**Projektbeskrivning för masteruppsats, Valter Fallenius (English below)**

I dagens meteorologiska modeller använder man finita elementmetoder och delar in atmosfären i ett tredimensionellt kubnät, där varje element sedan tilldelas data baserat på meteorologiska mätningar (vindhastighet, lufttryck, temperatur och luftfuktighet). Sedan görs en numerisk flödeskalkyl baserat på Navier-Stokes och kemiska modeller. AI används idag i slutskedet, när den initiala prognosen är genomförd, enbart för att förbättra resultaten. Mitt förslag går ut på att låta ett ”Convolutional Neuralt Network” (CNN) träna direkt på kubnätet med den meteorologiska datan, helst många år tillbaka i tiden, över ett givet område i Sverige. Jag vill pröva om denna metod kan ge bättre beräkningar och därmed bidra till utvecklingen av nya prognosverktyg. Mitt examensarbete skulle börja med en grundlig studie om hur prognoserna går till idag, och ett fördjupat arbete om vad som gjorts inom machine learning.

Detta CNN skulle medföra fördelen färre kostsamma beräkningar. När nätverket väl är tränat, vilket i teorin bara görs en gång, kan det användas för att snabbt undersöka dom mönster som väderdatan bildar. Nuvarande modeller är kostsammare än ett AI-nätverk eftersom de bygger på numeriska beräkningar som blir mer exakta ju mindre tidssteg man använder. Man skulle då kunna basera en prognos över ett område på mer data än vad som görs idag. Den stora utmaningen kommer att bli att datan formar en 4D-tensor (3D geografiskt kubnät + 1D datavektor) med data flera år tillbaka. Detta innebär att man antingen får behandla datavektorn en dimension i taget och göra 3D convolutions eller så får man implementera ett 4D-convolutional layer.

AI-nätverk är bra på att lära sig mönster i ett system och CNN är bra på att läsa av gradienter i datan; dvs åt vilket håll största förändringen ligger (temperatur gradienter, lufttryck gradienter etc.). CNN revolutionerade image recognition eftersom CNN kunde upptäcka mönster mycket lättare än en vanlig Multi-Layer Perceptron. Man kan säga att CNN är ett sorts nearest-neighbour verktyg. Till sist skulle jag använda en ”Long Short-Term Memory” (LSTM) struktur som är bra på att lära sig mönster i kaotiska tidsserier, till exempel hur årstider och dag/natt påverkar systemet på liknande sätt i varje cykel.

Jag har hittat en artikel som publicerats med samma sorts nätverk 2020 (Convolutional LSTM Neural Network)1 där man lyckats göra pricksäkra temperaturprognoser 24 timmar in i framtiden. Det skulle vara intressant att se om deras resultat går att återskapa på data med väderdata från Sverige och hur dom förhåller sig till väderprognoser idag.

**Master thesis project description, Valter Fallenius**

Today’s meteorological models use Finite Element Methods to partition the atmosphere into a 3D cube grid where every element is given some meteorological data based on measurements (windspeed, temperature, precipitation etc.). Then numerical models based on Navier-Stokes and chemical models are used to predict the future. AI is used today in the final stage to improve the result of these numerical predictions. I want to build a Convolutional Neural Network (CNN) that trains directly on the meteorological data, many years back, given some area in Sweden. I want to test if this method can give better predictions towards the development of new forecast tools. My thesis would start with a thorough study of how the forecasts are done today and to see what work has been done regarding AI and weather forecasting.

An upside to this sort of solution for weather forecasting is that such a network would require less computing power than today’s models, this means that the forecasts can be based on a larger dataset than those used in conventional methods. The challenge will be that the data forms a 4D voxel grid (3D cube grid + 1D data vector) with many years of data. Either I would do 3D-convolutions on the data variables one at a time or implement a 4D-convolution.

Neural Networks are good at learning patterns in a system, CNN are good at detecting gradients where a variable changes the quickest (temperature gradients, air pressure gradients etc.). CNN revolutionized image recognition since CNNs could detect patterns much easier than a normal Multi-Layer Perceptron. A CNN can be used here as kind of “nearest neighbor”-tool. Lastly, I would implement a Long Short-Term Memory (LSTM) structure to capture the periodic chaotic motion in time such as seasonal variance or day/night dependencies. I think with a large enough dataset, the results could be successful.

I found an article published 20201 from researchers in Germany who had the same idea with a Convolutional LSTM Neural Network. They made successful 24h (short-range) temperature prediction of an area in Germany. I would like to see if I can recreate their results with Swedish meteorological data and compare it with the conventional weather predictions used today.