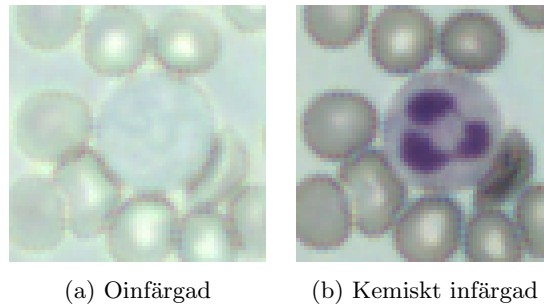


# Virtuell infärgning av blodceller med hjälp av innovativ hårdvara och djupa neuronät

Joel Wulff

Analys av blodprov är en viktig del av modern sjukvård och sker idag ofta med hjälp av digitala mikroskop. Mikroskopet scannar in ett blodprov med en digital kamera och visar sedan bilderna för en analytiker. Dock sker denna inscanning alltid efter ett viktigt första steg: kemisk infärgning av provet. I detta arbete undersöker jag om man kan ersätta detta kemiska steg med en *virtuell infärgning* istället: där man ger en dator bilder på oinfärgade celler och sedan låter den transformera dem till bilder på färgade.

Utan den kemiska infärgningen ser cellerna mestadels genomskinliga ut, medan viktiga detaljer så som cellkärna och granula framhävs efter den kemiska infärgningen, se ett exempel i bilden nedan. Denna kemiska infärgningsprocess är dock komplicerad, dyr, och kan variera en hel del från applikation till applikation. Hade man kunnat färga in bilderna på något annat sätt istället? Det var frågan jag försökte undersöka i detta arbete.



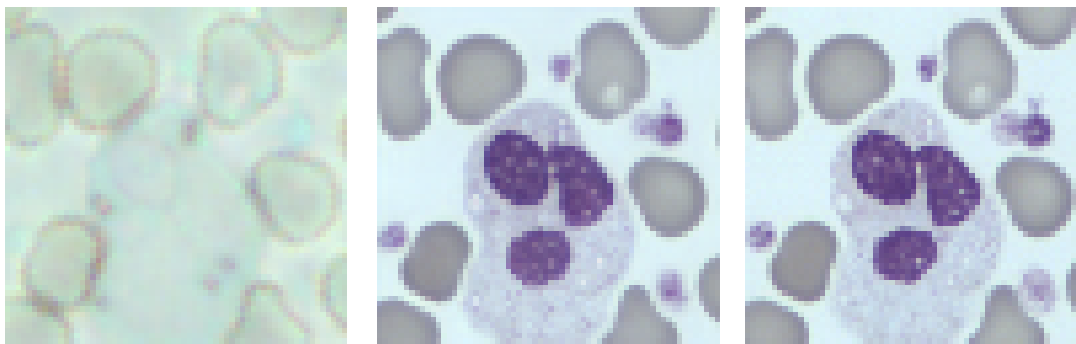
Figur 1: En vit cell före och efter kemisk infärgning.

Att låta en dator infärga cellerna istället är dock inte en enkel uppgift, då det är tydligt ifrån exempelbilden ovan att mycket mer information är tillgänglig i en bild på en infärgad cell än i en bild på en ofärgad cell. För att minska denna skillnad i information har en speciell hårdvarulösning använts i form av programmeringsbar LED belysning till det digitala mikroskopet. Till skillnad från traditionell belysning så tillåter denna uppställning att provet belyses från enstaka vinklar och riktningar i taget, och man kan samla in flera bilder på provet i olika belysning snarare än endast en bild i traditionell belysning.

Bilder av oinfärgade blodceller samlades in med många olika belysningar för att skapa indata till ett nytt dataset. Samma celler färgades sedan in kemiskt, innan nya bilder togs av samma celler igen, nu med mer traditionell belysning. Dessa kemiskt infärgade celler användes som ett facit för att träna djupa neurala nätverk att lära sig att virtuellt färga in de oinfärgade cellerna. Men vad är då neurala nätverk egentligen?

Jo, neurala nätverk är en typ av självlärande algoritm som, likt en hjärna, kan lära sig att lösa olika uppgifter. Vanliga uppgifter man ger neurala nätverk kan vara bild klassificering eller transformation. I detta projekt kan mina neurala nätverk ses som en svart låda, där man stoppar in flera bilder på en oinfärgad cell under olika belysning, och ut kommer det en virtuellt infärgad version av samma cell, förhoppningsvis lik hur den hade sett ut om den hade blivit kemiskt infärgad. Flera olika nätverksstrukturer har undersökts i detta projekt, varav ett av dem är en så kallad GAN. Kort sammanfattat bygger GANs på att låta två olika neurala nätverk tävla mot varandra med olika mål, och på så sätt tvinga varandra att förbättras tills de når bästa möjliga resultat.

Metoden i denna rapport visade stor potential, och lyckades virtuellt infärpa blodceller väl. Med det sagt är de presenterade modellerna långt ifrån perfekta, och gör för många misstag för att sättas i bruk idag. Dock finns det flera tydliga vägar för förbättring som bör utforskas och metoden skulle kunna leda till en framgångsrik implementering av virtuell infärgning i framtiden. Nedan ser ni en bild på en vit blodkropp som har blivit infärgad virtuellt, bredvid samma cell efter kemisk infärgning.



(a) Oinfärgad

(b) Virtuellt infärgad

(c) Kemiskt infärgad

Figur 2: En vit cell a) före infärgning, b) virtuellt infärgad, och c) kemiskt infärgad.