

H1N1과 COVID-19 팬데믹이 미국 주식시장에 끼친 영향

The Impact of The Impact of H1N1 and COVID-19 Pandemics on the U.S. Stock Market.

요약 WHO에서 공식적으로 선언한 팬데믹 중 20세기 이후 선언된 H1N1과 COVID-19는 1년 이상 지속되며 일상생활뿐만 아니라 사회, 정치, 경제적인 분야까지 많은 영향을 끼쳤다. 특히 COVID-19 팬데믹은 현재까지 진행되고 있다. 본 연구에서는 H1N1과 COVID-19 팬데믹 기간 동안 미국 3대 지수의 변화를 분석하고 향후 1년간의 주가 변동을 예측하여 팬데믹과 주가 사이의 관계를 명확히 분석했다. Graph Attention Network (GAT)를 활용해 팬데믹과 주가 변동 간의 관계를 분석했으며, Exponential Smoothing State Space Model (ETS) 예측모델을 활용해 향후 1년간의 코로나 감염자 수를 예측하고, Prophet 예측 모델을 사용하여 ETS 모델로 예측된 코로나19 감염자 수와 H1N1 팬데믹 기간 동안의 감염자 수를 포함한 변수들을 바탕으로, 향후 1년간 각 지수의 종가 (closing price)를 예측하였다.

키워드 팬데믹, 주가예측, 예측모델, GAT, ETS, Prophet

Abstract Among the pandemics officially declared by the WHO, H1N1 and COVID-19, declared after the 20th century, lasted more than a year and had a significant impact on daily life, as well as societal, political, and economic aspects. In particular, the COVID-19 pandemic is still ongoing. In this study, we analyze changes in the three major U.S. indices during the H1N1 and COVID-19 pandemics and predict stock price fluctuations for the upcoming year. We clearly established the relationship between pandemics and stock prices. The relationship was analyzed using Graph Attention Network (GAT), and we predicted the number of COVID-19 infections for a year using the Exponential Smoothing State Space Model (ETS). Additionally, we used the Prophet prediction model to forecast the closing prices of each index for the next year based on the variables including the number of COVID-19 infections predicted by the ETS model and the number of infections during the H1N1 pandemic.

Keyword Pandemic, stock price prediction, Prediction model, GAT, ETS, Prophet

1. 서론 및 연구 배경

COVID-19(이하 코로나) 대유행이 시작된 이후 많은 것이 바뀌었다. BBC 뉴스에 따르면 코로나 대유행 시작 후 2년 간 영화 및 제작 배급업, 여행사 및 여행 종합소매업, 항공 여객 운송업, 그리고 조선업은 큰 타격을 입었으며, 소프트웨어 개발 및 공급업, 전자부품 및 의약품 제조업과 같은 신사업 분야는 상대적으로 혜택을 받았다[1]. 본 연구에서는 각 산업이 코로나 대유행으로 얻은 피해나 혜택을 주가의 상승이나 하락으로 파악할 수 있다고 생각했다. 그리고 자본시장연구원의 보고서를 통해 코로나 대유행 이후 주요국의 주식시장 급락이 이어지고 있었음을 확인했다[2]. 또한 이 보고서에서 주요국의 지수 추이를 비교한 바와 같이 주식 시장 전체에 영향을 끼쳤음을 확인하기 위해서는 일부 종목의 주가가 아닌 주식 시장 지수의 추이를 확인해야 할 필요성이 있음을 논의했다.

세계 최대 규모의 자본 시장인 미국 주식 시장에서는 아마존, 넷플릭스, 구글, 애플, 마이크로소프트 등의 미국의 기업들이 글로벌 기업으로 성장함에 따라, 다양한 산업군에 속한 글로벌 기업들이 상장되었다. 이러한 기업들의 세계적 성장은 글로벌 투자의 중요성을 더욱 부각시켰다. 또한 한국을 포함한 전 세계 개인 투자자들의 미국 주식에 대한 관심이 높아지고 있으며, Axis Direct, HDFC securities, Charles Schwab International 등의 다양한 국가에서 운영되는 온라인 중개 플랫폼과 금융 상품의 출시로 미국 주식 투자가 보다 편리해졌다. 이 점에서 미국 주식시장 지수의 중요도가 높아졌다고 판단해 미국 주식시장 지수의 대표적인 3가지, NASDAQ(이하 나스닥) 지수와 S&P 500 지수 그리고 Dow Jones(이하 다우존스) 지수, 이 세가지 지수의 변동에 대유행이 영향을 끼

쳤는지에 대해 알아보고자 한다.

본 연구를 통해 주식시장에 영향을 미치는 요소 중 하나인 감염병과 주식시장 지수의 관계를 파악할 수 있으며 이후 전세계적인 감염병 대유행이 발생했을 때 감염병과 지수 간의 상관관계를 사전에 알고 감염병의 영향을 예측할 수 있음을 기대한다.

2. 관련 연구

기존의 국내 연구들은 주로 특정 산업 분야에 집중하여 감염병이 주식시장에 미치는 영향을 조사[3]했다. 아시아 주식 시장의 변동에 관한 연구[4]는 있었으나, 위 두가지 감염병과 미국 주식 지수와의 관계를 직접적으로 다룬 연구는 상대적으로 부족하다.

이벤트 스터디 방법론을 활용하여 합리적인 시장을 가설하고 정보 유출 효과 및 특정 사건에 따른 주식의 영향을 검증한 연구[5]가 존재하나 이는 예측모델을 활용해 특정 질병에 따른 주식의 영향을 검증하는 본 연구와 차이점이 있다고 할 수 있다. 한국 주식시장의 투자자 군집행동 특성과 변화를 분석해 시간이 지남에 따라 군집행동 특성이 점점 줄어들고 있음을 확인한 기존의 연구[6]를 통해 우리의 가설과 연구의 방향을 설정하고 논리적 이해를 할 수 있었으며 또한 코로나와 같은 감염병 위기가 자본시장의 통합도에 미치는 영향에 대한 연구가 아직 부족한 상황임을 잘 나타낸 연구[7]를 통해 우리 연구의 독창성을 확인 가능했다. 또한 기존에 25개국 주가지수를 통해 주요 대유행(SARS, H1N1, MERS, COVID-19)이 세계 주식시장의 동조화에 미친 영향에 대해 분석한 연구[8] 존재하나 예측모델을 활용한 우리의 연구가 연구 방법론적인 측면에 있어서 독창성이 있다고 판단하였다.

해외의 다른 연구들 중에 코로나 대유행이 주식수익률, 변동성 (volatility) 등에 미치는 영향을 분석한 연구[9]나 코로나 대유행이 주식시장 변동성 (volatility)에 미치는 영향을 분석한 연구[10] 그리고 코로나 대유행과 봉쇄정책이 인도네시아 주식시장 수익률에 미치는 영향에 대한 연구[11]등이 존재한다. 이렇게 코로나 혹은 대유행이 끼친 영향에 대한 연구가 많다는 것은 확실히 코로나 대유행이 다양한 산업뿐만 아니라 주식시장에 많은 영향을 끼쳤음을 보여주고 있으며 이는 단순히 일상생활에 영향을 끼쳤으니 당연한 결과라고 치부하고 넘어갈 문제가 아니라 두 개체 간의 관계를 분석하고 연구해 볼만한 문제임을 시사한다.

3. 연구 과정

우리는 우선 대유행이 주식시장에 영향을 주는 지, 대유행 시기에 따라 다르게 즉, 시기에 따라 긍정적 혹은 부정적인 영향을 주는지에 대해 연구하고자 했고 우선 주식시장에 영향을 준다는 가설을 세웠다.

WHO가 설립된 이후 대유행으로 선포된 질병은 1968년 홍콩 독감, 2009년 H1N1, 2020년 COVID-19 세차례가 있었다[12]. 하지만 홍콩 독감의 경우 발생기간이 6개월로 시기가 짧고, 다른 두 대유행과의 시기 차이가 크므로, 본 연구에서는 H1N1과 COVID-19를 주가 변동에 영향을 미친 주요 대유행으로 선정하였다. 또한 사회적 제약[13], 의료 시스템 부담[14], 경제적 영향[15] 그리고 정치적 결정[16]을 고려할 때, 대유행으로 인한 사망자보다는 신규 감염자 수가 더 큰 영향을 미친다고 판단되어, 본 연구에서는 대유행의 신규 감염자 수 데이터 셋을 사용하고 WHO의 공식 선언에 따라 시기를 구분하였다.

3.1 데이터 수집 및 전처리

질병 데이터의 경우 WHO와 같은 신뢰도 높은 기관의 데이터 셋을 사용하려 했으나 비어있는 시점이 많았기 때문에 WHO의 데이터뿐만 아니라 신뢰도 높은 다른 출처의 데이터와 모아 정리하고 검증해 공유하는 Our World in Data의 데이터셋[17][18]을 사용하였다. 지수 데이터는 yahoo finance에서 제공하는 데이터 셋을 사용하였다.

질병 데이터의 전처리 과정에서는 두 데이터 셋이 일별 및 국가별로 되어있었기 때문에 파이썬과 pandas를 사용하여 월별 데이터로 통합하였으며 주식 데이터 역시 똑같이 파이썬과 pandas 로 기존의 데이터 셋을 부르거나 yahoo finance의 데이터를 기간을 H1N1의 시초라고 할 수 있는 2009년 03월부터 연구 당시 시점인 2024년 05월까지의 데이터를 불러 월별 평균 종가 (closing price)를 계산했을 때 일별 종가 (closing price)와의 차이가 크지 않았기 때문에 그 값을 사용했다.

GAT를 구축하기 위해 지수 월별 평균 종가 (closing price) 데이터는 이전 달과 비교했을 때 상승했으면 4 하락했으면 5으로 처리하였다. 질병 데이터에 대해서는 WHO가 공식적으로 발간한 각종 기사들을 참고하여 대유행 시기를 구분하였다. 각 감염병마다 대유행 기간에 차이가 있고 대유행 사이 기간에도 길이 차이가 존재하기 때문에 감염병마다 설정한 기간의 길이에 차이가 존재한다. H1N1 대유행 종식[19]이후부터 코로나 대유행 이전인 2010년 09월부터 2019년 12월까지를 0으로 감염병 초기인 2009년 3월부터 2009년 9월까지와 2020년 1월부터 2020년 02월까지를 1로 감염병이 소강 상태에 접어든 시기[20]인 2023년 06월부터 연구 당시 시점인 2024년 05월까지를 2로 그리고 WHO에서 공식적으로 대유행

[20][21]이라고 선언한 시기인 2009년 06월부터 2010년 08월과 2020년 03월부터 2023년 05월까지를 3으로 구분하여 값들을 지정하였다. 마지막으로, 지수 평균 증가 (closing price) 변동 데이터와 대유행 시기 구분 데이터를 취합하여 nodes데이터셋과 links 데이터셋으로 만들었다.

3.2 GAT 모델 구축 및 분석

우선 노드를 2009년 03월부터 2024년 05월까지의 각 달을 시기 노드로 그리고 세 미국 지수를 지수 노드로 설정했다.

표 1 노드 데이터 셋의 일부
Table 1 Part of Nodes dataset

1	Id	Label	Type
2	T_2009_03	March 2009	Temporal
3	T_2009_04	April 2009	Temporal
4	T_2009_05	May 2009	Temporal
5	T_2009_06	June 2009	Temporal
6	T_2009_07	July 2009	Temporal
7	T_2009_08	August 2009	Temporal
8	T_2009_09	September 2009	Temporal
9	T_2009_10	October 2009	Temporal
10	T_2009_11	November 2009	Temporal
11	T_2009_12	December 2009	Temporal
12	T_2010_01	January 2010	Temporal
13	T_2010_02	February 2010	Temporal
14	T_2010_03	March 2010	Temporal
15	T_2010_04	April 2010	Temporal
16	T_2010_05	May 2010	Temporal
17	T_2010_06	June 2010	Temporal
18	T_2010_07	July 2010	Temporal
19	T_2010_08	August 2010	Temporal
20	T_2010_09	September 2010	Temporal
21	T_2010_10	October 2010	Temporal
22	T_2010_11	November 2010	Temporal
23	T_2010_12	December 2010	Temporal
24	T_2011_01	January 2011	Temporal
25	T_2011_02	February 2011	Temporal

링크는 시기-시기 링크 같은 경우 위에 언급한 것과 같이 0부터 3까지의 시기를 가중치로 설정하였으며 시기-지수 간의 링크 또한 변동을 가중치로 적용하였다.

표 2 링크 데이터셋의 일부
Table 2 Part of Links dataset

1	Source	Target	Type	Attribute	Value
2	T_2009_03	T_2009_04	Temporary-Temporary	Term	1
3	T_2009_03	T_2009_05	Temporary-Temporary	Term	1
4	T_2009_03	T_2020_01	Temporary-Temporary	Term	1
5	T_2009_03	T_2020_02	Temporary-Temporary	Term	1
6	T_2009_03	Dow Jones	Temporary-Index	ValueChange	5
7	T_2009_03	NASDAQ	Temporary-Index	ValueChange	5
8	T_2009_03	S&P 500	Temporary-Index	ValueChange	5
9	T_2009_04	T_2009_05	Temporary-Temporary	Term	1
10	T_2009_04	T_2020_01	Temporary-Temporary	Term	1
11	T_2009_04	T_2020_02	Temporary-Temporary	Term	1
12	T_2009_04	Dow Jones	Temporary-Index	ValueChange	4
13	T_2009_04	NASDAQ	Temporary-Index	ValueChange	4
14	T_2009_04	S&P 500	Temporary-Index	ValueChange	4
15	T_2009_05	T_2020_01	Temporary-Temporary	Term	1
16	T_2009_05	T_2020_02	Temporary-Temporary	Term	1
17	T_2009_05	Dow Jones	Temporary-Index	ValueChange	5
18	T_2009_05	NASDAQ	Temporary-Index	ValueChange	5
19	T_2009_05	S&P 500	Temporary-Index	ValueChange	5
20	T_2009_06	T_2009_07	Temporary-Temporary	Term	3
21	T_2009_06	T_2009_08	Temporary-Temporary	Term	3
22	T_2009_06	T_2009_09	Temporary-Temporary	Term	3
23	T_2009_06	T_2009_10	Temporary-Temporary	Term	3
24	T_2009_06	T_2009_11	Temporary-Temporary	Term	3

위의 두 데이터 셋을 Gephi에 넣어 노드의 유형에 따라 노드 색상을 다르게 설정하고 각 링크의 값에 따라 선의 두께와 색상을 다르게 설정해 Attention 그래프를 그린 후 'Yifan Hu' 레이아웃을 적용하고 시기 노드를 시기별로 정리해 한눈에 보기 쉽게 정리하였다.

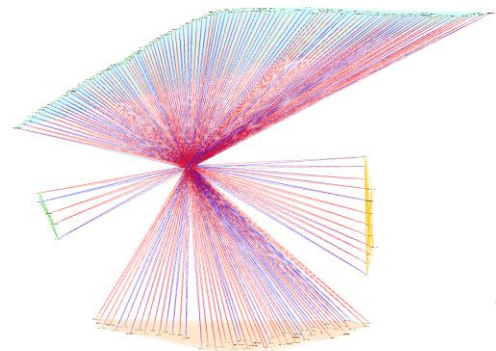


그림 1 GAT 전체
Fig 1. GAT Full view

위 그래프를 시기별로 구분해서 자세히 보면 다음과 같다.

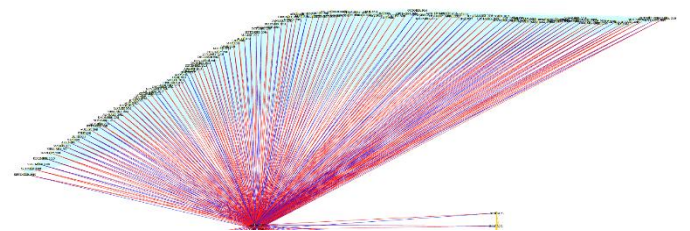


그림 2 GAT 시기 0
Fig 2 GAT Term 0

위 시기는 H1N1의 대유행의 종식 이후 코로나

대유행 이전까지 시기의 지수 증가 (closing price)의 변화이다. 미국 주식 시장의 규모가 커짐에 따라 지수가 증가했기 때문에 파란색에 비해 빨간색의 링크가 더 많음을 알 수 있다.

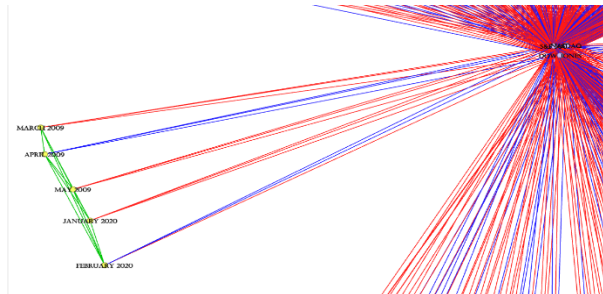


그림 3 GAT 시기 1
Fig 3 GAT Term 1

위 그림은 감염병 초기인 시기 1의 지수 증가 (closing price) 변동을 보여준다. 감염병 초기에는 시장의 성장으로 상승세를 보이지만 대유행 선언 직전 달과 연결된 두 링크는 파란색으로 하락세를 보인다.

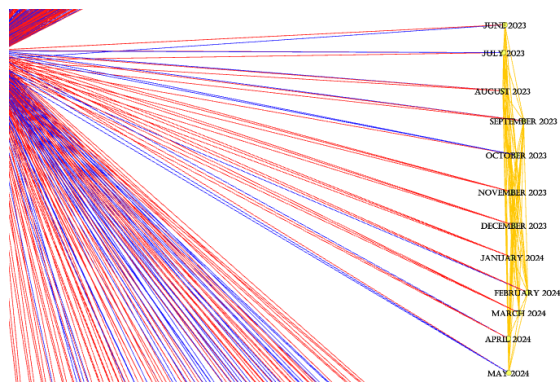


그림 4 GAT 시기 2
Fig 4 GAT Term 2

위 그림은 WHO의 COVID-19 긴급 위원회가 코로나 대유행이 더 이상 PHEIC의 정의에 부합하지 않는다고 WHO 사무총장에게 제시한 이후부터 연구 당시 시점까지인 시기 2의 지수 증가 (closing price)의 변동을 보여준다. 전달에 비해 하락한 지수도 존재하나 모든 링크들을 보았을 때 세 지수 모두 이전 달에 비해 하락한 달은 존재하지 않는 것을 알 수 있다.

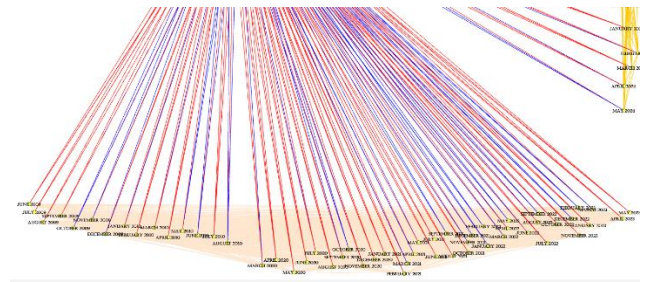


그림 5 GAT 시기 3
Fig 5 GAT Term 3

위 그림은 WHO의 대유행 선언 이후부터 종식 혹은 이전에 비해 심각도가 낮다고 선언할 때까지인 시기 3의 지수 증가 (closing price)의 변동을 보여준다. 초반 몇달은 지수의 증가 (closing price)가 전달에 비해 상승한 지수도 존재하지만 대유행 감염자 수가 급증한, 즉 심각도가 높아진 이후로는 세 지수가 모두 이전 달에 비해 상승한 달보다는 두 지수 이상이 전달에 비해 하락한 달이 더 많음을 알 수 있다. 또한 코로나 대유행 같은 경우 시기가 계속 지속되면서 뒤로 갈수록 대유행 감염자 수보다는 다른 요인의 영향을 많이 받는 듯한 모습을 볼 수 있다.

3.3 ETS 모델을 활용한 대유행(COVID-19) 감염자 수 예측

본 연구에서는 향후 1년간의 감염자 수를 예측하기 위해 다양한 예측 모델을 활용하여 코로나 데이터를 분석하였다. 이 과정에서 Fayomi의 연구[22]를 참고하여 ETS 모델을 선정하였는데, 이는 코로나 감염자 수를 예측하는 데 가장 높은 수준의 일치도를 보였기 때문이다. 특히, 본 연구는 사망자 수가 아닌 감염자 수의 예측에 초점을 맞추고 있으므로, ETS 모델이 가장 적합하다고 판단되었다.

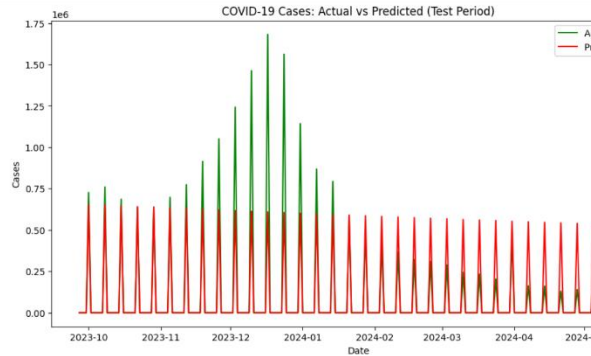


그림 6 ETS 모델 학습 그래프

Fig 6 ETS model value comparison Graph

위 그래프는 ETS모형을 학습시켜 정확도를 높였을 때, 실제값과 예측값의 비교를 보여준다. 본 연구에서 사용된 일별 데이터는 전 세계에서 보고된 감염자 수 기록하며, 일주일에 한번씩 해당 주 동안에 새로 보고된 감염자 수가 값으로 있고 나머지 날은 0의 값을 갖는다. 월별 데이터로는 ETS 모델 적용 시 데이터의 양이 부족하다고 판단되어 일별 데이터를 사용하였으며, 파라미터를 주 별로 조정하고 0.85:0.15의 비율로 학습을 시도하였다. 그러나 이러한 조정에도 불구하고 최대 정확도는 약 77%에 불과하여 실제 값과 예측 값 간에 차이가 존재하였다.

표 3 ETS로 예측한 향후 1년간의 코로나 감염자 수의 일부

Table 3 Part of the forecasted cases of COVID-19 for a year come by ETS mode

1	date	forecasted_cases
2	2024-05-25	0
3	2024-05-26	0
4	2024-05-27	0
5	2024-05-28	0
6	2024-05-29	0
7	2024-05-30	653458
8	2024-05-31	0
9	2024-06-01	0
10	2024-06-02	0
11	2024-06-03	0
12	2024-06-04	0
13	2024-06-05	0
14	2024-06-06	649273
15	2024-06-07	0
16	2024-06-08	0
17	2024-06-09	0
18	2024-06-10	0
19	2024-06-11	0
20	2024-06-12	0
21	2024-06-13	645115
22	2024-06-14	0
23	2024-06-15	0

우리는 입력된 데이터의 보고 기간과 동일한 기간의 공백을 두고 예측 값을 생성하였다. 이 일별 데이터를 월별 데이터로 변환하기 위해 파이썬을 활용하여 다시 처리하였다.

표 4 ETS로 예측한 달 별 코로나 감염자 수

Table 4 Monthly COVID-19 new cases forecasted by ETS model

1	date	forecasted_cases
2	2024-05-31	653458
3	2024-06-30	2572249
4	2024-07-31	2506985
5	2024-08-31	3044475
6	2024-09-30	2366135
7	2024-10-31	2873427
8	2024-11-30	2233197
9	2024-12-31	2176537
10	2025-01-31	2643179
11	2025-02-28	2054252
12	2025-03-31	2002133
13	2025-04-30	1951334
14	2025-05-31	2369693
15		

위 표는 일별 예측 값을 월별로 합산하여 보여준다. 2024년 05월 25일 이후의 감염자 수를 예측한 결과, 2024년 05월은 예측 값이 적어 제외하고 나머지 월별 예측 값은 최근 추이와 유사함을 확인할 수 있다.

3.4 Prophet 모델을 활용한 주식 지수 예측

Prophet 모델을 사용한 주가 예측에 앞서, 기존의 대유행 감염자 수 데이터와 각 지수의 월별 평균 증가 (closing price) 데이터를 바탕으로 지수 별 모델을 구축하고 최고의 정확도를 보이는 모델을 만들기 위해 학습을 진행했다. Prophet 모델에는 지수 증가 (closing price) 데이터와 대유행 기간의 감염자 수를 변수로 적용하였으며, H1N1 대유행 종식 이후의 H1N1 감염자 수는 제외하였다.

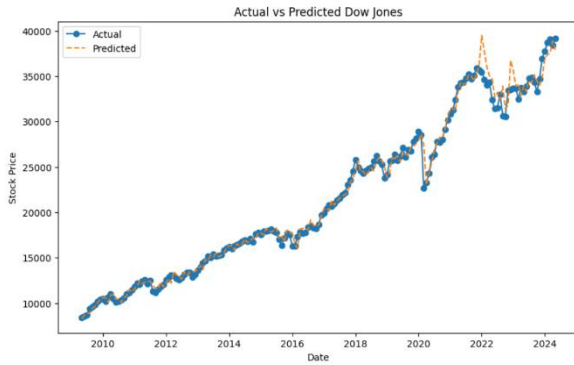


그림 7 Dow Jones 지수를 예측하는 Prophet 모델 학습 이후 그래프
Fig 7 Comparison Graph of Dow Jones index prediction Prophet model after train

```
print(f'MAE: {mae}')
print(f'MSE: {mse}')
print(f'RMSE: {rmse}')
print(f'Accuracy: {accuracy:.2f}%')
```

MAE: 568.7786101768738
MSE: 792710.5840667038
RMSE: 890.3429586775558
Accuracy: 97.37%

그림 8 Dow Jones 지수 예측 모델의 정확도
Fig 8 Accuracy of Dow Jones prediction Prophet model after train

위 두 그림은 각각 Prophet 모델을 Dow Jones 지수에 적용하여 학습시킨 결과와 정확도를 보여준다. 정확도는 97.37%로 매우 높으며, 예측값과 실제값 사이의 평균 절대 오차(MAE)는 약 568\$로, 20,000\$에서 40,000\$ 사이의 증가 (closing price)를 보이는 Dow Jones 지수와 비교했을 때 상당히 적은 오차임을 알 수 있다.

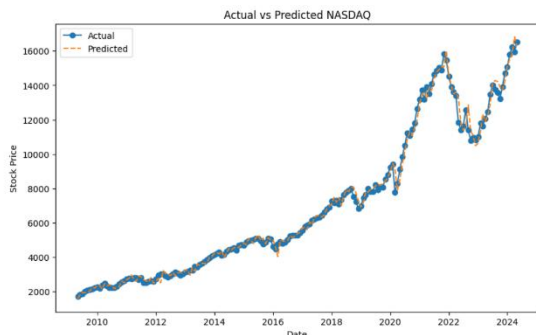


그림 9 NASDAQ 지수를 예측하는 Prophet 모델 학습 이후 그래프
Fig 9 Comparison Graph of NASDAQ index prediction Prophet model after train

```
print(f'MAE: {mae}')
print(f'MSE: {mse}')
print(f'RMSE: {rmse}')
print(f'Accuracy: {accuracy:.2f}%')
```

MAE: 224.4400500985401
MSE: 109171.8913880163
RMSE: 330.4116998352454
Accuracy: 96.78%

그림 10 NASDAQ 지수 예측 모델의 정확도
Fig 10 Accuracy of NASDAQ prediction Prophet model after train

위 두 그림은 각각 Prophet 모델을 NASDAQ 지수에 적용하여 학습시킨 뽑은 예측값과 실제값을 비교한 그래프와 모델의 정확도 및 신뢰도를 보여주는 지표를 나타낸다. 정확도는 96.78%로 높으며, 예측값과 실제값 사이의 평균 절대 오차(MAE) 또한 약 224\$로, 1,000\$에서 10,000\$ 사이의 증가 (closing price)를 보이는 NASDAQ 지수와 비교했을 때 매우 적은 오차임을 알 수 있다.

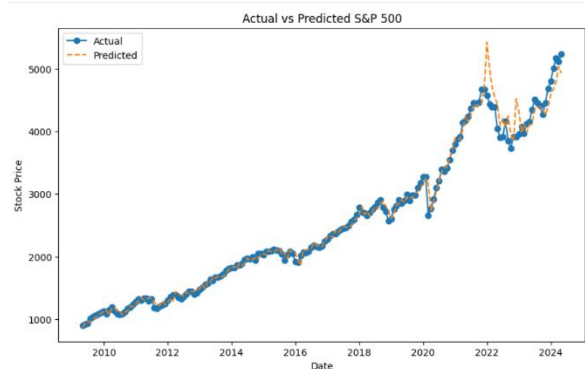


그림 11 S&P 500 지수를 예측하는 Prophet 모델 학습 이후 그래프
Fig 11 Comparison Graph of S&P 500 index prediction Prophet model after train

```
print(f'MAE: {mae}')
print(f'MSE: {mse}')
print(f'RMSE: {rmse}')
print(f'Accuracy: {accuracy:.2f}%')
```

MAE: 79.1870633435035
MSE: 19685.558973853233
RMSE: 140.30523501941485
Accuracy: 96.88%

그림 12 S&P 500 지수 예측 모델의 정확도
Fig 12 Accuracy of S&P 500 prediction Prophet model after train

위 두 그림은 각각 Prophet 모델을 S&P 500 지수에 적합하게 학습시켜 뽑은 예측값과 실제 값을 비교하는 그래프와 모델의 정확도 및 신뢰도를 보여주는 지표이다. 정확도는 96.88%로 높으며, 예측값과 실제값 사이의 평균 절대 오차(MAE) 또한 약 79\$로, 1,000\$에서 5,000\$ 사이의 종가 (closing price)를 보이는 S&P 500 지수와 비교했을 때 상당히 적은 오차임을 알 수 있다. 또한, 평균 제곱근 오차(RSME)는 모델의 예측값이 실제값과 약 140\$ 차이가 난다는 것을 보여준다.

세 지수에 대해 각각 Prophet 모델을 적합하게 학습시킨 후, ETS 모델을 사용하여 향후 1년 동안의 코로나 감염자 수를 예측하였다. 이 예측된 감염자 수를 기존 변수에 추가하여 새로운 데이터셋을 생성하고, 이를 바탕으로 향후 1년간 각 지수의 변화를 예측하였다.

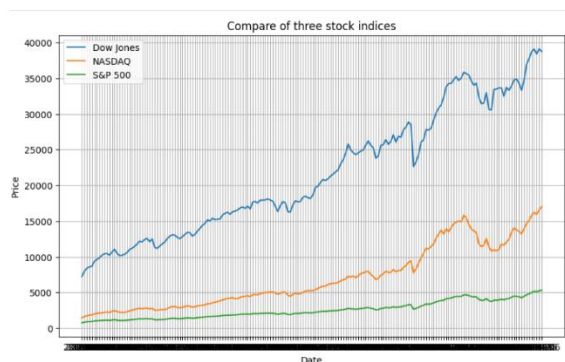


그림 13 기존 세 지수 평균 종가 (closing price) 값의 비교 그래프

Fig 13 Compare of three stock indices

위 그래프는 기존의 세 지수 평균 종가 (closing price) 실제 값을 한 시트에 나타낸 그래프이다. 이 그래프와 세 지수 평균 종가 (closing price)의 예측값을 뽑아낸 그래프의 비교를 통해 예측값의 비교를 통해 예측 모델의 성능을 평가하려 한다.

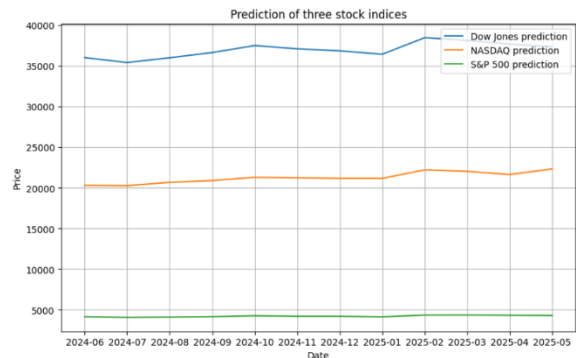


그림 14 세 지수 평균 종가 (closing price) 예측 값 비교 그래프

Fig 14 Prediction of three stock indices

위 그래프는 Prophet 예측 모델을 사용하여, ETS 모델을 통해 예측된 향후 1년간의 코로나 감염자 수를 포함한 대유행 감염자 수를 변수로 적용한 결과이다. 이 데이터를 바탕으로 2024년 06월부터 2025년 05월까지의 각 지수의 평균 종가 (closing price) 예측값을 도출하였으며, 한 시트에 나타낸 그래프이다. 이 그래프를 통해 각 지수 사이의 종가 (closing price) 차이가 명확하며, 각 지수의 상승과 하락 등 주요 변동 추세가 유사함을 확인할 수 있다.

4. 연구 결과

우리는 GAT를 통해 대유행과 주식 지수 간의 관계를 분석했을 때 확실히 영향을 주기는 하나 코로나 대유행 같은 경우엔 이전의 다른 대유행들과는 다르게 그 기간이 길어 대유행이 심해져 확립되어 갈수록 즉, 점점 시간이 흐를수록 대유행 감염자 수보다는 다른 영향을 더 많이 받음을 예측할 수 있었다.

본 연구에서는 ETS 모델을 사용하여 향후 감염자 수를 예측하려 했으나, 이 모델로는 감염자 수의 예측만 가능하고 대유행의 종식 시기를 예측하는 것은 불가능했다. 이는 대유행 종식에 영향을 미치는 여러 변수들, 예를 들어 새로운 변종의 출현, 백신 접종률, 공중 보건 조치, 국가별 협력과 같은 다양한 요인을 모델

에 통합할 수 없었기 때문이다. WHO에서 대유행의 종식 선언을 내리기 위해서는 위와 같은 요소들이 충족되어야 하나, 전문가들조차 그 시점을 정확하게 예측하기 어려운 상황이다. 뿐만 아니라 WHO나 각 국가의 보건당국에서 파악할 수 없는 숨은 감염자가 존재해 실제 감염자 수와 데이터의 수치가 차이가 있을 수 있기에 정확한 통계를 갖기에는 조금 아쉬움이 있을 수 있으나 조사 결과와 실제 숫자가 각 대유행 시기에 미치는 영향은 비슷할 것으로 판단한다. 그리고 ETS 모델에 위와 같은 다양한 요소들을 통합할 수 없었다는 점, 또한 ETS 모델의 정확도가 77%밖에 안된다는 점에서 아쉬운 결과를 보였다.

반면에 Prophet 예측 모델은 세 지수에 적합하게 학습시킨 결과 모두 95%이상의 정확도를 보여주었으며, 그로 인해 실제값과 유사한 예측값을 뽑아낼 수 있었다.

하지만 주식 종가에 있어서 특히 H1N1 대유행 시기의 경우 서브프라임 모기지 사태(Subprime Mortgage Crisis)와 시기가 겹치기 때문에 감염병보다 위 경제 위기가 주가 변동에 더 큰 영향을 끼쳤음을 무시할 수 없으며 코로나 대유행 시기 중에 발생한 경제적, 정치적 등의 문제 또한 주가 변동에 더 큰 영향을 끼쳤을 수 있으나 이를 예측 모델에 반영할 수 없었다는 점에서 아쉬움이 남는다.

5. 결론

대유행이 주식 지수와 주가에 미치는 영향은 명확하나, 긍정적 혹은 부정적 영향이 구체적으로 언제 발생하는지 분석하기 위해서는 당시 시장 상황에서 크게 성장하거나 타격을 입은 종목의 상승 또는 하락세를 추가적으로 고려하여 분석할 필요가 있다. (어느 때 지수가 감소하는지를 분석하기 위해서는 그 당시에 시장에

서 크게 성장하거나 크게 타격을 입은 종목의 상승/하락세 또한 고려해서 분석해야 한다.) 또한 코로나 대유행과 같이 기간이 길어져 일상 생활에서의 공존이 익숙해지게 된다면, 감염자수의 급격한 증가가 없는 한 주식 시장에 큰 영향을 미치기 어렵다고 볼 수 있다. 이외에도 주식 시장은 대유행 뿐만 아니라 전쟁이나 정치적인 요인에도 큰 영향을 받으므로, 향후 주가 예측 및 경제 정책 수립에 있어서는 대유행보다 현재 발생하고 있는 전쟁, 정치, 사회적인 문제들을 더 중요한 요소로 고려하는 것 바람직하다고 제안한다. 해당 기술은 감염병 하나의 요소가 주식시장 변동에 미치는 영향만을 예측, 분석한 결과로 정치, 사회적인 문제를 더 중요한 요소로 고려하는 것이 바람직함을 다시 한번 강조한다.

Reference

- [1] BBC News Korea. (2022, February 24). 코로나19는 일자리를 어떻게 바꿔놓게 될까?. BBC News 코리아. <https://www.bbc.com/korean/news-60460376>
- [2] Kim, J. (2020, May 17). 코로나19의 주식시장에 대한 영향 평가. KCMI. https://www.kcmi.re.kr/publications/pub_dt_view.php?cno=5418&year=2020&zcd=002001016&zno=1517&fcd=002001016001&pg=1
- [3] Cho, Y., & Kim, D. (2020). Stock price volatilities of airline from infectious disease: Before and after A(H1N1), MERS-CoV, COVID-19. 한국항공경영학회지, 18(5), 33-53.
- [4] Jo, Y. B. (2021). Infectious disease pandemic and volatility in Asian stock markets. 글로벌경영학회지, 18(5), 63-75.
- [5] Park, S. K., & Cho, J. H. (2022). Does the pandemic declaration influence the firm value of the untact firms? 아태비즈니스연구, 13(1), 247-262.

- [6] Kim, S. W. (2021). COVID-19 pandemic and investor herding behavior. *Journal of Digital Contents Society*, 22(7), 1083–1090.
- [7] Jeong, J., & Lee, G. (2021). The effect of COVID-19 pandemic on stock market integration: The case of Korea and China. *The Korean Journal of Financial Management*, 38(1), 57–78.
- [8] Lee, D. S., & Won, C. (2022). 대유행 위기가 세계 자본시장 동조화에 미치는 영향. *한국경영학회 융합 학술대회*, 576–612.
- [9] Basuony, M. A. K., Bouaddi, M., Ali, H., & EmadEldeen, R. (2021). The effect of COVID-19 pandemic on global stock markets: Return, volatility, and bad state probability dynamics. *Journal of Public Affairs*, e2761.
<https://doi.org/10.1002/pa.2761>
- [10] Khan, M. N., Fifield, S. G. M., & Power, D. M. (2024). The impact of the COVID-19 pandemic on stock market volatility: Evidence from a selection of developed and emerging stock markets. *SN Business & Economics*, 4, 63.
<https://doi.org/10.1007/s43546-024-00659-w>
- [11] Utomo, C. D., & Hanggraeni, D. (2021). The impact of COVID-19 pandemic on stock market performance in Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(5), 777–784.
<https://doi.org/10.13106/JAFEB.2021.VOL8.NO5.0777>
- [12] Ministry of Justice Correctional Headquarters. (2020, April). Everything about the highest level of pandemic alert. *The Monthly Correctional*, 527.
<http://www.cowebzine.com/vol527/sub0301.html>
- [13] Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: Rapid review of the evidence. *The Lancet*, 395(10227), 912–920.
- [14] Emanuel, E. J., Persad, G., Upshur, R., Thome, B., Parker, M., Glickman, A., ... & Phillips, J. P. (2020). Fair allocation of scarce medical resources in the time of Covid-19. *New England Journal of Medicine*, 382(21), 2049–2055.
- [15] McKibbin, W. J., & Fernando, R. (2020). The global macroeconomic impacts of COVID-19: Seven scenarios. *Asian Economic Papers*, 20(2), 1–30.
- [16] Hale, T., Angrist, N., Goldszmidt, R., Kira, B., Petherick, A., Phillips, T., ... & Webster, S. (2021). A global panel database of pandemic policies (Oxford COVID-19 Government Response Tracker). *Nature Human Behaviour*, 5(4), 529–538.
- [17] Mathieu, E., Ritchie, H., Rod s-Guirao, L., Appel, C., Giattino, C., Hasell, J., ... & Roser, M. (2020). Coronavirus pandemic (COVID-19). *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/coronavirus>
- [18] Dattani, S., Spooner, F., Ritchie, H., & Roser, M. (2023). Influenza. *Our World in Data*.
<https://ourworldindata.org/influenza>
- [19] World Health Organization. (2010, August 10). H1N1 in post-pandemic period.
<https://www.who.int/news/item/10-08-2010-h1n1-in-post-pandemic-period>
- [20] World Health Organization. (2023). Coronavirus disease (COVID-19) pandemic overview.
<https://www.who.int/europe/emergencies/situations/covid-19>
- [21] World Health Organization. (2010). Influenza A(H1N1) pandemic 2009–2010 overview.
<https://www.who.int/em>
- [22] Fayomi, A., Nasir, J. A., Algarni, A., Rasool, M. S., Jamal, F., & Chesneau, C. (2022). Best selected forecasting models for COVID-19 pandemic. *Open Physics*, 20(1), 1303–1312.
<https://doi.org/10.1515/phys-2022-0218>