

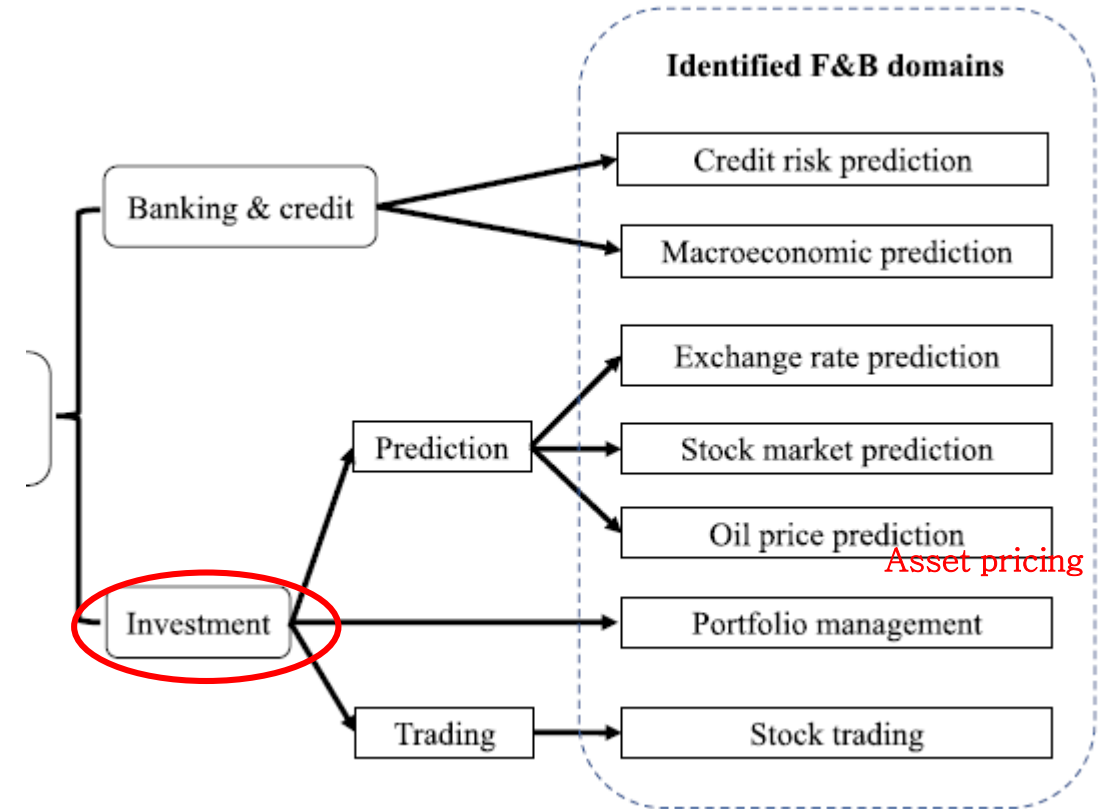


# Financial deep learning survey

Tae-Won Lee,  
leetee95@gmail.com  
2021. 09. 28.

# Financial applications

- Financial applications for stock prediction
  - 1) Algorithm trading (excluded from this ppt).
  - 2) Asset pricing and derivatives market (option, futures, forward contracts)
  - 3) Portfolio management
  - 4) Cryptocurrency and blockchain
  - 5) Financial sentiment analysis and text mining



# Financial applications

- Asset pricing and derivatives market (option, futures, forward contracts)

| 학회 명                                                        | IF   | 논문 명                                                                                                                | 발간 년도 | 인용 수 | 내용 |
|-------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|----|
| Journal of Mathematics in Industry                          | 1.58 | A neural network-based framework for financial model calibration                                                    | 2019  | 42   |    |
| International Journal of Computational Intelligence Systems | 1.83 | Artificial Neural Network to Model Managerial Timing Decision Non-linear Evidence of Deviation from Target Leverage | 2019  | 37   |    |
| SSRN                                                        |      | Autoencoder Asset Pricing Models                                                                                    | 2019  | 42   |    |
| Journal of Econometrics                                     | 3.38 | Autoencoder asset pricing models                                                                                    | 2021  | 61   |    |
| arXiv                                                       |      | Deep Learning for Predicting Asset Returns                                                                          | 2018  | 49   |    |
| SSRN                                                        |      | Deep Learning in Asset Pricing                                                                                      | 2020  | 116  |    |

# Financial applications

- Asset pricing and derivatives market (option, futures, forward contracts)

| 학회 명                                                  | IF   | 논문 명                                                              | 발간 년도 | 인용 수 | 내용 |
|-------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------|-------|------|----|
| NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH                  | 4.42 | Empirical Asset Pricing via Machine Learning                      | 2018  | 259  |    |
| Review of Financial Studies                           | 4.64 | Empirical Asset Pricing via Machine Learning                      | 2020  | 335  |    |
| Journal of Behavioral and Experimental Finance        | 3.05 | Latent factor model for asset pricing                             | 2020  | 4    |    |
| Quantitative Finance                                  | 1.49 | Machine Learning Algorithms for Financial Asset Price Forecasting | 2020  | 5    |    |
| Financial Markets and Portfolio Management            | 0.97 | Machine learning in empirical asset pricing                       | 2019  | 15   |    |
| Frontiers in Artificial Intelligence and Applications | 0.48 | Neural Network Models for Bitcoin Option Pricing                  | 2019  | 11   |    |

# Financial applications

- Portfolio management

| 학회 명                                                                 | IF   | 논문 명                                                                                                       | 발간 년도 | 인용 수 | 내용                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| The Journal of Financial Data Science                                |      | Deep Learning for Portfolio Optimization                                                                   | 2020  | 16   | Portfolio Sharpe ratio를 최적화 하기위한 딥러닝 모델을 제안. 기대되는 수익의 방향을 최대로 하는 쪽으로 모델 훈련. 시장 인덱스를 기반으로 한 데이터 사용                                                                       |
| International Conference on Information and Communication Technology | 0.94 | Forecasting Portfolio Optimization using Artificial Neural Network and Genetic Algorithm                   | 2019  | 4    | ANN, GA를 이용하여 Portfolio Optimization 진행, 최대 return, 최소 risk를 목표로 하여 진행                                                                                                  |
| Expert Systems with Application                                      | 5.45 | Portfolio optimization with return prediction using deep learning and machine learning                     | 2021  | 12   | random forest, support vector regression, LSTM, DMLP, CNN을 결합한 모델을 사용<br><br>1) 포트폴리오 형성에 앞서 주식 사전선택을 위해 예측모형 사용 2) 위의 예측결과를 평균 분산 그리고 오메가 포트폴리오 최적화 모델을 발전시키는 예측결과를 통합 |
| Applied Sciences                                                     | 2.67 | Portfolio Optimization-Based Stock Prediction Using Long-Short Term Memory Network in Quantitative Trading | 2020  | 11   | LSTM을 이용하여 Portfolio Optimization진 active returns, Sharpe ratios에서 좋은 성과를 보임                                                                                            |
| IEEE Access                                                          | 3.36 | Prediction-Based Portfolio Optimization Models Using Deep Neural Networks                                  | 2020  | 6    | DNN을 이용하여 주가 미래 수익률을 계산, 해당 예측 오차는 각각의 주식의 위험성으로 가정. 예측 결과와 후처리된 위험성 정보를 포트폴리오 최적화 모델로 사용                                                                               |

# Financial applications

- Cryptocurrency and blockchain

| 학회 명                                             | IF   | 논문 명                                                                                                                           | 발간 년도 | 인용 수 | 내용                                                                                               |
|--------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Journal of Information Security and Applications | 5.43 | A Deep Learning-based Cryptocurrency Price Prediction Scheme for Financial Institutions                                        | 2020  | 19   | Litecoin, Monero 두 코인을 LSTM, GRU Hybrid 모델을 사용하여 예측                                              |
| Electronics                                      | 2.11 | An Advanced CNN-LSTM Model for Cryptocurrency Forecasting                                                                      | 2021  | 6    | multiple-input deep neural network 모델을 이용하여 BTC, ETH, XRP 등을 한번에 Input으로 사용. 데이터간의 서로 다른 관계를 학습. |
| IEEE Access                                      | 3.36 | An Empirical Study on Modeling and Prediction of Bitcoin Prices With Bayesian Neural Networks Based on Blockchain Information  | 2017  | 277  | Bayesian neural networks를 이용하여 예측 진행                                                             |
| Expert Systems with Applications                 | 5.45 | Convolution on neural networks for high-frequency trend prediction of cryptocurrency exchange rates using technical indicators | 2020  | 32   | Convolutional LSTM모델로 가상화폐 고빈도 데이터를 학습하여 다음 1분의 가격을 예측                                           |
| Chaos, Solitons & Fractals                       | 3.76 | Cryptocurrency forecasting with deep learning chaotic neural networks                                                          | 2019  | 120  | Lstm을 이용하여 가상화폐들의 가격 예측                                                                          |

# Financial applications

- Cryptocurrency and blockchain

| 학회 명                                                                          | IF   | 논문 명                                                                                           | 발간 년도 | 인용 수 | 내용                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| International Conference on Information Management Mathematics                | 0.56 | Cryptocurrency Price Analysis with Artificial Intelligence                                     | 2019  | 12   | ANN과 LSTM을 이용하여 가상화폐 가격 예측                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                               | 2.07 | Deep Learning Methods for Modeling Bitcoin Price                                               | 2020  | 9    | deep recurrent convolutional neural network를 이용하여 비트코인 가격 예측 진행                                                                                                                                                              |
| International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems | 0.76 | Prediction of Bitcoin exchange rate to American dollar using artificial neural network methods | 2017  | 43   | backpropagation neural network, genetic algorithm neural network, genetic algorithm backpropagation neural network, neuroevolution of augmenting topologies 등을 이용하여 다음날 주가 예측. backpropagation neural network가 가장 뛰어난 성능을 보임 |
| IEEE Access                                                                   | 3.36 | Stochastic Neural Networks for Cryptocurrency Price Prediction                                 | 2020  | 12   | random walk이론을 적용한 stochastic neural network model을 가상화폐 예측에 사용                                                                                                                                                              |
| Applied Soft Computing Journal                                                | 5.47 | Cryptocurrency malware hunting A deep Recurrent Neural Network approach                        | 2020  | 20   | 역사적 가격 데이터와 grid search-based k-fold cross-validation techniqu를 사용한 LSTM을 사용하여 가격 예측 진행                                                                                                                                      |

# Financial applications

- Financial sentiment analysis and text mining

| 학회 명                                                                                                                          | IF    | 논문 명                                                                                                           | 발간 년도 | 인용 수 | 내용                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design                                                     | 0.65  | A BERT based Sentiment Analysis and Key Entity Detection Approach for Online Financial Texts                   | 2021  | 12   | 자연어 처리 기술인 BERT를 기반으로 media데이터를 이용. financial text mining, entity detection 진행. Pre-training과 ensemble을 이용하여 성능 향상.                                                                 |
| Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing                                                                | 0     | A multilayer perceptron based ensemble technique for fine-grained financial sentiment analysis                 | 2017  | 48   | 블로그와 뉴스제목 데이터를 이용, Pre-training과 ensemble을 이용하여 financial sentiment analysis실행                                                                                                      |
| Journal of Big Data                                                                                                           | 11.09 | Big Data Deep Learning for financial sentiment analysis                                                        | 2018  | 160  | long short-term memory, doc2vec, convolutional neural networks 등이 StockTwits 데이터를 이용한 financial sentiment analysis에 좋다는 것을 보임                                                       |
| SMU Data Science Review                                                                                                       |       | Cryptocurrency Price Prediction Using Tweet Volumes and Sentiment Analysis                                     | 2018  | 84   | 트위터 데이터와 Google trend데이터를 이용해 가상화폐의 가격 방향을 예측함                                                                                                                                      |
| IEEE Access                                                                                                                   | 3.36  | Deep Learning Approach for Short-Term Stock Trends Prediction Based on Two-Stream Gated Recurrent Unit Network | 2018  | 96   | S&P 500 prices, articles 데이터를 이용하여 주가방향 예측, VietStock news, stock prices을 이용해 주식 가격 예측을 진행. two-stream gated recurrent unit은 최신 모델에 비해 뛰어난 성능을 보였고, Stock2Vec는 금융 데이터를 다루는 데 효율적이었음 |
| IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications | 0.66  | Deep learning for stock market prediction from financial news articles                                         | 2017  | 135  | financial news titles, technical indicators를 데이터로 사용하여 intraday 주가 방향 예측 진행. CNN은 텍스트의 의미를 추출하는 데 좋은 성능을 보였고, RNN은 문맥을 잘 파악하고, 복잡한 시간적 특성을 잘 모델링함                                   |
| Computer Science                                                                                                              | 0.81  | FinBERT Financial Sentiment Analysis with Pre-trained                                                          | 2019  | 85   | FinBERT는 작은 Training set, fine-tuning을 사용하고 fin financial sentiment analysis을 실행, 최신 모델들과 비교하여 좋은 성능을 보임                                                                            |

# Financial applications

- Financial sentiment analysis and text mining

| 학회 명                                                               | IF   | 논문 명                                                                                            | 발간 년도 | 인용 수 | 내용                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEEE Systems Journal                                               | 5.28 | Forecasting Stock Market Movement Direction Using Sentiment Analysis and Support Vector Machine | 2018  | 79   | support vector machine을 이용한 sentiment analysis 실행. 요일효과를 고려하고 신뢰성 있는 감정 지수 구축                                                                           |
| Information Processing and Management                              | 4.78 | Incorporating stock prices and news sentiments for stock market prediction A case of Hong Kong  | 2020  | 63   | 기술적 분석을 통해 기술적 지표에 의해 가격 데이터를 표현하고 감성분석을 통해 뉴스 기사의 문맥을 표현. 기술적 지표와 뉴스 감성에 의해 만들어진 시장 시계열을 층이 있는 딥러닝 모델로 구성. 홍콩 주가 데이터를 4가지 다른 감성 사전을 이용해 예측.            |
| NAACL                                                              | 7.26 | Knowledge-enriched Two-layered Attention Network for Sentiment Analysis                         | 2018  | 27   | Word-Net에서 사용된 Graph Embedding이 sentiment predictio을 향상시키기 위해 사용. two-layered attention network와 MLP를 사용한Support Vector Regression이 결합된 모델을 감성분석을 위해 사용 |
| Computation and Language                                           | 2.11 | LSTM Based Sentiment Analysis for Cryptocurrency Prediction                                     | 2021  | 3    | social media의 자료를 감성분석하고 그것들 사이의 상관을 발견하여 가격을 예측. 역사적 가상화폐 자료를 lstm과 함께 예측                                                                              |
| Intelligent Systems and Applications                               | 0.24 | Predicting stock market behavior using data mining technique and news sentiment analysis        | 2017  | 75   | 역사적 주가데이터와 뉴스 감성분석을 기반으로 예측. text polarity를 얻기위해 naïve Bayes알고리즘을 이용해 뉴스 감성 분석 진행                                                                       |
| IEEE International Conference on Big Data (Big Data)               | 0.71 | Predicting the Effects of News Sentiments on the Stock Market                                   | 2018  | 44   | 주식시장에서 뉴스감성분석의 효과를 분석함. 금융분야의 뉴스감성분석 사전을 만듦. 사전기반 감성분석 진행                                                                                               |
| Procedia Computer Science                                          | 2.09 | Real-Time Sentiment Analysis of Twitter Streaming data for Stock Prediction                     | 2018  | 46   | 트위터 데이터와 rnn을 이용해 주식 가격을 예측                                                                                                                             |
| International Conference on Service Systems and Service Management | 0.1  | Sentiment-aware stock market prediction A deep learning method                                  | 2017  | 64   | Naïve Bayes를 이용한 감성을 추출하고 LSTM과 함께 주가를 예측                                                                                                               |

# Financial applications

- Financial sentiment analysis and text mining

| 학회 명                                                                    | IF   | 논문 명                                                                                                       | 발간 년도 | 인용 수 | 내용                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Knowledge-Based Systems                                                 | 8.03 | Sentiment-aware volatility forecasting                                                                     | 2019  | 30   | sentiment-aware volatility forecasting을 제안하여 주가 수익률 변동성 예측 진행. Svm, lstm등의 모델들을 앙상블 하여 예측. 통계적 모델을 뛰어넘음 |
| Neural Computing and Applications                                       | 4.77 | Stock closing price prediction based on sentiment analysis and LSTM                                        | 2020  | 55   | Attention lstm을 이용한 주가예측에 감성분석을 추가하여 정확성을 효율적으로 향상시킴. 주식 데이터를 EMD decomposition하여 데이터에 입력               |
| International Smart Cities Conference (ISC2)                            | 1.81 | Stock market prediction using neural network through news on online social networks                        | 2017  | 31   | 웹사이트의 정보를 추출하고 lstm, gru를 사용하여 중국 주식시장 예측 진행                                                            |
| In Proceedings of Australasian Language Technology Association Workshop |      | Stock market prediction with deep learning A character-based neural language model for event-based trading | 2017  | 33   | 금융 text데이터의 문자수준 언어 pre-training을 이용한 rnn을 사용하여 하루이내, 일주일 이내 주식을 예측                                     |
| Expert Systems with Applications                                        | 5.45 | Technical analysis and sentiment embeddings for market trend prediction                                    | 2019  | 86   | technical and fundamental analysis을 결합하는 것을 목표로하여 시계열 분류 작업 진행, 기술적지표와 뉴스 감성 분석을 input으로 사용             |
| Information Retrieval                                                   | 2.20 | Volatility Prediction using Financial Disclosures Sentiments with Word Embedding-based IR Models           | 2017  | 55   | 시장데이터와 텍스트 데이터를 이용한 감성분석을 이용한 변동성 예측 진행                                                                 |

# Reference

---

- 1 Jian Huang, Junyi Chai and Stella Cho. Deep learning in finance and banking: A literature review and classification. Frontiers of Business Research in China (2020). <https://doi.org/10.1186/s11782-020-00082-6>
- 2 Ahmet Murat Ozbayoglu , Mehmet Ugur Gudelek, Omer Berat Sezer. Deep learning for financial applications : A survey. Applied Soft Computing Journal (2020). <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106384>
- 3 Ahmet Murat Ozbayoglu , Mehmet Ugur Gudelek, Omer Berat Sezer. Deep learning for financial applications : A survey. Quantitative Finance (2020). arXiv:2002.05786