

포트폴리오와 주가예측모델을 이용한 주식 트레이딩 모형

Stock Trading System using Portfolio Model and Stock Price Prediction Model

저자 (Authors)	Kanghee Park, Hyunjung Shin
출처 (Source)	대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집 , 2013.05, 2175-2193(19 pages)
발행처 (Publisher)	대한산업공학회 Korean Institute Of Industrial Engineers
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE02381919
APA Style	Kanghee Park, Hyunjung Shin (2013). 포트폴리오와 주가예측모델을 이용한 주식 트레이딩 모형. 대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집, 2175-2193
이용정보 (Accessed)	연세대학교 165.132.5.*** 2020/08/29 12:21 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

포트폴리오와 주가예측모델을 이용한 주식 트레이딩 모형 Stock Trading System using Portfolio Model and Stock Price Prediction Model

Department of Industrial Engineering

Ajou University

Kanghee Park, Hyunjung Shin^a

Acknowledgment: The authors would like to gratefully acknowledge support from Post Brain Korea 21 and the research grant from National Research Foundation of Korea (2010-0007804/2012-0000994)

a. Corresponding author : Hyunjung Shin, shin@ajou.ac.kr

Ajou University

Kanghee Park

1

Outline

- Motivation
- Proposed Method:
 - Markowitz-Max Return Min Risk Model,
 - Renewal(Entering/Leaving Rule)
- Previous Method Wrap-up:
 - Buy and Sell Strategy using Semi-Supervised Learning(SSL)
- Experiment
- Conclusion

Motivation

➤ 주식투자의 목표

-> 수익률이 높고 안정적인 종목들로 포트폴리오를 구성하고 예측력이 정확한 주가예측 모델을 이용하여 매매를 시도하는 것.

1. 수익률이 높고 안정적인 종목들로 포트폴리오를 구성.

-> 포트폴리오 리밸런스*: 포트폴리오 구성종목의 비율 조정.

-> 포트폴리오 업그레이드*: 포트폴리오 구성종목의 종목 교체.

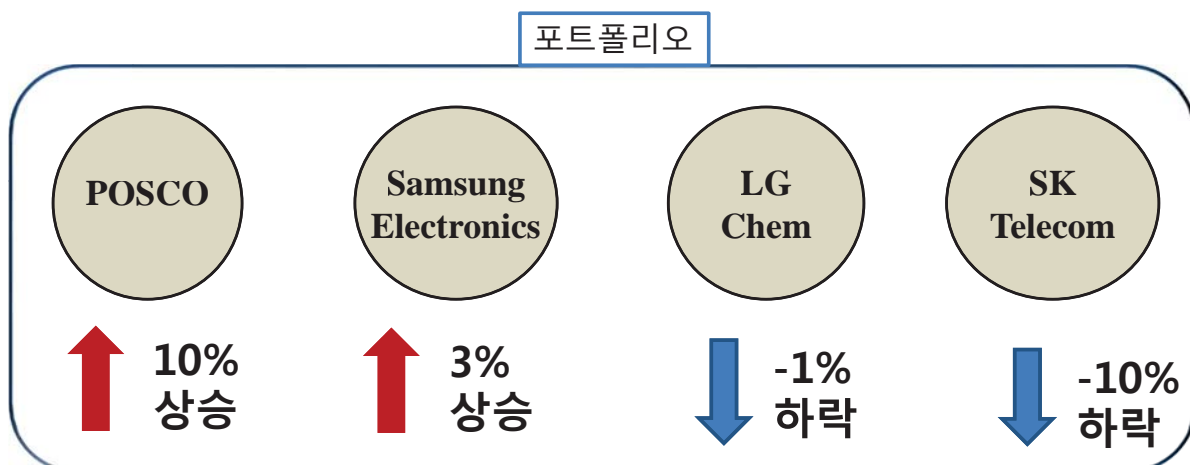
2. 예측력이 정확한 주가예측 모델을 이용하여 매매를 시도.

-> 국내외 여러 요인들을 반영한 주가예측 모델.

* H. Ryoo, "A compact mean-variance-skewness model for large-scale portfolio optimization and its application to the NYSE market," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 58, pp. 505-515, 2007.

Motivation

➤ 포트폴리오의 구성



- ✓ 효율적인 투자비율 배분이 중요.
- ✓ 여러 종목을 포트폴리오에 구성하여 안정성을 높임.
- ✓ 포트폴리오 내의 POSCO, Samsung등과 같은 수익률이 높은 주식에 투자비율을 높여 수익률 증대를 추구함.
- ✓ **안정성과 수익률 두가지 측면을 모두 고려해야함.**

Motivation: Literature Review

▶ 마코위츠(Markowitz) 모델의 한계점

최소화 $Z = \sum_{i,j} \sigma_{ij} \times w_i \times w_j$

제약식 $\sum_{i=1}^N u_i \times w_j \geq K$

$\sum_{j=1}^N w_j = 1$

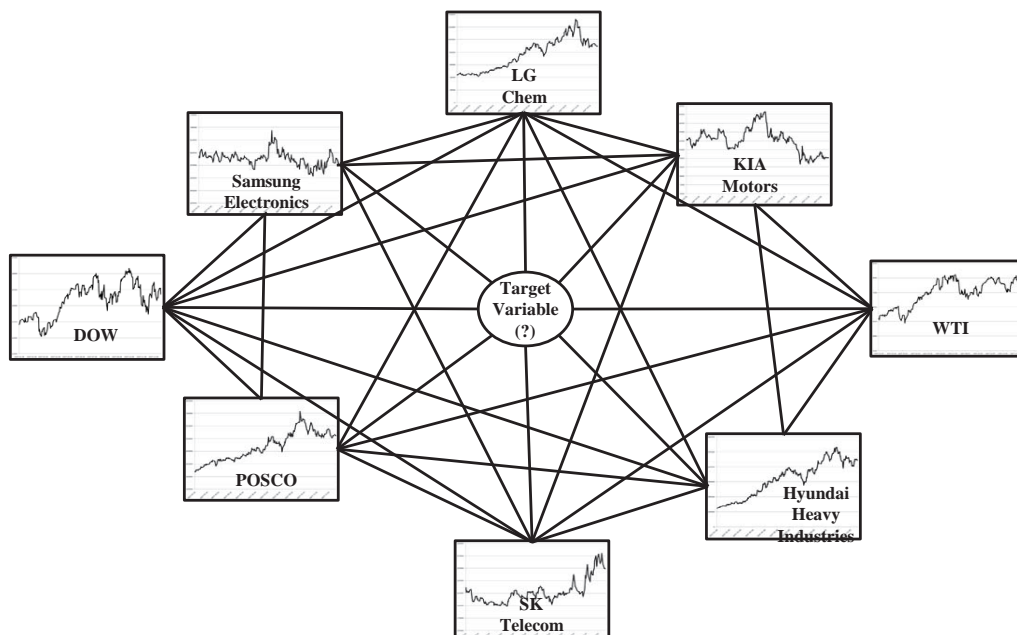
$\forall w_j \geq 0$

▶ 리스크만 최소화만 고려함

- ✓ 포트폴리오 리밸런싱의 문제: 수익률의 최대화를 고려하지 못함.
- ✓ 포트폴리오 업그레이드의 문제: 포트폴리오 내의 구성종목 교체하는 방법의 부재.

Motivation

- ▶ 주가예측은 국내외적 요인간의 상호영향을 많이 받음*.
- > 이를 반영하는 예측모델이 필요.

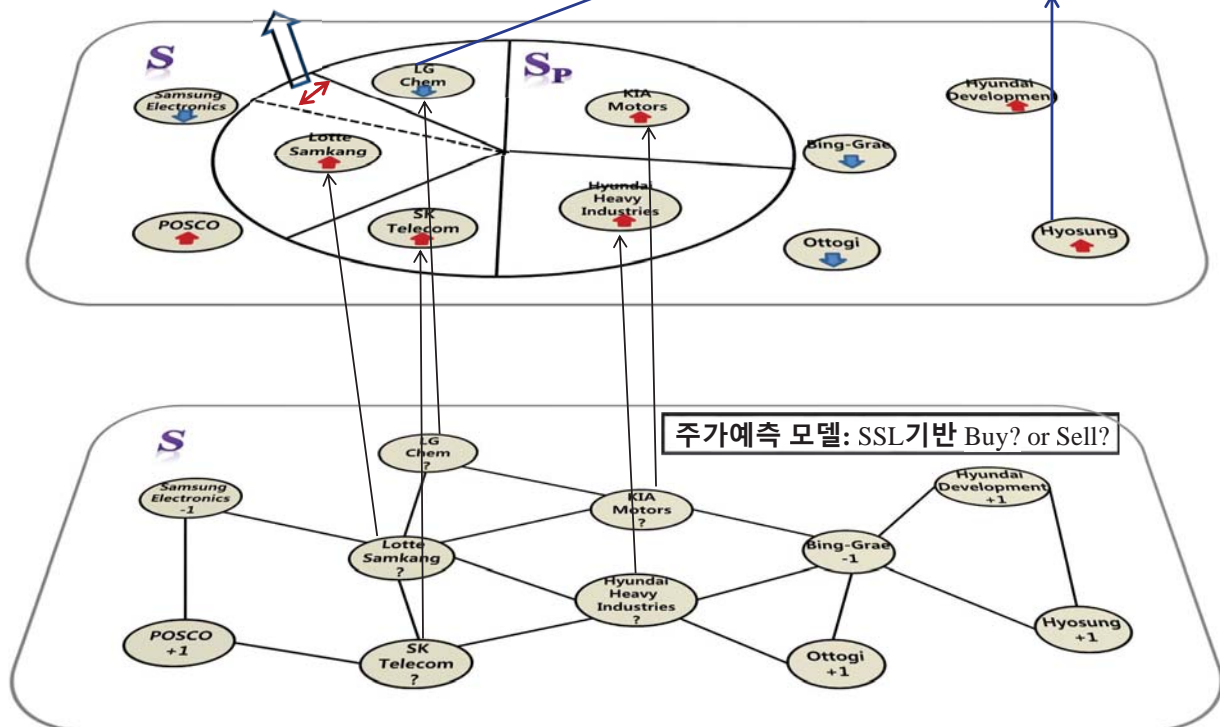


*Stock Price Prediction based on Time Series Network (K. Park and H. Shin, Korean Management Science Review, vol. 28, no.1, pp.107-114, 2011)

Procedure Summary

포트폴리오 리밸런싱 (투자비율결정)

포트폴리오 업그레이드: Entering? or Leaving?



Proposed Method: Max Return-Min Risk

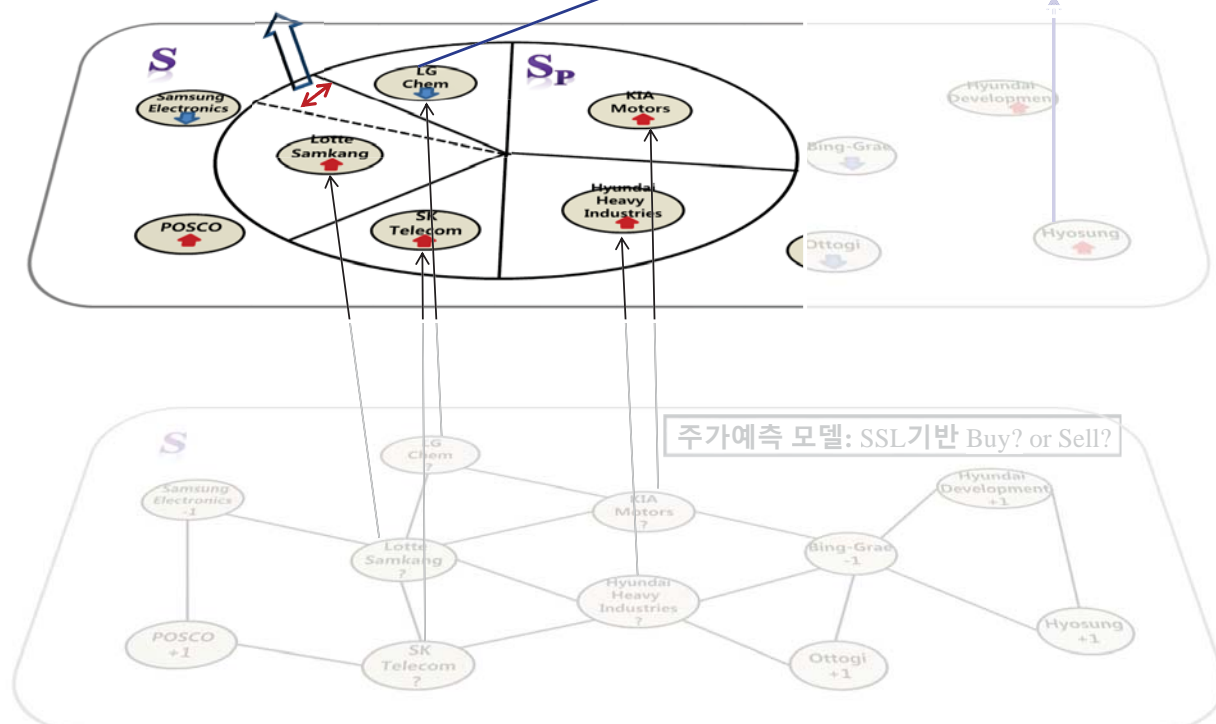
제안하는
포트폴리오 모형
(Markowitz
Max-Return
Min-Risk+
Renewal)

1. 포트폴리오 리밸런싱: Markowitz Max-Return Min-Risk(M-MRMR)
Markowitz모형을 개선하여 위험률 최소로 유지하면서 수익률을 최대화 시키는 모델을 설계.
2. 포트폴리오 업그레이드: Renewal(Rn)
수익이 적은 종목을 제외하고 새로운 종목을 추가하여 모델을 재구축하기 위해 종목의 Entering/Leaving rule 을 제안함.

Procedure Summary

포트폴리오 리밸런싱 (투자비율결정): M-MRMR

포트폴리오 업그레이드: Entering? or Leaving?



Proposed Method: Max Return-Min Risk

➤ 마코위츠(Markowitz) 모델 – 리스크 최소화

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i,j=1}^N \sigma_{ij} \times w_i \times w_j$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^N u_i \times w_j \geq K$$

$$\sum_{j=1}^N w_j = 1$$

$$\forall w_j \geq 0$$

N: 투자 대상 종목의 수

w_i : 주식 i에 투자하는 비율

u_i : 주식 i의 수익률

σ_{ij} : 주식 i와 j의 수익률에 대한 공분산

K: 최소기대수익률

Proposed Method: Max Return-Min Risk

▶ 마코위츠(Markowitz) 모델 – 리스크 최소화

Minimize $Z = \sum_{i,j=1}^N \sigma_{ij} \times w_i \times w_j$ ← 회사간의 공분산이 작은 회사들에 비율을 높임

공분산 최소 종목

-> 수익률 경향이 서로 다른 종목을 선택함

-> 리스크를 최소화하는 방법



- 리스크가 최소화 중점을 두어 수익률을 높이는 측면이 결여되어 있음.

Proposed Method: Max Return-Min Risk

▶ 최대수익률 + 최소리스크 최적화 제안모델

Maximize $Z = \frac{\sum_{i=1}^N u_i \times w_i}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} \times w_i \times w_j}$

Subject to $\sum_{i=1}^N u_i \times w_i \geq K$

$u_i \geq k_i \left(k_i = \frac{\text{KOSPI 등락율}}{c} \right)$

$\sum_{i=1}^N w_i = 1$

$\forall w_i \geq 0$

N: 투자 대상 종목의 수

w_i : 주식 i에 투자하는 비율

u_i : 주식 i의 수익률

σ_{ij} : 주식 i와 j의 수익률에 대한 공분산

K: 최소기대수익률

k: 개별종목 최소기대수익률

c: 최소기대수익률 조정계수

Proposed Method: Max Return-Min Risk

➤ 최대수익률 + 최소리스크 최적화 제안모델

마코위츠 모델

상
회
리
스크

$$\text{Min } Z = \sum_{i,j=1}^N \sigma_{ij} \times w_i \times w_j \longrightarrow$$

제안 모델

분자:종목의 수익률을 최대화시킴

$$\text{Max } Z = \frac{\sum_{i=1}^N u_i \times w_i}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} \times w_i \times w_j}$$

분모:종목간 공분산을 최소화하
는 식을 분모로 바꾸어 효
과를 유지함

Proposed Method: Max Return-Min Risk

➤ 최대수익률 + 최소리스크 최적화 제안모델

제안 모델

$$\sum_{i=1}^N u_i \times w_i \geq K$$

$$u_i \geq k_i \left(k_i = \frac{\text{KOSPI 등락율}}{c} \times \frac{K}{N} \right) \rightarrow$$

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1$$

$$\forall w_i \geq 0$$

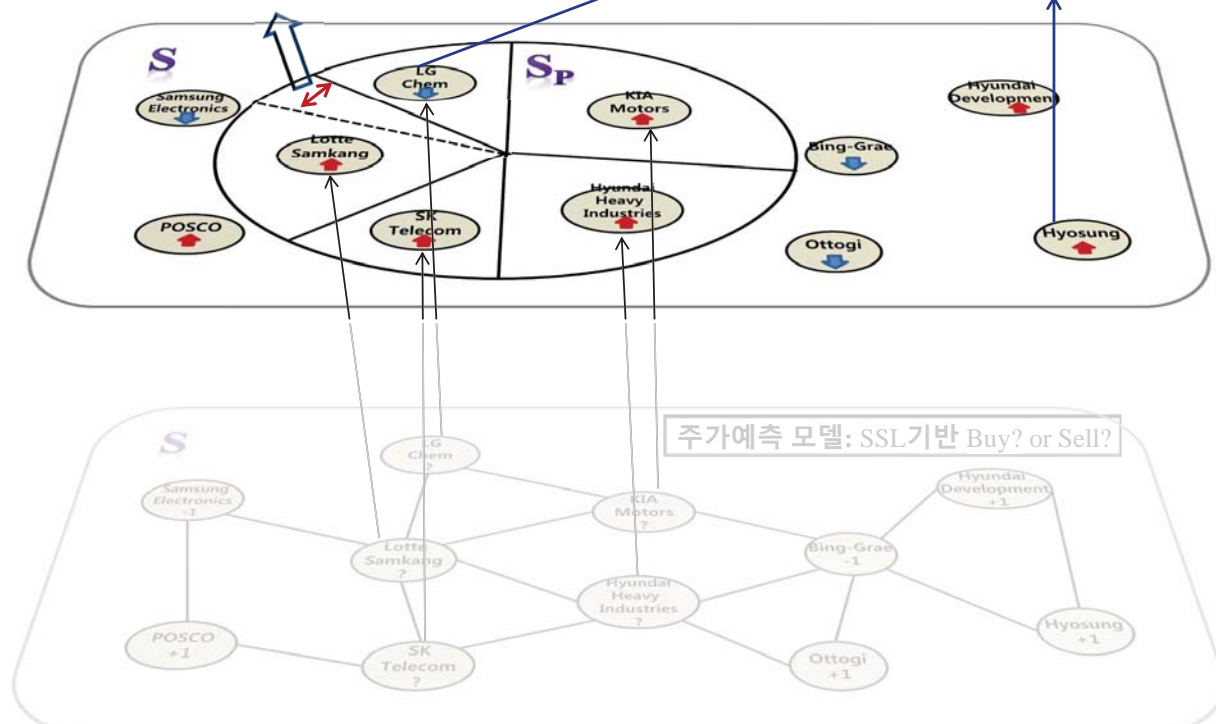
- 포트폴리오를 구성하는 종목들의 최소 개별 수익률기준을 추가함
- 최소수익률은 모델 생성시점의 KOSPI 등락율을 기준으로 함.

N: 투자 대상 종목의 수
 w_i : 주식 i에 투자하는 비율
 u_i : 주식 i의 수익률
 σ_{ij} : 주식 i와 j의 수익률에 대한 공분산
 K: 최소기대수익률
 k: 개별종목 최소기대수익률
 c: 최소기대수익률 조정계수

Procedure Summary

포트폴리오 리밸런싱 (투자비율결정): MRMR

포트폴리오 업그레이드: Entering? or Leaving?



Proposed Method: Entering/Leaving Rule

Definition

u_i : i 번째 종목의 실제수익률

S : 전체종목그룹

S_p : MRMR모델을 구성한 종목그룹

s_i : i 번째 개별종목

k_i : i 번째 종목의 최소기대수익률

s_i' : s_i 와 가장 유사하지 않는(dissimilar) 종목

x : 전체종목그룹의 개별종목

Procedure

For $i=1:N$

if $u_i < k_i$

$S_p = S_p \setminus \{s_i\}$

$s_i' = \max_x \text{dissimilarity}(s_i, x)$

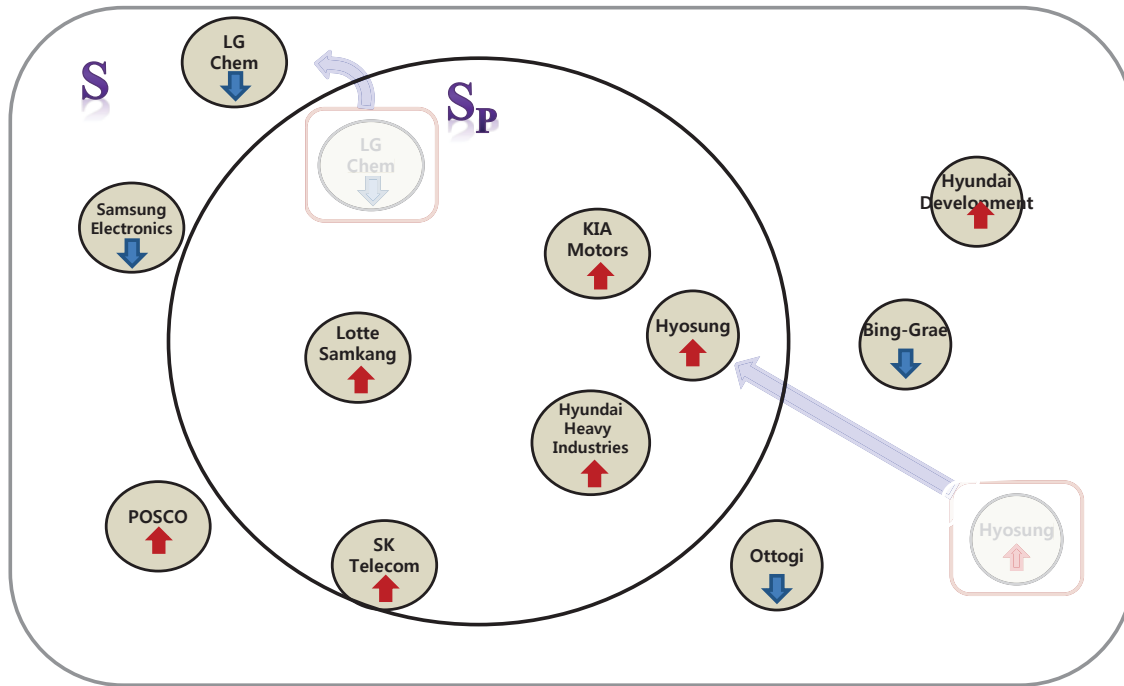
$S_p = S_p \cup s_i'$

End

End

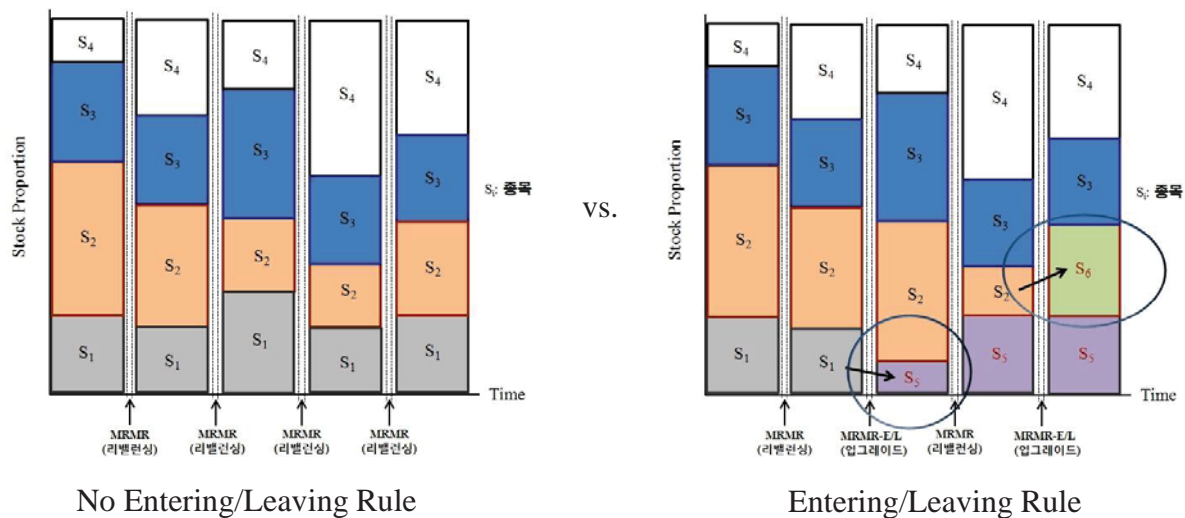
Proposed Method: Entering/Leaving Rule

➤ 포트폴리오 업그레이드



Proposed Method: Entering/Leaving Rule

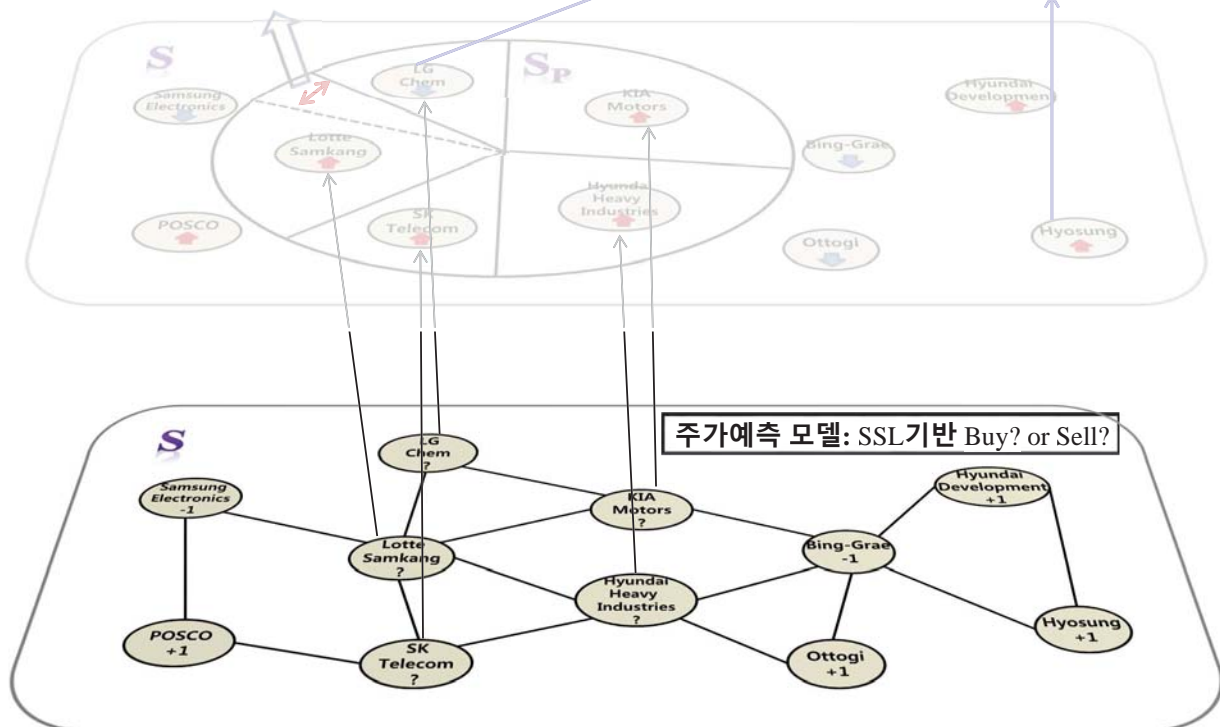
➤ 포트폴리오 리밸런싱 + 포트폴리오 업그레이드



Procedure Summary

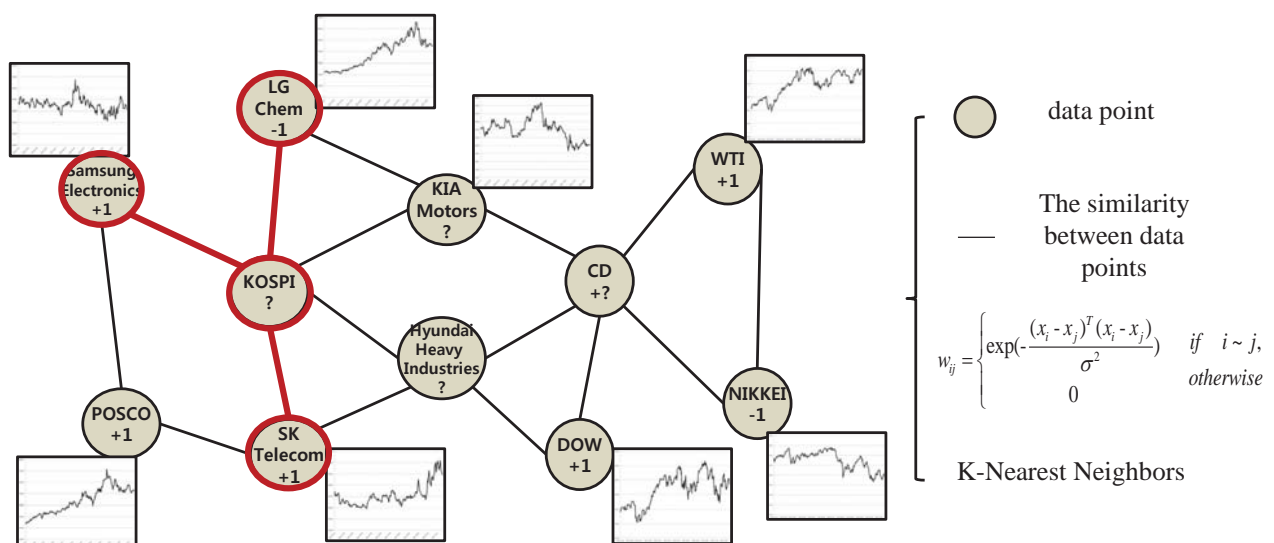
포트폴리오 리밸런싱 (투자비율결정): MRMR

포트폴리오 업그레이드: Entering? or Leaving?



Previous Method Wrap-up: SSL Overview

➤ Semi-Supervised Learning



Previous Method Wrap-up: SSL Overview

➤ Objective function

$$\min_f (f - y)^T (f - y) + \mu f^T L f$$

$$y = (y_1, \dots, y_l, 0, \dots, 0)^T \quad y_l \in \{-1, 1\} \quad y_u \in \{0\}$$

$$L = D - W \quad d_i = \sum_j w_{ij} \quad D = \text{diag}(d_i)$$

➤ Solution

- **Loss condition:** in labeled nodes, final output should be closed to the given label.
- **Smoothness condition:** final output should not be too different from the adjacent node's output.

$$f = (I + \mu L)^{-1} y$$

$$f = (f_1, \dots, f_l, f_{l+1}, \dots, f_{n=l+u})^T$$

• M. Belkin, P. Niyogi, and V. Sindhwani. On manifold regularization. In Proc. of AISTATS, 2005.

Previous Method Wrap-up: SSL Overview

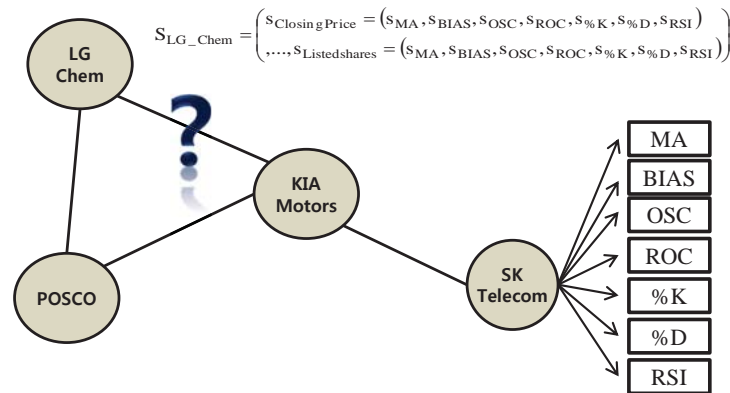
➤ **Similarity matrix(W):**

$$w_{ij} = \begin{cases} \exp\left(-\frac{(x_i - x_j)^T (x_i - x_j)}{\sigma^2}\right) & \text{if } i \sim j, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

-	Hyundai motors	POSCO	LG Chem	SK Telecom	...
Hyundai motors		0.0183	0.0146	0.0205	...
POSCO	0.0183	-	0.0329	0.0388	...
LG Chem	0.0146	0.0329	-	0.0059	...
SK Telecom	0.0205	0.0388	0.0059	-	...
...	-

Previous Method Wrap-up: SSL Overview

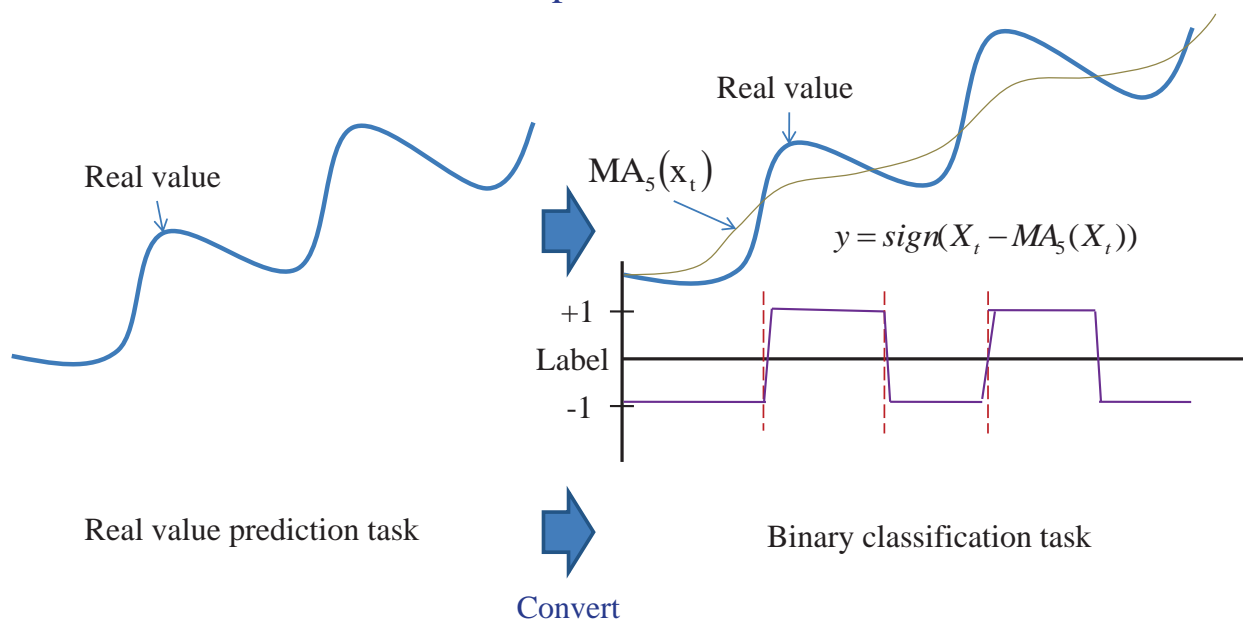
➤ Technical Indicators(TIs)



- 기술적 지표를 이용하면 가격의 이동평균 및 추세 등을 유사도 계산에 고려할 수 있음.
- 또한 시계열 데이터 고유의 불필요한 잡음이나 오실레이션을 줄여줌.

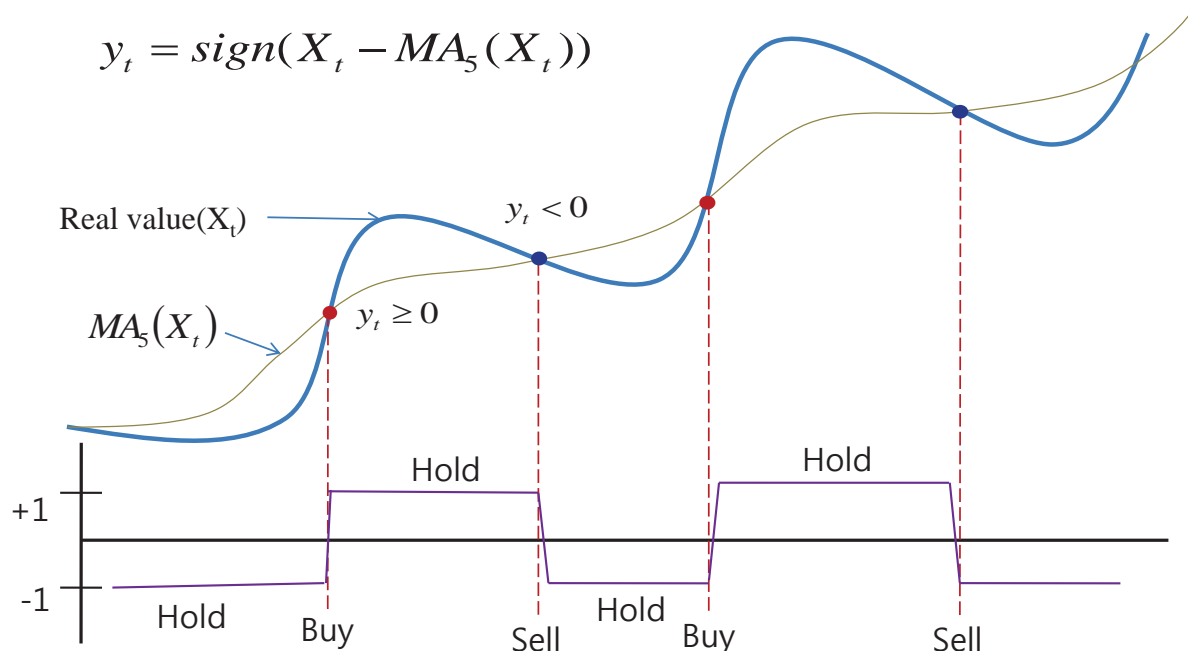
Previous Method Wrap-up: Buy and Sell Strategy

➤ Time series to classification problem



Previous Method Wrap-up: Buy and Sell Strategy

➤ Buy and sell strategy



Experiment: Data

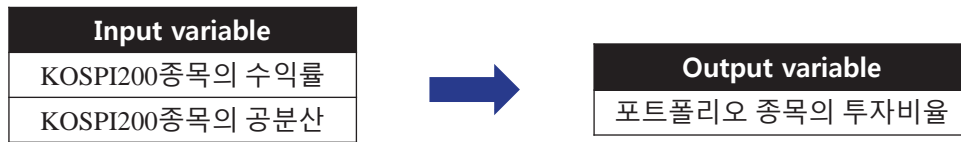
➤ 데이터

①	Company stock price listed in KOSPI_200(200)	Kospi_200_company(POSCO, LG Chem, Samsung Electronics, Hyundai Motors, KIA Motors, Hyundai Heavy Industries, SK Telecom...)
②	Composite stock price indexes(13) and economic indicators(3)	DOW, NASDAQ, NIKKEI, HSI, SSE, TSEC, FTSE, DAX, CAC, BSE_SENSEX, IBOVESPA, AORD, KOSPI, Exchange_rate(KRW-USD), WTI, CD(Certificate of Deposit)

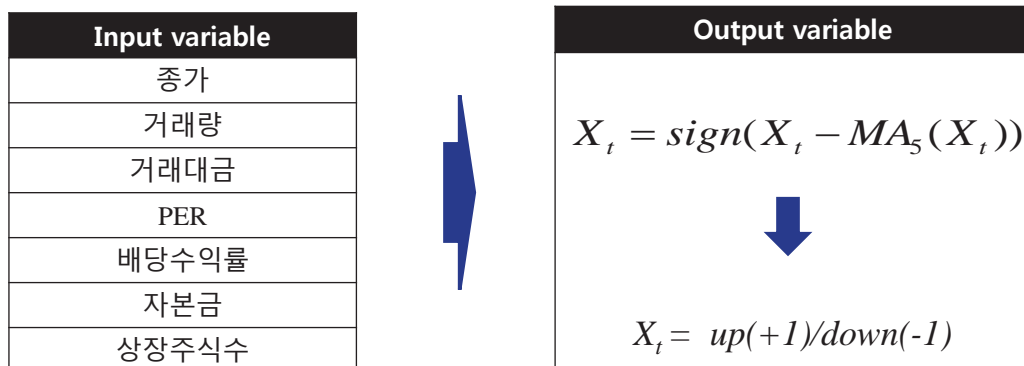
- 포트폴리오 리밸런싱, 포트폴리오 업그레이드: ①
- 추가예측모델: ① + ②
- 기간: 2007.01 ~ 2008.08
- 데이터 개수: 일별 데이터- 403개
 - ✓ Train data period: 2007.01~ 2007.04
 - ✓ Validation data period: 2007.05
 - ✓ Test data period: 2007.06~ 2008.08

Experiment: Variables

➤ 포트폴리오 모델

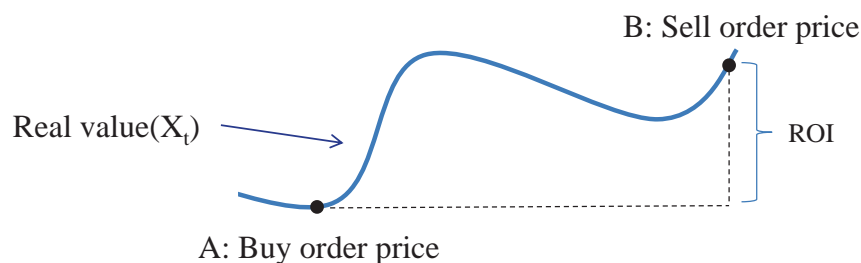


➤ 주가예측 모델



Experiment: Measurement

➤ 수익률- Return On Investment(ROI)



$$ROI = \frac{B - A}{A}$$

Result: Companies Categorization

➤ 종목별 기업분류

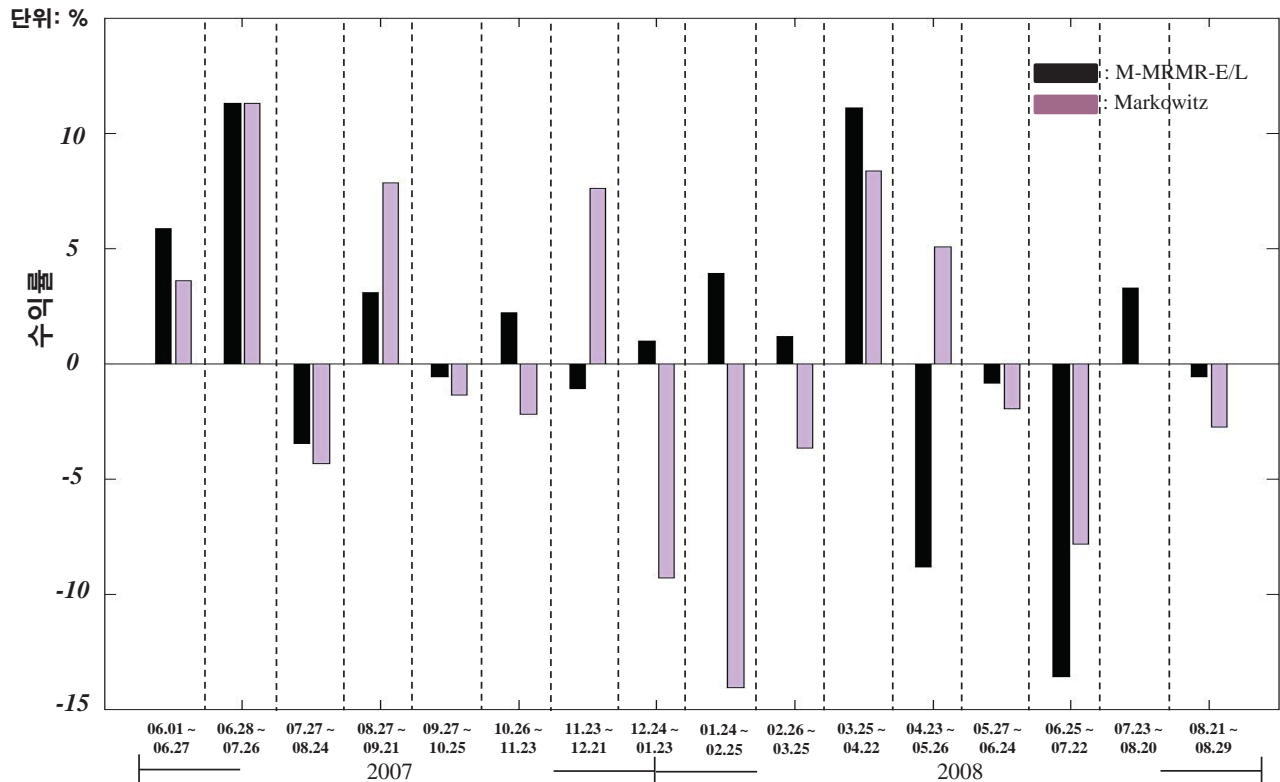
군 명	초기모델 선택기업
화학	LG화학
의약품	LG생명과학
금융업	삼성화재
비+철광금속	포스코
기계+운수장비	현대차
전기전자	삼성전자
서비스업+통신	SK 텔레콤
제조+운수창고	KT&G
음식료업	CJ
기타	대림산업

방 법

2007. 01~ 2007. 05월 각 군별
수익률 1위 기업

	기간	M-MRMR +Rn	M-MRMR	Markowitz	KOSPI
2007	05.30~06.27	5.86%	3.57%	3.60%	4.27%
	06.28~07.26	11.30%	11.25%	11.28%	12.11%
	07.27~08.24	-3.48%	-4.33%	-4.35%	-4.89%
	08.27~09.21	3.09%	7.85%	7.85%	6.43%
	09.27~0.25	-0.56%	-1.02%	-1.37%	1.59%
	10.26~11.22	2.20%	-2.22%	-2.22%	-11.29%
	11.23~12.21	-1.11%	7.59%	7.59%	5.98%
	12.24~01.23	0.99%	-9.53%	-9.30%	-15.16%
2008	01.24~02.25	3.90%	-14.08%	-14.08%	2.77%
	02.26~03.24	1.16%	-3.75%	-3.68%	-3.16%
	03.25~04.22	11.10%	8.34%	8.34%	6.75%
	04.23~05.26	-8.83%	5.00%	5.06%	0.00%
	05.27~06.24	-0.87%	-1.98%	-1.96%	-6.30%
	06.25~07.22	-13.60%	-7.83%	-7.83%	-9.09%
	07.23~08.20	3.27%	4.79%	0.00%	-3.21%
	08.21~08.29	-0.56%	-1.32%	-2.76%	-2.51%
전체기간 수익률		13.72%	2.31%	-3.83%	-11.31%

Result: ROI(Proposed Models vs. Markowitz)

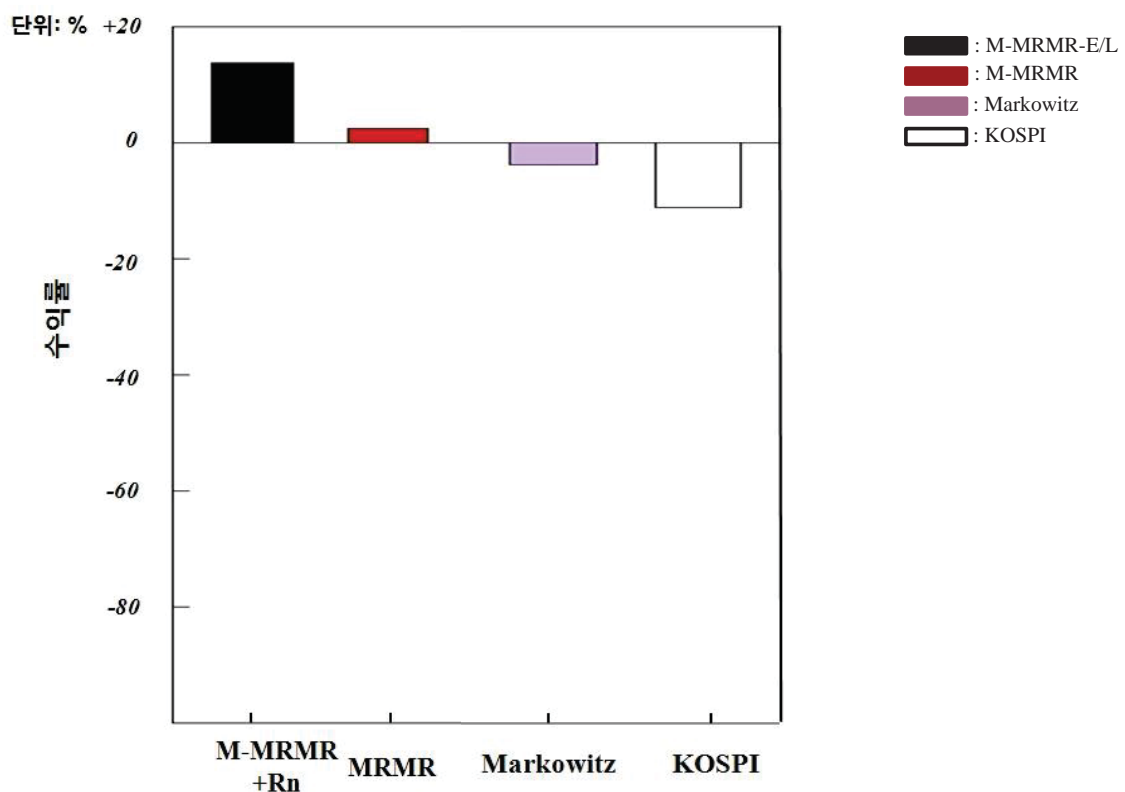


Ajou University

Kanghee Park

31

Result: ROI(Proposed Models vs. Other Models)



Ajou University

Kanghee Park

32

Result: Summary

- M-MRMR+Rn vs. Markowitz의 비교 결과.

M-MRMR+Rn vs. MW = **13 : 3**
(Wilcoxon 부호검정 유의확률(P-value): 0.002)



- M-MRMR+Rn을 사용하는 것이 더 좋은 수익률을 나타냄.

Conclusion

Conclusion

- 본 연구는 포트폴리오 리밸런스 측면과 포트폴리오 업그레이드 측면에서 M-MRMR모델과 Rn을 이용하여 **리스크를 최소화** 하는 동시에 수익률을 최대화시키는 새로운 방법을 제안함.
- 또한 주가예측 측면에서는 앞선연구에서 제안한 **SSL을 이용한 주가예측 방법**을 활용하여 트레이딩을 시도함.

Future Work

- 제안한 방법을 이용하여 투자시, Budget의 제한이 있을 경우 투자비율을 조정하는 방법이 추가로 필요함.

$$\text{Maximize } Z = \frac{\sum_{i=1}^N u_i \times w_i}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} \times w_i \times w_j}$$

Subject to Budget $\geq P_i x_i$

- 투자비율이 소수점으로 나올경우 정수계획법을 적용시켜 투자하는 방법이 필요
- 포트폴리오 업그레이드 측면에서 일정한 시점을 기준으로 모델의 종목을 교체하는 방법이 아닌 일정한 수익률을 기준으로 종목을 교체하는 방법이 필요.

Reference

- [1] H. Markowitz, "Portfolio Selection," *The Journal of Finance*, vol. 7, pp. 77-91, 1952.
- [2] M. C. Steinbach, "Markowitz Revisited : Mean-Variance Models in Financial Portfolio Analysis," *Society for Industrial and Applied Mathematics*, vol. 43, pp. 31-85, 2001.
- [3] J. Brodie, I. Daubechies, C. D. Mol, D. Giannone, and I. Loris, "Sparse and stable Markowitz portfolios," European Central Bank 2008.
- [4] I. Seidl, "Markowitz versus regime switching : an empirical approach," *The review of finance and banking*, vol. 4, pp. 033-043, 2012.
- [5] P. K. Narayan and S. Narayan. (2010) Modelling the impact of oil prices on Vietnam's stock prices. *Applied Energy*.
- [6] R. Salem, T. A. Shaher, and O. Khasawneh, "International Portfolio Diversification Benefits for Middle Eastern Investors," *Journal of Money, Investment and Banking*, pp. 22-31, 2011.
- [7] H. A. Bekhet and A. Matar, "Risk-Adjusted Performance : A two-mdel Approach Application in Amman Stock Exchange," *International Journal of Business and Social Science* vol. 3, 2012.
- [8] E. D. Andersen, J. Dahl, and H. A. Friberg, "Markowitz portfolio optimization using MOSEK," *MOSEK Technical report*, vol. 2, pp. 1-30, 2009.
- [9] M. Kong and J. Kim, "The Study on Volatility in Stock Market," *Korean Journal of Business Administration*, vol. 25, pp. 953-969, 2012.
- [10] T. Jeantheau, "A link between complete models with stochastic volatility and ARCH models," *Finance Stochast*, vol. 8, pp. 111-131, 2004.
- [11] H. Amilon, "GARCH estimation and discrete stock prices: an application to low-priced Australian stocks " *Economics Letters*, vol. 81, pp. 215-222, 2003.
- [12] F. E. H. Tay and L. Cao, "Application of support vector machines in financial time series forecasting " *Omega*, vol. 29, pp. 309-317, 2001.
- [13] A. Kanas, "Non-linear forecasts of stock returns," *Journal of Forecasting*, vol. 22, pp. 299-315, 2003.
- [14] B. Yang, L. X. Li, and J. Xu, "An early warning system for loan risk assessment using artificial neural networks " *Knowledge-Based Systems*, vol. 14, pp. 303-306, 2001.
- [15] S. Bekiros and D. Georgoutsos, "Direction-of-Change Forecasting using a Volatility- Based Recurrent Neural Network," *Journal of Forecasting*, vol. 27, pp. 407-417, 2008.
- [16] D. S. Kim and H. S. Ryoo, "Portfolio Management Using Statistical Process Control Chart," *IE Interfaces*, vol. 20, pp. 94-102, 2007.
- [17] K. Park and H. Shin, "Stock Price Prediction based on Time Series Network," *Korean Management Science Review*, vol. 28, pp. 107-114, 2011.
- [18] K.-j. Kim, "Financial time series forecasting using supportn vector machines," *Neurocomputing*, vol. 55, pp. 307-319, 2003.
- [19] F. S. Hillier and M. S. Hillier, *Introduction to Management Science*, 2008.
- [20] H. Shin, A. M. Lisewski, and O. Lichtarge, "Graph sharpening plus graph integration: a synergy that improves protein functional classification," *Bioinformatics*, vol. 23, pp. 3217-3224, 2007.
- [21] H. Shin, N. J. Hill, A. M. Lisewski, and J.-S. Park, "Graph sharpening," *Expert Systems with Applications*, vol. 37, pp. 7870-7879, 2010.
- [22] D. Zhou, O. Bousquet, T. N. Lal, J. Weston, and B. Schölkopf, "Learning with Local and Global Consistency " *Advances in Neural Information Processing Systems* vol. 16, pp. 321-328, 2004.
- [23] D. Zhou, O. Bousquet, T. N. Lal, J. Weston, and B. Schölkopf, "Learning with local and global consistency " *Advances in Neural Information Processing Systems* vol. 16, pp. 321-328, 2004.
- [24] M. Belkin, I. Matveeva, and P. Niyogi, "Regression and Regularization on Large," *In: Shawe-Taylor, J., Singer, Y. (eds.) COLT 2004. LNCS (LNAI)*, vol. 3120, pp. 624-638, 2003.
- [25] M. Belkin and P. Niyogi, "Semi-Supervised Learning on Riemannian Manifolds," *Machine Learning*, vol. 56, pp. 209-239, 2004.
- [26] K.-j. Kim, "Artificial neural networks with evolutionary instance selection for financial forecasting," *Expert Systems with Applications*, vol. 30, pp. 519-526, 2006.
- [27] K. Park, T. Hou, and H. Shin, "Oil Price Forecasting Based on Machine Learning Techniques," *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, vol. 37, pp. 64-73, 2011.
- [28] Q. Liu, A. H. Sung, Z. Chen, J. Liu, X. Huang, and Y. Deng, "Feature Selection and Classification of MAQC-II Breast Cancer and Multiple Myeloma Microarray Gene Expression Data," *MAQC-II Gene Expression*, vol. 4, pp. 1-24, 2009.
- [29] H. Ryoo, "A compact mean-variance-skewness model for large-scale portfolio optimization and its application to the NYSE market," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 58, pp. 505-515, 2007.
- [30] O. C. M, R. W, and G. K, "Does updating judgmental forecasts improve forecast accuracy?," *International Journal of Forecasting*, vol. 16, pp. 101-109, 2000.
- [31] B. Barber, R. Lehavy, M. McNichols, and B. Trueman, "Can Investors Profit from the Prophets? Security Analyst Recommendations and Stock Returns," *The Journal of Finance*, vol. 1, pp. 531-563, 2001.