K-디지털 트레이닝
디지털 선도기업 아카데미

iM뱅크

[대구은행] iM DiGital Banker Academy

데이터 분석 전문가 양성과정

금융데이터 기반 ML&DL 분석 방법 및 실습

alpaco
(주)알파코

1. 주가지수

1. 코스피

▶ 지수 계산 방식

- 전 종목의 시가총액을 합산하는 방식(value weighted) 방식 사용
- 용어 확인
  - I_t : 지수, B_t : 기준시가총액, M_t : 비교하려는 대상의 시가총액

$$I_t = \frac{M_t}{B_t} \times 100$$

1. 코스피

▶ 시가총액방식 예제 데이터

종목	1980-01-04		2000-01-04	
	종가	발행주식 수	종가	발행주식 수
A	100	10	1000	20
B	200	5	2000	5

$$I_t = \frac{M_t}{B_t} \times 100 = \frac{(1000 \times 20) + (2000 \times 5)}{(100 \times 10) + (200 \times 5)} \times 100 = 1500$$

1. 코스피

▶ 시가총액방식 예제 데이터

- 코스피 지수는 상장 및 상장폐지로 구성 종목이 변경되거나, 증자 등으로 주식 수가 변경되는 이벤트 존재
- 주식 수 변경을 감안하여 다음과 같은 공식으로 변화함
  - 시장에 상장된 구성 종목과 가격의 변화가 없다면,

$$I_t = \frac{M_t}{B_t} = \frac{M_{t+1}}{B_{t+1}}$$

  - 기준시가총액을 기준으로 정리 할 시 $(t+1)$

$$B_{t+1} = \frac{M_t + \Delta M_{t+1}}{M_t} \times B_t$$

1. 코스피

▶ 시가총액방식 예제 데이터

- **정확한 계산 과정 : 종합시황지수 방법론 참고**
  - 참조 : https://index.krx.co.kr/contents/MKD/01/0111/01110600/MKD01110600.jsp

종목	2000-01-03		2000-01-04		2001-01-05	
	종가	주식 수	종가	주식 수	종가	주식 수
A	100	10	10	20	150	20
비교시가총액	1000		2000		3000	
기준시가총액	1000		2000		2000	
지수	100		100		150	

1. 코스피

▶ 시가총액방식 예제 데이터

- **정확한 계산 과정 : 종합시황지수 방법론 참고**

종목	2000-01-03		2000-01-04		2001-01-05	
	종가	주식 수	종가	주식 수	종가	주식 수
A	100	10	10	20	150	20
비교시가총액	1000		2000		3000	
기준시가총액	1000		2000		2000	
지수	100		100		150	

$$B_{t+1} = \frac{M_t + \Delta M_{t+1}}{M_t} \times B_t = \frac{1000 + 1000}{1000} \times 1000 = 2000$$

2. 코스피 수익률

▶ 연복리 수익률(Compound Annual Growth Rate, CAGR)

- 투자 기간을 고려한 수익률로 다음과 같이 계산
- 수식

$$CAGR = \left(\frac{\text{최종자산}}{\text{최초자산}}\right)^{\frac{1}{\text{투자기간}}} - 1$$

2. 주식 투자 전략

1. 할로윈 투자 전략 요약

▶ 투자 전략 요약 개요

- **11월 초에 매수, 다음 연도 4월 말에 매도**

투자 전략명	할로윈 투자 전략
투자 대상	코스피 지수 추종 ETF
매수 전략	11월 첫 번째 거래일의 시가로 매수
매도 전략	다음 해 4월 마지막 거래일에 종가로 매도

2. 변동성 돌파 투자 전략

▶ 변동성 돌파 전략 요약 개요

- 일봉 데이터 활용
- 거래일의 현재가가 (시가 + 전일 변동폭 * 0.5) 돌파할 때 매수, 종가에 매도
  - 전일 변동폭 (전일 고가 – 전일 저가)

투자 전략명	변동성 돌파 전략
투자 대상	KODEX 코스닥 150(종목코드 : 229200)
매수 전략	현재 가격이 목표가 돌파시 장중에 매수
매도 전략	매수 시 당일 종가에 매도

2. 변동성 돌파 투자 전략

▶ 변동성 돌파 전략 요약 개요

- 일봉 데이터 활용
- 거래일의 현재가가 (시가 + 전일 변동폭 * 0.5) 돌파할 때 매수, 종가에 매도
  - 전일 변동폭 (전일 고가 – 전일 저가), 예시
  - $74000 = 73500 + (1000 \times 0.5)$

날짜	시가	고가	저가	변동폭	목표가	매도조건
2024-09-09	-	73,000원	72,000원	73,000-72,000 = 1,000원		
2024-09-10	73,500원	-	-	1,000원	74,000원*	종가에 매도
2024-09-11	-	-	-	-	-	시가에 매도

3. PBR + PER 콤보 전략

▶ 저 PER 전략

- 저 주가수익비율(Price Earning Ratio, PER)이 낮은 종목에 투자
- PER은 시가총액을 당기순이익으로 나눈 값을 의미
- PER이 높다는 것은 주당순이익(Earning Per Share, EPS)보다 주가가 상대적으로 고평가 되어있음

$$PER = \frac{\text{시가총액}}{\text{당기순이익}} = \frac{\text{주가}}{\text{주당순이익}}$$

- PER이 낮은 종목 매수한 후, 일정 기간 보유 후 매도

3. PBR + PER 콤보 전략

▶ PBR

- Price Book-Value Ratio
- 시가총액을 자본으로 나눈 값

$$PBR = \frac{시가총액(주가 \times 주식수)}{자본}$$

- PBR이 1보다 낮으면 기업의 재무상태에 비해 주가가 상대적으로 낮다고 평가
  - 저 PBR 그룹이 고 PBR 그룹보다 높은 수익률을 기록하는 것으로 알려져 있음

3. PBR + PER 콤보 전략

$$PBR = \frac{\text{시가총액}(\text{주가} \times \text{주식수})}{\text{자본}}$$

▶ PBR

- Price Book-Value Ratio

투자 전략명	PBR + PER 콤보 전략
투자 대상	코스닥 전종목
매수 전략	PER 2.5 ~ 10인 주식 중 PBR이 낮은 30개 종목을 매수
매도 전략	일정 기간 보유 후 매도

4. 모멘텀 전략

▶ 모멘텀Momentum

- 물리학에서 '어떤 물체를 움직이는 힘' 의미
- 절대 모멘텀 전략, 상대 모멘텀 전략
  - 절대 모멘텀 전략 : 수익률이 과거 3개월, 6개월, 12개월 이전에 비해서 상승 시 투자, 하락 시 보유
  - 상대 모멘텀 전략 : 가장 많이 오른 종목 매수 후, 일정 기간 보유 후 매도

$$\text{상대 모멘텀}(\text{수익률}) = \frac{\text{오늘 주가} - \text{특정거래일의 주가}}{\text{특정거래일의 주가}} \times 100$$

4. 모멘텀 전략

▶ 모멘텀Momentum

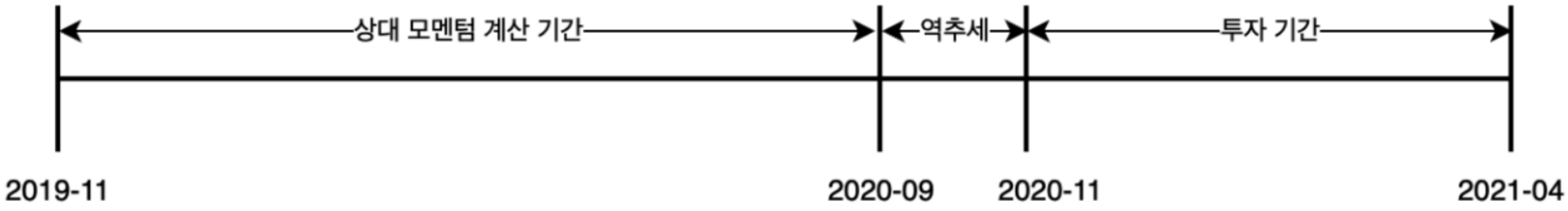
▪ 상대 모멘텀 전략

투자 전략명	유가증권시장 12개월 모멘텀 투자 전략
투자 대상	유가증권시장 상장 종목
매수 전략	1) 최근 12개월간의 가격 모멘텀을 전 종목에 대해 계산 (최근 1개월 제외) 2) 모멘텀이 큰 순으로 정렬 3) 모멘텀이 큰 20개 종목을 골라 동일 비중 분산 투자 (매년 10월)
매도 전략	당일 종가에 매도

4. 모멘텀 전략

▶ 모멘텀Momentum

▪ 상대 모멘텀 전략



4. 모멘텀 전략

▶ 모멘텀Momentum

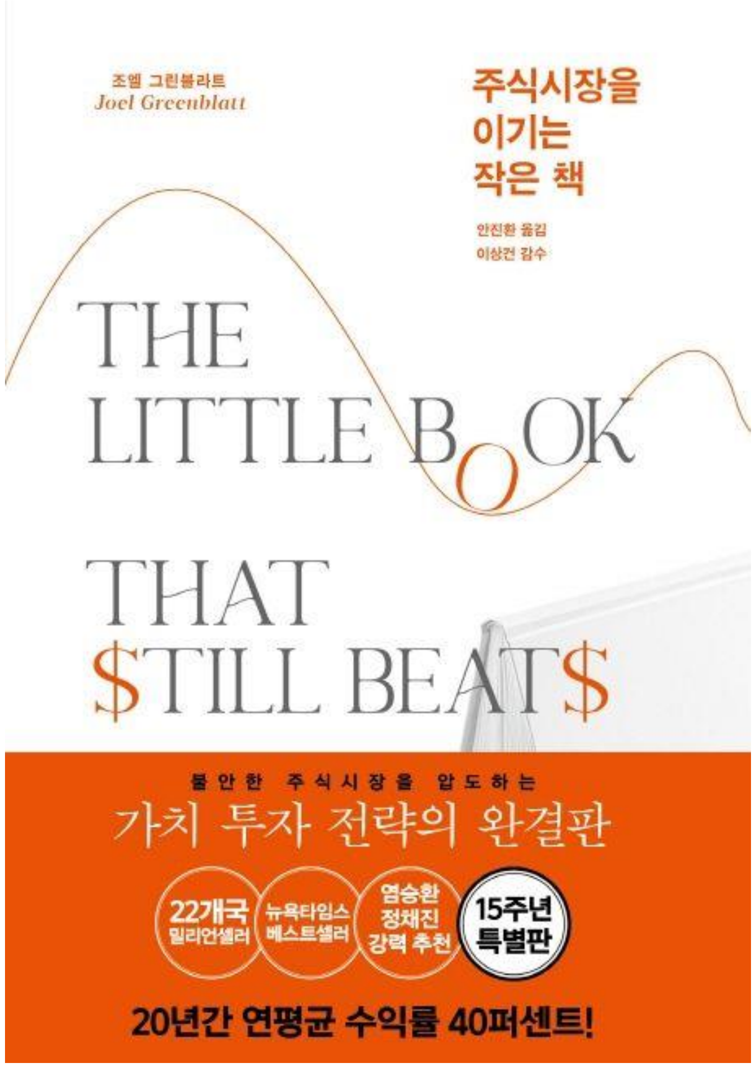
▪ 상대 모멘텀 장기 투자

모멘텀 계산 시작	모멘텀 계산 종료	투자 시작	투자 종료(6개월)
2009-11	2010-09	2010-11	2011-04
2010-11	2011-09	2011-11	2012-04
...	...	...	...
2019-11	2020-09	2020-11	2021-04

5. 자본수익률과 이익수익률

▶ 마법 공식

- 조엘 그린블라트가 소개
- 자본수익률 지표 ROIC(Return on Invested Capital)
- 이익수익률 지표 EBIT/EV 사용



5. 자본수익률과 이익수익률

▶ 마법 공식

- 자본수익률 지표 ROIC(Return on Invested Capital), 이익수익률 지표 EBIT/EV 사용

투자 전략명	마법공식
투자 대상	유가증권시장 및 코스닥 상장 종목
매수 전략	1) EV/EBITA가 낮은 순으로 순위를 매김 2) ROIC가 높은 순으로 순위를 매김 3) 두 순위를 더하여 통합 순위를 만든 다음 30개 종목 골라 동일 비중 분산 투자
매도 전략	연 1회 리밸런싱

6. RSI

▶ RSI (Relative Strength Index)

- 상대 강도지수
- 일정 기간(예: 14일)의 종가를 사용하여 계산
- 용어
  - AU(Average Ups) : 각 거래일의 종가로 전일 종가보다 상승한 변화량의 평균
  - AD(Average Down) : 하락한 변화량의 평균

$$RSI = \frac{AU}{(AU + AD)} \times 100$$

6. RSI

▶ RSI (Relative Strength Index)

- RSI 예제

일차	종가	변화량	상승폭	하락폭
	1013			
1	1013	0		
2	1040	27	27	
3	1066	26	26	
4	1039	-27		27
5	1039	0		
평균			10.6	5.4

6. RSI

▶ RSI (Relative Strength Index) 매매 전략

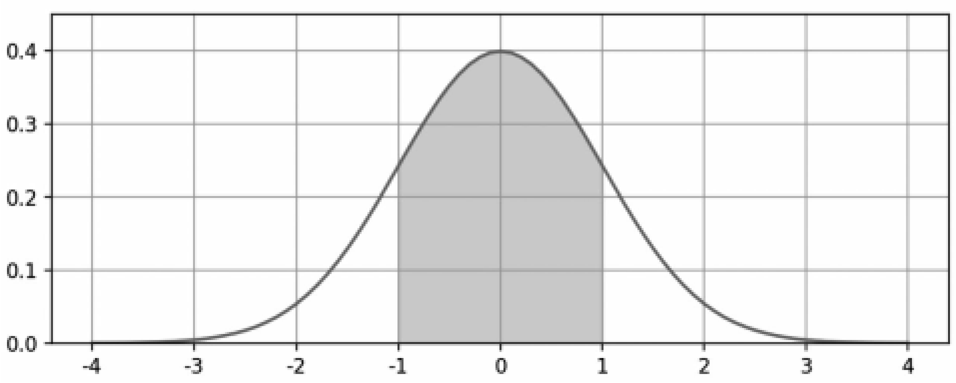
투자 전략명	RSI14 전략
투자 대상	유가증권시장 상장 종목
매수 전략	RSI14가 30미만이면 매수
매도 전략	RSI14가 70초과이면 매도

7. 볼린저 밴드

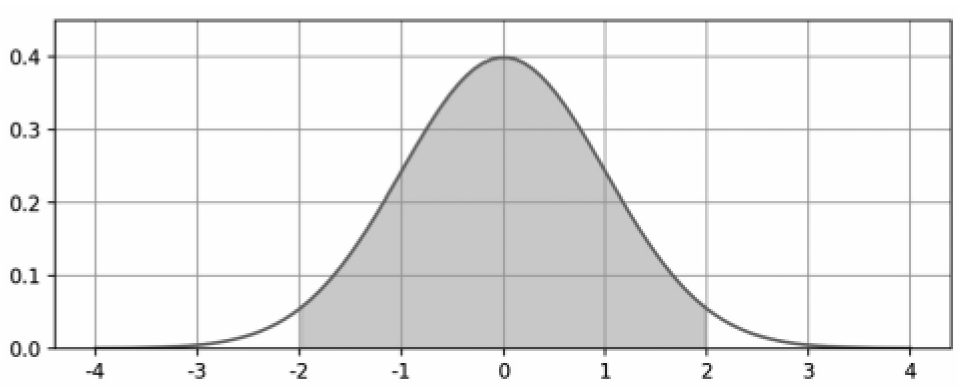
▶ 볼린저 밴드 개요

- 1980년대에 개발한 기술적 분석도구 중 하나
- 주가는 이동평균선을 기준으로 표준편차 범위 안에서 움직이다 평균으로 회귀하는 것을 가정

『표준편차 1배 구간』



『표준편차 2배 구간』



7. 볼린저 밴드

▶ 볼린저 밴드 백테스팅

- 1980년대에 개발한 기술적 분석도구 중 하나
- 주가는 이동평균선을 기준으로 표준편차 범위 안에서 움직이다 평균으로 회귀하는 것을 가정

투자 전략명	볼린저 밴드 투자 전략
투자 대상	유가증권시장 및 코스닥 상장 종목
매수 전략	거래일 종가가 하단선보다 아래 있다면 종가 매수
매도 전략	거래일 종가가 상단선보다 위에 있다면 종가 매도

3. 금융과 선형성

1. 자본 자산 가격 책정 모델과 증권시장선

▶ CAPM : Capital Asset Pricing Model

▪ 증권의 위험과 수익률 간의 관계

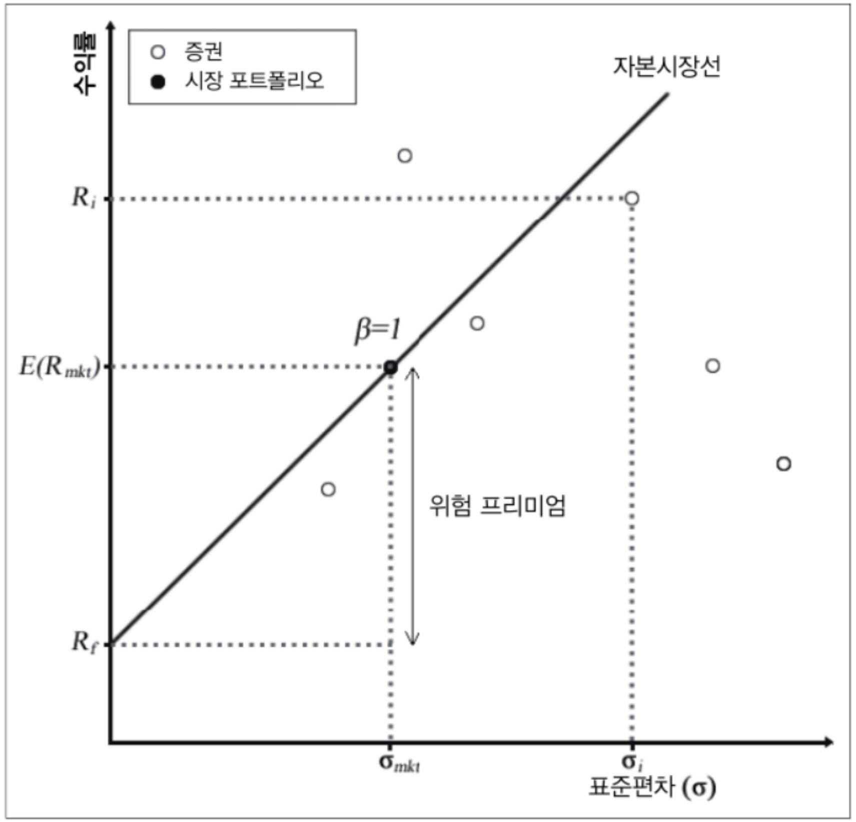
- R_i : 유가증권 i의 수익률, B_i : 자산의 베타(주식의 위험 척도), R_f : 무위험 금리
- $E[R_{mkt}] - R_f$: 시장 위험 프리미엄, $E[R_{mkt}]$: 시장 기대 수익률
- 위험 프리미엄은 무위험 금리를 제거한 시장 포트폴리오의 초과 수익

$$R_i = R_f + \beta_i(E[R_{mkt}] - R_f)$$

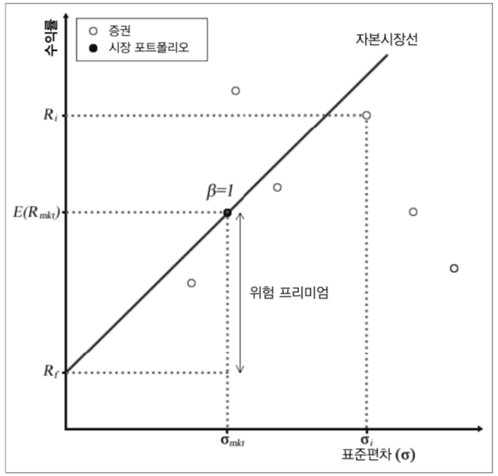
1. 자본 자산 가격 책정 모델과 증권시장선

▶ CAPM : Capital Asset Pricing Model

- 증권의 위험과 수익률 간의 관계



1. 자본 자산 가격 책정 모델과 증권시장선



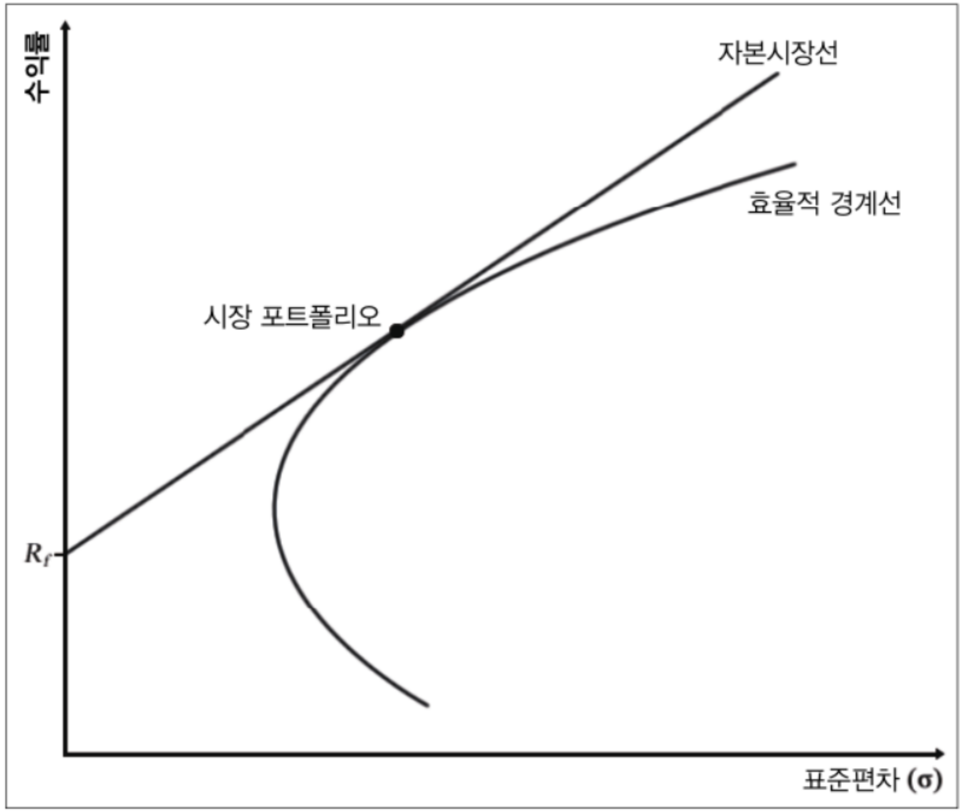
▶ CAPM : Capital Asset Pricing Model

- 베타가 0인 주식은 초과 수익을 내지 않음
  - 주식은 무위험 이율로만 성장할 수 있음
- 베타가 1인 주식은 완벽하게 시장과 함께 움직임
- 주식과 시장 간의 수익률 공분산을 시작 수익률의 분산으로 나눠 수학적으로 도출
- 최적의 포트폴리오 조합은 효율적인 경계선을 따라 놓여 있음
- 투자자는 자본시장선(CML) 라인을 따라 자산 조합을 보유하는 데 있음

1. 자본 자산 가격 책정 모델과 증권시장선

▶ CAPM : Capital Asset Pricing Model

- 투자자는 자본시장선(CML) 라인을 따라 자산 조합을 보유하는 데 있음



1. 자본 자산 가격 책정 모델과 증권시장선

▶ CAPM : Capital Asset Pricing Model

- 시장 수익률과 주식 수익률의 차이
  - 시장 수익률과 주식 수익률의 차이는 자산의 베타(β) 값에 의해 결정
  - 베타(β) > 1 : 주식은 시장보다 더 높은 변동성을 보이며, 수익률이 시장 수익률보다 더 크게 움직임
  - 베타(β) < 1 : 주식의 변동성이 시장보다 낮아 수익률 변화가 시장보다 작음
  - 베타(β) $= 1$: 주식 수익률은 시장 수익률과 동일하게 움직임

1. 자본 자산 가격 책정 모델과 증권시장선

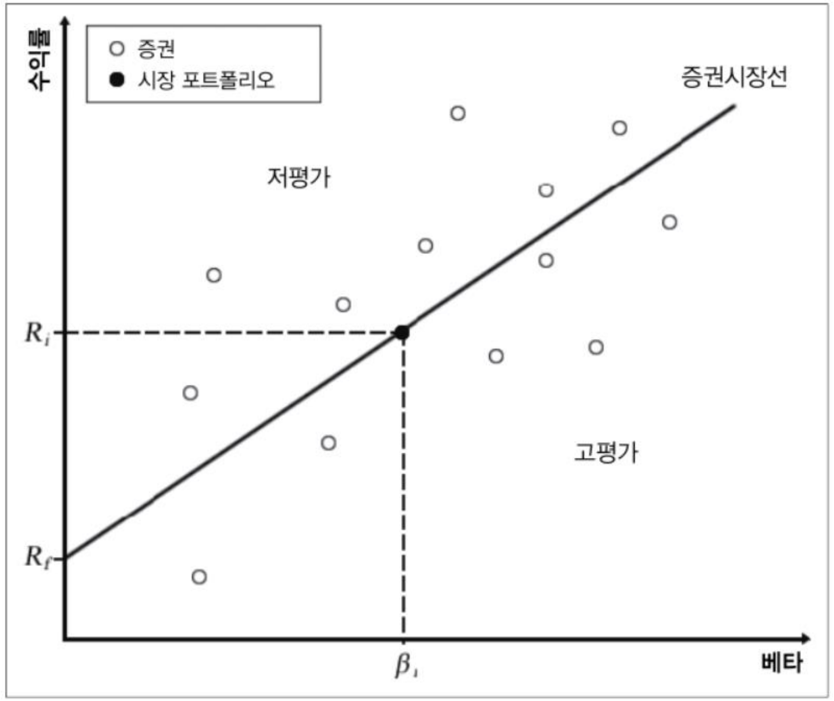
▶ SML : Security Market Line

- SML은 베타 대비 자산의 예상 수익률 표시
- 베타 값이 1인 유가증권의 경우 수익률은 시장 수익률과 완벽하게 일치
- SML 위 : 저평가 자산 → 매수 기회
    - 자산의 수익률이 예상 수익률보다 높음
    - 투자자들이 같은 수준의 위험에 대해 더 높은 수익을 얻을 수 있음
- SML 아래 : 저평가 자산 → 매도 위험
    - 자산의 수익률이 예상 수익률보다 낮음
    - 해당 자산은 같은 수준의 위험에서 더 낮은 수익 제공, 과대평가된 것으로 간주

1. 자본 자산 가격 책정 모델과 증권시장선

▶ SML : Security Market Line

- 유가증권의 베타β_i를 찾고자 함.
- 회사의 주식 수익률 R_i를 시장의 수익률 R_m 및 절편 α와 함께 회귀
- 방정식 : $R_i = \alpha + \beta R_m$



2. 차익 거래 가격 결정 이론 모델

▶ APT : Arbitrage Pricing Theory

- CAPM의 한계
  - 평균 분산 프레임워크 사용
  - 수익률이 시장 위험이라는 단 하나의 위험 요소에 의해서만 포착
- 여러 체계적 위험 요소의 선형 조합으로 구성된 다중 요소 모델에 의해 증권의 수익 생성 가정
  - 인플레이션, GDP 성장률, 실질 이자율 또는 배당금
- 균형 자산 가격 방정식
  - 방정식 : $E[R_i] = \alpha_i + \beta_{i,1}F_1 + \beta_{i,2}F_2 + \cdots \beta_{i,j}F_j$

2. 차익 거래 가격 결정 이론 모델

▶ APT : Arbitrage Pricing Theory

▪ 균형 자산 가격 방정식

- **방정식 :** $E[R_i] = \alpha_i + \beta_{i,1}F_1 + \beta_{i,2}F_2 + \cdots \beta_{i,j}F_j$
- α_i**와** β**의 모든 값을 찾는 것이 목표 → 다변량 선형 회귀**
- **용어**

$E[R_i]$	i 유가증권에 대한 기대수익률
α_i	모든 요인을 무시할 경우, i 유가증권에 대한 기대수익률
$\beta_{i,j}F_j$	i번째 자산의 j번째 요인에 대한 민감도
F_j	i 유가증권의 수익에 영향을 미치는 j번째 요인의 값

3. 선형 최적화

▶ 선형 계획법 사용한 최대화 예제

- 포트폴리오 관리자는 투자자가 요구하는 특정 목표 추구 시, 이러한 규칙에 의해 제약
- 선형 최적화는 포트폴리오 할당 문제를 극복하는 데 도움이 됨
- 최적화 : 목적함수의 값을 최소화 또는 최대화하는 데 중점을 둠
    - 수익 극대화 또는 변동성 최소화
    - 공매도 금지 규칙이나 투자할 유가증권 수의 제한과 같은 특정 규정의 적용 받음

3. 선형 최적화

▶ 최적화 예제 시나리오

- X와 Y라는 두 증권의 투자에 관심 있음
- 가능한 한 투자된 총 단위 수가 최대화되도록 매 증권 X의 3개 단위와 증권 Y의 2개 단위, 투자할 실제 단위 수 알아내기
- 시나리오
  - 투자된 주식 X의 2개 단위와 증권 Y의 1개 단위에 대해 총거래량은 100을 초과하지 않아야 한다.
  - 투자된 증권 X와 Y의 단위의 총거래량 합은 80을 초과하지 않아야 한다.
  - 증권 X에 투자된 총 단위는 40을 초과할 수 없다.
  - 증권에 대한 공매도는 허용되지 않는다.

3. 선형 최적화

▶ 최적화 예제 시나리오

▪ 수학적으로 표현하기

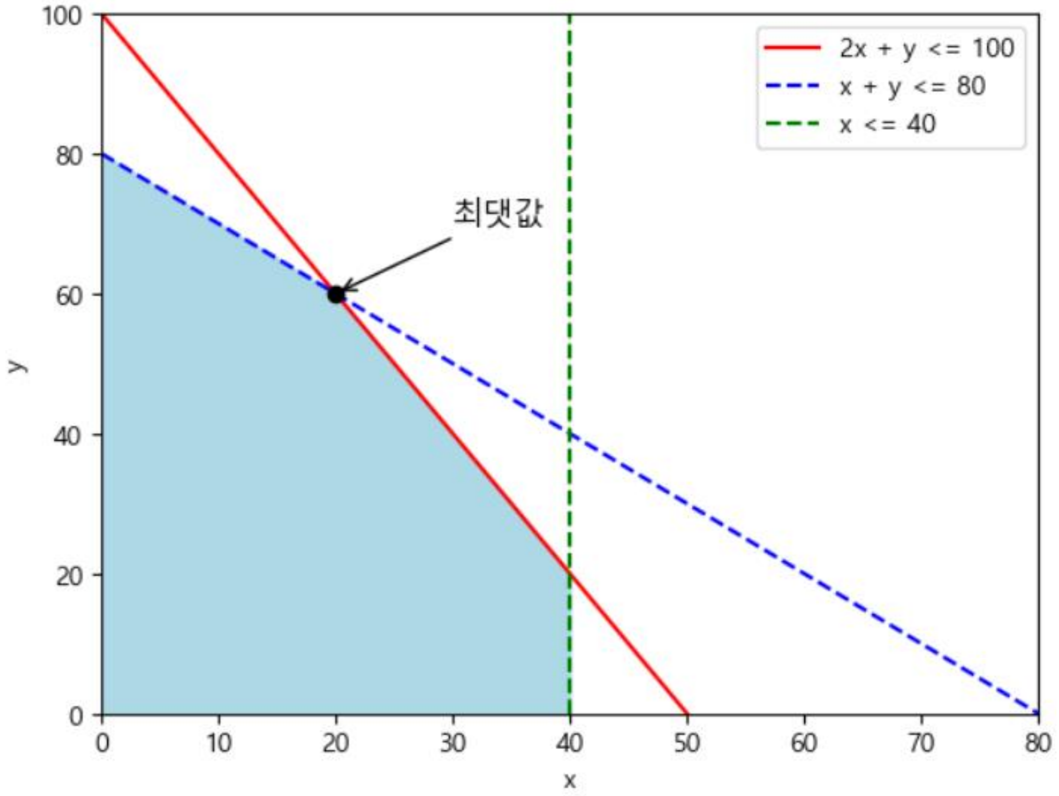
Maximize: $f(x, y) = 3x + 2y$

$$2x + y \leq 100$$

$$x + y \leq 80$$

$$x \leq 40$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$



3. 선형 최적화

▶ 정수 프로그래밍

- 세 명의 딜러로부터 특정 장외 변형 증권에 대해 150개의 계약 하는 것 가정
- 150개 계약의 구매 비용 최소화 방법

딜러	계약당 가격	수수료	최대 계약수	최소 거래량
딜러 X	500$	4,000$	100	30
딜러 Y	450$	2,000$	90	30
딜러 Z	450$	6,000$	70	30

3. 선형 최적화

▶ 정수 프로그래밍

▪ 이진 조건을 사용한 정수 프로그래밍

- Minimize $\sum_{i=x}^{z} \text{variable cost}_i \times \text{quantity}_i + \text{fixed cost}_i \times \text{isOrder}_i$
- $\text{isOrder}_i \times 30 \leq \text{quantity}_x \leq \text{isOrder}_i \times 100$
- $\text{isOrder}_i \times 30 \leq \text{quantity}_x \leq \text{isOrder}_i \times 90$
- $\text{isOrder}_i \times 30 \leq \text{quantity}_x \leq \text{isOrder}_i \times 70$

3. 선형 최적화

▶ 행렬을 사용한 선형 방정식 해결

- 세 가지 증권으로 구성된 포트폴리오 구축

조건	세부 내용
증권 a	반드시 6개 단위의 매수 포지션으로 구성
주식 a를 2개 단위 매수	주식 b, c도 각 1개 단위씩만 매매해야 함
증권 a, b, c 총합 조건	총합은 4개 단위의 매수포지션이어야 함
주식 a를 1개 단위 매수	주식 b는 2개 단위를, 주식 c는 3개 단위를 매매
증권 a, b, c 총합 조건	총합은 5개 단위의 매수 포지션이어야 함

3. 선형 최적화

▶ 행렬을 사용한 선형 방정식 해결

- 세 가지 증권으로 구성된 포트폴리오 구축

$$2a + 1b + 1c = 4$$

$$1a + 3b + 2c = 5$$

$$1a + 0b + 0c = 6$$

$$\Rightarrow \quad A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix} \quad \Rightarrow \quad Ax = B \quad \Rightarrow \quad x = A^{-1}B$$

3. 선형 최적화

▶ LU 분해(Lower-Upper Factorization)

- 선형 정방 연립방정식을 푸는 방법 중 하나

$$A = LU$$

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ 0 & u_{22} & u_{23} \\ 0 & 0 & u_{33} \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0.5 & 1 & 0 \\ 0.5 & -0.2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 0 & 2.5 & 1.5 \\ 0 & 0 & -0.2 \end{bmatrix}$$

3. 선형 최적화

▶ 촐레스키 분해

- 대칭 행렬의 속성을 활용, LU 분해보다 훨씬 더 빠르고 메모리를 훨씬 적게 사용
- 분해되는 행렬은 에르미트Hermitian이고 양의 정부호여야 함
- 행렬 $A = LL^T$로 분해된다는 것을 의미
  - L : 대각선에 실수와 양수가 있는 하삼각 행렬
  - L^T : L의 켤레 전치Conjugate Transpose

$$A = \begin{bmatrix} 10 & -1 & 2 & 0 \\ -1 & 11 & -1 & 3 \\ 2 & -1 & 10 & -1 \\ 0 & 3 & -1 & 8 \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 6 \\ 25 \\ -11 \\ 15 \end{bmatrix}$$

3. 선형 최적화

▶ QR 분해

- LU 분해와 매우 유사하게 행렬을 사용해 선형 연립방정식 해결
- 풀어야 할 방정식 행렬 $A = QR$
  - A : 직교 행렬 Q와 상삼각 행렬 R의 곱
- 직교 행렬
  - 정방 행렬
  - 직교 행렬에 전치를 곱하면 단위 행렬 반환 $QQ^T = Q^TQ = 1$
  - 직교 행렬의 역은 전치와 같음 $Q^T = Q^{-1}$
- 항등 행렬 : 주 대각선이 1이고 나머지는 모두 0인 정방 행렬

3. 선형 최적화

▶ 자코비 기법

- 대각선 요소를 따라 반복적으로 선형 연립방정식을 품
- 해가 수렴되면 반복 절차는 종료됨
  - $Ax = B$
  - 행렬 $A = D + R$
  - 행렬 $D = A$의 대각 성분으로만 구성되고 다른 행렬 R은 나머지 성분으로 구성됨

3. 선형 최적화

▶ 자코비 기법

- 행렬 A의 예시

$$A = \begin{bmatrix} a & b & c & d \\ e & f & g & h \\ i & j & k & l \\ m & n & o & p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & b & c & d \\ e & 0 & g & h \\ i & j & 0 & l \\ m & n & o & 0 \end{bmatrix}$$

- 해 구하기
  - $Ax = B$
  - $(D + R)x = B$
  - $Dx = B - Rx$
  - $X_{n+1} = D^{-1}(B - Rx_n)$,
- 계산 원리
  - x_n 값은 x_{n+1}을 계산하기 위해 각 반복 동안 필요하며 덮어 쓸 수 없음
  - 저장 공간 두 배 차지하지만 각 요소에 대한 계산은 병렬로 수행

3. 선형 최적화

▶ 가우스-자이델 기법

- 자코비 기법과 매우 유사
    - $Ax = B$
    - 행렬 $A = L + U$
    - 행렬 A은 하삼각 행렬 L과 상삼각 행렬 U의 합

3. 선형 최적화

▶ 가우스-자이델 기법

$$A = \begin{bmatrix} a & b & c & d \\ e & f & g & h \\ i & j & k & l \\ m & n & o & p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ e & f & 0 & 0 \\ i & j & k & 0 \\ m & n & o & p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & b & c & d \\ 0 & 0 & g & h \\ 0 & 0 & 0 & l \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

- 행렬 A의 예시
- 해 구하기
  - $Ax = B$
  - $(L + U)x = B$
  - $Lx = B - Ux$
  - $X_{n+1} = L^{-1}(B - Ux_n)$,
- 계산 원리
  - 상삼각 부분 모두 0으로 존재, 하삼각 행렬 L 사용,x_{n+1} 계산하기 위해 x_n의 요소 덮어쓰기 가능
  - 자코비 기법 사용 시, 필요한 저장 공간의 절반만 필요

4. 금융의 비선형성

1. 비선형 모델링

▶ 선형 관계 vs 비선형 관계

- 선형 관계 : 관찰된 현상을 가능한 한 가장 간단한 방법으로 설명
- 비선형 관계 : 모델 사용 시, 여러 복잡한 물리적 현상 설명 하기에는 비선형 관계가 적합
- 비선형 관계의 정의

$$f(a+b) \neq f(a) + f(b)$$

- 비선형 모델의 예
  - 내재 변동성 모델
  - 마르코프 스위칭 모델
  - 임계값 모델
  - 부드러운 전환 모델

1. 비선형 모델링

▶ 내재 변동성 모델

▪ 옵션 가격 책정 모델 : 블랙-숄스-머톤, 콜 옵션과 풋 옵션

구분	콜옵션(Call Option)	풋옵션(Put Option)
개념	기초자산을 매수할 권리는 제공하는 옵션	기초자산을 매도할 권리를 제공하는 옵션
매수자의 권리	특정 가격(행사가격)에 기초자산을 살 수 있는 권리	특정 가격(행사가격)에 기초자산을 팔 수 있는 권리
매도자의 의무	매수자가 권리를 행사하면, 기초자산을 팔아야 하는 의무	매수자가 권리를 행사하면, 기초자산을 사야 하는 의무
이익 발생 조건	기초자산의 가격이 행사가격 상승 시 매수자에게 이익 발생	기초자산의 가격이 행사가격 하락 시 매수자에게 이익 발생
손익 구조	손실 : 프리미엄(옵션 가격) 한정, 이익 : 무한대	손실 : 프리미엄(옵션 가격) 한정, 이익 : 최대 행사가격 한정
헤지 목적	가격 상승 위험을 회피(매수자 보호)	가격 하락 위험을(매도자 보호)
활용 사례	주가 상승 예상 시	주가 하락 예상 시

1. 비선형 모델링

▶ 내재 변동성 모델

- 콜 옵션 $C(S,t)$의 수학 공식

$$C(S,t) = Se^{qT}N(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{ln(S/K) + (r - q + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

  - 행사 가격(K), 만기(T), 무위험 금리(r), 기초 수익의 변동성(σ)
  - 기초자산의 현재가격(S), 수익(q)과 같은 가정된 변수 사용

1. 비선형 모델링

▶ 내재 변동성 모델

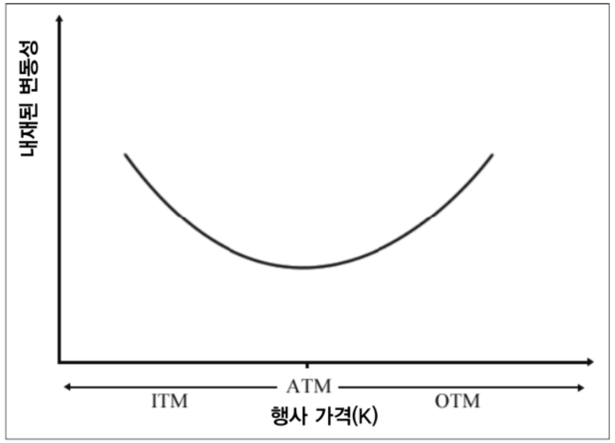
- 콜 옵션 $C(S,t)$의 수학 공식
  - 행사 가격(K), 만기(T), 무위험 금리(r), 기초 수익의 변동성(σ)
  - 기초자산의 현재가격(S), 수익(q)과 같은 가정된 변수 사용
  - 시장에 힘에 의해 옵션 가격은 블랙-숄즈 공식에서 파생된 가격에서 벗어날 수 있음
  - 실현된 변동성은 σ로 표시되는 블랙-숄즈 모델의 내재된 변동성 값과 다를 수 있음

1. 비선형 모델링

▶ 내재 변동성 모델

▪ 변동성 미소Volatility Smile

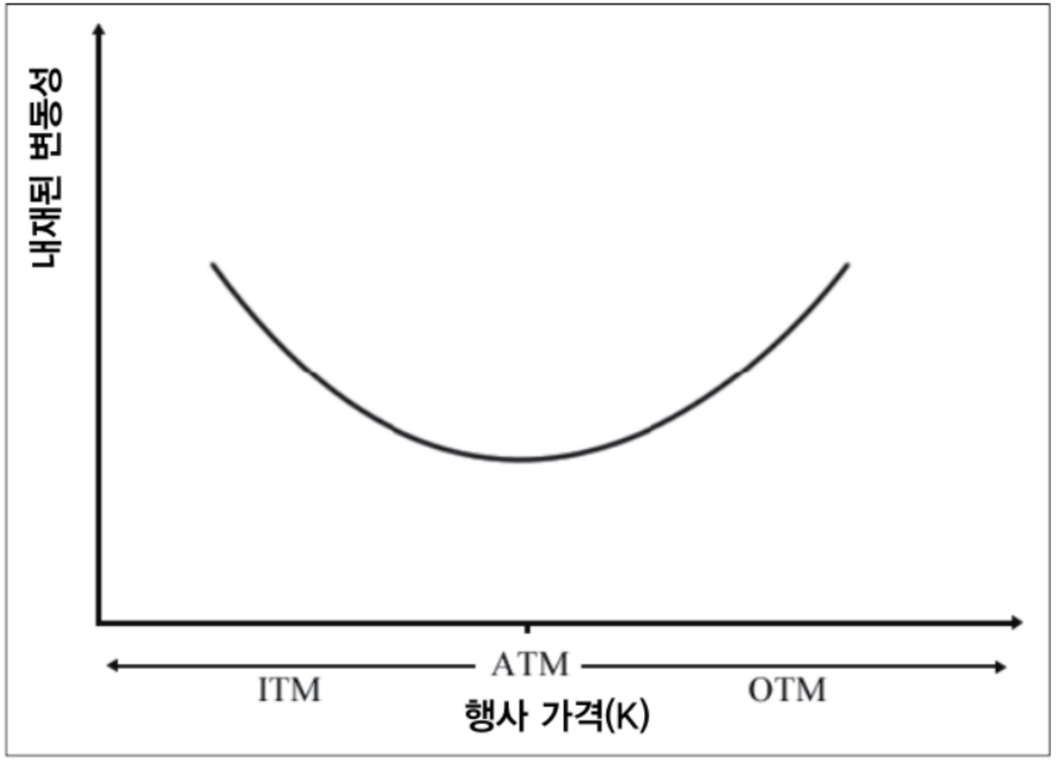
옵션 종류	설명
내가격 옵션 (ITM)	✓ 콜 옵션 : 행사 가격이 기초자산의 시장 가격보다 낮을 때 ✓ 풋 옵션 : 행사 가격이 기초자산의 시장 가격보다 높을 때 ✓ ITM 옵션은 행사 시 내재 가치를 가짐
외가격 옵션 (OTM)	✓ 콜 옵션 : 행사 가격이 기초자산의 시장 가격보다 높을 때 ✓ 풋 옵션 : 행사 가격이 기초자산의 시장 가격보다 낮을 때 ✓ OTM 옵션은 행사 시 내재 가치는 없으나 시간 가치를 가질 수 있음
등가격 옵션 (ATM)	✓ 행사 가격이 기초자산의 시장 가격과 같을 때 ✓ ATM 옵션은 내재 가치는 없으나 시간 가치를 가질 수 있음



1. 비선형 모델링

▶ 내재 변동성 모델

- 내재 변동성 모델링의 목표 중 하나는 가능한 한 가장 낮은 내재 변동성 값 찾는 것 (근 찾기)
- 특정 만기에 ATM 옵션 또는 먼 OTM 옵션 연구와 같은 잠재적 기회에 대한 시장 가격과 비교



1. 비선형 모델링

▶ 마르코프 체제-전환 모델

- 주가의 마르코프 속성 : 현재 가치만이 미래 예측과 관련이 있음 의미
- $m = 2$, 체제 사용하는 마르코프 체제 전환 모델의 예
- $y_t = \begin{cases} x_1 + \epsilon_t \ (s_t = 1) \\ x_2 + \epsilon_t \ (s_t = 2) \end{cases}$
  - ϵ_t 독립적이고 동일 분포된 백색 잡음

$$y_t = x_1 D_t + x_2(1 - D_t) + \epsilon_t$$

- 실질 GDP 성장률과 인플레이션 역학을 나타내는 것에 적용
- 위 모델은 이자율 파생상품의 평가 모델에도 적용 가능

1. 비선형 모델링

▶ 임계값 자기 회귀 모델(TAR, Threshold AutoRegressive)

- 임계값 모델의 체제는 임계값 c에 상대적인 자체 시계열의 과거 값 d에 따라 결정됨
- SETAR^Self-Exciting TAR 모델

$$y_t = \begin{cases} a_1 + b_1 y_{t-d} + \epsilon_t \ (y_{t-d} \leq c) \\ a_2 + b_2 y_{t-d} + \epsilon_t \ (y_{t-d} > c) \end{cases}$$

$$y_t = (a_1 + b_1 y_{t-d}) D_t + (a_2 + b_2 y_{t-d})(1 - D_t) + \epsilon_t$$

- TAR 모델을 사용하면 임계값 변수 c에 의해 제어되는 상태 간에 급격한 전환 발생 가능

1. 비선형 모델링

▶ LSTAR(Logistic Smooth Threshold AutoRegressive)

- SETAR 모델에 $G(y_{t-1};\gamma,c)$ 로지스틱 함수 적용
  - γ 매개변수는 한 영역에서 다른 영역으로의 부드러운 전환을 제어
  - γ 값이 큰 경우, 임계값 변수 γ에 접근함에 따라 전이가 가장 빨라짐
  - 만약, $\gamma=0$, LSTAR 모델은 단순 AR(1) 모델과 동일해짐

$$G(y_{t-1};\gamma,c)=\frac{1}{1+e^{-\gamma(y_{t-d}-c)}}$$

$$y_t=(a_1+b_1y_{t-d})(1-G(y_{t-1};\gamma,c))+(a_2+b_2y_{t-d})G(y_{t-1};\gamma,c))+\epsilon_t$$

2. 근 찾기 알고리즘

▶ 대표적인 예 : 블랙-숄즈 내재 변동성 모델링

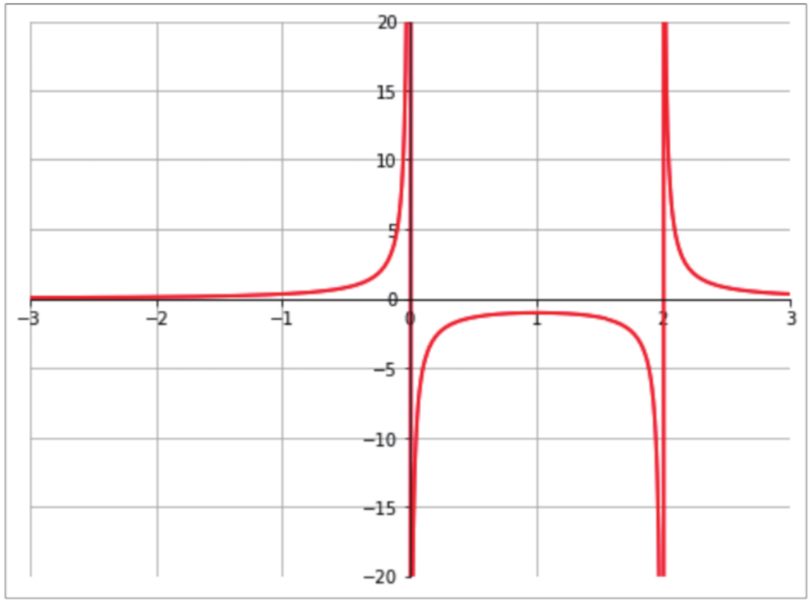
- 시작점 또는 근에 대한 추정값 필요
- 반복적 루틴 통해 해를 구함
- 추정값 부정확할 시, 해를 찾지 못할 수 있고, 잘못된 근으로 수렴 가능

2. 근 찾기 알고리즘

▶ 대표적인 예 : 블랙-숄즈 내재 변동성 모델링

- 추정값 부정확할 시, 해를 찾지 못할 수 있고, 잘못된 근으로 수렴 가능
  - $X = 0$과 $x = 2$에서 불연속점 존재

$$\frac{1}{x^2 - 2x}$$



2. 근 찾기 알고리즘

▶ 대표적인 예 : 블랙-숄즈 내재 변동성 모델링

- 시작점 또는 근에 대한 추정값 필요
- 반복적 루틴 통해 해를 구함
- 추정값 부정확할 시, 해를 찾지 못할 수 있고, 잘못된 근으로 수렴 가능

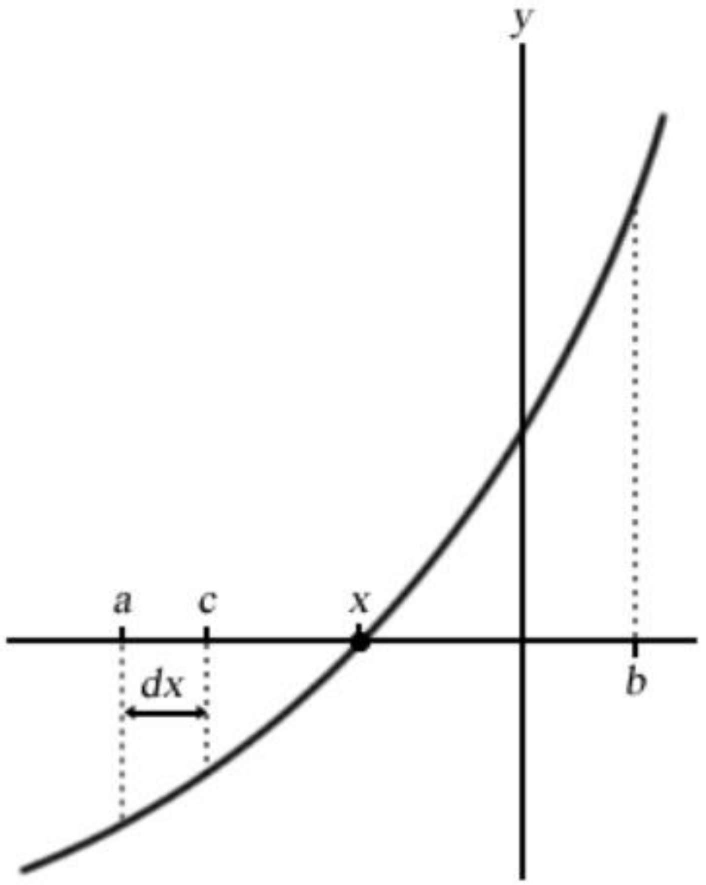
▶ 주요 종류

- 증분 검색
- 이분법
- 뉴턴 기법
- 시컨트 기법

2. 근 찾기 알고리즘

▶ 증분 검색

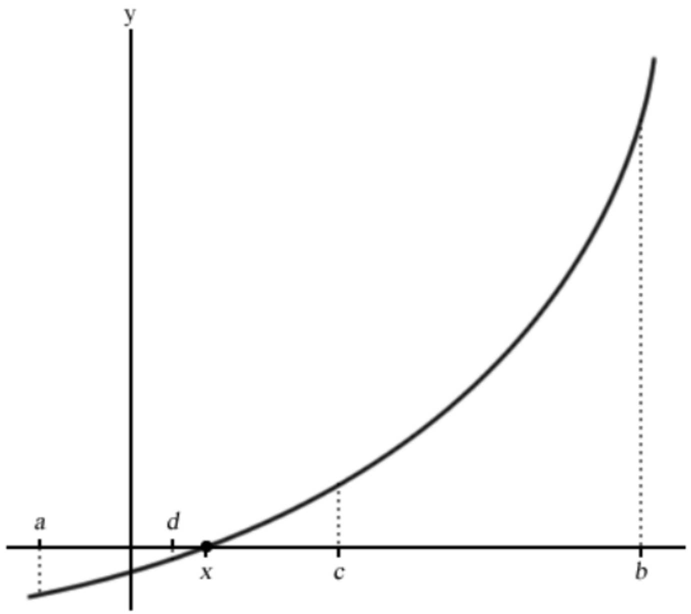
- 임의의 시작점 a를 사용해 dx가 증가할 때 마다 $f(a)$값 구하기
- 부호가 변경됐을 때만 해를 발견한 것으로 간주
- 반복 검색이 경계 지점 b를 통과하면 종료



2. 근 찾기 알고리즘

▶ 이분법

- 연속 함수의 근을 찾는 수치 해법
- $f(x) = 0$이 되는 연속함수 f의 값 x 찾기
- 핵심 아이디어
  - $f(x)$의 부호가 바뀌는 구간 [a, b]를 반복적으로 반으로 나눔
  - 중간값 정리를 이용해 근의 존재 보장



2. 근 찾기 알고리즘

▶ 이분법

- 계산 원리
  - 초기화, $f(a) \times f(b) < 0$ 이 성립하는 구간 $[a, b]$ 선택 (부호 변화 확인)
  - 중점 계산, $\mathrm{c} = {}^{a+b}/_{2}$
  - 근 조건 확인
    - $f(c) = 0$이면, c는 근(또는 허용 오차 내의 값)
    - 그렇지 않으면 구간을 좁힘
    - $f(a) \times f(c) < 0$, $b = c$, 그 외에는 $a = c$
  - 구간 길이가 충분히 작아질 때까지 반복

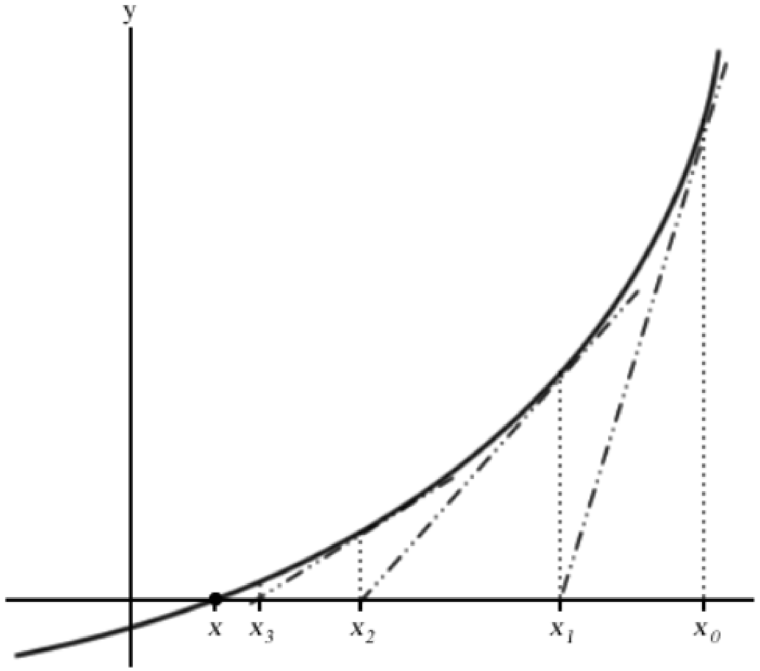
2. 근 찾기 알고리즘

▶ 뉴턴-랩슨 기법

- 함수의 도함수를 활용하여 근을 찾는 반복적인 방법
- 공식

$$x_1 = x - \frac{f(x)}{f'(x)}$$

  - $f'(x)$는 함수의 도함수로, $f(x) = 0$이 되는 근을 점근적으로 계산



2. 근 찾기 알고리즘

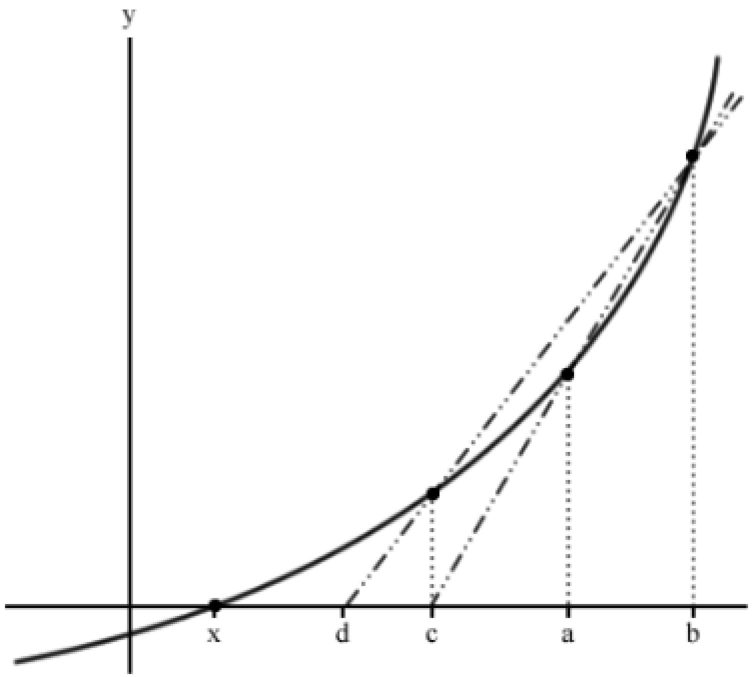
▶ 뉴턴-랩슨 기법

- 계산 단계
  - 초기값 x_0 설정
  - 반복 계산
    - $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x)}{f\prime(x)}$
    - $|x_{n+1} - x_n|$ 이 허용 오차 이하일 때까지 반복
  - 출력: 근 x

2. 근 찾기 알고리즘

▶ 시컨트 기법

- 시컨트 선을 사용해 근을 찾음
  - 시컨트 선이란 곡선의 두 점을 교차하는 직선
  - x축을 확장하고 교차하도록 연속함수의 두 점 사이에 선을 그림
  - 함수 $f(x)$의 두 점 $(a, f(a))$와 $(b, f(b))$를 연결하는 직선 계산
  - 반복적으로 시컨트 선을 좁혀가며 근을 근사



2. 근 찾기 알고리즘

▶ 시컨트 기법

- 시컨트 선을 사용해 근을 찾음
  - 시컨트 선 y는 $f(b)$에서 $f(a)$까지 그려지고 x축의 c점에서 다음과 같이 교차

$$y = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}(c - b) + f(b)$$

  - c에 대한 해는 다음과 같음

$$c = b - f(b) \times \frac{b - a}{f(b) - f(a)}$$

    - a와 b는 이전 두 점, c는 새로운 추정치

5. 옵션 가격 책정

1. 옵션 소개

▶ 개요

- 옵션 : 특정 자산을 미리 정해진 가격에 일정 기간 내에 매수하거나 매도할 수 있는 권리
- 파생상품 : 기초 자산(주식, 채권, 통화 등)의 가치에 기반하여 가격이 결정되는 금융 상품
- 옵션의 종류
  - 유럽식 옵션, 미국식, 옵션, 버뮤다 옵션, 아시아식 옵션

옵션 유형	행사 시점
유럽식 옵션	✓ 만기일에만 행사 가능
미국식 옵션	✓ 만기일 이전 **언제든지** 행사 가능
버뮤다 옵션	✓ 미리 정해진 특정 날짜와 만기일에만 행사 가능
아시아식 옵션	✓ 행사 시점은 만기일이지만, **행사 가격은 기간 동안의 평균 가격** 기반

1. 옵션 소개

▶ 개요

- 주요 알고리즘
  - 이항 트리를 사용해 유럽식과 미국식 옵션 가격 책정
  - 콕스-로스-루빈스타인 이항 트리 사용
  - 라이젠-라이머 트리를 사용한 옵션 가격 책정
  - 삼항 트리를 사용한 옵션 가격 책정
  - 트리에서 무료로 그릭 도출
  - 이항 및 삼항 격자를 사용한 옵션 가격 책정
  - 명시적 기법, 암시적 기법, 크랭크-니콜슨 기법을 사용한 유한 차분
  - LR 트리와 이분법을 사용한 내재 변동성 모델링

1. 옵션 소개

▶ 개요

- 주요 알고리즘
  - 이항 트리를 사용해 유럽식과 미국식 옵션 가격 책정
  - 콕스-로스-루빈스타인 이항 트리 사용
  - 라이젠-라이머 트리를 사용한 옵션 가격 책정
  - 삼항 트리를 사용한 옵션 가격 책정
  - 트리에서 무로로 그릭 도출
  - 이항 및 삼항 격자를 사용한 옵션 가격 책정
  - 명시적 기법, 암시적 기법, 크랭크-니콜슨 기법을 사용한 유한 차분
  - LR 트리와 이분법을 사용한 내재 변동성 모델링

2. 이항 트리로 옵션 가격 책정

▶ 개요

- 옵션은 기초자산의 파생상품, 이항 가격 책정 모델은 이산 시간 기준으로 기본 조건 추적
- 기본 원리
  - 기초 자산의 가격 변화를 업 상태와 다운 상태로 구분
  - 각 시간 단계에서 한 노드(가격)가 두 개의 새로운 노드로 분기

2. 이항 트리로 옵션 가격 책정

▶ 작동 원리

- 초기 상태 설정
  - 초기 노드의 값은 현재 자산 가격 S_0로 설정
  - 루트 노드의 초기 값은 다음 시간 단계에서 위험 중립적 확률이 상승 확률 p, 가격 하락 확률 $1-p$
- 가격 계산
  - 단말 노드는 상승 상태와 하락 상태의 모든 조합에 대한 예상 증권 가격의 모든 값 나타냄
  - 선도 이자율로 할인한 후 콜 옵션이나 풋 옵션의 가격 도출

2. 유럽식 옵션 가격 책정

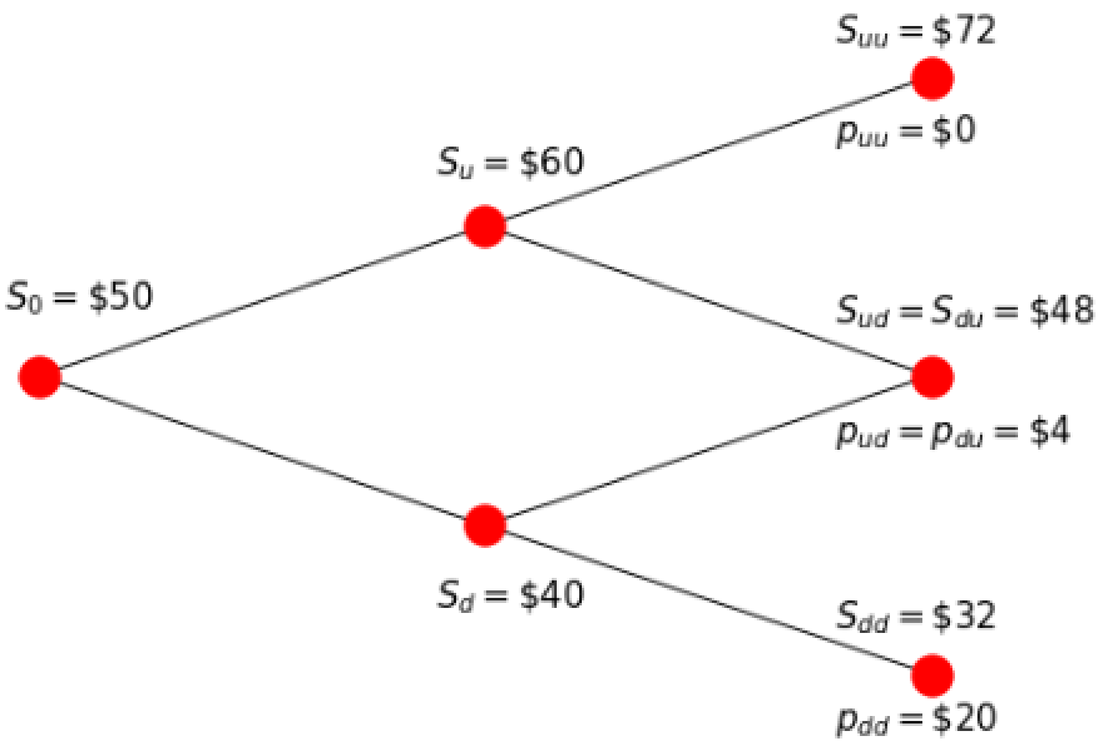
▶ 작동 원리

- 배당금을 지불하지 않는 주식의 가격이 50달러에서 시작
- 각 두 시간 단계에서 주가는 20% 상승 또는 하락
- 무 위험 금리가 연 5%, 만기 시간까지의 시간 T가 2년이라고 가정
- 행사 가격 K가 52달러인 유럽식 풋 옵션의 가격 산정

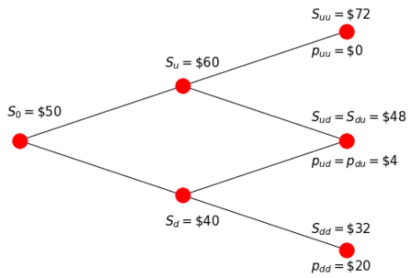
2. 유럽식 옵션 가격 책정

▶ 작동 원리

- 배당금을 지불하지 않는 주식의 가격이 50달러에서 시작



2. 유럽식 옵션 가격 책정



▶ 노드 계산

- 현재가, $S_0 = 50$
- 주가 상승 상태에서의 확률, $u = 1.2$, 주가 하락 상태에서의 확률, $d = 0.8$
- $S_u = 50(1.2) = 60$, $S_d = 50(0.8) = 40$, $S_{uu} = 50(1.2)^2 = 72$
- $S_{ud} = S_{du} = 50(1.2)(0.8) = 48$
- $S_{dd} = 50(0.8)^2 = 32$

▶ 콜 옵션, 풋 옵션 행사의 이익

- 콜 옵션 행사가 : $c_t = \max(0, S_t - K)$
- 풋 옵션 행사가 : $p_t = \max(0, KS_t)$

2. 유럽식 옵션 가격 책정

▶ 옵션 이익 값으로부터 이항 트리를 현재 시각으로 거슬로 올라갈 수 있음

▶ 트리를 거꾸로 탐색 시, 옵션의 상승 상태와 하락 상태의 중립 확률 고려

- 투자자가 위험에 무관심하고, 모든 자산에 대한 기대 수익은 동일하다고 가정
- 위험 중립 확률로 주식에 투자하는 경우, 주식을 보유하고 상승과 하락 상태 가능성 고려할 시,
- 다음과 같이 다음 시간 단계에서 예상되는 연속 복리 무위험 금리와 동일

$$e^{rt} = qu + (1-q)d$$

- 주식 투자의 위험 중립 확률 q

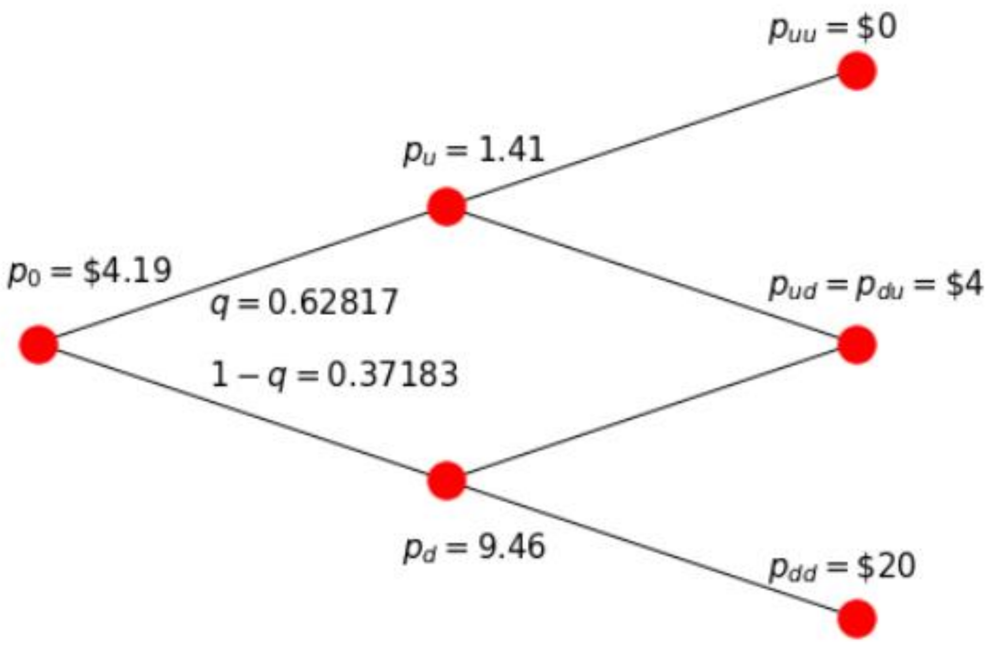
$$q = \frac{e^{rt} - d}{u - d}$$

2. 유럽식 옵션 가격 책정

▶ 풋 옵션의 현재 가치

- 단말 노드에서 유럽식 풋 옵션 행사 시, 결과 이익은 0, 4, 20달러

$$p_t = e^{-rT}[0(q)^2 + 2(48)(q)(1-q) + 20(1-q)^2]$$



3. 콕스-로스-루빈스타인 모델

▶ CRR : Cox-Ross-Rubinstein

- 단기간의 위험 중립 세계에서 이항 모델이 기초 주식의 평균 및 분산과 일치한다고 가정
- 주식의 수익률 분포가 짧은 시간 간격 내에서 변동성(표준편차)에 의해 결정된다고 가정
- 특정 시간 간격, Δt에서 주식의 수익률은 평균적으로 0(중립)이며, 변동성에 따라 분포
  - u (상승비율) : 주식이 상승할 때의 상대적 가격 변화 비율
  - 시간 간격 Δt 동안 주식의 변동성이 σ 일 때, 상승 비율이 지수 함수로 정의

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

  - d (하락비율) : 주식이 하락할 때의 상대적 가격 변화 비율

$$d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

4. 라이젠-라이머 트리 사용

▶ 주요 개념

- 단계 수가 증가함에 따라 블랙-숄즈 해에 근사할 수 있는 이항 트리 모델 제안 (LR 트리)
- 노드는 모든 대체 단계에서 재결합하지 않음
- 공식 확인
    - S_0 : 현재 주가, K : 행사 가격, r : 무위험 이자율
    - y : 배당 수익률, σ : 변동성 (주식의 연간 표준편차)
    - T : 옵션 만기 시간, N : 이항 트리 단계 수
    - Δt : 각 단계의 시간 간격 (T/N)

$$f(z, j(n)) = 0.5 \mp \left[0.25 - 0.25exp\left\{-\left(\frac{z}{n+\frac{1}{3}+\frac{0.1}{n+1}}\right)^2 (n+\frac{1}{6})\right\}\right]^{1/2}$$

$$j(n) = \begin{cases} n, \text{if } n \text{ is even} \\ n+1, \text{if } n \text{ is odd} \end{cases}$$

$$p' = f(d_1, j(n))$$

$$p = f(d_2, j(n))$$

$$d_1 = \frac{log\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left((r-y)+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{log\left(\frac{S_0}{K}\right) - \left((r-y)+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

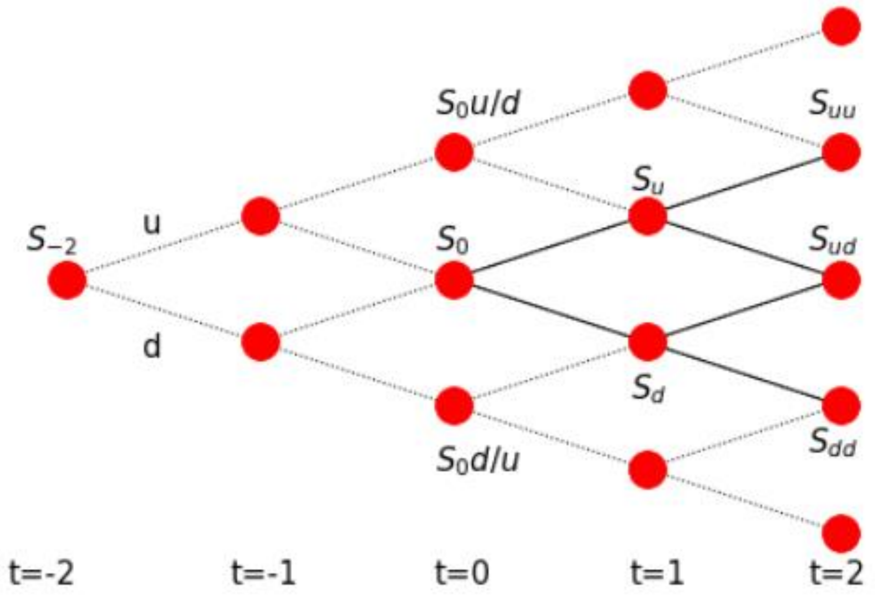
$$u = e^{(r-y)\Delta t}\frac{p'}{p}$$

$$d = \frac{e^{(r-y)\Delta y} - pu}{1-p}$$

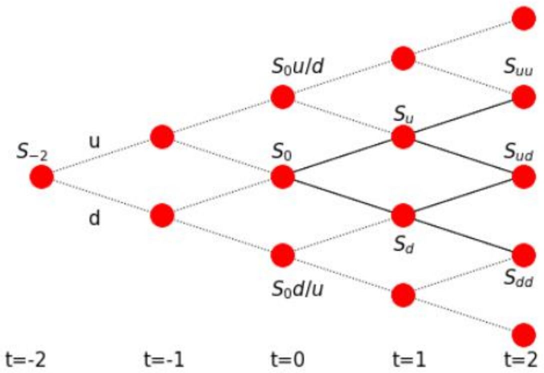
5. 그릭

▶ 주요 개념

- 이항 트리 가격 책정 모델에서 각 노드의 정보에서 계산된 값은 재사용함
- 기초자산의 매개변수 변화에 대한 옵션과 같은 파생상품 가격의 민감도 측정한 것으로 문자로 표현
- 옵션에 유용한 두 그릭은 델타와 감마
  - 델타 : 기초자산 가격에 대한 옵션 가격의 민감도 측정
  - 감마 : 기초자산 가격에 대한 델타의 변화율 측정



5. 그릭



▶ 공식

- $t = 0$, 델타 공식을 계산에 사용할 수 있는 2개의 추가 노드로부터 얻을 수 있는 정보 존재
- 델타 공식
  - 상승과 하락 상태의 옵션 가격 차이는 $t = 0$에서 각 주가 차이의 단위로 표시

$$\text{delta} = \frac{v_{up} - v_{down}}{S_0 u/d - S_0 d/u}$$

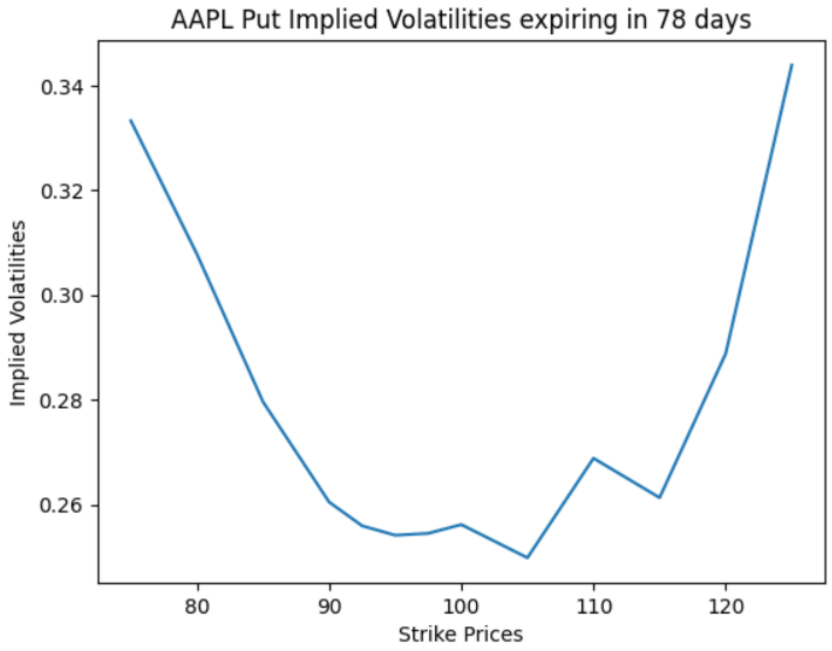
- 감마 공식
  - 초기 노드 값에 대한 상승 노드와 하락 노드의 옵션 가격 간의 델타 차이가 각 상태에서 주식 가격 차이의 단위로 계산됨

$$\gamma = \frac{\frac{v_{up} - v_0}{S_{0,up} - S_0} - \frac{v_0 - v_{down}}{S_0 - S_{0,down}}}{\frac{S_0 + S_{0,up}}{2} - \frac{S_0 + S_{0,down}}{2}}$$

6. 예제

▶ 시나리오

- 임의의 애플 주식 미국식 풋 옵션의 내재 변동성 확인
- 애플의 마지막 거래 가격
  - 2.48%, 배당 수익률 1.82%로 99.62, 미국식 옵션 78일 후에 만료



7. 그 외

▶ 추가적으로 공부할 내용

- 보일의 삼항 트리
- 옵션 가격 설정의 유한 차분
  - 명시적 기법
  - 암시적 기법
  - 크랭크-니콜슨 기법
  - 특이 배리어 옵션의 가격 책정
  - 유한 차분으로 미국식 옵션 가격 책정

6. 금리와 파생상품 모델링

1. 주요 개념 및 종류

▶ 다양한 금리 모델 제안

- 바시첵 모델Vasicek model
- 콕스-잉거졸-로스 모델Cox-Ingersoll-Ross(CIR) Model
- 헐-화이트 모델Hull-White Model

2. 고정수익증권Fixed-Income Security

▶ 기업과 정부는 자금 조달 수단으로 고정수익증권 발행

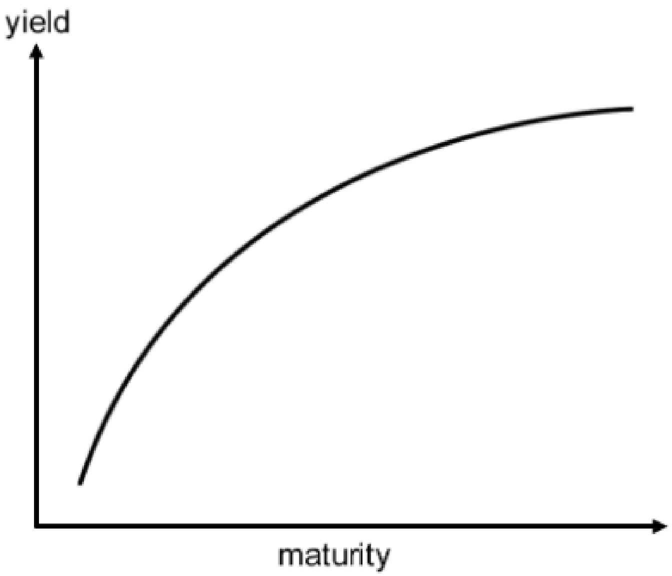
- 고정된 이자 지급 약속하는 금융 상품
- 대표적으로 채권, 국채, 회사채 등이 포함
- 투자자는 일정 기간 동안 정기적으로 이자를 받고, 만기 시 원금 상환
- 안정적인 수익을 추구하는 투자자에게 적합
- 금리 상승 시 채권의 가치 감소, 금리 하락 시 채권 가격 상승

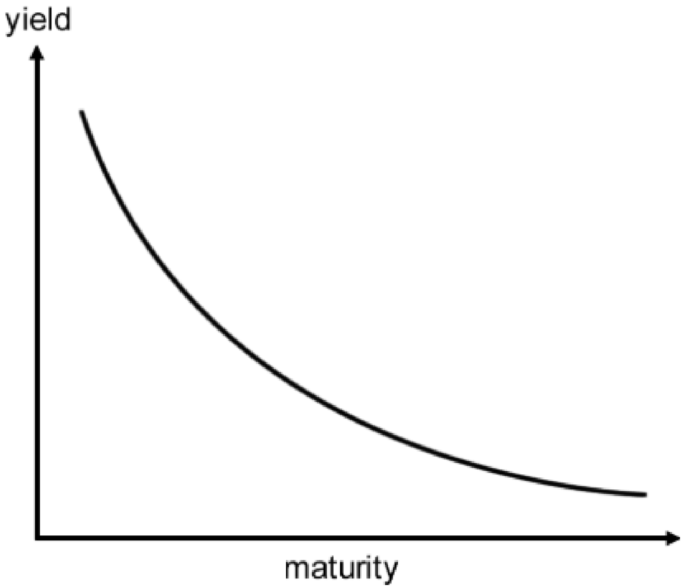
3. 수익률 곡선Yield Curves

▶ 수익률 곡선 환경에서 장기 금리가 단기 금리보다 높음

▶ 특정 경제 상황에서는 수익률 곡선이 반전될 수 있음

- 특정 경제 상황 : 자금 공급이 부족할 대 발생
- 장기 금리가 단기 금리보다 낮음





4. 제로 쿠폰 채권Zero-Coupon Bond 평가

- 원금 혹은 액면가를 상환하는 만기일을 제외하고는 어떠한 주기적 이자도 미지급
- 순수 할인 채권이라고도 함
- 채권가격
  - y : 채권의 연간 복리 수익률 또는 금리
  - t : 채권 만기까지 남은 시간

$$\text{Price of zero} - \text{coupon bond} = \frac{face\ value}{(1+y)^t}$$

5. 현물금리와 제로금리

▶ 복리계산의 극한

- 복리계산 주기가 증가할 때(예: 연복리 → 일복리), 미래가치는 지수함수적 극한에 도달
- 오늘의 $100가 연속복리 이자율 R로 T기간 동안 투자될 때, 미래가치는 $100e^{RT}$ 달러
- 미래 시점 T에 $100를 지급하는 증권의 현재가치 ($^{100}/_{e^{RT}}$)

▶ 현물금리(Spot Rate) 의미

- 다양한 만기에 대한 현재의 이자율
- 대출이나 대여 시 적용되는 현재의 시장금리
- 제로쿠폰 채권의 내부수익률(IRR)을 나타냄

6. 수익률 곡선의 부트스트랩

- ▶ 단기 현물 금리는 제로 쿠폰 채권, 미국 초단기 국채, 어음, 유로 달러 예금과 같은 다양한 단기
- ▶ 장기 현물 금리
  - 이자 지급일에 해당하는 만기 현물 금리를 고려해 부트스트랩 프로세스 통해 장기 채권 가격에서 파생
  - 단기와 장기 현물 금리를 얻은 후 수익률 곡선 구성 가능

6. 수익률 곡선의 부트스트랩

▶ 수익률 곡선의 부트스트랩 예

- 만기와 가격이 서로 다른 채권의 목록

채권 액면가(달러)	(연환산) 만기까지의 시간	연간 쿠폰(달러)	채권 현금 가격(달러)
100	0.25	0	97.50
100	0.50	0	94.90
100	1.00	0	90.00
100	1.50	8	96.00
100	2.00	12	101.60

6. 수익률 곡선의 부트스트랩

▶ 수익률 곡선의 부트스트랩 예

- 오늘 97.50 달러인 3개월 제로 쿠폰 채권에 투자한 사람은 2.50달러의 이자를 받게 됨
- 3개월 현물 금리 계산 (연속 복리로, 10.127%)

$$97.50 = \frac{100}{e^{0.25y}}$$

$$e^{0.25y} = 1.0256$$

$$y = 4\ln 1.0256 = 0.10127$$

(연환산) 만기까지의 시간	현물 금리(퍼센트)
0.25	10.127
0.50	10.469
1.00	10.536

6. 수익률 곡선의 부트스트랩

▶ 응용 : 1.5년 채권의 가격을 다음과 같이 결정

$$4e^{(-0.10469)(0.5)} + 4e^{(-0.10536)(1.0)} + 104e^{(-y)(1.5)} = 96$$

- y값은 다음과 같이 방정식을 재정렬해 쉽게 구할 수 있음

$$y = -ln\left(\frac{96 - 4e^{(-0.10469)(0.5)} - 4e^{(-0.10536)(1.0)}}{104}\right) \div 1.5 = 0.106809$$

(연환산) 만기까지의 시간	현물 금리(퍼센트)
0.25	10.127
0.50	10.469
1.00	10.536

7. 선도 금리

▶ 미래 금리가 궁금

- 지금부터 1년 후의 1년 현물 금리는 얼마 일까?
  - r_1과 r_2 T_1과 T_2 기간의 연속 복리 연이율

$$r_{forward} = \frac{r_2 T_2 - r_1 T_1}{T_2 - T_1}$$

8. 만기 수익률 계산YTM, Yield To Maturity

▶ 핵심 개념

- 채권에 내재된 금리 측정, 모든 미래 이자 지급액의 현재 가치와 원금 고려
- 채권 보유자는 채권 만기까지 YTM 금리로 받은 쿠폰을 투자할 수 있다고 가정
- 위험 중립적 기대에 따르면 수령한 금액은 채권에 지불한 가격과 동일
    - 예시 : 액면가 100으로 1.5년 뒤 만기인 5.75% 채권 가격은 95.0428달러며, 쿠폰은 반기마다 지급
    - c : 각 기간에 지불된 쿠폰의 달러 금액, n : 쿠폰 지급 빈도
    - T : 연환산된 지불 기간, y : 찾으려는 만기수익률

$$95.0428 = \frac{c}{\left(1+\frac{y}{n}\right)^{nT_1}} + \frac{c}{\left(1+\frac{y}{n}\right)^{nT_2}} + \frac{100+c}{\left(1+\frac{y}{n}\right)^{nT_3}}$$

9. 채권 듀레이션Bond Duration

▶ 핵심 개념

- 금리(수익률) 변화에 대한 채권가격의 민감도를 측정하는 지표
- 금리가 1% (100bp) 변할 때 채권가격이 변하는 비율
- 종류
  - 유효 듀레이션 (Effective Duration)
  - 매컬레이 듀레이션 (Macaulay Duration)
  - 수정 듀레이션 (Modified Duration)
- 듀레이션의 특징 (가격-수익률 관계의 1차 도함수로 해석 가능)
  - 듀레이션이 높을수록 금리변화에 더 민감함
  - 듀레이션이 낮을수록 금리변화에 덜 민감함

9. 채권 듀레이션Bond Duration

▶ 핵심 개념

▪ 수정듀레이션 계산 공식

- dY : 수익률 변화
- P^- : 수익률이 dY만큼 감소했을 때의 채권 가격
- P^+ : 수익률이 dY만큼 증가했을 때의 채권 가격
- P_0은 채권의 최초 가격

$$\frac{P^- - P^+}{2(P_0)(dY)}$$

10. 채권 볼록성Bond Convexity

▶ 핵심 개념

- 수익률 변화에 대한 채권 듀레이션의 민감도 측정
- 볼록성은 가격과 수익률 간의 관계의 2차 도함수
- 금리 변동성의 영향
  - 볼록성이 낮은 포트폴리오 > 볼록성이 높은 포트폴리오

$$\frac{P^{-} - P^{+} - 2P_0}{(P_0)\,(dY)^2}$$

11. 단기 금리 모델링

▶ 핵심 개념

- 단기 금리 $r(t)$는 특정 시각의 현물 금리
- 수익률 곡선 상의 무한히 짧은 기간에 연율화(1년 기준으로 수익률 환산)된 연속 복리 금리
- 확률변수로 모델링
- 특정 시기의 경제상황 반영
- 활용 분야
  - 금리파생상품 평가, 채권 가치평가, 신용상품 평가, 모기지 상품 평가, 대출상품 평가
- 모델링 복잡성의 원인
  - 경제 상황, 정치적 결정, 정부 개입, 수요와 공급 법칙, 기타 시장 요인들

11. 단기 금리 모델링

▶ 바시첵 모델

- 단기 이율이 단일 확률 요인으로 모델링

$$dr(t) = K\big(\theta - r(t)\big)dt + \sigma dW(t)$$

- K, θ, σ : 상수
- σ : 순시[instantaneous] 표준편차, 일정한 변동성 가정
- $W(t)$: random Wiener Process
- 바시첵은 Ornstein-Uhlenbeck Process 따름
  - 금리가 장기평균(θ)으로 회귀하는 경향
  - K가 클수록 빠르게 회귀

11. 단기 금리 모델링

▶ 콕스-인거졸-로스 모델Cox-Ingersoll-Ross

- 바시첵 모델에서 발견된 마이너스 금리 해결하기 위해 제안된 단일 요인 모델

$$dr(t) = K\big(\theta - r(t)\big)dt + \sigma\sqrt{r(t)}dW(t)$$

- K, θ, σ : 상수
- σ : 순시instantaneous 표준편차, 일정한 변동성 가정
- $W(t)$: random Wiener Process
- $r(t)$: 단기 금리가 상승함에 따라 표준편차 증가

11. 단기 금리 모델링

▶ 렌들만과 바터 모델Rendleman and Bartter Model

- 바시첵 모델에서 발견된 마이너스 금리 해결하기 위해 제안된 단일 요인 모델

$$dr(t) = \theta r(t)dt + \sigma r(t)dW(t)$$

- 용어
  - $\theta r(t)dt$: 순시 드리프트instantaneous drift
  - $\sigma r(t)$: 순시instantaneous 표준편차, 일정한 변동성 가정
  - $W(t)$: random Wiener Process
  - $r(t)$: 단기 금리가 상승함에 따라 표준편차 증가
- 로그 정규분포를 따르는 주가 확률 프로세스와 유사한 기하학적 브라운 운동Geometric Brownian Motion
- 평균 회귀 성질은 없음

11. 단기 금리 모델링

▶ 브레넨과 슈바르츠 모델Brennan and Schwartz Model

- 단기 금리가 장기 금리 방향으로 평균으로 되돌아가는 2요인 모델

$$dr(t) = K(\theta - t(t))dt + \ \sigma r(t)dW(t)$$

- 용어
  - $dr(t)$: 단기금리의 변화
  - $r(t)$: 현재 단기 금리
  - $dW(t)$: random Wiener Process
  - σ : 변동성 계수
  - θ : 장기평균금리 (목표 수준)
- 변동 수준이 금리수준에 비례하며, 양의 금리 보장

12. 채권 옵션

▶ 수의상환권부 채권Callable Bond

- 금리 하락에 직면할 위험 있으며, 시중 금리보다 더 높은 금리로 계속 발행
- 합의된 날짜에 채권을 상환할 수 있는 계약 포함
- 기존 채권 보유자는 채권 발행자에게 콜 옵션 매도한 것으로 간주
- 금리 하락 후, 기업이 해당 기간 동안 특정 가격으로 채권 매입 시, 옵션 행사 권리 있다면, 조기 상환 가능
    - 회사는 더 낮은 금리로 새 채권 발행
    - 회사가 더 높은 채권 가격의 형태로 더 많은 자본 조달

12. 채권 옵션

▶ 상환청구권부 채권puttable Bond

- 일정 기간 동안 합의된 가격으로 발행인에게 채권 다시 매각할 권리
- 채권 소유자는 채권 발행자로부터 풋 옵션 매수한 것으로 간주
- 금리변동과 상환청구
  - 금리 상승 시 : 채권 가치 하락, 상환청구권 행사 가능성 증가, 투자 손실 방어 기회
  - 금리 하락 시 : 채권 보유 유지 가능, 상환청구권 행사 가능성 감소
- 실무유형
  - 정기예금형, 대출형
- 상환청구권부 채권의 가격 = 옵션이 없는 채권의 가격 + 풋 옵션의 가격

12. 채권 옵션

▶ 전환 사채Convertible Bond

- 기본 정의
  - 주식으로 전환할 수 있는 권리가 내재된 채권
  - 전환비율로 전환 주식 수 결정
  - 전환가치 = 채권가치와 동일하게 설계
- 수의상환권부 채권과의 유사성
  - 특정 시점에 권리행사 가능
  - 일반채권보다 따라 주식으로 전환
  - 일반채권보다 낮은 쿠폰금리 지급, 전환권의 가치만큼 할인

12. 채권 옵션

▶ 전환 사채Convertible Bond

- 전환효과
  - 긍정적 효과 : 부채 감소, 재무구조 개선
  - 부정적 효과 : 주식 희석화, 주가 하락 압력
- 가격 연동성
  - 주가 상승 → 전환사채 가격 상승
  - 주가 하락 → 전환사채 가격 하락
  - 주식과 채권의 특성 동시 보유

12. 채권 옵션

▶ 우선주preferred stock

- 채권과 같은 특성을 가진 주식
- 배당금 지급 청과와 관련해 보통주 소유자보다 우선권을 가짐
- 액면가의 고정 비율로 협상
- 배당금 지급 보증은 없지만, 보통주보다 우선주에 먼저 지급
- 파산 시, 우선주는 액면가만큼의 선취 특권을 가짐

12. 채권 옵션

▶ 수의상환권부 채권 옵션의 가격 책정

- 유럽식 콜 옵션이 내장된 제로 쿠폰 채권이라고 가정

수의상환권부 채권의 가격 = 옵션이 없는 채권의 가격 – 콜 옵션의 가격

- 주요 수식
  - 바시첵 모델에 의한 제로 쿠폰 채권 가격 책정
  - 조기 행사 가치
  - 유한 차이에 의한 정책 반복

12. 채권 옵션

▶ 수의상환권부 채권 옵션의 가격 책정 – 바시첵 모델에 의한 제로 쿠폰 채권 가격 책정

- 시간 t에 액면가 1이고 시장 금리 r인 제로 쿠폰 채권의 가치는 다음과 같이 정의

$$P(t) = e^{-rdt}$$

- 금리 r은 항상 변경되며, 다음과 같이 제로 쿠폰 채권을 다시 나타냄
  - 금리 r은 시간 t에서 T까지의 채권 가격을 설명하는 확률적 과정
  - 여기서 T는 제로 쿠폰 채권의 만기 시간
  - 금리 r을 모델링하기 위해 단기 금리 모델 중 하나를 확률 프로세스로 사용

$$P(t) = e^{-\int_t^T r(s)dS}$$

12. 채권 옵션

▶ 수의상환권부 채권 옵션의 가격 책정 – 바시첵 모델에 의한 제로 쿠폰 채권 가격 책정

- 바시첵 모델의 특성 방정식과 금리 움직임 사용해 기대값의 항으로 제로 쿠폰 채권 가격 작성

$$A(\tau) = e^{\left(\theta - \frac{\sigma^2}{2k^2}\right)(B(\tau) - \tau) - \frac{\sigma^2}{4k} B(\tau)^2}$$

$$B(\tau) = \frac{1 - e^{-k\tau}}{k}, \quad \tau = T - t$$

- 용어
  - $A(\tau)$: 할인 함수 (평균회귀 효과 + 변동성 조정항)
  - $B(\tau)$: 금리 민감도 함수 (잔존만기에 따른 지수함수)
  - 채권가격

12. 채권 옵션

▶ 수의상환권부 채권 옵션의 가격 책정 – 조기 행사 가치

- 할인 조기 행사 가치 = ke^{-rt}
  - k는 행사가와 액면가의 가격 비율
  - r은 행사가의 금리

12. 채권 옵션

▶ 수의상환권부 채권 옵션의 가격 책정 – 유한 차이에 의한 정책 반복

- 모델 개요
  - Vasicek 금리모형
  - 유한차분법 (Finite Difference)
  - 조기상환옵션
  - 반복계산 알고리즘
- 유한차분법
  - 삼중대각행렬 구성
  - Thomas 알고리즘 적용
  - 경계조건 처리

7. VIX 활용한 금융 분석 실전 예제

1. 주요 개념 및 종류

▶ VIX 소개

▶ S&P 500 지수와 VIX에 대한 금융 분석

▶ VIX 지수 계산

- CBOE VIX 백서에 따라 VIX 지수를 단계별로 재구성
- 단기와 차기 VIX 지수 찾기
- 옵션 데이터셋의 행사 가격 경계 설정
- 행사 가격으로 VIX에 대한 기여도 표 구성
- 단기, 차기 옵션의 선물 수준 계산
- 단기, 차기 옵션의 변동성 값 계산
- 여러 VIX 지수 계산 및 실제 S&P 500 지수 비교

2. 변동성 파생상품

▶ 주요 개요

- VIX : S&P 500 지수를 기반으로 함,
- 옵션, 선물, 교환 거래 펀드 등 다양한 변동성 기반 증권과 같은 VIX 파생상품이 투자자에게 제공
- CBOE 웹 사이트
  - S&P 500 표준과 주간 옵션 정보 제공, VIX 같은 다양한 옵션과 시장 지수에 대한 포괄적 정보 제공

▶ 그 외

- STOXX, Eurex, VSTOXX, S&P 500, SPX, VIX

2. 변동성 파생상품

▶ S&P 500 Index, SPX Options, VIX 비교

항목	S&P 500 Index	SPX Options	VIX
정의	미국 대형주 대표하는 500개 종목으로 구성된 지수	S&P 500 지수 기반의 옵션 계약 다양한 만기와 스타일 제공	S&P 500 옵션 가격에서 추출된 단기 변동성 지수
주요 특징	1923년 NYSE와 NASDAQ에 상장된 대형주 15초마다 값 재조정	월간 옵션 (매달 셋째 금요일 만기) SPX Weekly (주간 옵션) Minis (1/10 규모 거래 가능)	단기 변동성 측정 SPX 옵션 가격에서 계산됨 15초 단위로 재계산
스타일	일반적인 지수 계산 방식	유럽형 옵션	변동성의 30일 평균 예측
활용도	미국 경제와 주식시장의 전반적인 성과 추적	투자 및 헤지에 사용	시장의 공포 지수로 사용 변동성 관리 및 헤지에 활용
거래소	NYSE 또는 NASDAQ	시카고옵션거래소(CBOE)	시카고옵션거래소(CBOE)
기타	^GSPC, INX 등의 심볼로 다양한 플랫폼에서 추적 가능	SPDR ETF 옵션만 미국식 스타일 제공	VIX 옵션과 VIX 선물로 거래 가능

3. VIX 계산 공식

▶ VIX 계산 공식

$$VIX = 100 \times \sqrt{\left\{T_1\sigma_1^2\left[\frac{N_{T_2} - N_{30}}{N_{T_2} - N_{T_1}}\right] + T_2\sigma_2^2\left[\frac{N_{30} - N_{T_1}}{N_{T_2} - N_{T_1}}\right]\right\} \times \frac{N_{365}}{N_{30}}}$$

- 용어
  - T_1 : 단기 옵션 결제까지의 연수
  - T_2 : 차기 옵션 결제까지의 연수
  - N_{T1} : 단기 옵션 결제까지의 시간(분)
  - N_{T2} : 차기 옵션 결제까지의 시간(분)
  - N_{30} : 30일 동안의 분 수, N_{365} : 365일 동안의 분 수

4. 선도 SPX 지수

▶ 각 계약 월에 대해 선도 SPX 레벨 F는 다음과 같이 정의됨

$$F = \text{행사가격} + e^{rT}(\text{콜 가격} - \text{풋 가격})$$

- 행사 가격은 콜 옵션 가격과 풋 가격 간의 절대 차이가 최소인 곳에서 선택
- 매수 호가가 0인 옵션은 VIX 지수 계산에 고려되지 않음
- VIX 지수 계산에 사용되는 옵션의 수가 언제든지 달라질 수 있음을 시사

5. 행사 가격별 기여도 표 만들기

▶ VIX 지수

- 평균 30일 만기의 콜 옵션과 풋 옵션의 가격으로 구성돼 있음
- 선택한 만기일의 각 옵션은 VIX 지수 계산에 일정 부분 기여

$$\frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} (K_i \text{에서의 매수-매도 스프레드 중간점})$$

- 용어 정리
  - T : 옵션 만기까지의 시간
  - R : 옵션 만기까지의 무위험 금리
  - K_i : i번째 OTM 옵션의 행사 가격
  - ΔK_i : $\Delta K_i = 0.5(K_{i+1} - K_{i-1})$

6. 변동성 계산

▶ 선택한 옵션에 대한 변동성 계산

$$\sigma^2 = \frac{2}{T}\sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT}(K_i\text{에서의 매수-매도 스프레드 중간점}) - \frac{1}{T}\left[\frac{F}{K_0} - 1\right]^2$$

- 용어 정리
  - T : 옵션 만기까지의 시간
  - R : 옵션 만기까지의 무위험 금리
  - K_i : i번째 OTM 옵션의 행사 가격
  - ΔK_i : $\Delta K_i = 0.5(K_{i+1} - K_{i-1})$

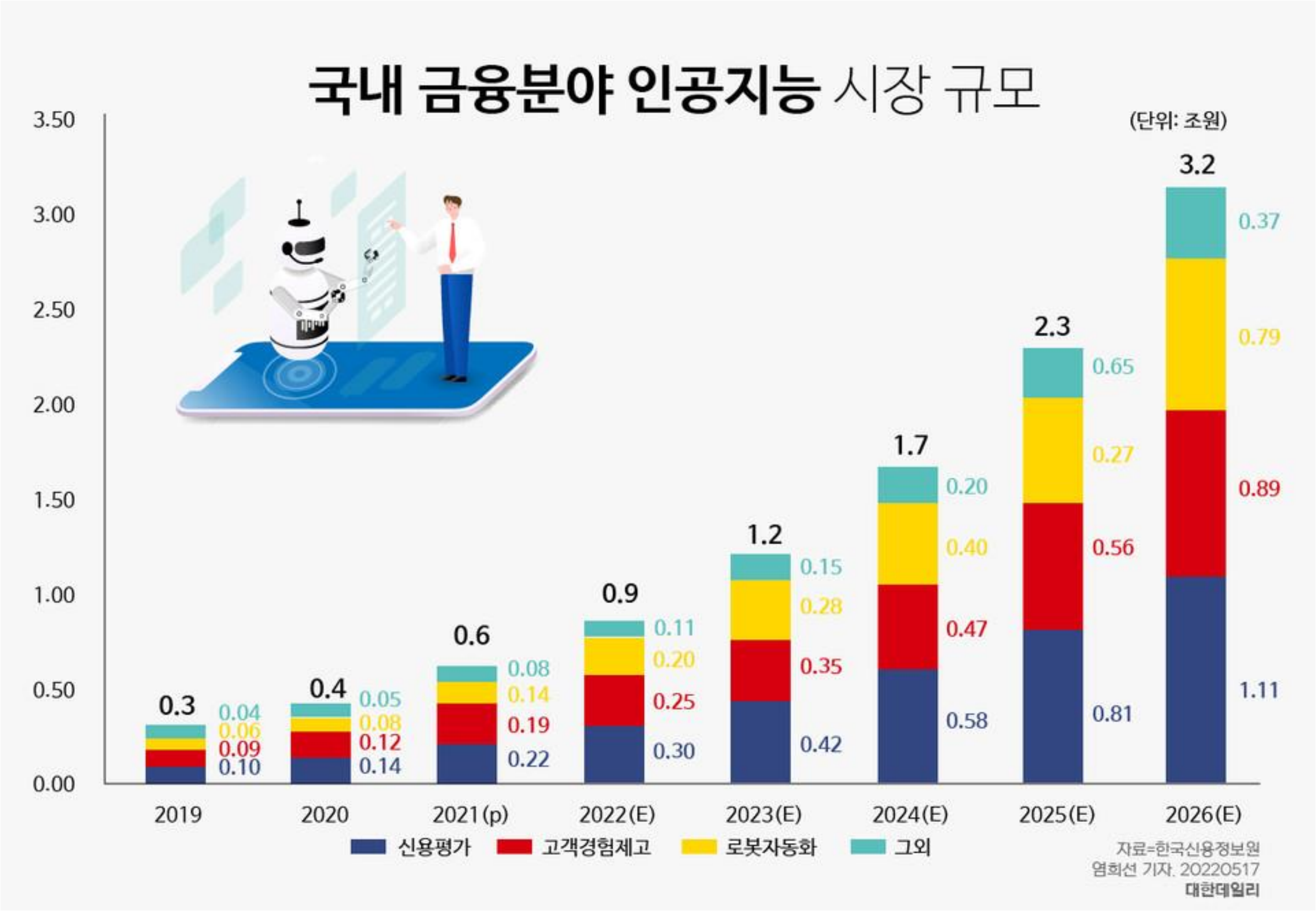
8. 금융 AI

1. 금융을 다루는 기관들

- ▶ 은행 및 비은행예금취급기관(제2금융기관)
- ▶ 보험회사
- ▶ 투자금융업자
- ▶ 공적금융기관
- ▶ 기타금융기관(카드사, 신용정보회사 등)
- ▶ 핀테크 기업

2. 국내 금융 분야 AI 시장 규모

▶ 국내 AI 시장 규모(단위 : 조 원)(출처 : 한국신용정보원)



2. 국내 금융 분야 AI 시장 규모

▶ 금융 서비스 AI 활용 사례

- 자연어 처리/LLM
- 추천 시스템
- 포트폴리오 최적화
- 사기 탐지
- 알고리즘 트레이딩
- 대화형 AI
- 마케팅 최적화

3. 금융 AI 핵심 문제 정의

▶ 네 가지 주요 주제(AI in Finance Global Challenge, 2023)

- 고객 경험 향상
- 운영 효율성 향상
- 리스크, 규정 준수 및 사기 모니터링 강화
- 환경, 사회 및 거버넌스 솔루션 활성화

4. 오픈소스 데이터 소스

▶ 오픈소스 데이터 소스 요약

데이터 소스	설명	링크
Investing	금융 시장 데이터 및 분석 제공 플랫폼	https://investpy.readthedocs.io/
Y-finace	Yahoo Finance API를 통해 주식 데이터 제공	https://github.com/ranaroussi/yfinance
Kaggle	데이터 분석 및 머신러닝을 위한 데이터셋 제공	https://www.kaggle.com/

5. 다양한 퀀트 투자 전략

▶ 전통적인 퀀트 투자 전략

- 평균 회귀 전략Mean Reversion Strategy
- 추세 추종 전략Trend Following Strategy
- 페어 트레이딩Pairs Trading
- 요인 모델Factor Model
- 이벤트 기반 전략Event-Driven Strategy

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 기본적 분석fundamental analysis

- 장기적인 투자 결정에 필수적인 도구
- 회사의 재무제표, 산업 조건, 경제 지표와 같은 기본적인 경제적 요인 분석
- 목표는 자산의 '진정한 가치' 결정 후, 현재 시장 가격과 비교

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 기술적 분석technical analysis

- 트렌드 식별 : 기술적 분석은 시장의 트렌드 식별하는 데 매우 유용
- 거래 심리 이해 : 매수와 매도 압력의 균형을 파악하고, 시장 참여자들의 감정적 반응 이해
- 진입 및 청산 시점 결정 : 과매수나 과매도 상황 감지해 거래 타이밍 결정
- 상세 지표
    - Overlap Studies
    - Momentum Indicator, Volume Indicator, Volatility Indicator, Cycle Indicator
    - Price Transform
    - Pattern Recognition

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 기술적 분석technical analysis

▪ 상세 지표

기술적 지표 분류	설명	지표 예시
Overlap Studies	가격 데이터와 함께 표시되어 트렌드나 변동 도출하는 지표	이동평균선, 볼린저 밴드, 파라볼릭 SAR
Momentum Indicator	가격의 속도나 강도를 측정하여 상승장이나 하락장에서의 변화를 감지하는 지표	상대강도지수, 스토캐스틱 오실레이터, MACD
Volume Indicator	거래량의 변화를 측정하여 가격 움직임의 강도를 파악하는 지표	거래량, 축적/분산(A-D Line), OBV(On-Balance Volume)
Volatility Indicator	시장의 변동성을 측정하는 지표	Average True Range(ATR), Normalized Average True Range

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 기술적 분석technical analysis

▪ 상세 지표

기술적 지표 분류	설명	지표 예시
Price Transform	가격 데이터를 변환하여 트렌드를 더 잘 파악하게 하는 지표	Weighted Close Price, Median Price, Average Price
Cycle Indicator	주기적인 패턴을 감지하는 데 사용되는 지표	힐버트 변환(Hilbert Transform)
Pattern Recognition	기술적 분석의 차트 패턴을 자동으로 인식하는 지표	캔들스틱 패턴(Hanging Man, Hammer, Shooting Star etc)

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 기술적 분석technical analysis

▪ 파이썬 주요 라이브러리

라이브러리	설명	주요 특징
[TA-Lib]()	기술적 분석 도구를 위한 라이브러리	다양한 기술적 지표 제공 (SMA, EMA, RSI 등) 금융 데이터 분석에 최적화
[Pandas-ta]()	Pandas 데이터프레임 기반의 기술적 분석 라이브러리	Pandas와 통합, 130개 이상의 기술적 지표 지원
[Zipline]()	백테스팅 및 알고리즘 트레이딩 라이브러리	Python 기반, Quantopian과 통합, 강력한 백테스팅 기능 제공
[pyalgotrade]()	알고리즘 트레이딩 및 백테스팅 라이브러리	멀티스트래티지 지원, 실시간 및 백테스팅 기능

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 백테스팅backtesting

- 특정 투자 전략이 과거에 어떤 성과를 거두었는지 검증하는 과정
- 전략 예시
  - 특정 주식이 5일 연속 하락 시 → 매수
  - 특정 주식이 5일 연속 상승 시 → 매도
- 과적합 가능성 높음
  - 특정 과거 데이터에 대해 너무 잘 맞는 전략 개발, 실제 시장 조건에서는 효과 떨어질 가능성 농후

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 백테스팅backtesting 관련 주요 라이브러리

- Backtrader
- Zipline
- PyAlgoTrade
- bt
- Catalyst

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 백테스팅backtesting 관련 주요 라이브러리

- 백테스팅 시, 주의 사항
  - 경제적 시나리오
  - 수수료와 슬리피지(slippage, 실제 거래 가격과 예상 가격 사이의 차이) 고려
  - 편향 고려
  - 종목보다 자산 분류에 집중
  - 다양한 지표 활용

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

▶ 퀀트 투자 성과 측정을 위한 주요 지표

- 연평균 복리 수익률(CAGR)Compound Annual Growth Rate
- MDD(최대 낙폭)Maximum Drawdown
- 변동성Volatility
- 샤프 비율Sharpe Ratio
- 베타beta
- 알파alpha
- 소르티노 비율Sortino Ratio

5. 전통 퀀트 투자 전략과 기술적 지표

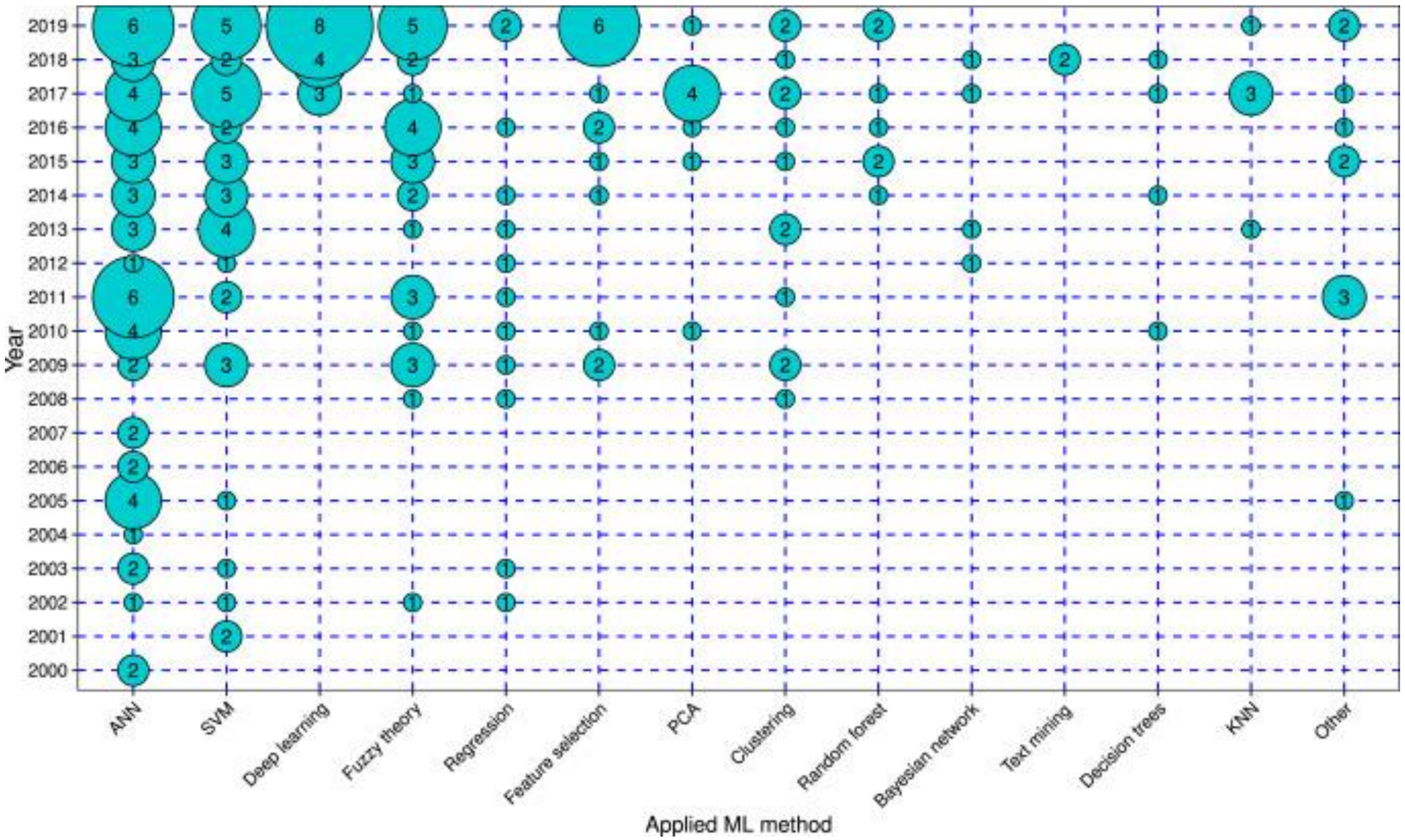
▶ 퀀트 투자 성과 측정을 위한 주요 지표 – 샤프 비율

- 투자의 초과 수익률(리스크 프리미엄)과 투자의 변동성(리스크) 사이의 관계 측정
- 투자가 가져다주는 추가적인 수익이 그에 따른 추가적인 리스크에 비해 얼마나 가치 있는지 판단
- 샤프 비율은 같은 수준의 리스크에 대해 더 높은 수익을 제공하는 투자 의미

6. 다양한 머신러닝 알고리즘의 연구

▶ 연구의 동향

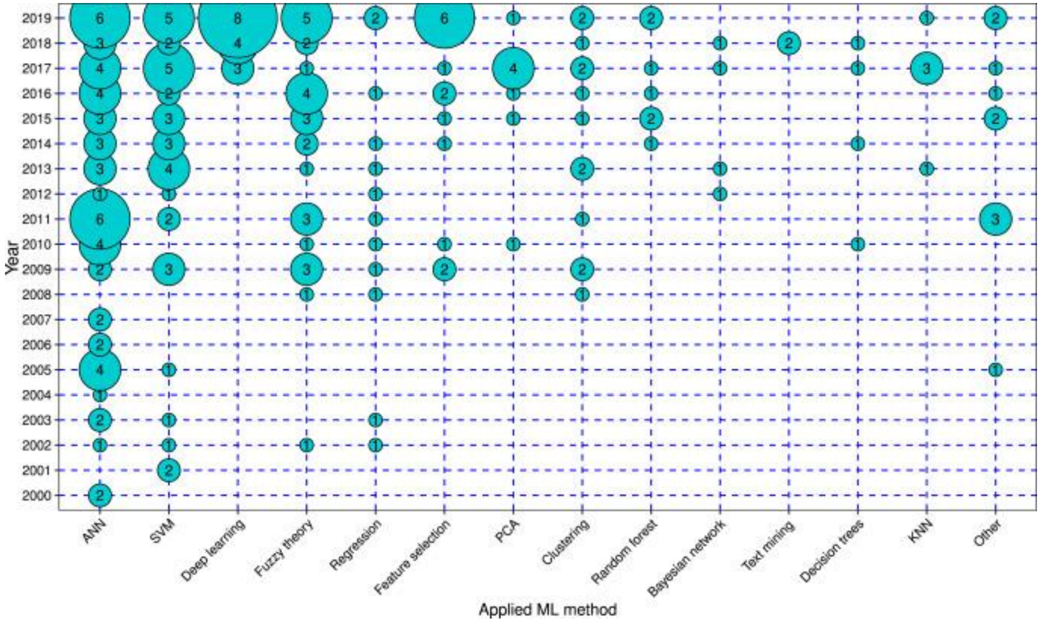
- Machine learning techniques and data for stock market forecasting: A literature review



6. 다양한 머신러닝 알고리즘의 연구

▶ 연구의 동향

- 2000년 ~ 2019년, 138편의 논문 분석
- 초창기 ANN, SVM 주도의 연구
- 시간이 흐를 수록 딥러닝 연구가 늘어남



6. 다양한 머신러닝 알고리즘의 연구

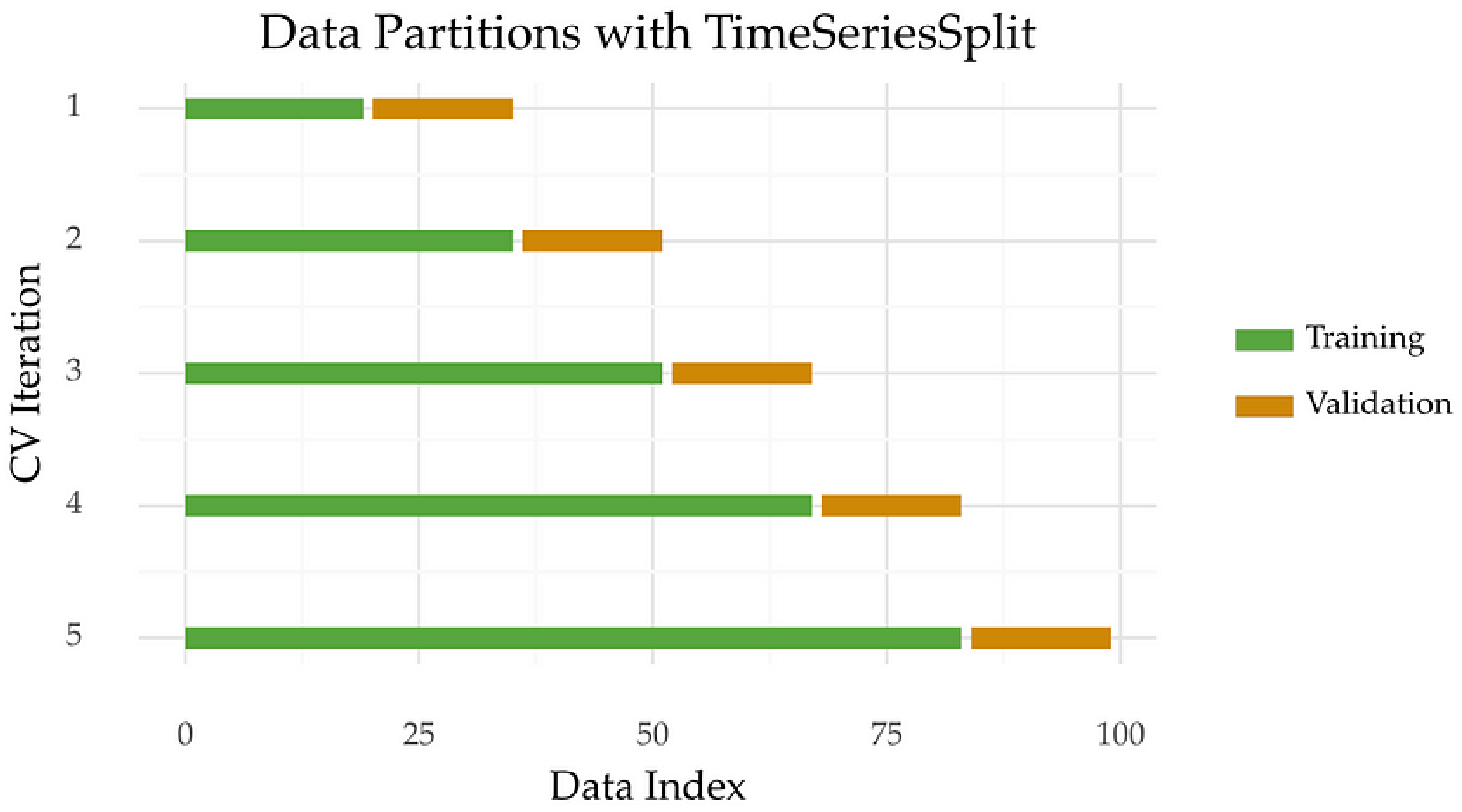
▶ 금융 시계열 데이터에 대한 교차 검증 방법

- 일반적인 k-fold 교차 방법

6. 다양한 머신러닝 알고리즘의 연구

▶ 금융 시계열 데이터에 대한 교차 검증 방법

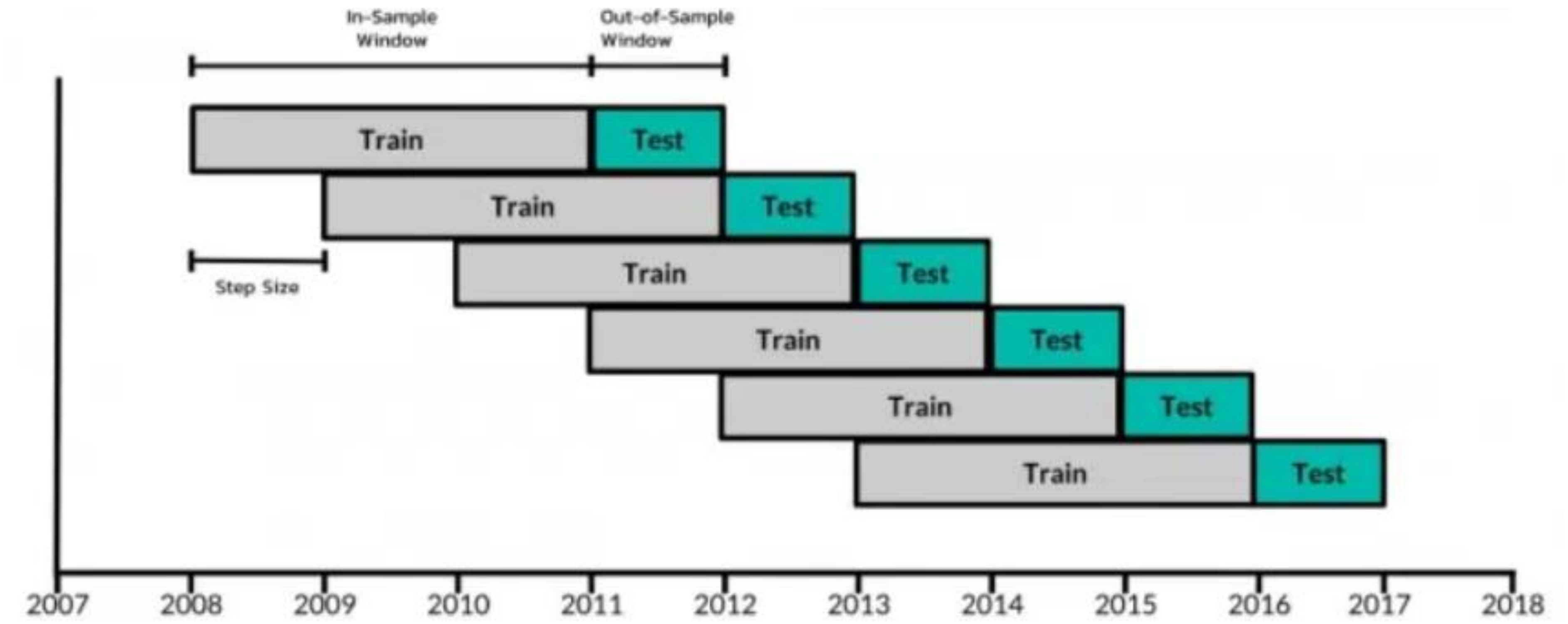
- Walk-Forward



6. 다양한 머신러닝 알고리즘의 연구

▶ 금융 시계열 데이터에 대한 교차 검증 방법

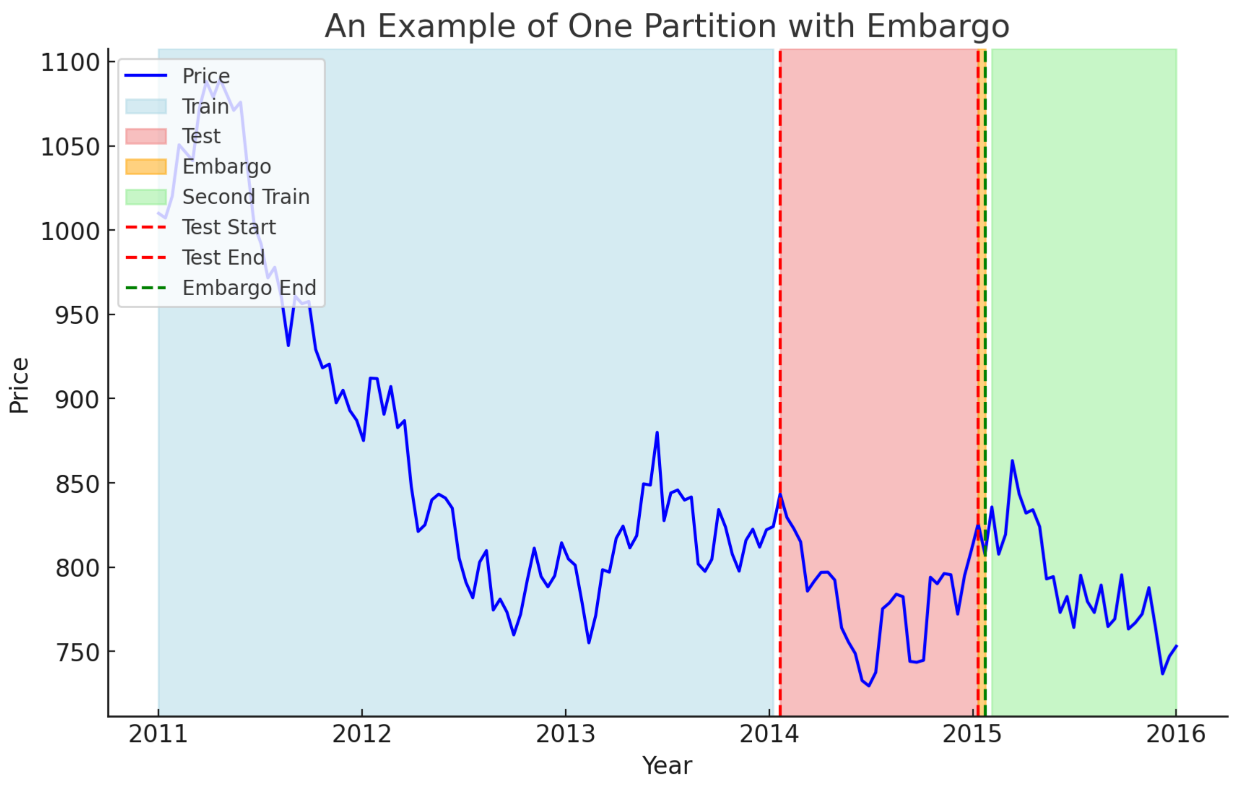
- Blocking Walk-Forward



6. 다양한 머신러닝 알고리즘의 연구

▶ 엠바고embargo와 퍼징purged

- 데이터 누설을 방지하는 필수 기법
- 엠바고 기간의 데이터
  - 훈련 및 테스트에 사용 되지 않음
- mlfinlab 라이브러리
  - 엠바고와 퍼징 기법 쉽게 구현



6. 다양한 머신러닝 알고리즘의 연구

▶ Noise 줄이는 방법

- 이동평균 : 주가의 단기적인 변동 완화
- 웨이블릿 변환 : 시간-주파수 도메인에서 노이즈 제거하여, 기본적인 추세와 패턴 더 명확화
- 주성분 분석 : 데이터의 차원 축소
- 오토인코더 : 중요한 특징만 학습 후, 불필요한 부분 제거
- 로패스 필터 : 단기적인 변동성을 나타내는 고주파 노이즈 제거
- 데이터 스무딩 : 가우시안 스무딩 적용하여 데이터 포인트들의 급격한 변화 완화

6. 다양한 머신러닝 알고리즘의 연구

▶ ETFs를 활용한 주가 방향 예측 모델 개발

- 시나리오
  - A 트레이더 : 주가의 움직임 중시, 이동평균, RSI와 같은 기술 지표 활용
  - B 트레이더 : 소비자 물가, 금리 등 거시경제 지표 기반으로 투자 의사결정
  - C 트레이더 : 금, 달러 등 다양한 자산 간의 상관관계에 초점을 맞추어 트레이딩
- 데이터