

수익률 측정 통계량에 따른 네트워크 형태의 차이에 관한 연구

최인수¹, 김우창^{2*}

¹KAIST 산업및시스템공학과

²KAIST 산업및시스템공학과

j.l.cheivly_@kaist.ac.kr, wkim_@kaist.ac.kr

Study on the Differences in Yield Network Structures

Insu Choi¹, Woo Chang Kim

¹Dept. of Industrial and Systems Engineering, KAIST

²Dept. of Industrial and Systems Engineering, KAIST

요 약

상호의존성을 검증하기 위해 통계적 측정치를 사용한 심층 분석을 통해 섹터 기반 상장지수펀드를 중심으로 금융 네트워크의 불일치를 분석한다. 최소 스패닝 트리, p 값 기반 네트워크와 같은 방법론을 채택하여 가격 기반 불일치를 조사하여 금융 데이터 내의 기본 네트워크 구조를 파악한다. 우리의 주요 기여는 다양한 측정치와 네트워크 분석을 사용하여 금융 시장에 대한 다양한 통찰력을 제공하는 방법을 보여주는 것이다.

1. 서론

금융 시장의 빠른 변화 속에서 부문 기반 금융 도구를 네트워크 방법론을 통해 분석하는 연구가 중요한 분야로 부상했다. 이 새로운 분야는 시장 역학을 뒷받침하는 복잡한 상호관계를 이해할 필요성을 다루며, 특히 최근의 글로벌 금융 불안정성을 감안할 때 중요하다.

우리 연구의 핵심은 금융 네트워크 내의 차이점을 조사하는 것이다. Pearson 상관 관계, Spearman 및 Kendall 순위 상관 관계, 상호 정보와 같은 통계적 측정치를 사용함으로써, 부문 기반 금융 도구 간의 상호 의존성을 검증하려고 한다. 본 연구는 최소 신장 트리(MST)와 P-값 기반 임계값 그래프(PBTG) (Choi and Kim, 2021)와 같은 네트워크 구성 하는 방법론을 활용하여 수익률 기반의 위상 차이를 면밀히 조사하고 검증하는데 중점을 둔다. 이 다면적 접근 방식을 통해 금융 데이터의 기본 네트워크 구조를 종합적으로 탐색할 수 있다.

우리 연구의 중요성은 금융 네트워크에 대한 이해를 향상시키고, 보다 견고한 금융 시스템과 정보에 기반한 투자 전략을 이끌어낼 수 있는 통찰을 제공하는 데 있다. 다양한 상호 의존성 측정치의 효과에 대

한 실증적 증거를 제공함으로써 금융 네트워크 분석을 위한 프레임워크에 경험적으로 기여한다.

본 연구는 두 가지 주요 목표를 가지고 시작한다. 첫째, 부문 기반 금융 도구 내의 가격 역학의 구성을 밝히고 다양한 통계 측정치 및 네트워크 방법론을 통해 이 도구들 간의 상호 의존성을 검증함으로써 개별 네트워크를 조사한다. 둘째, 이러한 상호 의존성의 차이점을 조사하여 네트워크 역학과 시장 행동에 미치는 영향을 구별한다. 본 연구는 금융 네트워크 내의 가격 기반 차이점의 성격과 결과에 대해 특별히 정규 분포를 만족하지 않는 수익률 분포의 일반적인 특성에 초점을 맞춰 구체적인 질문을 다룬다.

2. 데이터 및 연구 방법론

본 연구 대상은 MSCI와 스탠더드 앤 푸어스가 개발한 글로벌 산업 분류 표준(GICS)을 사용한다. 이 분류 체계는 주요 공개 기업들을 11개의 독립된 부문으로 구분하여 글로벌 금융 시장을 체계적으로 조사하고자 하였다. 각각의 선택된 ETF는 글로벌 경제의 다른 측면을 반영하여, 세부적이고 정확한 부문 기반 분석을 용이하게 한다.

본 연구의 기간은 2006년 1월부터 2023년 6월까지

지, 17년 반에 걸쳐 있다.

우리의 방법론에서는 Pearson, Spearman 순위, Kendall 순위 상관관계, 그리고 상호 정보와 같은 다섯 가지 중요한 측정치를 사용하여 금융 데이터의 통계적 의존성을 정교하게 탐색한다. 이 측정치는 서로 다른 상관관계와 연관성의 차이를 드러내는 독특한 능력 때문에 신중하게 선택되었으며, 효과적인 위험 관리와 투자 포트폴리오 최적화를 위한 기초 도구로 작용한다. 중요하게도, Pearson 상관관계를 제외한 나머지 측정치들은 정규 분포 가정 하에 Pearson 상관계수와 이론적으로 연결되어 있는데, 이는 우리 분석의 중요한 참조점이다. 우리는 이론적 값들을 실제 관찰치와 비교하여 정규성에서의 벗어남을 식별한다. 이는 금융 데이터에서 자주 발생하며 통계적 의존성의 해석에 있어서 중요한 이질성을 발생시킨다.

본 연구에서는 최소 신장 트리와 P-값 그래프를 활용하여 실험을 진행하였다.

최소 신장 트리(MST) 네트워크 구성을 위해 우리는 Borůvka의 알고리즘(Borůvka, 1926; Nešetřil, 2001)을 사용했다. Borůvka의 알고리즘은 특히 희소 그래프에 대해 효율적인, 그래프의 최소 신장 트리(MST)를 찾기 위한 고전적인 알고리즘 중 하나이다.

3. 실험 결과

본 연구의 실험은 3개월의 거래일을 의미하는 60일 창에서 진행되었다. 그 결과, 상호 정보량의 경우에는 'IYR'(부동산 섹터)과 'XLV'(헬스케어 섹터)가 주요 섹터로 드러났는데, 'IYR'은 단기 경제 지표에 대한 부동산 부문의 민감성을 반영하고, 'XLV'는 특히 COVID-19 팬데믹과 같은 위기 동안 헬스케어 부문의 회복력을 강조한다. 'XLI'(산업)도 경제 건강과 경제 정책 및 전 세계 수요에 대한 반응으로 중요한 역할을 담당하기에 유의미한 결과로 해석할 수 있다.

다만 그래프의 형태 자체는 Pearson 상관 계수와 상호 정보량 간의 유사율이 60% 미만으로 상당히 다른 형태를 띄게 되었는데, 이러한 결과를 통해 이러한 상호 의존성을 통해 포트폴리오를 생성하는 대부분의 포트폴리오에서 상호 의존성으로 인해 차이가 발생할 것임을 암시하는 결과를 얻을 수 있었다. <그림 1>은 실

제 구성된 모든 그래프에 대해서 평균 연결의 수를 종합한 그래프를 의미하며, 특히 PVBG의 차이가 두드러지는 것을 확인할 수 있다.

4. 논의

본 연구에서는 우리는 섹터 기반 상장지수펀드(ETF)를 중심으로 한 금융 네트워크의 상호 의존성과 가격 기반 불일치를 심층적으로 분석했다. 최소 신장 트리(MST)와 P-값 기반 임계값 그래프(PBTG)와 같은 네트워크 분석 방법론을 사용하여 금융 데이터 내의 기본 네트워크 구조를 탐색했다는 점에서 본 연구의 기여를 확인할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 금융 시장의 복잡성과 동적인 특성에 대해 다양한 상관 관계 측정치와 두 가지의 네트워크 분석 방법론을 적용함으로써, 금융 데이터를 통한 통찰력의 범위를 확장하고, 시장 행동의 더 정밀한 해석을 가능하게 한다. 이는 투자 전략과 위험 관리 접근 방식에 중요한 시사점을 제공한다.

또한, 본 연구는 금융 네트워크 분석의 이론적 및 실무적 적용 범위를 확장하는 데 기여한다.

참고문헌

- [1] Borůvka, O. (1926). O jistém problému minimálním [On a certain minimal problem] (Czech). *Práce Moravské přírodovědecké společnosti*, sv. III, spis 3, 37-58.
- [2] Choi, I., & Kim, W. C. (2021). Detecting and Analyzing Politically-Themed Stocks Using Text Mining Techniques and Transfer Entropy-Focus on the Republic of Korea's Case. *Entropy*, 23(6), 734.
- [3] Nešetřil, J., Milková, E., & Nešetřilová, H. (2001). Otakar Borůvka on minimum spanning tree problem: Translation of both the 1926 papers, comments, history. *Discrete Mathematics*, 233(1-3), 3-36. [https://doi.org/10.1016/S0012-365X\(00\)00224-7](https://doi.org/10.1016/S0012-365X(00)00224-7)