

Besturings-niveaus

4	Logistiek besturings niveau	Plannen van reeksen handelingen met bepaald doel. Bijv.: Verplaats alle containers naar zeezijde van de stack.
3	Volgorde besturings niveau	Aaneenrijgen van atomaire handelingen om een tussendoel te bereiken. Bijv.: Pak die container en zet hem aan zeezijde.
2	Direct besturings niveau	Atomaire handeling. Bijv.: Pak die container op. Of: Rijdt met container naar zeezijde. Of: Zet container neer.
1	Hardwired vergrendelings niveau	Handhaaf veilige situatie door negatieve logica. Bijv.: Enable aandrijving voor rijden met container alleen als wind < 10 m/s
0	Intrinsiek veiligheids niveau	Fysiek uitsluiten van ongevallen: Kraan kan niet verder rijden dan betonnen buffers.

Software paradigma's per besturings-niveau

Voor niveau 4 (logistiek): Machine learning

1. Supervised

1. Neural net: non-linear
2. Regression: linear

2. Unsupervised

1. Clustering

Voor niveau 3 (volgorde): Imperative programming in a 3GL

1. Object oriented

2. Function structured

Voor niveau 2 (direct): PLC

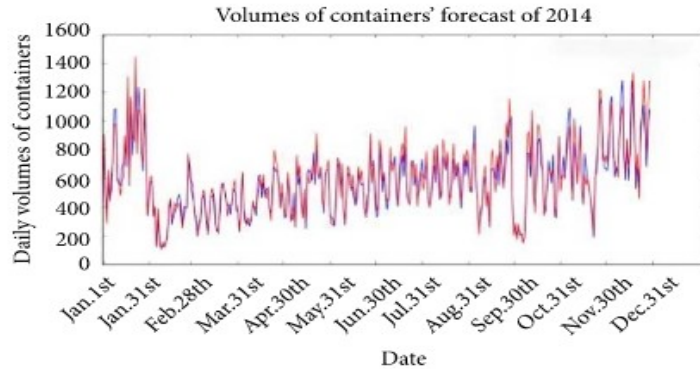
1. Functional: $\text{outVec} = \text{aFunction}(\text{inVec})$

2. State machine

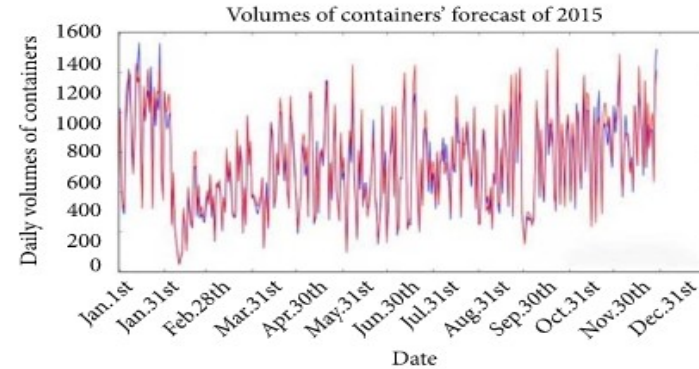
1. External state: responsive to actual situation, safe
2. Internal state: unresponsive to actual situation, unsafe

Logistieke besturing: Predictie # containers met neural net

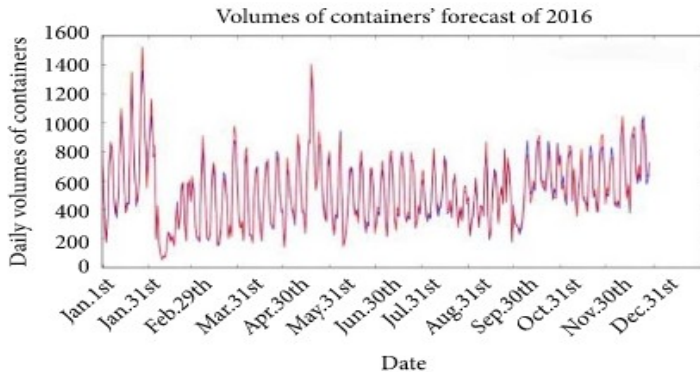
The comparison of the real data with the predicted data by LSTM of four years.



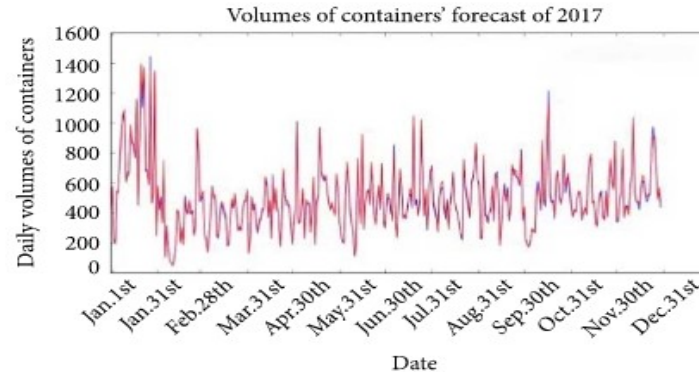
— Real dataset of 2014
— Predicted dataset of 2014



— Real dataset of 2015
— Predicted dataset of 2015

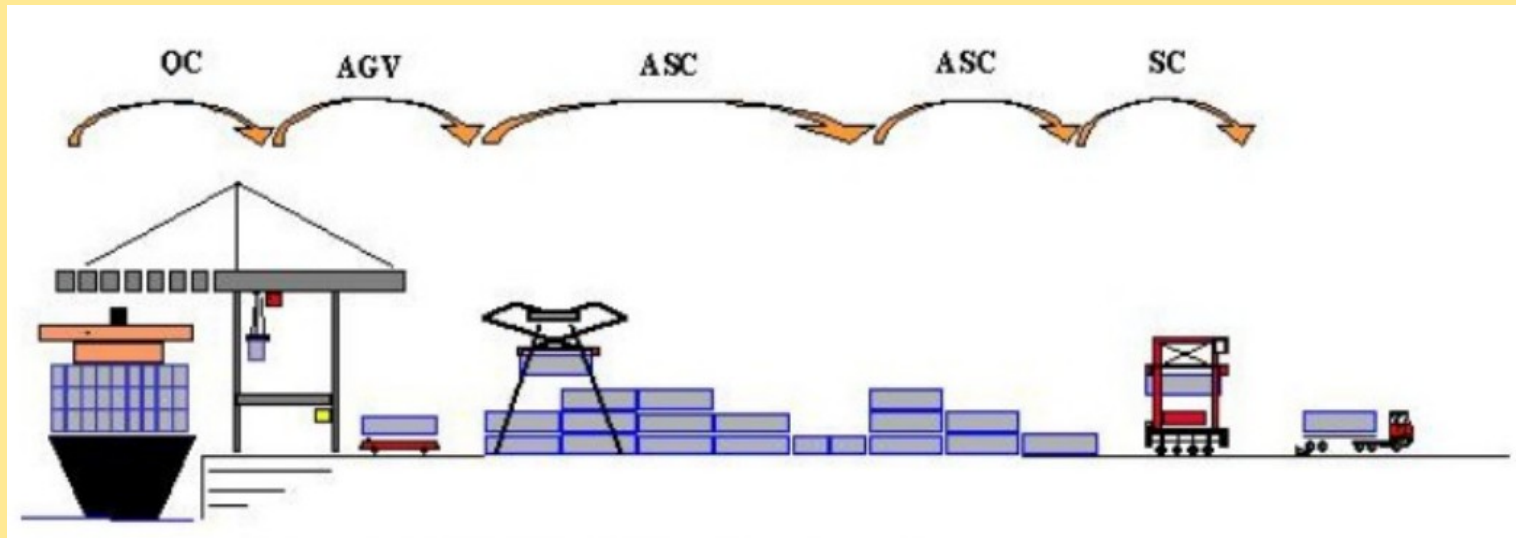


— Real dataset of 2016
— Predicted dataset of 2016



— Real dataset of 2017
— Predicted dataset of 2017

Volgorde-besturing: Sequentie van elementaire stappen



Directe besturing: Eén elementaire stap, bijv. oppakken



Gelaagde veiligheid

