



KØBENHAVNS
UNIVERSITET

Afleveringsopgave 1 - VTDat

Mikkel Willén, bmq419, hold 7

7. maj 2023

Indhold

Kuhns paradigmatheori	2
Datalogiens teoretiske paradigme	2
Quantum computing	2
Revolutioner og inkommensurabilitet indenfor datalogi	3

Kuhns paradigmatheori

Thomas Kuhn's paradigmatheori, er en teori for at forstå videnskabelige fremskridt og hvordan fremskridtene opstår. I følge Kuhn er videnskabelig fremskridt ikke en lineær proces, men en række skift fra et dominerende videnskabelig paradigme til et andet.

Begrebet normal videnskab er centralt i Kuhn's paradigmatheori. Normal videnskab referer til forskning der finder sted indenfor et givent paradigme, hvor videnskabsfolk arbejder med at løse problemer og afvigelser som er givet af rammerne for paradigmet. Normal videnskab er karakteriseret ved en generel enighed om antagelser og metoder, som er accepteret af videnskabsfolk.

Når problemer og afvigelser akkumulerer, og den eksisterende paradigme ikke holder stik, kan der ske en videnskabelig revolution. En videnskabelig revolution er et paradigme skift, som sker, når et nyt paradigme fremtræder for at overtage for det gamle paradigme.

Konceptet disciplinær matrix er også vigtigt i Kuhns paradigmatheori. En disciplinær matrix er et set af antagelser, koncepter, metoder og værdier, som er delt af videnskabsfolk. Disciplinær matrixen giver rammerne for normalvidenskab, men det kan også sætte grænser for videnskabelige fremskridt ved at fastholde accepterede normer og idéer.

Generelt beskriver Kuhns paradigmatheori, hvordan videnskabelig fremskridt ikke altid er en let og kontinuerlig proces, men en række af skift mellem forskellige videnskabelige paradigmer. Disse skift er et resultat af problemer og afvigelser, som ikke kan blive løst med det eksisterende paradigme, som leder til en videnskabelig revolution og til et nyt paradigme [Kuh95].

Datalogiens teoretiske paradigme

En Turing maskine er en abstrakt model af en beregningsmaskine som består af et bånd med symboler på, et læse og skrive hoved, som kan bevæge sig frem og tilbage på båndet, og et set af regler, som beskriver, hvordan hovedet skal interagere med båndet. Turing maskinen kan lave enhver beregning, der er mulig for fysisk computer, hvilket gør det til et vigtigt værktøj indenfor datalogi.

Datalogiens teoretiske paradigme baseret på Turing maskinen er karakteriseret ved et fokus på forskning af algoritmer og deres kompleksitet. Dette paradigme handler om at formalisere problemer og udvikle effektive algoritmer for at løse dem. Turing maskine modellen giver et grundlag for forskning af beregnelighed og kompleksitet, og er blevet brugt til at bevise mange fundamentale resultater indenfor datalogi.

Generelt er datalogiens teoretiske paradigme baseret på Turing maskinen, et vigtigt værktøj for at forstå beregnelighed og dets begrænsninger. Det giver solide rammer for forskning af algoritmer og kompleksitet og har været vigtig i at forme datalogien [Mik22].

Quantum computing

Artiklen Hartnett 2018 diskutere de videnskabelige og filosofiske aspekter af quantum computing, som er et hurtigt voksende område, der har mulighed for at revolutionære, hvad vi kan beregne, ved at udnytte principper i kvantemekanik.

Artiklen beskriver, at quantum computing bruger qubits, hvilket er kvantebits, som kan eksistere i flere stadier på samme tid. Det gør det muligt for kvante computere at udføre nogle former for beregninger eksponentielt meget hurtigere en klassiske computere. Dette kan lede til banebrydende programmer, som fx kan simulere kemiske reaktioner, bryde krypteringskoder og optimisere komplekse systemer.

Citatet fra Aaronson i artiklen referer til "the computational complexity classes" af BQP (bounded error quantum polynomial time) and PH (polynomial hierarchy), som er vigtige koncepter indenfor

datalogi. Aaronson siger, at hvis vi vil identificere et problem, som kan blive løst effektivt af en kvante computer, men ikke af en klassisk computer, skal vi finde et problem, som en klassisk computer ikke effektivt kan verificere svaret på, og heller ikke finde løsningen.

Udsagnet understreger en af de helt store udfordringer inden for kvante beregning, nemlig at, at identificere problemer, som i sagens natur er kvante problemer og ikke effektivt kan blive løst af en klassisk computer. Det understreget også vigtigheden af forståelsen af den beregningsmæssige kompleksitet af kvante algoritmer og deres potentielle anvendelse.

Kort sagt understreget Aaronsons udtalelse den unikke beregningsmæssige kraft som kvante computere har, og behovet for at identificere problemer der ligger uden for, hvad vores klassiske computer, realistisk har mulighed for at udregne [Har18].

Revolutioner og inkommensurabilitet indenfor datalogi

Spørgsmålet om hvorvidt det giver mening at snakke om revolution og inkommensurabilitet i datalogi er komplekst. På den ene side, er datalogi et nyt og hurtigt udviklende felt, med mange paradigme skift og fremskridt, som kan ses som revolutionære. På den anden side, er naturen af datalogi som en disciplin fundamentalt forskelligt for andet videnskab, som fx fysik, som ofte associeres med revolutioner og inkommensurabilitet.

I artiklen Harnett 2018, argumenterer forfatteren for, at kvante beregning har mulighed for at være en paradigme skift indenfor datalogi, med potentialet til at revolutionere fx. kryptografi, optimering og simulation. Der skrives dog også, at udviklingen af kvante beregning is nødvendigtvis er direkte skifte fra klassisk beregning, eftersom mange algoritmer og koncepter, der bliver brugt i kvante beregning er bygget på principper fra klassisk beregning [Har18].

Derudover er konceptet om inkommensurabilitet, idéen om, at forskellige paradigmer eller teorier ikke kan sammenlignes [Kuh95], mindre anvendeligt indenfor datalogi i forhold til andre felter af videnskab. Det er fordi datalogi er meget formaliseret og matematisk felt, hvor koncepter og teorier er præcist defineret, og hvor man kan sammenligne og se på kontrasterne mellem hinanden.

Med det sagt, så er der eksempler på paradigme skift indenfor datalogi, som man kan argumentere for at har været revolutionære. Fx. udgjorde udviklingen af objekt-orienteret programmering i 1960erne og 1970erne et fundamentalt skift i måden programmer bliver designet og skrevet. Derudover kan man også kigge på machine learning og artificial intelliglligence i de senere år, som et paradigme skift indenfor datalogi, men potentialet for at transformere mange afspecter af både sammenfund og industri.

Selvom koncepterne om revolution og inkommensurabilitet er mindre anvendelige indenfor datalogi end anden videnskab, har der været paradigmeskift i feltet, som kan ses som revolutionære. Udviklingen af kvante beregning kan blive endnu et sådan skift, men potentialet for at transformere beregning på en fundamental måde. Dog da datalogi er formaliseret og matematisk i dets natur, betyder det, at koncepter og teorier ofte kan blive sammenlignet, og man kan undersøge forskellene mellem dem. Dette begrænser mængden af inkommensurabilitet som kan opstår i feltet.

Litteratur

- [Kuh95] Thomas Kuhn. *Videnskabens revolutioner*. København: Forlaget Fremad, 1995, 262–271 og 278–284.
- [Har18] Kevin Hartnett. “Finally, a Problem That Only Quantum Computers Will Ever Be Able to Solve”. I: (2018). Besøgt: 7/5-2023. URL: <https://www.quantamagazine.org/finally-a-problem-that-only-quantum-computers-will-ever-be-able-to-solve-20180621/>.
- [Mik22] Henrik Kragh Sørensen og Mikkel Willum Johansen. *Kapitel 3: Fundamentale modeller og datalogiens teoretiske paradigme*. 2022, s. 3–5.