är väl så duktig som en erfaren radiolog, när den har fått tillräckligt med material att jobba utifrån kan den ju upptäcka väl så mycket”

Respondenten berättar att det alltid är två röntgenläkare som kollar igenom resultaten från röntgen, en läkare som gör en första granskning, och sen en läkare som gör en slutgiltig granskning. Detta görs för att undvika missar och få flera ögon på bilderna. Respondenten menar att en möjlighet i framtiden är att en av dessa läkare byts ut till en AI, som likaväl kan genomföra en första granskning. AI kan alltså genomföra en första kontroll, och sedan lämna över till läkaren för ett beslut.

“AI kan kontrollera först och sedan lämna över till läkaren som dubbelgranskar, nu är vi inte där ännu, men jag tror AI kommer ganska starkt inom radiologi.”

Respondenten berättar att även maskinerna troligen kommer att utvecklas och automatiseras i en högre utsträckning framåt i tiden. Respondenten menar att maskinerna i röntgen i högsta grad fortfarande är manuella och behöver en hel del arbete för att använda dem, och därigenom skulle en vinst i tid och undvika misstag uppnås med en högre grad av automatiserade röntgenmaskiner.

Avslutningsvis pratar respondenten om hur inställningen till framtida AI är bland berörd personal. Respondenten menar där att det är varierat, och att inställningen skiljer sig från person till person mellan positiv inställning och en negativ inställning. Det är när AI kontrollerar patientinformation som patientsäkerheten potentiellt kan äventyras.

“Framförallt är det patientsäkerhet som man funderar över, exempelvis om det kan läcka ut patientinformation om vi kopplar en AI robot.”

4.3 Intervju C

Intervju C genomfördes med en radiolog på Hallands sjukhus i Halmstad. Respondenten har jobbat som radiolog i 10 år, forskat och disputerat inom radiologi och har även ansvar för olika AI-lösningar som de har på sjukhuset. Respondenten har till exempel varit med och implementerat och utvärderat en AI-lösning för att detektera blodproppar i lungorna.

Respondenten berättar att man använder några olika AI-lösningar för i verksamheten. Man har en för att förbättra röntgenbilder, den användes på skiktröntgenbilder och gör att bilden blir bättre med mindre brus. Respondenten menar att lösningen gör att man kan välja om en magnetkameraundersökning ska gå mycket snabbare eller om man vill ha bilder med mycket hög kvalitet.

“Vi använder några olika AI produkter och det ena är ju för att egentligen göra bilden bättre, bildrekonstruktion”

Respondenten i intervju C berättar också om en annan lösning som man implementerat för att upptäcka blodproppar. Denna teknik använder man när en patient har en misstänkt blodpropp i lungan och till exempel har svårt att andas eller hostar blod. I dessa fall menar responderten att man kan göra en inriktad skiktröntgen för att leta efter blodproppar. Respondenten menar att man redan är bra på att hitta blodproppar men att AI-lösningen hjälper dem att bli ännu några procent bättre. Denna lösning menar responderten också är bra för andra patientgrupper, till exempel patienter som kommer in för uppföljning på cancerbehandlingar eller cancerutredningar med skiktröntgen. Eftersom blodproppar i lungorna är en vanlig komplikation till både cancer och cancerbehandling är blodproppar i lungorna så hjälper AI-lösningen mycket för att upptäcka dessa eftersom de är dess enda syfte. Respondenten menar att man inte heller tänker så mycket på blodproppar i lungorna i denna patientgrupp eftersom patienterna tänker att de är symptom på behandlingen eller cancer snarare än blodproppar. Denna lösning, menar responderten, kan också ge svar på misstänkta blodproppar bara på 5-10 minuter och kan på detta sätt få behandling direkt istället för att behöva vänta några dagar på svar.

“Man tänker att man kanske är tungandad men tänker att det beror på att man har cancer i lungan. Dessa blodproppar är vi inte alls lika bra på att upptäcka för att vi är fullt fokuserade på att titta på andra delar i kroppen. Här hjälper AI oss väldigt mycket eftersom AIns enda syfte är att titta på och upptäcka blodproppar.”

“Så då har vi också kunnat förkorta tid till diagnos och behandling med hjälp av AI.”

Respondenten pratar också om att man använder AI för att behandla strokepatienter. Lösningen som man använder på sjukhuset i fråga heter “Rapid”. Man kan med denna lösning få en snabb grafisk visualisering av en i grunden ganska avancerad undersökning och på grund av detta även få en snabb uppfattning hur stark misstanke det finns för att det är en blodpropp i ett av hjärnans kärl eller inte.

“Men det fungerar på samma sätt också att det hjälper oss med de delar som om man tänker att där är vi ju redan rätt bra på det vi gör men den här AI:n ska göra oss ännu bättre och snabbare.”

Respondenten pratar väldigt nyanserat om AIs framtida roll inom radiologi men menar att det helt beror på vilket tidsspänn som man kollar på. Ur ett femårsperspektiv tror respondenten inte att de lösningar som redan finns idag kommer att användas i större utsträckning, alltså att man kommer att hitta fler och fler uppgifter där man ser att AI kan göra verklig skillnad. Respondenten tror inte heller att alla kommer att använda AI om fem år utan snarare att det kommer att variera mellan olika sjukhus och olika uppgifter. Respondenten menar att många av de lösningar som finns gör dem lite bättre men menar att det kanske inte är intressant att lägga mycket pengar på att bli lite bättre på en uppgift av många utan kommer att vara viktigare att hitta de uppgifter där man kan förbättra patientens resa genom vården.

“Utan det kommer att vara väldigt varierande vilket sjukhus jobbar man på, vilka typer av uppgifter gör man för många av dessa lösningar gör ju oss lite bättre men det kanske inte är intressant att lägga lite mer eller betala mycket pengar för att bli lite bättre på en uppgift av tusen utan då vill man kanske hitta de uppgifterna där man inte bara blir lite bättre som radiolog utan också känner att patientens resa genom vården påverkas”

Respondenten ger exempel såsom snabbare behandling eller säkrare diagnoser där man slipper fortsatta utredningar för att man får ett starkt diagnosstöd från början. Respondenten tror också att man i framtiden kommer att fokusera mycket på hur AI kan bygga ihop information från olika datakällor för att få stöd redan när man kommer in till akuten. På detta sätt kommer man kunna bedöma snabbt till exempel hur stor risken är att patienten har en blodpropp i lungan och kunna bedöma om patienten behöver göra en röntgen eller om man kanske till och med behöver behandling innan man går till röntgen.

I nuläget menar respondenten att man tittar på bilder och läser information som man fått från remissen men att AI-lösningen som man har endast hjälper till att titta på bilderna. I framtiden så menar respondenten att AI:n kanske kan “suga åt sig” information från olika register och på det sättet kunna göra bättre bedömningar än vad den kan idag när den endast kollar på bilder.

“Just nu så tittar vi på bilderna och läser den information som finns i remissen men får vi stöd av en AI så tittar den ju bara på bilden, men i framtiden så kanske den faktiskt kan suga åt sig information från olika register så och göra ännu bättre bedömning än vad vi kan och vad den kan idag med hjälp av bara bilden.”

Respondentens menar att AI redan idag har en stor påverkan på yrket men att detta inte är något konstigt eftersom radiologi alltid varit ett yrke med snabba och ständiga förändringar i form av ny teknik och nya moderniteter, Respondenten tror att AI säkerligen kommer att utplåna vissa uppgifter som idag är rutin men att detta är en naturlig utveckling som sker även utan AI.

“Inom 10 år så kanske det är borta, den uppgiften finns inte kvar något mer eftersom AI:n gör det och människans uppgift är att ta en slutgiltig ställning till det”

Respondenten är övertygad om att AI i framtiden kommer att ta beslut själv och att när detta sker egentligen är en fråga om vad vi människor har för inställning till AI som ensam beslutsfattare. Det handlar också om vilken tilltro som patienterna har till AI:n, räcker det att AI:n är lika bra som en genomsnittlig radiolog eller måste den vara bättre än den bästa radiologen?

“Det är som analogin med självkörande bilar, hur bra måste en självkörande bil vara innan det är okej att låta den rulla ut på vägen. Samma sak med en AI inom radiologi, där kan man också tänka sig “Hur bra måste en AI vara innan man kan låta den ta beslut ensam?””

Avslutningsvis så reflekterar respondenten från intervju C över vilka egenskaper som AI inte kan göra men som en radiolog kan. Här menar respondenten att röntgenläkare gör mycket annat än att titta på bilder och att dessa uppgifter nog inte kommer att kunna göras av en AI på en lång tid. Respondenten pratar också om prioritering som en sak som en AI inte kommer kunna göra, alltså hur man prioriterar röntgens resurser, vad som skall göras i vilken utsträckning och i vilken ordning som det ska göras.

“Jag tror att, som röntgenläkare så gör vi mycket annat än att titta på bilder. Vi gör också en del av interventionen när vi med hjälp av t ex ultraljud, skiktröntgen eller magnetkamera tar t ex prover från en patient eller injicerar medicin eller avlastar varans handlingar och där är det långt kvar innan AI är redo att hjälpa till genom att koppla in den i en robot.”

5. Analys

5.1 Empirisk analys av intervju A

Intervju A ger en inblick i hur digitalisering och AI har påverkat radiologins utveckling under de senaste tio åren. Respondenten är en erfaren radiolog som har sett mycket förändring inom yrket, särskilt när det gäller digitalisering och AI-lösningar.

Enligt respondenten har digitaliseringen haft en stor inverkan på radiologins diagnostiseringsprocesser, särskilt genom användningen av digitala röntgenbilder. Respondenten betonar också vikten av regionalisering av datorsystem, som underlättar kommunikation och vårdhantering mellan olika sjukhus inom samma region.

Vi kan också urskilja att AI-teknik används inom radiologi för bildförbättring och artefaktigenkänning. En viktig användning av AI är inom strokebehandling, där AI kan hjälpa till att snabbt identifiera proppar och hjärnblödningar. Enligt respondenten kan AI-lösningar som “AIdoc” spara mycket tid i röntgen, särskilt vid tidskrävande uppgifter. Detta verkar onekligen kunna hjälpa till att minska arbetsbelastningen för radiologer och öka möjligheten att upptäcka sjukdomar i ett tidigt skede. Även om respondenten är positiv till användningen av AI-teknik inom radiologi, betonar de också

att det alltid kommer att finnas en viktig roll för radiologer att spela i diagnostiseringsprocessen. Respondenten tror att AI-lösningar kommer att fungera som ett verktyg för läkare på kort sikt, men att arbetsuppgifterna på längre sikt kan komma att behöva justeras och ändras.

Övergripande så ger Intervju A en positiv syn på hur digitalisering och AI kan förbättra radiologins diagnostisering och vårdprocesser, samtidigt som den betonar vikten av en aktiv roll för radiologer i beslutsprocessen.

Idag används alltså AI inom radiologi genom bildförbättring och bildigenkänning. Bildförbättringen implementeras på röntgenbilderna och underlättar för radiologer för identifiering av artefakter. Dessa förbättringar baseras på ett stort arkiv av högupplösta bilder, som programvaran kan jämföra med och applicera på de nya röntgenbilderna. Bildigenkänning används också på röntgenbilderna och baseras också på bilder från ett arkiv. Denna bildigenkänning kan kontrollera bilder och kolla efter artefakter som ofta kan vara ett tidsödande arbete för radiologer.

5.1.2 Teoridriven analys av intervju A

Jämför man resultaten från intervju A med teorin så kan man helt klart se att den tekniska delen som beskrivs i teorin används inom vården idag om än mer begränsat än vad den är kapabel till. Intervjun går inte in på djupet när det kommer till de tekniska delarna men de hjälpmedel som beskrivs användas är med stor sannolikhet baserade på de tekniker som beskrivs i teorikapitlet.

Jämför man synen och på potentialen som AI har inom radiologi i intervjun med den teoretiska delen så kan man också se att det finns likheter. Precis som Liao & Agrawal (2019) skriver så indikerar också respondenten att AI kommer att ha en stor potential att påverka sättet som man arbetar inom sjukvården idag. Respondenten menar också precis som Liao & Agrawal (2019) att man redan idag använder AI för att upptäcka patologiska förändringar i kroppen. Det framkommer också i intervjun att AI för tillfället primärt används genom bildanalys som görs på röntgenbilder som vilket går att koppla till vikten av kvalitet på bilder eller träningsdata som Liao & Agrawal (2019) skriver om. Respondenten beskriver också att man använder stora arkiv med bilddata, högupplösta och högkvalitativa bilder.

Respondentens syn på framtiden för AI inom radiologi kan också parallelliseras med teoridelen. Även om Gupta et al. (2022) menar på att vi är i ett väldigt tidigt stadiet av AI inom sjukvården så påpekar även respondenten att det troligtvis kommer att ta ett tag innan man behöver tänka allt för mycket på att anpassa sig efter AI och tekniken faktisk kommer att ändra sättet som radiologer idag jobbar på.

5.2 Empirisk analys av intervju B

Den intervjuade respondenten i intervju B är en erfaren röntgensjuksköterska som har jobbat inom området i tolv år, inklusive sex år som chef inom röntgen och ett år som systemförvaltare. Respondenten är involverad i utvecklingen av mjukvara för bildframtagning och remisser samt utbildning av personal vid system- och maskinuppdateringar.

När det gäller AI: s användning inom radiologi påpekar respondenten att det inte används i så stor utsträckning för närvarande, men att det är framtidens riktning. Respondenten nämner att bildavläsning är ett område där AI kan användas och påpekar att det kan göra lika bra jobb som en erfaren radiolog, särskilt för enklare och repetitiva arbetsuppgifter som slätröntgen av lungorna. För att undvika misstag och säkerställa noggrannhet granskas resultaten alltid av två röntgenläkare, en första granskning och en slutlig granskning. Respondenten föreslår att i framtiden kan en av dessa läkare ersättas av en AI som kan utföra den första granskningen, vilket skulle spara tid och minska arbetsbördan.

Respondenten påpekar också att det förväntas att maskinerna inom röntgen kommer att utvecklas och automatiseras i högre utsträckning. För närvarande är maskinerna manuella och kräver betydande arbetsinsats för att använda dem, men en högre grad av automatisering skulle möjliggöra tidsbesparingar och minska risken för felaktigheter.

Slutligen nämner respondenten att inställningen till AI varierar bland personalen. Vissa är positivt inställda till tekniken medan andra är mer negativa. Det framkommer att det är särskilt när AI är ansvarig för patientinformation som patientsäkerheten kan potentiellt äventyras. Det är därför viktigt att säkerställa att AI-system är tillförlitliga och noggrant testade för att undvika eventuella risker för patienterna. Intervju B visar på att AI används främst som bildanalysverktyg inom radiologi idag, men att andra typer av AI assistans såsom tal ledningsprogram omger sjukvården. AI kan också komma att ge möjlighet till att spara tid och resurser då den i vissa fall kan ersätta och assistera i radiologiarbetet.

5.2.2 Teoridriven analys av intervju B

I intervju B kan man dra stora paralleller framförallt till Guptas et al. (2022) syn angående AI inom sjukvården och medicinsk bildigenkänning, alltså att AI faktiskt inte används under någon större utsträckning än. Gupta et al. (2022) menar på att vi befinner oss i ett tidigt stadium när det gäller tekniken för AI och detta återspeglas mer i intervju B.

Respondenten har trots detta en pragmatisk framtidstro och precis som Liao & Agrawals (2019) tro på potentialen med AI inom sjukvård och bildigenkänning så påpekar respondenten att det förväntas komma lösningar och tekniker som fortsatt kan utveckla denna del av sjukvården. Jämför man respondentens inställning med Kaufman & Kirsh (2023) så ser man en tydlig skillnad i synen på dagens läge gällande användning av AI där Kaufman & Kirsh (2023) menar att tekniken redan idag används extensivt inom radiologi medan respondenten menar att AI idag inte används alls i så stor utsträckning som man kan tro.

5.3 Empirisk analys av intervju C

Även från intervju C kan man se att AI redan är en viktig del inom radiologi och har potential att spela en allt större roll i framtiden. Det framkommer att AI kan användas för att förbättra bildkvaliteten genom att reducera brus och förbättra rekonstruktionsteknikerna. Det framkommer också att AI kan användas för att hjälpa

radiologer att upptäcka blodproppar i lungor och kärl i hjärnan, vilket kan leda till en snabbare och mer exakt diagnos och behandling. Respondenten i intervju C menar också på att det finns potential att minska belastningen på sjukvården genom att sortera undersökningar i ordning, baserat på deras prioritet och huruvida de innehåller en misstänkt blodpropp eller inte.

Utifrån intervju C kan vi också anta att AI sannolikt kommer att spela en allt större roll inom radiologi i framtiden, alltefter att tekniken utvecklas och förbättras. Vi kan förvänta oss att AI kommer att kunna hjälpa radiologer att upptäcka fler sjukdomar och avvikelser i bilderna på ett tidigt stadium, vilket kan förbättra prognosen och behandlingsresultaten för patienter. Respondenten pratar också om att AI kan komma att spela en viktig roll i att minska arbetsbelastningen på radiologer genom att automatisera en del av deras arbetsuppgifter, vilket kan frigöra mer tid för patientvård och forskning. Samtidigt är det viktigt att notera att AI-tekniken alltid kommer att behöva stöd av människor, och radiologer kommer alltid att spela en avgörande roll i att bedöma och behandla patienter.

4.3.2 Teoridriven analys av intervju C

I intervju C kan vi se indikationer på en gemensam syn med Kaufman & Kirsh (2023). Här menar respondenten precis som Kaufman & Kirsh (2023) på potentialen med AI inom radiologi och dess förmåga att upptäcka sjukdomar och patologiska förändringar. Man ser också likheter mellan empirin och teorin i det att båda framhåller att förbättra träffsäkerheten i att identifiera sjukdomar och avvikelser samt betydelsen av bra träningsdata för att kunna uppnå detta. En tydlig skillnad mellan empirin och teorin är till exempel Kaufman & Kirshs (2023) mening att människor har svårt att lita på AI på grund av bristande kunskap om hur de når sina resultat. Detta är en anmärkningsvärd del som respondenten inte pratar om alls.

5.4 Sammanfattande analys

Man kan summera en del aspekter och punkter utifrån resultatet. Resultatet indikerar till exempel starkt på att AI inom radiologi redan idag används mer eller mindre på något sätt i alla fall på de större radiologiavdelningarna i en svensk kontext. Till vilken utsträckning som man använder det är mindre generellt och verkar variera en del. Den vanligaste förekommande lösningen som nämns är den där man snabbt kan få en diagnos på en strokepatient som säger om den behöver akut vård.

Resultatet klarlägger också att AI i alla fall inte än har någon sorts beslutsfattande roll inom radiologi utan fortfarande används som ett verktyg för radiologer som hjälper dem att utföra sitt jobb lite bättre och kan assistera. Det framgår att detta bero på ett antal faktorer; dels att företagen som skapar AI-lösningarna själva inte är tillräckligt säkra på hur deras lösningar skapar output och därför inte än är redo att gå i god för resultatet, det finns också fortfarande en allmän oklarhet över vilken tilltro vi människor och patienter har till AI-modellers beslutsfattande.

Resultatet visar också på en osäkerhet i hur framtiden kring AI kommer att se ut även om det finns stora förhoppningar. Denna oklarhet beror till stor del på allmänhetens och

beslutstagares syn på tilltro till AI men också på hur man lyckas med att implementera AI på olika sätt i verksamheter.

Både inom teorin och den empiri som samlats in kan man se ganska stora skillnader på både hur AI används inom radiologi idag, hur man tror att utvecklingen kommer att ske och i vilken takt och nivå som AI kommer att påverka radiologi och radiologer.

6. Diskussion

Intervju A ger en omfattande och utförlig inblick i hur digitalisering och AI har påverkat radiologins utveckling under de senaste tio åren. En erfaren radiolog, som har varit vittne till betydande förändringar inom yrket, särskilt i samband med digitalisering och AI-lösningar, delar sin syn på utvecklingen.

Digitaliseringen har haft en betydande inverkan på radiologins diagnostiseringsprocesser. Genom användningen av digitala röntgenbilder har den traditionella metoden med röntgenplåtar gradvis ersatts. Detta har möjliggjort snabbare och mer effektiva metoder för bildlagring, åtkomst och delning. Digitala bilder kan enkelt överföras elektroniskt mellan olika sjukhus och vårdgivare, vilket möjliggör snabbt och smidigt samråd med specialister och förbättrar vårdens kvalitet och effektivitet. Respondenten framhåller också vikten av regionalisering av datorsystem, där olika sjukhus inom samma region använder kompatibla system för att underlätta kommunikation och vårdhantering.

AI-teknik har också integrerats inom radiologi för bildförbättring och artefaktigenkänning. Med hjälp av AI-algoritmer kan digitala röntgenbilder förbättras genom att minska brus, öka kontrast och skärpa detaljer. Detta underlättar för radiologer att tydligt identifiera eventuella avvikelser och sjukdomar. Dessutom kan AI-teknik användas för att känna igen och markera artefakter, såsom störningar orsakade av patientens rörelse eller felaktig positionering. Genom att automatiskt identifiera dessa artefakter kan radiologer spara tid och undvika onödiga felaktiga bedömningar.

En särskilt viktig tillämpning av AI inom radiologi är inom strokebehandling. Tid är en avgörande faktor vid stroke, och snabb identifiering av proppar eller hjärnblödningar är avgörande för att kunna ge rätt behandling. AI-teknik kan analysera och tolka röntgenbilder av hjärnan för att snabbt upptäcka och markera eventuella avvikelser. Exempelvis kan AI-algoritmer identifiera specifika tecken på stroke och underlätta bedömningen för radiologer. Enligt respondenten kan AI-lösningar som AIdoc spara betydande tid inom röntgenprocessen, särskilt vid tidskrävande uppgifter. Detta kan bidra till att minska arbetsbelastningen för radiologer och öka möjligheten att upptäcka sjukdomar i ett tidigt skede.

Trots att respondenten är positiv till användningen av AI-teknik inom radiologi betonar de vikten av att radiologer fortsätter att spela en aktiv roll i diagnostiseringsprocessen. AI-lösningar fungerar som verktyg för läkare på kort sikt, medan på lång sikt finns det möjligheter att justera arbetsuppgifter i förhållande mellan radiologer och AI.

AI har potential att revolutionera radiologins praktik genom att förbättra diagnostisering och behandling. Enligt Liao & Agrawal (2019) kan AI inom radiologi användas för att upptäcka patologiska förändringar, kvantifiera sjukdomsgraden och stödja beslut om behandling. Genom att analysera stora mängder träningsdata kan AI-system lära sig att identifiera mönster och förutsäga diagnoser baserat på ny information.

Enligt forskning har användningen av AI inom radiologi visat sig öka diagnostisk noggrannhet jämfört med traditionella metoder. Detta kan leda till snabbare och mer exakta diagnoser, vilket i sin tur kan förbättra patientvård och behandlingsresultat. AI-system kan snabbt analysera röntgenbilder, upptäcka avvikelser och markera potentiella sjukdomar, vilket avlastar radiologer från tidskrävande uppgifter och minskar risken för mänskliga fel. För att använda AI inom radiologi krävs dock högkvalitativa träningsdata och regelbunden utvärdering av AI-systemets prestanda. Det är viktigt att säkerställa tillförlitligheten hos AI-systemet för att undvika missade eller felaktigt tolkade indikationer, vilket kan ha allvarliga konsekvenser för patienterna.

Trots AI-teknikens potential betonar forskarna att radiologer fortfarande spelar en viktig roll i beslutsprocessen. Radiologer besitter unik medicinsk kunskap och expertis som AI ännu inte kan ersätta. De kan integrera kliniska data, patientens historik och andra faktorer för att fatta välgrundade beslut och ge personlig vård. Radiologer behöver därför arbeta i symbios med AI-system, där AI fungerar som ett verktyg som kompletterar deras expertis och ökar effektiviteten i diagnostiseringen.

För att maximera AI-teknikens potential inom radiologi och övervinna dess utmaningar krävs ytterligare forskning, utveckling och samarbete mellan radiologer, teknikexperter och medicinsk forskning. Genom att dra nytta av AI:s fördelar samtidigt som man upprätthåller den mänskliga expertisen kan radiologer fortsätta att erbjuda högkvalitativ och individualiserad vård till patienter.

6.1 På vilka sätt använder man AI inom radiologi?

Utgår man från svaren som vi fått så finns det en rad olika AI-lösningar som man redan använder inom radiologi i en svensk kontext. Den användning som är mest utstickande och som samtliga aktörer pratar om är en lösning för att förbättra kvaliteten av bilder som tas av CT eller MR. Denna lösning menar samtliga respondenter att man använder och dessutom att den är till stor hjälp vid analys av röntgenbilder.

En annan utstickande lösning är den som beskrivs kunna upptäcka blodproppar i lungorna. Detta användningsområde för AI implementeras redan på sjukhuset där en av respondenterna arbetar och skall under våren införas på det sjukhus där de andra två respondenterna arbetar. Det framkommer inte hur lösningen rent tekniskt fungerar och det finns troligtvis olika sätt att träna AI till att göra detta men lösningen går i grunden ut på att AI, troligtvis med hjälp av ML eller DL matas med bilder och lär sig själv att identifiera vad en av respondenterna kallar för "prickar" och som vanligtvis är någon form av avvikande artefakt som finns. "Aldoc" som respondent A pratar kan även identifiera frakturer och gaser i buken.

Ett tredje användningsområde som återkommer under intervjuerna är den lösning som hjälper till att identifiera blodproppar i hjärnan för strokepatienter. Denna lösning pekas av både respondent A och C ut som ett bra hjälpmedel för att snabbt kunna få ett svar på om patienten behöver speciella ingripanden snabbt.

Det som tydligt är att man fortfarande endast använder AI som ett typ av verktyg inom radiologin. Man tar inte beslut baserat på AI:s bedömning utan använder istället tekniken som en hjälp och det finns en delad uppfattning om att den gör arbetet som utförs lite bättre.

6.2 På vilket sätt kommer AI inom radiologi att påverka yrket?

Utifrån intervjuerna finns det varierande åsikter om hur AI kommer att påverka yrket radiologi. Detta pratas mest om i intervju A och i intervju C där de båda respondenterna har varierande analyser om hur yrket kan komma att förändras. Det som båda respondenterna är överens om är att radiologi är ett yrke som är i ständig förändring, framförallt eftersom det är ett yrke som styrs mycket av teknisk innovation. Man menar att det till exempel för 10 år sedan fanns arbetsuppgifter som idag inte finns längre och att det troligtvis om 10 år kommer att finnas arbetsuppgifter som idag är självklara men som då inte längre behöver utföras. Man är dock också överens om att det kommer att finnas nya arbetsuppgifter som radiologer behöver utföra.

I intervjuerna pratas det mycket om vilket tidsperspektiv man väljer att analysera för förändringen. Båda i intervju A och C menar man på den osäkerhet som finns med teknisk utveckling och speciellt AI. Detta är starkast uttryckt i intervju C där respondenten pratar om just osäkerheten i hur snabb utvecklingen kommer att bli speciellt för AI. Potentialen av AI när det gäller a diagnostisering beskrivs av både respondent A och C som väldigt hög, de båda menar dock också att det är svårt att veta hur lång tid det tar att uppnå denna potential.

Angående beslutsfattande skiljer sig svaren åt helt mellan respondent A och C vilket är anmärkningsvärt. Utan att ge någon tidsram så menar respondent C på att AI absolut kommer att ta egna beslut i framtiden medan respondent A i stället menar att hen inte ser att något företag skulle kunna acceptera att maskinen tar sista beslutet utan att det är radiologerna som har ansvar och tar sista beslutet. Denna tvetydighet tyder på osäkerheten för AI-teknologi och handlar i grunden om tilltro till AI. Det finns något att hämta i frågan hur bra en AI måste vara för att vi ska lite på besluten som en maskin tar eller om vi över huvud taget kan lita på den. Kaufman & Kirshs (2023) konstaterande att AI fortfarande i stor utsträckning saknar egenskapen att kunna motivera hur den kommer fram till det som den kommer fram till skulle kunna vara en barriär som gör att vi under en lång tid kan ha svårt att förlika oss med att den tar beslut åt oss.

6.3 När går AI från verktyg till aktör inom radiologi?

Denna frågeställning är inte helt lätt att svara på men som tidigare beskrivet så verkar det som att AI i nuläget används som ett verktyg snarare än en aktör. Framtiden är också ovisst och det verkar finnas delade åsikter även om det i slutändan kokar ner till en acceptansfråga. När är vi människor redo att lita fullt på vad en AI ger för besked? Denna fråga är svår att svara på och det är troligtvis avgörande att kunna svara på denna

fråga innan vi kan svara på föregående fråga. Utgår man från analysen som görs så finns det delade åsikter om hur lång tid det kommer att ta innan vi kan tillåta en AI att ha sista ordet i en diagnostisering. En av respondenterna menar att det är ofrånkomligt i längden men menar att det är omöjligt att ge en exakt tidsram. En annan menar på att det inte kommer att hända eftersom företagen som skapar AI-lösningarna aldrig kommer att gå med på att AI tar sista beslutet troligtvis eftersom de då indirekt blir ansvariga om beslutet är fel.

7. Slutsatser

Slutsatsen från de tre intervjuerna ger en samlad bild av hur digitalisering och AI påverkar radiologins utveckling och användning inom vården. Det framkommer att digitaliseringen har haft en betydande inverkan på radiologins diagnostiseringsprocesser genom användningen av digitala röntgenbilder. Genom att använda AI-teknik inom radiologi kan man förbättra bildkvaliteten, underlätta identifiering av artefakter och hjälpa till att upptäcka sjukdomar i ett tidigt skede.

En viktig aspekt som framkommer är att AI-lösningar fungerar som ett verktyg för radiologer snarare än att ersätta deras roll. Respondenterna betonar att radiologer kommer att ha en fortsatt viktig roll i diagnostiseringen och beslutsprocessen. AI kan fungera som ett stödverktyg genom att utföra en första granskning av bilder och underlätta repetitiva uppgifter, vilket kan spara tid och minska arbetsbördan för radiologer. En annan framträdande punkt är att respondenterna nämner potentialen för AI att minska arbetsbelastningen och frigöra tid för radiologer att fokusera mer på patientvård och forskning. Automatisering och utveckling av röntgenmaskiner kan också bidra till tidsbesparingar och ökad effektivitet inom radiologin.

Intervjuerna ger en övergripande positiv syn på hur digitalisering och AI kan förbättra radiologins diagnostisering och vårdprocesser. Samtidigt understryks vikten av att behålla en balans och säkerställa att tekniken stöder och kompletterar radiologens expertis. Det är nödvändigt med fortsatt utveckling, utbildning och kvalitetskontroll för att dra full nytta av AI inom radiologi och säkerställa patientsäkerhet och vårdkvalitet.

På vilka sätt använder man AI inom radiologi?

Idag används AI inom radiologi som ett verktyg för röntgenläkare som bidrar med en effektivare och möjligt mer noggrann och konsistent bedömning av röntgenbilder. Tekniken kompletterar också den expertis som finns i området. Den AI som används är bildigenkänning samt identifiering i röntgenbilder, men också bildförbättring av röntgenbilderna, vilket underlättar identifiering vid granskning.

På vilket sätt kommer AI inom radiologi att påverka yrket?

Idag assisterar AI arbetet i radiologin på nämnda sätt. Dessa hjälpmedel gör arbetet mer effektivt och en högre träffsäkerhet mot det manuella arbetet i exempelvis bildanalys. Dessa förbättringar ger vinster i tid, som kan spenderas på annat sätt inom vården. Utifrån genomförda intervjuer finns det en större plats för AI hjälpmedel i radiologin, där dessa tekniker och hjälpmedel blir standard för svensk sjukvård.

När går AI från verktyg till aktör inom radiologi?

Det är svårt att säga exakt när AI kommer att gå från ett verktyg till aktör och kollar man på vad forskningen och experter säger så finns det många olika synvinklar på detta. Det mest förekommande är dock att AI troligtvis kommer att fortsätta vara ett verktyg under en längre tid framöver på grund av att vi har svårt att förstå hur AI resonerar sig fram till de slutsatser som den drar. Faktumet att AI fortfarande till väldigt stor del är en blackbox gör att det blir svårt för oss människor att lita på den fullt ut. Med detta sagt så finns det också en möjlighet att AI kan börja användas som en beslutsfattare inom en kortare period då det visat sig att tekniken tidigare har varit svår att förutspå utvecklingen inom.

7.1 Fortsatt forskning

För vidare forskning i området kan effektiviseringsvinsterna utforskas, exempelvis i undersökningar om hur mycket tid dessa hjälpmedel faktiskt kan spara, och vilka AI lösningar som är de mest skalbara ur ett ekonomiskt och praktiskt perspektiv. Det kommer även vara nödvändigt att följa upp utvecklingen för hur man faktiskt använder AI inom radiologi i framtiden, hur det påverkar yrket samt vilka nya etiska problem och aspekter som man kommer behöva ta ställning till. Fortsatt forskning inom ämnet blir väldigt viktigt då det som bevisligen är väldigt komplexa frågor utan några givna svar som ämnet berör. Olika forskare och experter drar olika slutsatser och detta gör att det blir alltmer intressant att se hur det faktiskt blir när framtiden kommer ikapp. Ytterligare förslag på fortsatt forskning skulle vara att undersöka olika delar av världen. Denna studie är begränsad till en svensk kontext och det skulle helt klart vara intressant att forska på olika delar av världen då det troligtvis finns enorma kulturella, ekonomiska och tekniska skillnader.

Referenser

Baloglu, O., Latifi, Q. S., Nazha, A. (2021). What is machine learning?. *Archives of Disease in Childhood –Education & Practice Edition*, February 2021
doi:[10.1136/archdischild-2020-319415](https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-319415)

Blix, M, Levay, C. (2018) Operation digitalisering – en ESO-rapport om hälso- och sjukvården. ISBN: 978-91-38-24877-5. https://eso.expertgrupp.se/wp-content/uploads/2017/08/2018_6-fr%C3%A5n-tryckeriet.pdf

Davenport, T., Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J*, June 2019
doi: <https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>

Denny, E. & Weckesser, A. (2022). How to do qualitative research?. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology, Vol 129, Pages 1166-1167*
doi:<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1111/1471-0528.17150>

Erickson, B. J., Korfiatis, P., Kline, T. L., Akkus, Z., Philbrick, K., & Weston, A. D. (2018). Deep Learning in Radiology: Does One Size Fit All?. *Journal of the American College of Radiology*, 15(3), 521-526.
doi:10.1016/j.jacr.2017.12.027

Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R.A., et al. (2017). *Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks*. *Nature*, 542(7639), 115-118.
doi: <https://doi.org/10.1038/nature21>

Farsal, W., Anter, S., Ramdani, M. (2018). Deep Learning: An Overview. *SITA'18: Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications*,
doi:10.1145/3289402

Glikson, E., Woolley, A., W. (2020). Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research. *The Academy of Management Annals*, April 2020
https://www.researchgate.net/publication/340605601_Human_trust_in_artificial_intelligence_Review_of_empirical_research_Academy_of_Management_Annals_in_press

Gupta, V., Erdal, B. S., Ramirez, C., Floca, R., Jackson, L., Genereaux, B., Bryson, S., Bridge, C. P., Kleesiek, J., Nensa, F., Braren, R., Younis, K., Penzkofer, T., Bucher, A. M., Qin, M. M., Bae, G., Lee, H., Cardoso, M. J., Ourselin, J., Kerfoot, E., Choudhury, R., White, R. D., Cook, T., Bericat, D., Lungren, M., Haukioja, R., Shuaib, H. (2022). Current State of Community-Driven Radiological AI Deployment in Medical Imaging. *Arxiv, Submitted on 29 Dec 2022 (v1), last revised 8 May 2023*
doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.14177>

Kaufman, R. A. & Kirsh, D. (2023), Explainable AI And Visual Reasoning: Insights From Radiology. *Conference on Computer-Human Interaction (CHI) Human-Centered Explainable AI Workshop*, 8 pages.

doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.03318>

Klassner, F. (1996). Artificial intelligence: introduction. *Association for Computing Machinery*. New York, NY, United States

Doi: 10.1145/332148

Lakhani, P., Sundaram, B. (2017). Deep Learning at Chest Radiography: Automated Classification of Pulmonary Tuberculosis by Using Convolutional Neural Networks. *Radiology*, 284(2), 574-582.

doi: <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162326>

Li, X., Tian, J., Nan, N., Tu. C., Zhang, D., Song, X., Zhang, H. (2021). Artificial Intelligence Based Myocardial Ischemia Detection in Cardiac Radiology. *ISAIMS '21: Proceedings of the 2nd International Symposium on Artificial Intelligence for Medicine Sciences*. October 2021

doi:<https://doi-org.lib.costello.pub.hb.se/10.1145/3500931.3500951>

Liao, G. J., & Agrawal, P. (2019). Role of artificial intelligence in diagnostic radiology: past, present, and future. *Journal of Clinical Medicine*, 8(6), 773.

Mazurowski, M. A., Buda, M., Saha, A., Bashir, M. R. (2018) Deep learning in radiology: an overview of the concepts and a survey of the state of the art. *arxiv*, 27 pages

doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.1802.08717>

Roy, A. (2000). Artificial Neural Networks - A Science in Trouble. Publicerat: *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, Januari

doi:<https://doi.org/10.1145/846183.846192>

Shapiro, S., C. (2003). Artificial intelligence (AI). *Encyclopedia of Computer Science*. January 2003, Pages 89–93

<https://dl-acm-org.lib.costello.pub.hb.se/doi/10.5555/1074100.1074138>

Suleimenov, I., E., Vitulyova, Y. S., Bakirov, A. S., Gabrielyan, O. A. (2020). Artificial Intelligence: what is it?. *ICCTA '20: Proceedings of the 2020 6th International Conference on Computer and Technology Applications*, April 2020, Pages 22–25

doi:10.1145/3397125

Böcker

Braun, V., & Clarke, V. (2013). *Successful qualitative research: A practical guide for beginners*. Sage.

Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt Jr, E. M., & Boone, J. M. (2018). *The essential physics of medical imaging*. Lippincott Williams & Wilkins.

Hart, C. (1999). *Doing a literature review: Releasing the social science research imagination*. Sage.

Repstad, P., (1999). *Närhet och distans: kvalitativa metoder i samhällsvetenskap*. Studentlitteratur

Rubin, H, J. & Rubin, I, S. (2005). *Qualitative Interviewing (2nd ed.): The Art of Hearing Data*.

Esaiasson, P., Gilljam, M., Oscarsson, H., Wängnerud, L. (2012). *Metodpraktikan, konsten att studera samhälle, individ och marknad*. Upplaga: 4.1

Weber, R. P. (1990). *Basic Content Analysis* (2nd ed.). SAGE Publications.

Artiklar

Gymnasium.se, Petra,SYV (2017) Kan jag bli röntgenläkare efter Vård-och omsorgsprogrammet?

<https://www.gymnasium.se/Sections/faq/FAQQA.aspx?questionid=20131&subjectid=#:~:text=En%20r%C3%B6ntgenl%C3%A4kare%20eller%20radiolog%20%C3%A4r,%C3%A4r%205%20%C3%A5r%20l%C3%A5ng>.

Mayo Clinic. *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*. Hämtad den 12 maj 2023 från <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/mri/about/pac-20384768>

Bilagor

Intervjufrågor:

Bakgrund:

Vad har du för utbildningsbakgrund?

Hur lång erfarenhet har du inom radiologi?

Vad är din huvudsakliga uppgift som radiolog?

AI - relaterat

Använder ni AI?

OM använder AI

Inom vilka områden används AI och vilka uppgifter har den?

På vilket sätt hjälper AI er med ert arbete?

OM INTE använder AI:

På vilket sätt skulle AI hjälpa till med dina arbetsuppgifter?

Vilka problem/utmaningar tycker du att det finns med AI inom radiologi?

Generella AI:

Vilken roll har du uppfattat att AI kommer att spela vad gäller framtiden för sjukvården och radiologi?

Hur kommer AI att påverka radiologi yrket?

Finns det saker som artificiell intelligens inte kan göra inom röntgen?