

캔들스틱 차트 이미지 기반의 다중 윈도우 멀티모달 트레이딩 시스템 개발

장주현, 김재윤*
*순천향대학교

kwack0202@sch.ac.kr, * kimym38@sch.ac.kr

Development of a Multi-Window Multimodal Trading System based on Candlestick Chart Images

Jang Juhyeon, Kim Jaeyun*
*Soonchunhyang Univ.

요 약

본 논문은 기존의 주가 예측 연구에서 활용되던 기술적 지표에 캔들스틱 차트 이미지를 추가로 활용하여, 두 모달리티를 결합한 다중 윈도우 멀티모달 트레이딩 시스템을 제안한다. 각각의 모달리티 데이터는 다양한 시점 별로 재구성되어 모델의 입력으로 전달되며, 계층 구조의 모델 레이어 및 multi-head attention과 Multilayer perceptron을 통해 특징 정보를 종합적으로 Fusion한 뒤 주가 움직임을 예측한다. 제안 트레이딩 시스템은 유니모달 시스템에 비해 우수한 수익성과 안정적 리스크 관리 능력을 증명했다.

I. 서 론

투자자들의 과거 거래 이력에 대해서 각 시간 단위에 따라 재정의된 기술적 지표는 주가의 움직임을 예측하는데 효과적인 것으로 증명되었지만, 이는 개별 표본 시장의 관찰 정보에 크게 의존하며 다양한 모달리티 간의 상호 의존성이 반영되지 못한다.[1] 최근에는 이를 고려해 비정형 모달리티의 특징을 마이닝하는 멀티모달 학습이 주목을 받고 있다.[2] 멀티모달 학습이란 인간의 인지적 학습법을 모방한 방법으로 다양한 정보 간의 상호작용을 구현해 유니모달 시스템에 비해 세밀한 분석 작업을 지원할 수 있다.

멀티모달 연구에 사용된 데이터 중 텍스트 모달리티는 모든 모달리티 중 가장 적극적으로 활용되고 있으며 이는 금융AI 연구에서도 일관된 경향으로 나타난다.[3] 금융 관련 텍스트는 주가에 영향을 미치는 정보를 투자자에게 전달해주는 중요한 역할을 하며 뉴스, 소셜 미디어, 기업 보고서 등 다양한 출처에서 쉽게 데이터를 얻을 수 있다. 이러한 장점을 활용해 시장의 투자 심리를 분석하고 트레이딩 시스템의 거래 성능을 개선하려는 연구는 현재까지도 지속적으로 이루어지고 있다. 그러나, 주가 예측을 위해 활용 가능한 모달리티는 텍스트에만 국한되는 것이 아니다.

캔들스틱 차트는 가격 변동 및 투자자의 거래 행동을 직관적으로 파악할 수 있는 시각적 모달리티다. 실제로 주가의 움직임을 패턴을 통해 해석해서 수익을 실현할 만큼 잠재적 경쟁력이 존재하는 것을 알 수 있지만 이를 주가 예측 모델링을 위해서 활용하는 시도는 상대적으로 미흡한 상태이다. 따라서 캔들스틱 차트만의 인사이트를 발굴하고, 기술적 지표와 결합한 다각적인 분석을 통해 주가 예측의 거래 성능 개선 가능성을 조사할 필요성이 있다. 본 논문은 멀티모달로써 캔들스틱 차트 이미지의 영향력을 평가하기 위해 기존에 효과가 입증된 기술적

지표에 캔들스틱 차트 이미지 데이터를 매핑한 멀티모달 트레이딩 시스템을 제안한다.

II. 본론

II.1. 멀티모달 데이터

제안된 트레이딩 시스템은 2011년부터 2022년까지 약 12년에 해당하는 나스닥 종합주가지수의 일별 데이터를 활용해 각 목적에 따른 두 모달리티 데이터를 생성했다. 첫 번째 모달리티는 수치형 데이터로, 주가의 추세 속도 및 강도를 나타내는 모멘텀 계열의 기술적 지표 11개를 선정했다. 해당 지표들은 주가의 과매수, 과매도 상태를 평가하는 데 사용된다. 두 번째 모달리티는 시각적 데이터로, 캔들스틱 차트를 이미지로 변환하여 생성했다. 이 과정에서 사전 정의된 사이즈의 윈도우를 적용했으며 주가의 장단기 인사이트를 효과적으로 포착하기 위해 5, 20, 60, 120일로 사이즈를 적용해 네 개의 데이터셋을 구축했다. 해당 값은 일주일에 약 5거래일이 수행된다는 점에서 각각 일주일, 한 달, 한 분기, 반 년의 기간을 의미한다. N개 단위의 윈도우로 이미지를 생성하게 되면 현재의 이미지에 간접적으로 N-1개의 과거 캔들스틱이 포함되게 되므로 자연스럽게 시계열적 연속성을 지니게 된다. 따라서, 두 모달리티 간의 일관성을 유지하기 위해 기술적 지표 또한 동일한 5, 20, 60, 120일 시점 단위로 시퀀스를 연결하여 새롭게 정의한 네 개의 입력 벡터 데이터셋을 구성했다. 이를 통해, 각 모달리티는 시점에 따라 네 개씩 총 여덟 개의 데이터셋이 구축됐으며, 이들은 하나의 시점에 동시에 모델에 입력으로 활용된다. 앞선 과정을 통해 생성된 멀티모달 데이터는 설정된 연구 기간에 따라 총 3,020개가 생성됐으며, 각 시점의 라벨은 현재와 미래의 주가를 비교하는 Up-Down방식을 사용해 현재 대비 미래 주가 상승 하락 여부로 라벨링을 진행했다. 제안된 시스템은 2020년을 기준으로 Train과 Test기간을 분할해 3년의 기간에 걸쳐 트레이딩 성과를 분석하였다.

II. II. 멀티모달 트레이딩 시스템

그림.1은 본 논문의 멀티모달 트레이딩 시스템에서 각 모달리티를 모델링하고 추출된 특징 정보를 Fusion하는 프레임워크를 보여준다. 각 모달리티 유형에 따라 정해진 알고리즘에 입력으로 전달되며 두 모달리티 모두 multi-head attention을 적용해 다양한 시점 중 중요한 정보를 강조하게 된다. 이후 선형 계층을 통해 각자 128차원의 출력 벡터가 생성되고, 두 출력 벡터는 하나의 벡터로 Fusion되어 Multilayer perceptron을 통과해 최종적으로 하나의 예측값이 생성된다.

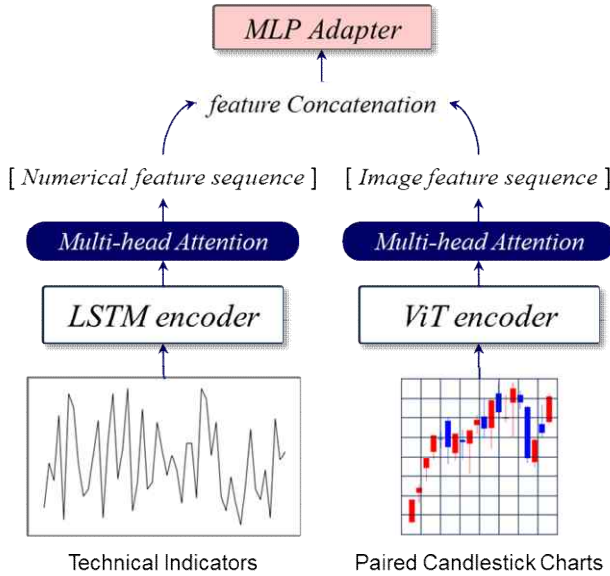


그림.1 멀티모달 트레이딩 시스템 프레임워크

예측이 수행된 이후엔 예측된 결과를 바탕으로 매매 신호를 생성한다. 최초 상승이 예상된 지점에서 매수하여 이후 최초로 발생하는 하락 예상 지점에서 매도 신호를 생성한다. 매도 이후 새롭게 발생한 상승 예상 지점에서 매수를 수행하고 해당 과정을 반복하며 거래를 진행한다. 거래 수량은 1개로 설정하며 매수 이후 매도 신호 발생 전까지는 Holding, 매도 후 매수 신호 발생 전까지는 거래를 수행하지 않는 No action으로 채택했다. 제안된 트레이딩 시스템의 거래 성과 비교를 위해 Buy&Hold를 벤치마크 전략으로 선정하였다. 이는 거래 첫 날 매수해 마지막날까지 포지션을 유지하는 매매 전략으로 시장의 성과를 그대로 추종하는 전략이다. 또한, 멀티모달로써의 평가를 위해 각 모달리티 별로 시점에 따라 여덟 개의 개별적인 모델을 별도로 생성해 거래에 비교 분석하였다.

II. III. 백테스팅

거래 성과를 측정하기 위한 평가 지표는 총 거래 횟수, 승률, payoff ratio, profit factor, 누적 수익률, Maximum Drawdown(MDD)를 사용했다. payoff ratio는 평균 손실 대비 평균 수익이며 profit factor는 총 손실 대비 총 수익의 비율을 의미한다. 두 지표는 모두 1보다 클 때 수익이 발생함을 의미하며 거래의 효율성 및 경쟁력을 평가할 수 있는 지표들이다. MDD는 포트폴리오의 가치 평가 고점 대비 최대 낙폭의 크기를 의미한다. 시장의 분위기가 좋을 때 트레이딩 시스템에서 수익이 발생하는 것은 상대적으로 쉬울 수 있지만, 시장의 분위기가 좋지 못할 때 시장으로부터 벗어나는 것도 하나의 잠재적 능력으로 평가될 수 있다. 따라서, MDD를 통해 시스템의 리스크 관리 능력을 평가하도록 한다. 표1은 벤치마크 전략 및 각 모델 별 거래 성과 지표를 요약한 것이며, 그림.2는 누적 수익 그래프를 시각화한 것이다.

표1. 트레이딩 시스템 거래 성과 비교

Model	Time	Total trades	Win ratio	Payoff ratio	Profit factor	MDD (%)	Cum profit (%)
LSTM	5	45	0.58	0.82	1.12	16.51	20.00
	20	13	0.46	1.34	1.15	24.93	16.90
	60	5	0.60	0.66	0.98	9.92	23.67
	120	7	0.57	0.72	0.96	30.25	6.61
ViT	5	168	0.56	0.74	0.94	31.75	-13.54
	20	146	0.57	0.87	1.15	37.58	31.88
	60	135	0.55	1.00	1.21	23.76	34.03
	120	127	0.57	0.89	1.17	29.36	25.78
Fusion	ALL	90	0.68	0.81	1.71	20.56	71.42
B&H	-	-	-	-	-	-	15.79

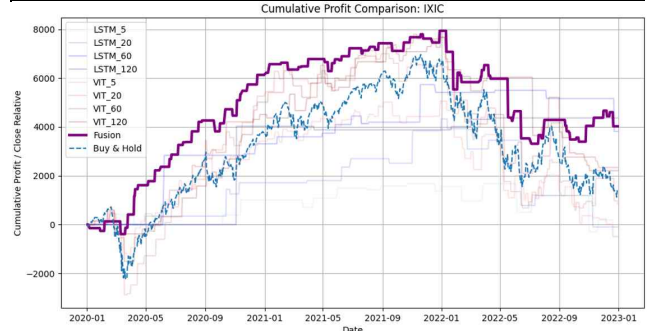


그림.2 누적 수익 변동 그래프

III. 결론

본 논문에서는 기술적 지표와 함께 캔들스틱 차트 이미지를 종합한 멀티모달 트레이딩 시스템을 제안했다. 전체적인 결과에서 LSTM은 상대적으로 적은 거래 횟수를 보였으며, 예측 결과가 장기간 유지되어 효과적인 매수 시점을 놓치거나 시장 변동성에 대응하지 못해 MDD가 높아진 모습을 보였다. 반면, ViT는 빈번한 거래로 포지션을 급하게 청산해 초과 수익 기회를 자주 놓치게 됐다. 그러나 멀티모달 트레이딩 시스템의 경우 두 모달리티를 효과적으로 결합하여 우수한 수익성과를 증명했으며 안정적인 리스크 관리 능력을 보여줬다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2024 년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학사업의 연구 결과로 수행되었음. (2021-0-01399) 또한, 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022R1A2C1092808).

참 고 문 헌

- [1] Sheng, Yankai, Yuanyu Qu, and Ding Ma. "Stock price crash prediction based on multimodal data machine learning models." *Finance Research Letters* 62 (2024): 105195.
- [2] Kolanovic, Marko, and Rajesh T. Krishnamachari. "Big data and AI strategies: Machine learning and alternative data approach to investing." *JP Morgan Global Quantitative & Derivatives Strategy Report* 25 (2017).
- [3] Maqbool, Junaid, et al. "Stock prediction by integrating sentiment scores of financial news and MLP-regressor: A machine learning approach." *Procedia Computer Science* 218 (2023): 1067-1078.