

UNIVERSITY OF
COPENHAGEN



Aflevering 2

Datalogiens Videnskabsteori

Aditya Fadhillah [hjpg708]

Hold 4

Datalogisk Institut
Københavns Universitet
Danmark
May 24, 2024

Contents

Redegørelse for Kuhns Paradigmeteori	1
Samarbejdsaftalen mellem KU og Microsoft	1
Quantum computing	2
Revolutioner og inkommensurabilitet indenfor datalogi	2

Redegørelse for Kuhns Paradigmeteori

Thomas Kuhns paradigmateteori forklarer videnskabelige fremskridt som en række skift mellem dominerende paradigmer snarere end en lineær proces. Ifølge Kuhn sker videnskabelig udvikling gennem skift fra et etableret paradigme til et nyt, når det gamle paradigme ikke længere kan løse opståede problemer [1, 2].

Kuhn introducerede flere centrale begreber i sin teori: normalvidenskab, videnskabelig revolution og disciplinær matrix. Normalvidenskab refererer til forskning, der foregår inden for rammerne af det eksisterende paradigme. Her arbejder forskere på at løse problemer og afvigelser baseret på fælles antagelser og metoder, som er accepteret af videnskabsfolk inden for paradigmet [1, 2].

En videnskabelig revolution opstår, når de akkumulerede problemer og afvigelser ikke længere kan løses inden for det eksisterende paradigme. Dette fører til et paradigmeskift, hvor et nyt paradigme erstatter det gamle. Videnskabelige revolutioner indebærer fundamentale ændringer i de grundlæggende antagelser, metoder og mål inden for videnskaben [2].

En disciplinær matrix er et sæt af delte antagelser, koncepter, metoder og værdier, som deles af videnskabsfolk inden for et paradigme. Den disciplinære matrix giver rammerne for normalvidenskab og kan også begrænse videnskabelige fremskridt ved at fastholde etablerede normer og idéer [2].

Kuhn beskriver, hvordan videnskabelig udvikling ikke altid er en jævn og kontinuerlig proces, men snarere en række skift mellem forskellige videnskabelige paradigmer som et resultat af uløselige problemer og afvigelser. Disse skift er ofte dramatiske og ændrer fundamentalt den måde, videnskaben forstås og praktiseres på.

Datalogiens teoretiske paradigme

Bogen beskrives Turing-maskinen som en central model inden for datalogiens teoretiske paradigme. Turing-maskinen, udviklet af Alan Turing, er en abstrakt model, der hjælper med at forstå principperne for beregnelighed og computation.

Turing-maskinen kan udføre enhver beregningsopgave, som en fysisk computer kan udføre. Dette gør den til et universelt værktøj for teoretiske studier af algoritmer og beregnelighed. Den er et grundlæggende redskab i datalogiens teoretiske arbejde og bruges til at formalisere og analysere forskellige beregningsproblemer.

Datalogiens teoretiske paradigme er kendetegnet ved et fokus på algoritmer og deres kompleksitet. Forskere inden for dette paradigme arbejder med at formalisere problemer og udvikle effektive algoritmer til at løse dem. Turing-maskinen giver et formelt grundlag for forskning i beregnelighed og kompleksitet og bruges til at definere og undersøge begreber. Dette fokus har ført til udviklingen af kompleksitetsteori, som klassificerer problemer efter deres tids- og pladsforbrug, hvilket er afgørende for at forstå, hvilke problemer der er praktisk løselige [2].

Samlet set er Turing-maskinen en central model i datalogiens teoretiske paradigme. Den giver en dyb forståelse af beregnelighedens grænser og muligheder og har dannet grundlag for meget af den moderne

forskning inden for feltet. Dens betydning strækker sig fra teoretisk forskning til praktiske anvendelser, hvilket gør den til en hjørnesteen i datalogiens udvikling og forståelse.

Quantum computing

I artiklen [3] diskuteres de videnskabelige og filosofiske aspekter ved quantum computing, et hurtigt voksende felt med potentiale til at revolutionere vores beregningskapacitet ved at udnytte kvantemekanikkens principper. Quantum computing bruger qubits, kvantebits, der kan eksistere i flere tilstande samtidigt, hvilket gør det muligt for kvantecomputere at udføre visse beregninger meget hurtigere end klassiske computere.

Hartnett beskriver, hvordan forskere i årevis har ledt efter et problem, som kvantecomputere kan løse, men som fremtidige klassiske computere ikke vil kunne løse. Artiklen rapporterer, at forskere nu har identificeret et sådant problem. Ran Raz og Avishay Tal har defineret et specifikt beregningsproblem og vist, at kvantecomputere kan håndtere det effektivt, mens traditionelle computere ikke kan [3].

Aaronsons udtalelse understreger en af de største udfordringer inden for quantum computing: At identificere problemer, som er unikke for kvantecomputere og ikke effektivt kan løses af klassiske computere. Det er vigtigt at forstå kompleksiteten af kvantealgoritmer og hvordan de kan bruges i praksis, fordi de vil kunne hjælpe med at opdage nye områder quantum computing kan revolutionere.

Ligesom Kuhns teori beskriver skift mellem videnskabelige paradigmer, repræsenterer kvantecomputere et potentielt paradigmeskift inden for beregningsvidenskab. Mens Turing-maskinen udgør fundamentet for klassisk beregningsmæssig teori, viser Aaronsons og artiklens diskussion, at kvantecomputere kan udvide vores forståelse af beregnelighed og kompleksitet ved at løse problemer, der ligger uden for rækkevidden af klassiske computere. Dette perspektiv illustrerer, hvordan kvantecomputere kan introducere nye paradigmer inden for datalogi, som kræver nye måder at tænke på beregningsmæssige problemer og deres løsninger [2, 3].

Revolutioner og inkommensurabilitet indenfor datalogi

Datalogi har gennemgået betydelige paradigmeskift, der kan opfattes som revolutionære. Samtidig adskiller datalogi sig fra andre videnskaber som fysik på grund af sin stærkt formaliserede natur, hvor revolutioner og inkommensurabilitet ofte diskuteres.

Revolutionære skift i datalogi kan beskrives som fundamentale ændringer i, hvordan computere og algoritmer udvikles og anvendes [2]. Et centralt eksempel er cloud computing, der i de sidste to årtier har ændret måden, virksomheder håndterer infrastruktur og data på ved at tilbyde fleksibilitet og skalerbarhed, som tidligere ikke var mulig. Mere nyligt har fremskridt inden for machine learning og kunstig intelligens transformeret mange aspekter af både samfund og industri.

Inkommensurabilitet, som refererer til uforeneligheden mellem forskellige videnskabelige paradigmer, er mindre relevant i datalogi. Datalogiens koncepter og teorier er ofte formelt definerede, hvilket muliggør

præcise sammenligninger, f.eks. ved analyse af algoritmers effektivitet. Dette formelle grundlag mindsker graden af inkommensurabilitet mellem forskellige tilgange inden for datalogi [2].

Kevin Hartnetts artikel fra 2018 diskuterer, hvordan quantum computing kan repræsentere et nyt paradigmeskift. Kvantecomputere, som bruger qubits, der kan eksistere i flere tilstande samtidigt, kan udføre beregninger langt hurtigere end klassiske computere [3].

Selvom koncepterne om revolution og inkommensurabilitet kan være mindre relevante indenfor datalogi sammenlignet med andre videnskaber, har der været betydelige paradigmeskift, som kan opfattes som revolutionære. Udviklingen af quantum computing repræsenterer et potentielt paradigmeskift, der kan fundamentalt ændre vores forståelse af beregnelighed. Datalogiens stærkt formaliserede natur betyder dog, at koncepter og teorier ofte kan sammenlignes præcist, hvilket begrænser graden af inkommensurabilitet.

References

- [1] H. K. Sørensen and M. W. Johansen, “Kapitel 2: Datalogi og teknologi,” in *Invitation til de datalogiske fags videnskabsteori*, apr 2022.
- [2] —, “Kapitel 3: Fundamentale modeller og datalogiens teoretiske paradigme,” in *Invitation til de datalogiske fags videnskabsteori*, apr 2022.
- [3] K. Hartnett, “Finally, a problem that only quantum computers will ever be able to solve,” *Quanta Magazine*, jun 2018, accessed: 2024-05-24. [Online]. Available: <https://www.quantamagazine.org/finally-a-problem-that-only-quantum-computers-will-ever-be-able-to-solve-20180621/>