



Lecture Note

Quantitative Investing (1) - World of QUANT

1. Introduction

해당 강의의 내용은 '퀀트의 세계(홍창수 저)'의 요약으로 구성되었으며, 여러 페이퍼를 추가하여 화자 본인의 관점을 더한 내용입니다. 해당 강의의 목적은 퀀트란 무엇이며 어떤식으로 발전되어 왔고 해당 직종의 전망을 담고 있습니다.

Introduction

Definition of Quantitative Investing

Quantitative investment strategies use mathematical models and algorithms to identify investment opportunities. These strategies should be **systematic** and **remove much of the emotional element** from investing. Some common approaches to quantitative investment strategies include statistical arbitrage, factor investing, risk parity, machine learning, and artificial intelligence (AI).

Session 2 - 2

6/March/2024

Quantitative investment는 '정량적 투자 전략은 수학적 모델 그리고 알고리즘을 통해 투자 기회를 식별하는 것이다. 이러한 전략들은 구조적이며 많은 감성요인을 투자행위로 부터 제거한다.(investing.com)'를 정의로 하고 있습니다. Quant는 Quantitative의 줄임말로, 직업군으로써의 의미, 방법/분야로써의 의미를 가집니다.

- 직업군으로써의 의미: 금융투자에서 여러가지 계량화를 통해 투자를 하거나 투자지원을 하는 사람들을 칭합니다. Quant analyst를 줄임말로 '금융공학자'로 번역할 수 있습니다.
- 방법/분야로써의 의미: 오로지 '숫자'에만 기반해 투자결정을 내리는 방식

2. QUANT 1.0 - Financial Engineering

퀀트 1.0 시대는 **투자은행 퀀트 시대**입니다. 주로 매도, 즉 Sell Side 측면에서 옵션과 이자율상품 등의 금융상품을 팔려고 모델링하거나 프랍 트레이딩을 위한 모형을 개발하는 퀀트를 말합니다. 대표적인 세 인물로는 피셔 블랙, 이매뉴얼 더먼, 나심 탈레브가 있습니다.

Quant 1.0

Quant 1.0 시대는 투자은행 퀀트 시대이다.

전통적으로 대부분의 금융공학자는 파생상품이나 이자율상품 모델링을 하며 업계에 진출한다.



피셔 블랙(Fisher Black)



이매뉴얼 더먼(Emanuel Derman)



나심 탈레브(Nassim Nicholas Taleb)

Image source : MIT Sloan, Columbia university data science institute

Session 2 - 3

6/March/2024

1) **피셔 블랙**: 블랙 모형, 블랙-더먼-토이 모형, 블랙-리터먼 모형 단독 또는 공동 개발.

2022년 미국재무학회는 피셔 블랙을 기리기 위해 피셔 블랙상을 재정 및 운영.

2) **이매뉴얼 더먼**: 블랙-더먼-토이(BDT) 이자율 모형 및 더먼-카니 변동성 스마일 모델링 모형 개발. [퀀트: 물리와 금융에 대한 회고]에서 물리와 금융을 양분하지 않고 신의 섭리에 대한 학문인 물리와 인간세계를 다루는 금융세계를 다음과 같이 설명함 '경제학과 물리학은 모두 세계를 하나의 모형 안에 끼워넣는다. 다만 신은 세계의 섭리를 자주 바꾸지 않지만 현실의 금융 및 인간세계는 물질세계와 달리 항상 변하기 때문에 그 모형이 얼마나 쓸모 있는 지 늘 점검해야 한다.'

3) **나심 탈레브**: 블랙 스완, 안티 프래질, 동적헤징: 표준형옵션과 이색옵

Sell side vs Buy side[1]

1) **Sell side**: 주로 **투자 은행 산업**을 의미합니다. 기업이 부채와 자기자본을 조달할 수 있도록 지원한 후 해당 증권을 뮤추얼 펀드, 헤지펀드, 보험회사, 기부금, 연기금 등 투자자에게 판매하는 등 투자은행의 핵심 기능을 말합니다.

- 기업의 자본 조달을 돕는 것 외에도, 투자 은행의 판매 및 거래 부서는 은행이 기관 구매자와 판매자를 연결하는 2차 시장에서 기관 투자자를 대신하여 거래를 촉진합니다.
- 투자은행가는 기업과 소통하는 주요 관계 관리자입니다. 기업 고객의 자본 조달 요구를 조사 및 이해하고 은행이 사업을 수주할 수 있는 기회를 식별하는 것입니다.

2) **Buy side**: **증권을 구매하는 투자자**. 즉 기관 투자자를 지칭합니다.

- Buy side측 회사로는 뮤추얼 펀드 및 ETF, 헤지펀드, 사모 펀드(PE, Private Equity), 보험 연금 및 기부금등이 있습니다.

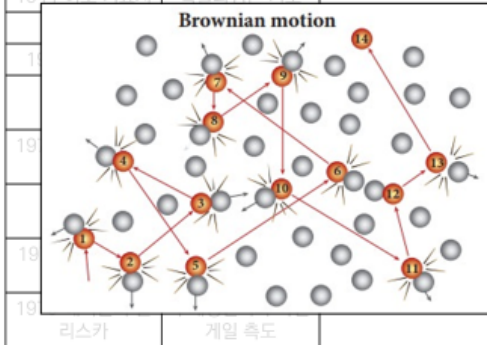
Quant 1.0

루이 바슐리에(Louis Bachelier)

[투기의 이론] -> 금융시장의 가격을 브라운 운동으로 모형화

1990 바슐리에	옵션가치평가 및 브라운 운동
1905 아인슈타인	브라운운동 연구
1944 이트 키오시	확률과정론 기초

“주식의 가격이 시장에 관한 모든 합리적 정보와 예측을 반영한다면
장래의 가격 변화는 예측 불가능할 수밖에 없어 주식의 가격이 랜덤워크를 따른다.”



알베르트 아인슈타인(Albert Einstein)

브라운 운동은 현미경으로 볼 수 있는 꽃가루 입자와 보이지 않는 물 분자와의 충돌.

꽃가루 입자들이 움직이는 평균 거리는
'시간의 제곱근에 정비례한다.'

Image Source : www.alphamedicalmanagement.com

*브라운운동은 유체속에 있는 매우 작은 입자가 행동하는 불규칙한 운동을 말한다.

Session 2 - 4

6/March/2024

바슐리에, 1990: 주식의 가격이 시장에 관한 모든 합리적 정보와 예측을 반영한다면 장래의 가격 변화는 예측 불가능할 수 밖에 없다. ⇒ 주식의 가격이 랜덤워크를 따른다.

아인슈타인: 원자와 분자의 실재를 확신해서 브라운 운동은 현미경으로 볼 수 있는 꽃가루 입자와 보이지 않는 물 분자와의 충돌이라고 결론지음. 꽃가루 입자들이 움직이는 평균 거리는 '시간의 제곱근에 정비례한다.'

Quant 1.0

1990 바슬리에	옵션가치평가 및 브라운 운동
1905 아인슈타인	브라운운동 연구
1944 이토 키요시	확률과정론 기초
1950 둘	마팅게일 이론

이토키요시(伊藤 清)

확률 미분방정식의 창시자

1944, 1946 각각 확률 미적분학, 확률 미분방정식 논문 공개

브라운운동을 묘사할 수 있는 확률미분방정식.

브라운운동은 블랙-숄즈 방정식의 토대



둘(Doob, J. L.)

마팅게일(martingale)이론

금융 자산의 가격이나, 시장의 공정성에 관한 구체적인 표현으로, 어느 참여자도 불만을 갖지 않는 상태

재무관리에서는 차익거래 조건하에서 금융자산의 공정한 가격을 산출. 마찬가지로 개념으로 금융공학에서는 마팅게일 조건하에서 금융자산의 공정가격을 산출한다.

Image Source : <https://www.investopedia.com/terms/m/martingalesystem.asp>

Session 2 - 5

6/March/2024

브라운 운동에 대한 연구는 이토 키요시에 의해 수학의 새로운 장르로 탄생하게 됩니다. 현재는 확률미적분 또는 이토 적분이라고도 부르는데 1942년에 이토는 미분론에 확률론을 더해 확률미분방정식(SDE, Stochastic Differential Equation)을 발표한다. 해당 이론은 1980년대부터는 환율 및 주가 등의 움직임을 설명하는 수학적 도구.

금융시장이 불공정해진다면 시장참여자들이 줄어들게 됩니다. 따라서 시장은 존재하기 어렵게 되고 시장은 다수의 참여자들에 의해 공정성을 유지하는 힘이 있습니다. 시장의 공정성에 대해서는 위험 중립확률(Risk Neutral Probability), 효율적 시장가설(EMH: Effective Market Hypothesis)들로 설명할 수 있지만, 더 구체적인 표현으로는 금융공학의 마팅게일이라는 개념으로 설명가능 합니다. 마팅게일 이론은 금융 자산의 가격이나, 시장의 공정성에 관한 구체적인 표현으로 어느 참여자도 불만을 갖지 않는 상태를 의미합니다. 관련한 구체적 내용은 다음 링크를 참고 바랍니다.

- 아마추어 퀀트(Amateur Quant) - 마팅게일(Martingale) [LINK]

Quant 1.0

1990 바슬리에	옵션가치평가 및 브라운 운동
1905 아인슈타인	브라운운동 연구
1944 이토 키요시	확률과정론 기초
1950 둘	마팅계일 이론
1952 마코위츠	평균분산모형
1964 샤프	자본자산 가격결정 모형
1973 블랙과 솔즈	옵션가격결정모형 (BS Model)
1973 머튼	옵션가격결정모형 (Merton Model)
1979 콕스, 로스, 루빈스타인	옵션가격결정모형 (Binomial Tree)
1979 해리스과 플리스크	무재정원리와 마틴게일 속도

이에 관한 자세한 내용은
이후 'Investing' 세션에서 자세히 다룹니다

Image Source : Investopedia

해리 마코위츠(Harry Markowitz)

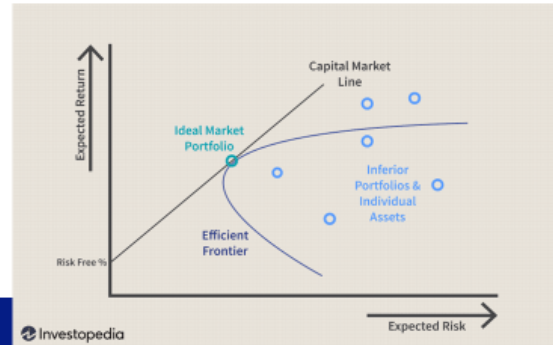
MVO(Mean-Variance Optimization)

가장 높은 샤프 비율을 달성할 수 있는 포트폴리오 구축

⇒ MVO 최적화의 결과는 샤프 비율의 최대화를 꾀하는 최적 포트폴리오

윌리엄 샤프(William Forsyth Sharpe)

자본시장의 균형하에서 위험이 존재하는 자산의 균형수익률을 도출해내는 모형




Session 2 - 6

MVO, 즉 평균-분산 최적화(Mean-Variance Optimization)은 1952년 해리 마코위츠(Harry Markowitz)에 의해 처음 제시되었습니다. 해당 기법의 목표는 바로 가장 높은 샤프 비율을 달성할 수 있는 포트폴리오를 구축하는 것입니다. 구체적으로는 높은 수익률과 낮은 위험을 목표로 하는 효용함수를 최대화함으로써 포트폴리오 최적화 문제를 풀어냅니다.

CAPM은 자본시장의 균형하에서 위험이 존재하는 자산의 균형수익률을 도출해내는 모형으로 이에 대한 자세한 내용은 이후 'Investing' 세션에서 자세히 다루도록 하겠습니다.

Quant 1.0

1990 바슬리에	옵션가치평가 및 브라운 운동
1905 아인슈타인	브라운운동 연구
1944 이토 키요시	확률과정론 기초
1950 둘	마팅계일 이론
1952 마코위츠	평균분산모형
1964 샤프	자본자산 가격결정 모형
1973 블랙과 솔즈	옵션가격결정모형 (BS Model)
1973 머튼	옵션가격결정모형 (Merton Model)
1979 콕스, 로스, 루빈스타인	옵션가격결정모형 (Binomial Tree)
1979 해리스과 플리스크	무재정원리와 마틴게일 속도



Black-Scholes Model

['blak 'shōlz 'mä-dəl]

A mathematical equation that estimates the theoretical value of derivatives based on other investment instruments, taking into account the impact of time and other risk factors.

Investopedia

Session 2 - 7

6/March/2024

옵션가격 결정 모형모형의 연구로 인해 옵션시장은 급속히 성장하고, CBOE같은 옵션 상품 거래소가 활성화 되었습니다. 자세한 내용은 금융공학 및 확률 미분방정식에 대한 깊은 이해가 있어야 하므로 넘어가도록 하겠습니다. 파생상품의 위험성이 높았을 때는 예측을 잘했을 때 갭차이가 크기 때문에 큰 돈을 벌 수 있었습니다. 하지만 지금은 파생상품의 가격 모델 또한 수없이 발전을 거듭하여서 거의 안정화가 되었기 때문에 크게 예상 가격을 벗어나서 거래를 하는 경우도 없어졌습니다.

3. QUANT 2.0 - Quantitative Investing

Quant 2.0

Quant 2.0 시대는 헤지펀드 퀀트 시대이다.

Buy side 측면에서 컴퓨터 모형 기반의 알고리즘 트레이딩 퀀트



케네스 그리핀(Kenneth Griffin)



제임스 사이먼스(James Simons)



데이비드 쇼(David. E. Shaw.)

Image source : 조선일보, 한국일보, Biophysical Society

Session 2 - 8

6/March/2024

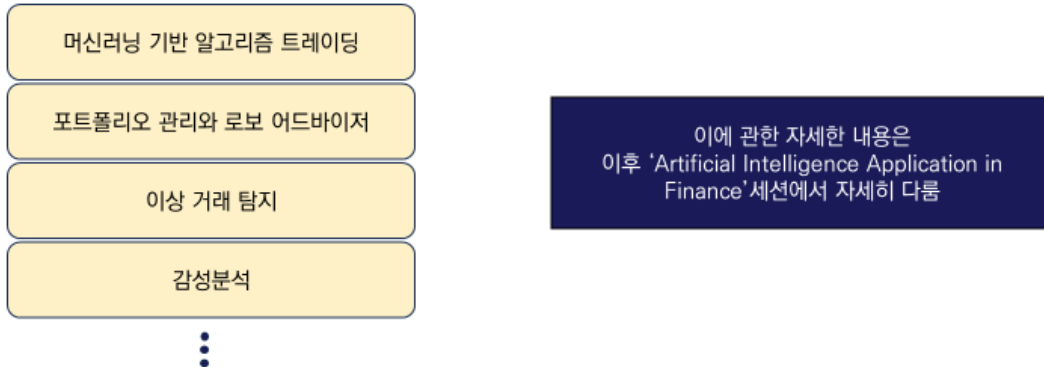
퀀트 2.0시대는 헤지펀드 퀀트 시대로, Buy side 측면에서 컴퓨터 모형 기반의 알고리즘 트레이딩 퀀트입니다. 시타델 창업자인 케네스 그리핀, 르네상스 테크놀로지의 창업자인 해리스 사이먼스, 알고리즘 헤지펀드 D.E.Shaw를 설립한 데이비드쇼가 대표적인 인물들입니다. Quant 1.0의 "전략 워크숍"에서 대규모 "알파 공장"으로 Quant 연구 파이프라인을 전환했다고 할 수 있습니다.

4. QUANT 3.0 - Artificial Intelligence

Quant 3.0

Quant 3.0 시대는 핀테크 및 머신러닝 퀀트 시대이다.

금융 머신러닝의 성공은 효율적인 하부 구조의 구축, 적합한 툴의 사용, 올바른 알고리즘의 적용에 좌우된다.



Session 2 - 9

6/March/2024

Quant 3.0 시대는 핀테크 및 머신러닝 퀀트 시대입니다. 금융분야의 머신러닝의 적용은 '머신러닝 기반 알고리즘 트레이딩', '포트폴리오 관리와 로보 어드바이저', '이상 거래 탐지', '감성분석' 등의 예가 있습니다. 이에 관한 자세한 내용은 이후 'Artificial Intelligence Application in Finance' 세션에서 자세히 다루도록 하겠습니다.

5. QUANT 4.0 - Automated, Explainable, Knowledge-driven

Quant 4.0

Quant 3.0 => 복잡한 비선형 가격규칙을
발견하기 위해 Deep learning 적용

But...극도의 큰 데이터양, 블랙박스, 노동 집약적 튜닝

In Quant 4.0

1. 자동화된 AI: quant 파이프라인을 최첨단 자동화 모델링
2. 설명가능한 AI
3. 지식 기반 AI

IDEA Research Report

idea

Future Trend and Perspective

Quant 4.0: Engineering Quantitative Investment
with Automated, Explainable and Knowledge-driven
Artificial Intelligence

Session 2 - 10

6/March/2024

Quant 4.0

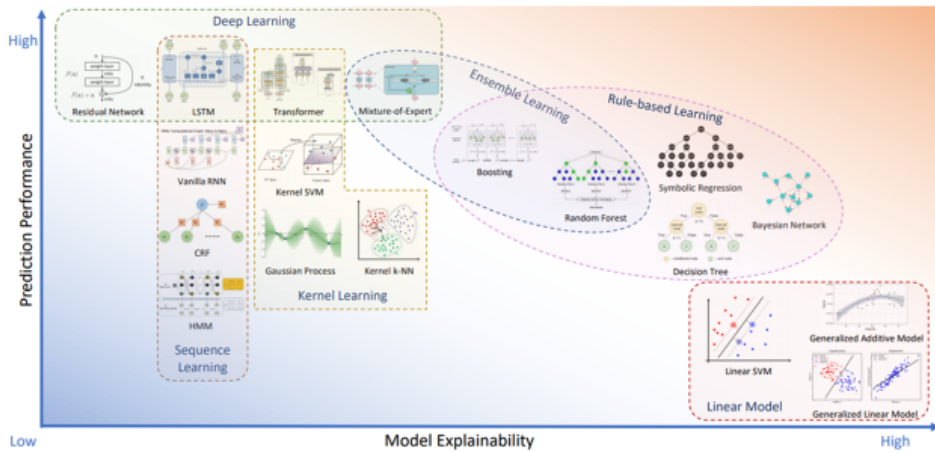


Figure 20: Comparison of popular machine learning algorithms according to prediction performance and model explainability. Part of this figure is cited from [130, 131, 132].

Quant 1.0은 시장에서 잘못 책정된 자산을 발견하기 위해 수학 모델링을 통한 거래였고, Quant 2.0은 소규모 "전략 워크숍"에서 대규모 "알파 공장"으로 Quant 연구 파이프라인을 전환했습니다. Quant 3.0은 복잡한 비선형 가격 규칙을 발견하기 위해 심층 학습 기술을 적용했습니다. 예측에서의 이점에도 불구하고, 심층 학습은 극도로 큰 데이터 양과 "블랙박스" 신경망 모델의 노동 집약적인 튜닝에 의존합니다.

이러한 한계를 해결하기 위해서 해당 페이퍼에서는 Quant4.0을 소개하고 차세대 quant에 대한 공학적 관점을 제공합니다.

1) 자동화된 AI는 quant 파이프라인을 전통적으로 사람의 손을 많이 타는 모델링에서 최첨단 자동화 모델링으로 변경합니다.

⇒ "알고리즘이 알고리즘을 생산하고, 모델이 모델을 구축하며, 결국 AI가 AI를 창조한다"는 철학을 실천합니다.

2) 설명가능한 AI는 블랙박스에 의해 이루어진 투자 결정을 더 잘 이해하고 해석하는 새로운 기술입니다. 참고로, 모델이 깊어질수록 성능은 높아지지만 해석력이 떨어지는 경향이 있습니다.

3) 지식 기반 AI는 Deep Learning과 같은 data based AI를 보완하고 modeling에 사전 지식을 통합하여 투자 결정을 개선합니다. [LINK]

[Quant4.0 Paper]

[2301.04020.pdf](#)

3. Reference

- [1] Wall Street Prep - Buyside vs. Sellside [[LINK](#)]
- [2] Wiki docs - Cherry Quant 'Quant는 무엇인가' [[LINK](#)]
- [3] 퀀트의 세계(홍창수 저)
- [4] Quant 4.0: Engineering Quantitative Investment with Automated, Explainable and Knowledge-driven Artificial Intelligence
(Jian Guo, Saizhuo Wang, Lionel M.Ni, Heung-Yeoung Shum, 2022)

4. Notice

- Lecturer : Choi Munseok, KyungPook National University.
- Contact : cmschs0301@knu.ac.kr