



Economic Trend Prediction and Belief Quantization using Deep Learning and Control Line

Sanghyun Choo, Hyunsoo Lee

School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Korea

sjksh@kumoh.ac.kr





- 3 Restricted Boltzmann Machine(RBM)
- 4 Deep Belief Network(DBN)
- 6 Pre-processing
- Training and Test Data
- Prediction Accuracy Degree
- 8 Prediction Belief and Precision Degree
- Onclusion and Further Study
- 10 Question and Answer

Image: A math a math

References (1/2)

- Geoffrey E. Hinton, Simon Osindero and Yee-Whye Teh, " A fast learning algorithm for deep belief nets", Neural Computation, Vol.18, No.7, pp.1527-1554, 2006
- Geoffrey E. Hinton "A Practical Guide to Training Restricted Boltzmann Machines", Techinical Report, Version 1, pp.1-20, 2010
- Chengzhang ZHU, Jianping YIN and Qian LI, "A Stock Decision Support System based on DBNs", Journal of Computational Information Systems, Vol.10, No.2, pp.883-893, 2014
- Sanghyun Choo and Hyunsoo Lee, "Relationship Modelling and Analysis between Hidden Layers with Different Hidden Nodes using Supervised Learning Method", Proceedings of 2015 the Fall Conference on Korea Institute of Industrial Engineering, pp. 1223-1246, Seoul, Korea, November 7, 2015.

References (2/2)

- A. Victor Devadoss and T. Antony Alphonnse Ligori, "Stock Prediction Using Artificial Neural Networks", International Journal of Data Mining Techniques and Applications, Vol.2, pp.283-291, 2013
- Adebiyi Ayodele, Ayo Charles K., Adebiyi Marion O. and Otokiti Sunday O., "Stock Price Prediction using Neural Network with Hybridized Market Indicators", Journal of Emerging Trends in Computing and Information Scieneces, Vol. 3, No.1, 2012
- Jaepil Ryu and Hyun Joon Shin, "Investment Strategies for KOSPI200 Index Futures Using VKOSPI and Control Chart", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 38, No. 4, pp.237-243, 2012

イロト イポト イヨト イヨト

Summary (1/4)

- Technical Methods for stock price prediction in machine learning and artificial intelligence
 - Artificial Neural Networks(ANNs)
 - Bayesian Networks
 - Support Vector Machine(SVM)
 - Local Weighted Learning(LWL)
 - Etc.



イロト イポト イヨト イヨト

Summary (2/4)



Summary (3/4)

	5 C			
Date	KOSPI(Close)			
2016.2.2	1906.6			
2016.2.3	1890.67			
2016.2.4	1916.26			
2016.2.5	1917.79			
	-			
2016.2.15	1862.2			
2016.2.16	?			

Prediction Value: 1897.4

- Prediction Accuracy Degree?
- Prediction Precision Degree?
- Prediction Belief Degree?

It is important to measure above indicators due to the uncertainty of prediction value.

Summary (4/4)

- A Technical Method for predicting stock price: Deep Belief Network(DBN)
- Data: Korea Composite Stock Price Index(KOSPI)
- Accuracy: Error Rate
- Prediction Belief Degree and Precision: Control Line(CL), Upper Control Line(UCL), Low Control Line(LCL)

< ロ > < 同 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ >

April 14, 2016

Restricted Boltzmann Machine (1/2)



Ref. Choo and Lee (2015)

(日) (同) (三) (三)

April 14, 2016

Restricted Boltzmann Machine (2/2)

Contrastive Divergence



-Probability distribution $p(h_j = 1 | v) = \sigma(\sum_i w_{ij}v_i + c_j)$ $p(v_i = 1|h) = \sigma(\sum_i w_{ij}v_j + b_i)$ Ref. Choo and Lee (2015)

-Parameter Learning $w_{ij}^{t+1} = w_{ij}^{t} + \eta_w(\sigma(\sum_i w_{ij}v_i + c_i)v_i) - \sigma(\sum_i w_{ij}v_i^{(k)} + c_i)v_i^{(k)})$ $b_i^{t+1} = b_i^t + \eta_b (v_i - v_i^{(k)})$ $c_{j}^{t+1} = c_{j}^{t} + \eta_{c} (\sigma(\sum_{i} w_{ij}v_{i} + c_{i}) - \sigma(\sum_{i} w_{ij}v_{i}^{(k)} + c_{i}))$ 1027 イロト イポト イヨト イヨト - 3 April 14, 2016

Deep Belief Network (1/3)

DBN Pre-training

DBN Fine-Tuning





Image: A math a math

- ∢ ≣ →

April 14, 2016

3

Deep Belief Network (2/3)

How to learn DBN



- **1**. Training W_0 using V_0
- 2. Sampling H₀ using RBM(W₀)
- 3. Training W₁ using H₀
- 4. Sampling H₁ using RBM(W₁)

- ∢ 🗇 እ

3

12 / 24

April 14, 2016

Deep Belief Network (3/3)

Difference of DBN and DNN





Pre-processing

-Normalizing $X_{Normalizing} = \frac{X - min(X)}{max(X) - min(X)}$

-Denormalizing

 $X_{Denormalizing} = X_{Normalizing}(max(X) - min(X)) + max(X)$



Test Data and Training Process (1/2)

2008	Training Data					
Date	Close	Open	High	Low	Volume	
73	0.8735	0.8745	0.8818	0.8859	0.0003	
74	0.8769	0.8691	0.8791	0.8761	0.0002	
75	0.9070	0.8948	0.9078	0.8968	0.0004	
76	0.8933	0.8954	0.9019	0.9035	0.0006	
77	0.9073	0.9015	0.9006	0.8877	0.0005	
78	0.9058	0.9053	0.9111	0.9129	0.0011	
79	0.9324	0.9194	0.9256	0.9130	0.0005	
80	0.9308	0.9259	0.9309	0.9340	0.0007	
81	0.9186	0.9252	0.9196	0.9335	0.0003	
82	0.9333	0.9192	0.9200	0.9128	0.0002	
83	0 9573	0.9471	0.9601	0.9567	0.0003	

Target

æ

・ロト ・ 日 ト ・ ヨ ト ・ ヨ ト

Test Data and Training Process (2/2)

2015	Test Data							
Date	Close	Open	High	Low	Volume			
73	0.8444	0.7946	0.8755	0.8041	0.3889			
74	0.9025	0.8474	0.9187	0.8616	0.4104			
75	0.9130	0.8623	0.9429	0.8868	0.4002			
76	0.9223	0.8684	0.9216	0.8393	0.4385			
77	0.9167	0.8902	0.9600	0.9182	0.4840			
78	0.9141	0.9130	0.9197	0.8982	0.6628			
79	1.0000	0.9544	0.9577	0.9286	0.4493			
80	0.9604	1.0000	1.0000	1.0000	0.4380			
81	0.9538	0.9373	0.9938	0.9644	0.3380			
82	0.9251	0.9231	0.9734	0.9449	0.3576			
83	0 9104	0.8976	0.9211	0.9229	0.3946			

æ

・ロト ・ 日 ト ・ ヨ ト ・ ヨ ト

Prediction Accuracy Degree



・ロト ・ 日 ・ ・ ヨ ・ ・ ヨ ・

April 14, 2016

Prediction Belief and Precision Degree (1/5)

Control Chart



 $LCL = \overline{X} - k\sigma_{\overline{X}}$ 1035

April 14, 2016 18 / 24

Prediction Belief and Precision Degree (2/5)



Prediction Belief and Precision Degree (3/5)



April 14, 2016

Prediction Belief and Precision Degree (4/5)



э

21 / 24

April 14, 2016

- ∢ 🗇 እ

Prediction Belief and Precision Degree (5/5)



April 14, 2016 22 / 24

Conclusion and Further Study

- Conclusion
 - Stock Price Prediction using DBN
 - Measuring Prediction Belief Degree using CL
- Further Study
 - Non-gaussian Belief Degree using Non-gaussian Control Line
 - Different Measuring Methods for Accuracy and Precision Index
 - Investment Strategy using Stock Prediction Accuracy and Belief Degree 1040

April 14, 2016

Question and Answer

Q & A

<ロ> (日) (日) (日) (日) (日)

3

24 / 24

April 14, 2016