

FY22 Deal Adv 서비스라인 VC

파생상품 - 옵션 평가의 이해

Deal Advisory I
김용국 Manager

Contents

I.	파생상품의 정의	2
II.	옵션가격평가를 위한 기본 개념	7
III.	옵션가격평가모델	15
IV.	재무보고목적 공정가치 평가 시 유의사항	25

파생상품의 정의

파생상품에 대한 정의는 다음과 같습니다.

자본시장과 금융투자업에 관한 법률 제5조 - 파생상품

① 이 법에서 “파생상품”이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 계약상의 권리를 말한다.

1. 기초자산이나 기초자산의 가격·이자율·지표·단위 또는 이를 기초로 하는 지수 등에 의하여 산출된 금전 등을 장래의 특정 시점에 인도할 것을 약정하는 계약
2. 당사자 어느 한쪽의 의사표시에 의하여 기초자산이나 기초자산의 가격·이자율·지표·단위 또는 이를 기초로 하는 지수 등에 의하여 산출된 금전 등을 수수하는 거래를 성립시킬 수 있는 권리를 부여하는 것을 약정하는 계약
3. 장래의 일정기간 동안 미리 정한 가격으로 기초자산이나 기초자산의 가격·이자율·지표·단위 또는 이를 기초로 하는 지수 등에 의하여 산출된 금전 등을 교환할 것을 약정하는 계약
(이하 생략)

1 기초자산이 존재하고



2 계약에 의해 정의되며



3 기초자산의 가격 변동에 의해 그 가치가 변동되는 금융상품



파생상품의 계약형태에 따른 구분

파생상품은 계약 형태에 따라 선도계약, 선물, 옵션, 스왑 등으로 구분됩니다.

선도계약 (Forward contracts)

- 기초금융자산을 미래 특정시점에 특정가격으로 사고 팔기로 약정하는 계약
- 일반적으로 장외시장에서 거래당사자간에 직접 거래되거나 딜러/브로커 등을 통해 거래가 이루어짐

선물 (Futures)

- 기초금융자산을 미래 특정시점에 특정가격으로 사고 팔기로 약정하는 계약
- 선도계약과 달리 정형화된 거래소를 통해 거래가 이루어짐



옵션 (Options)

- 기초자산을 미래와 특정시점 또는 특정기간 동안 특정 행사가격으로 매입하거나 매각할 수 있는 권리를 사고파는 계약
- 선도/선물 거래와 달리 거래시점에 프리미엄을 지불하는 것이 일반적임

스왑 (Swap)

- 두 개의 금융자산 또는 부채에서 파생되는 미래의 현금흐름을 교환하기로 하는 계약

파생상품의 종류

기초자산에 따른 주요 파생상품의 종류는 다음과 같습니다.

기초자산	변수	파생상품
주식	주가	주식옵션, 주가지수선물, 주가지수옵션 등
채권	금리	금리 선물/선도, 금리옵션, 금리스왑 등
통화	환율	통화선물, 통화스왑 등
...

옵션의 정의와 종류

옵션은 일정 기간 동안 약정된 가격으로 사고 팔 수 있는 권리가 부여된 증권을 의미하며, 부여 권리 및 행사가능 시점에 따라 그 종류가 구분됩니다.

옵션 : 미리 정해진 가격(행사가격)으로 정해진 기간(행사기간) 동안 특정 자산이나 부채를 사거나 팔 수 있는 권리

부여 권리

Call
Option

기초자산을 정해진 기간 내에 정해진 가격으로 살 수 있는 권리가 부여된 증권

Put
Option

기초자산을 정해진 기간 내에 정해진 가격으로 팔 수 있는 권리가 부여된 증권

권리 행사가능 시점

European
Option

옵션 만기에만 권리를 행사할 수 있는 옵션

American
Option

정해진 행사기간 내에 언제든지 권리를 행사할 수 있는 옵션

Contents

I. 파생상품의 정의	2
II. 옵션가격평가를 위한 기본 개념	7
III. 옵션가격평가모델	15
IV. 재무보고목적 공정가치 평가 시 유의사항	25

옵션가격결정요인

옵션가격을 결정하는 요인 5가지는 다음과 같습니다.

1 기초자산 (S)



옵션의 행사로 사거나 팔 수 있는 자산의 대상이 되는 기초자산을 말함. 행사시점의 옵션가치에 직접적으로 영향을 미치는 요인임.

2 행사가격 (X)



행사가격(Strike Price)는 행사기간 동안 옵션계약에 따라 기초자산을 사고 팔 수 있는 가격을 사전에 정해두는 것임.

3 만기 (T)



옵션만기는 사전에 정해진 옵션의 권리를 행사할 수 있는 기간을 의미함.

옵션가격결정요인, Cont'd

옵션가격을 결정하는 요인 5가지는 다음과 같습니다.

4 변동성 (σ)



기초자산 가격이 어느 정도 변화하는 지를 수치화한 것.
 옵션투자자는 기초자산가격의 변동성이 더 커질 수록 더 많은 기회를 부여 받음.

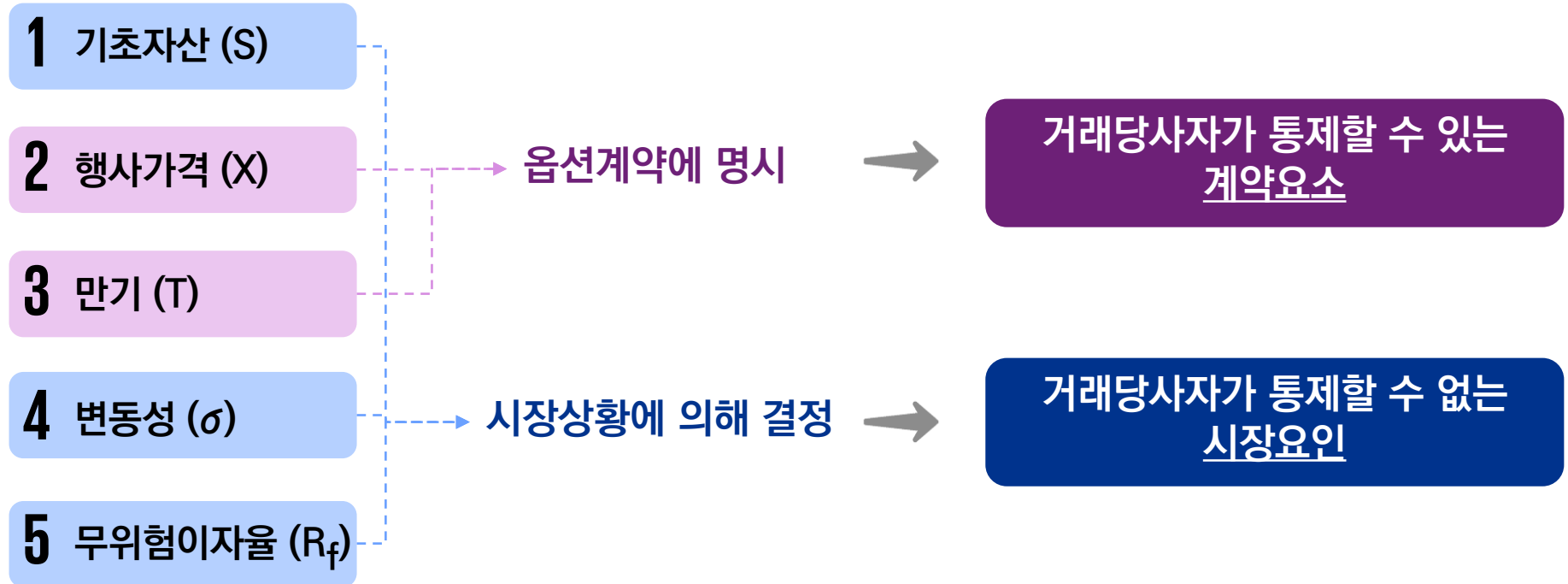
5 무위험이자율 (R_f)



옵션 pay-off의 현재가치를 구할 때 사용되는 할인율 - 지급불이행 위험이 없는 자산의 수익률을 사용

옵션가격결정요인, Cont'd

옵션가격을 결정하는 요인 5가지는 계약요소 및 시장요인으로 구분할 수 있습니다.



옵션가격결정요인, Cont'd

옵션가격을 결정하는 요인 5가지가 옵션가치에 미치는 영향은 다음과 같습니다.

	콜옵션	풋옵션
1 기초자산 (S)	↑	↓
2 행사가격 (X)	↓	↑
3 만기 (T)	↑	↑
4 변동성 (σ)	↑	↑
5 무위험이자율 (R_f)	↑	↓

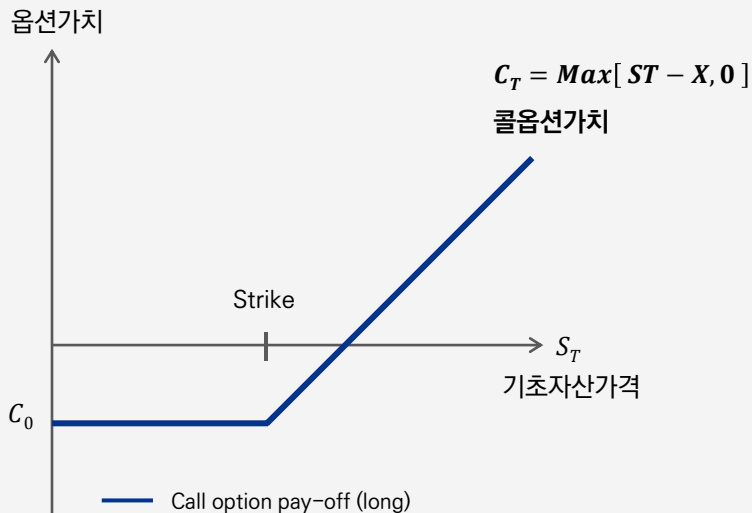
옵션의 Pay-Off – 콜옵션

옵션투자자가 옵션을 통해 얻을 수 있는 이익은 옵션의 Pay-off에 기초하고 있습니다.

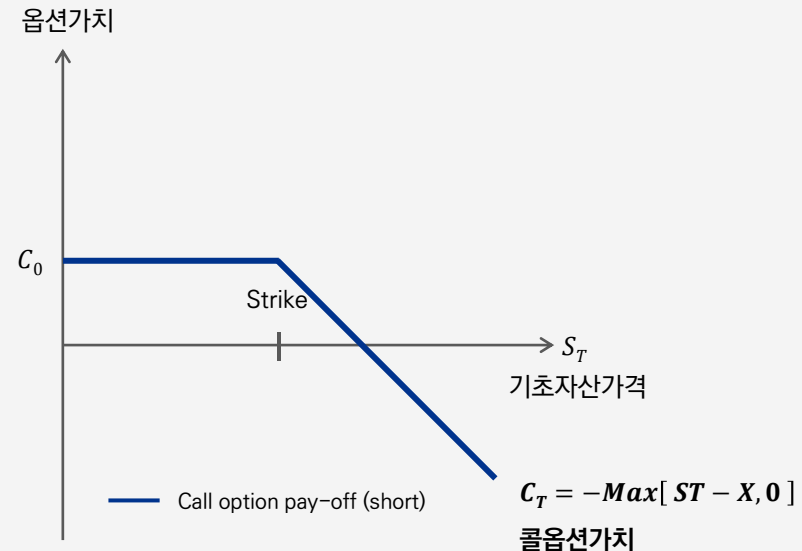
옵션의 pay-off란 옵션의 행사 가능 시점에서 기초자산의 가격수준에 따라 옵션이 갖게 되는 손익구조를 말함.

→ 옵션투자자는 본인에게 유리한 경우에만 옵션의 권리를 행사하고 불리한 경우에는 권리를 행사하지 않음

콜옵션 매입자



콜옵션 매도자



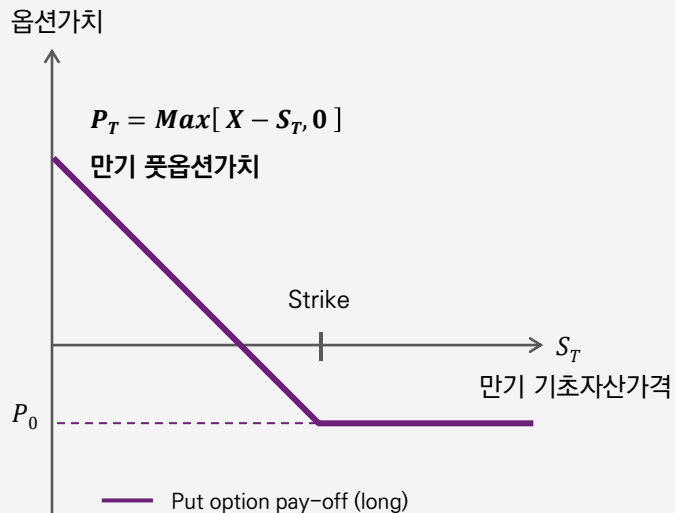
옵션의 Pay-Off – 풋옵션

옵션투자자가 옵션을 통해 얻을 수 있는 이익은 옵션의 Pay-off에 기초하고 있습니다.

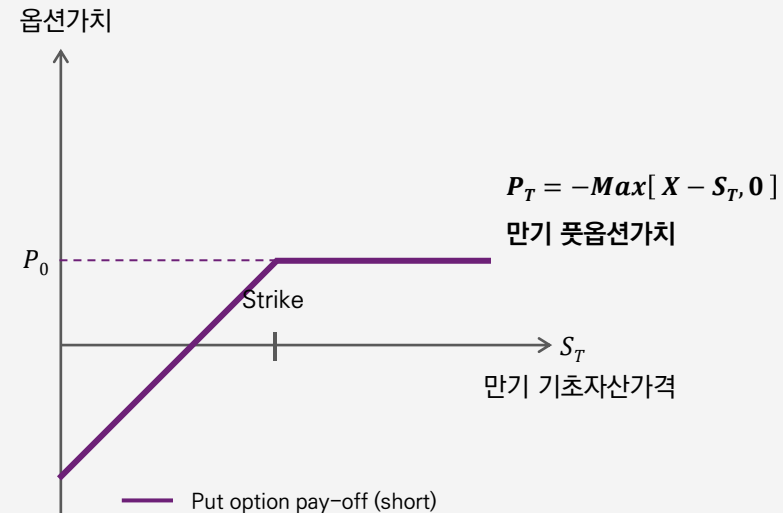
옵션의 pay-off란 옵션의 행사 가능 시점에서 기초자산의 가격수준에 따라 옵션이 갖게 되는 손익구조를 말함.

→ 옵션투자자는 본인에게 유리한 경우에만 옵션의 권리를 행사하고 불리한 경우에는 권리를 행사하지 않음

풋옵션 매입자

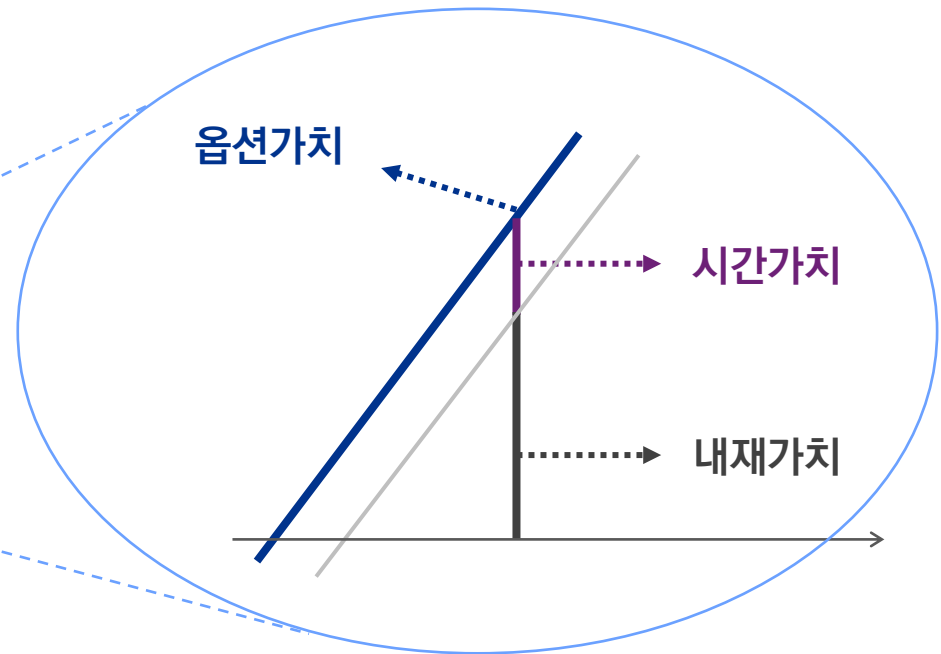
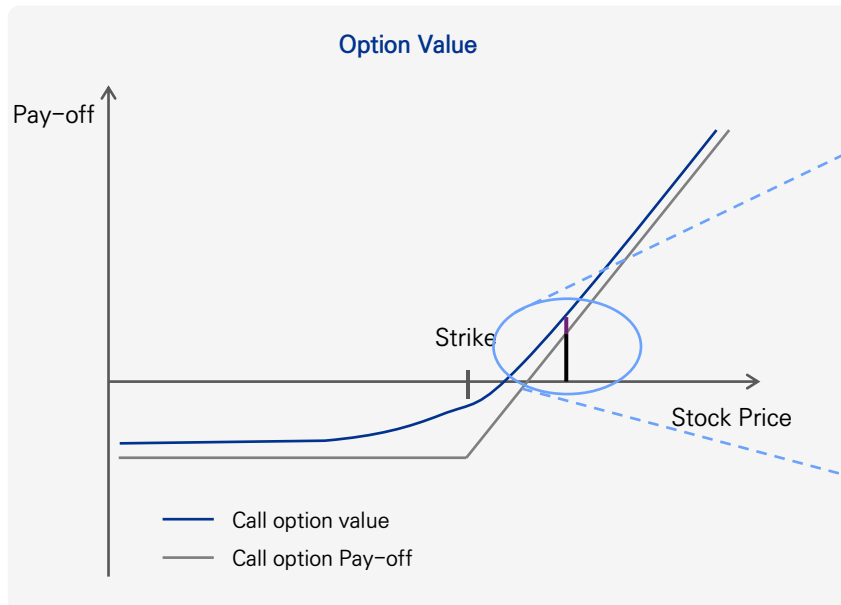
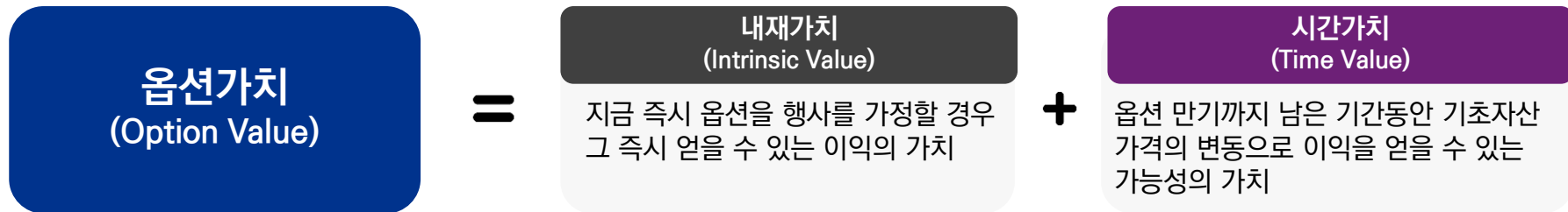


풋옵션 매도자



옵션의 내재가치와 시간가치

옵션가치는 지금 즉시 행사 시 얻을 수 있는 이익인 내재가치와 만기까지의 이익을 얻을 수 있는 가능성인 시간가치의 합으로 구성됩니다.



Contents

I.	파생상품의 정의	2
II.	옵션가격평가를 위한 기본 개념	7
III.	옵션가격평가모델	15
IV.	재무보고목적 공정가치 평가 시 유의사항	25

옵션가격결정모형 (Option Pricing Model)

블랙숄즈모형, 이항옵션모형 등의 옵션가격결정모형을 사용하여 공정가치를 평가할 수 있습니다.

Option Pricing Model이란?

옵션의 가격 결정 요인 - 기초자산의 가격(S), 변동성(σ), 옵션의 행사가격(X), 잔여 만기(T), 할인율(r) - 를 이용하여 옵션의 공정가치를 평가하는 모델

Black-Scholes Model(1973)

- 공식(Closed Form Solution)에 의한 가격 결정 모형
- 기초자산가격이 정규확률분포(기하브라운운동)에 따라 변동함을 가정
- 특정 시점에서 옵션행사가 가능한 European Option만을 대상으로 함

Binomial Tree Model(1979)

- 격자모형(Lattice Based Model)에 의한 가격 결정 모형
- 기초자산가격이 이항확률분포(binomial distribution)에 따라 변동함을 가정
- 옵션 행사기간 중 언제든지 행사가 가능한 American Option평가도 가능

Monte-Carlo Simulation(1940's)

- 무작위 추출된 난수 생성과 이를 이용한 시뮬레이션을 통해 가격을 결정하는 모형
- 기초자산 가격 변동을 옵션 만기까지 시뮬레이션으로 도출하여 만기 옵션의 가치를 계산하고 이를 반복하여 옵션의 현재가치를 구하는 방법

Black-Scholes Model

블랙숄즈 모형은 지나치게 비현실적인 가정을 요구하고 유러피언 옵션에만 적용이 가능하다는 한계가 있습니다.

Black-Scholes Model

- 주가가 정규확률분포에 따라 변동할 것에 기초하여, 각 미래 시점별 옵션의 가치에 확률을 곱하여 기대값을 구한 다음 이를 현재가치로 할인하여 옵션가치를 산출하는 방식입니다.
- 특정기일에만 옵션 행사를 할 수 있는 European option에 대해서만 적용 가능하며, 주식의 배당을 고려하지 않는 등의 가정을 충족할 경우에만 제한적으로 적용할 수 있습니다.
- Closed form 모델 특성상 옵션이 다양한 pay-off 및 권리 행사의 조건을 모델에 구현하기가 어려워 활용에 많은 제한이 있습니다.

$$C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-R_f \cdot T} \cdot N(d_2)$$

- S : 기초자산의 현재가격
- X : 행사가격
- R_f : 무위험이자율
- T : 옵션의 만기
- σ : 기대주가변동성(기초자산 수익률의 표준편차)
- N(d) : 표준정규분포의 z=d까지의 누적확률
- $d_1 : \frac{\ln(\frac{S}{X}) + (R_f + \frac{1}{2}\sigma^2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}}$
- $d_2 : d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T}$

Binomial Tree Model(Cox-Ross-Rubinstein,CRR)

이항옵션모형은 평가방법이 직관적이며 다양한 행사조건 및 시장요소를 반영하기 용이한 모형으로서 실무적 활용도가 높습니다.

Binomial Tree Model

- 주가가 위험중립확률에 따라 주가가 상승 또는 하락(이산확률분포)하는 두 가지의 경우로 기초자산의 분포(주가 Tree)를 생성한 후 각 node별로 생성된 예상주가와 행사가격을 비교하여 최적 시점의 옵션가치를 산출하는 모형입니다.
- Black-Scholes Model과 달리, 일정기간 동안 언제든지 행사할 수 있는 American Type Option 형태의 옵션가치 평가에도 적용 가능합니다.
- 주가 Tree 와 Pay-off Tree 를 각각 생성함으로써 다양한 조건과 시장 요소를 반영할 수 있어 실무적 활용도가 매우 높은 모델입니다.

- 주가상승계수 $u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$
- 주가하락계수 $d = 1/u = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$
- 위험중립확률 $p = \frac{e^{r\sqrt{\Delta t}} - d}{u - d}$

Stock price tree

Date	2023-01-01	2023-01-02	2023-01-03	...	2023-07-19	2023-07-20
# of node	-	1	2	...	199	200
-	1,000	1,008	1,016	...	4,770	4,808
1	-	992	1,000	...	4,696	4,733
2	-	-	984	...	4,623	4,659
3	-	-	-	...	4,551	4,587
...	-	-	-	...	-	-
199	-	-	-	...	210	211
200	-	-	-	...	-	208

- 옵션가치 $C_0 = e^{(-r \cdot dT)} * [p * C_u^T + (1-p) * C_d^T]$

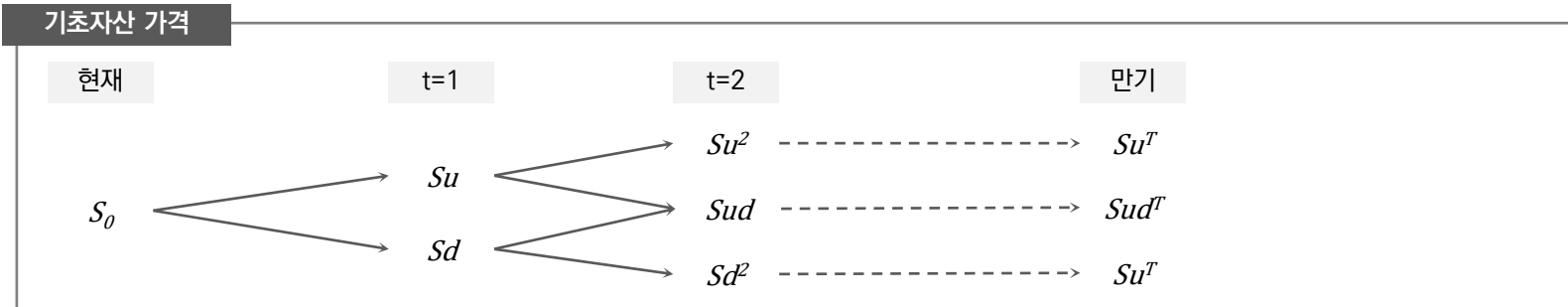
Binomial Tree Model, Cont'd

이항모형 접근법에 따른 옵션 가치 산정 process는 다음과 같습니다.

Binomial Tree Model

기초자산 가격 Tree 생성

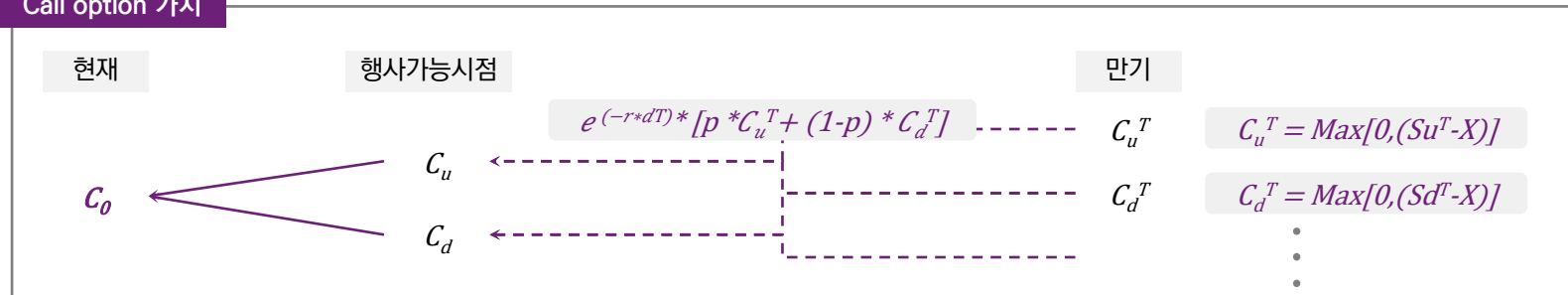
- 기초자산인 주식가치에 대해 기간 별 상승/하락 확률에 따라 평가기준일 시점부터 만기 시점까지의 분포를 생성합니다.



옵션 가치 평가

- 이항모형에 따른 주가 Tree에 기초하여 만기시점의 콜옵션 Pay-off를 결정한 후, 이를 각 node마다 할인하는 backwardation 방식을 평가기준일까지 반복하여 옵션의 현재가치를 산정합니다.

Call option 가치



Binomial Tree Model, Cont'd

이항모형 접근법에 따른 옵션 가치 산정 process는 다음과 같습니다. (계속)

Binomial Tree Model

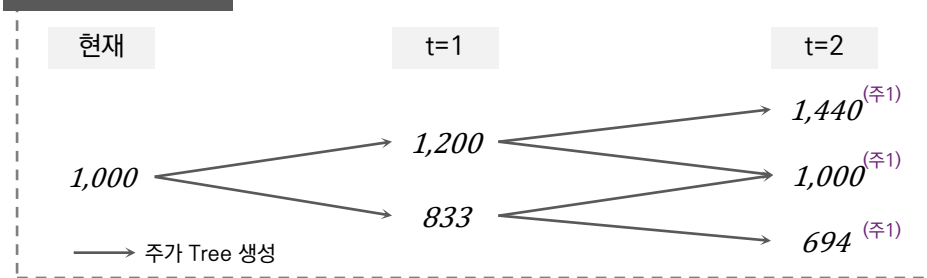
〈예시〉

주식회사 A는 자사 보통주 1주를 부여일로부터 2년 동안 900원에 인수할 수 있는 신주인수권을 부여함.

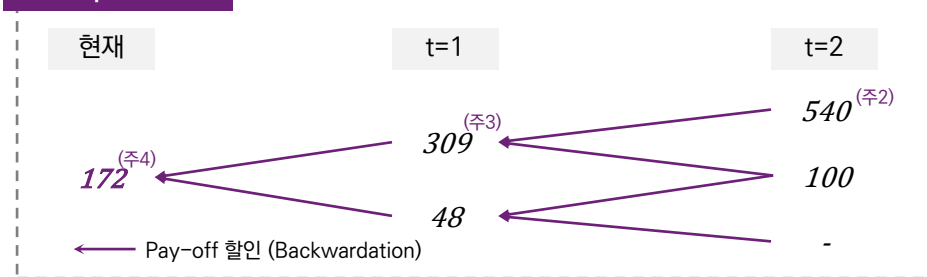
- 기초자산(보통주)의 현재가격(S_0) : 1,000원
- 신주인수권 행사가격(X) : 900원
- 옵션 만기(T) : 2년
- 주가변동성(σ) : 연 18.23%(연속복리수익률)
- 무위험이자율(R_f) : 연 1.0%

Parameter	Value
# of node	2
Δt (Time interval)	1 (year)
u(주가상승계수)	1.2000
d(주가하락계수)	0.8333
p(위험중립확률)	0.4820

기초자산 가격



Call option 가치



$$(주1) S_{uu} = 1,000 \times u^2 = 1,440, S_{ud} = 1,000 \times u \times d = 1,000, S_{dd} = 1,000 \times d^2 = 694$$

$$(주2) C_{uu}^2 = \text{Max}[0, (1,440 - 900)] = 540$$

$$(주3) C_u = \text{Max}[e^{(-r \cdot \Delta T)} * [p * 540 + (1-p) * 100], (1,200 - 900)] = 309$$

$$(주4) C_0 = \text{Max}[e^{(-r \cdot \Delta T)} * [p * 309 + (1-p) * 48], (1,000 - 900)] = 172$$

위험조정할인모형 (Blended Discount model)

복합금융상품 평가 시 CRR의 발전된 모형인 Goldman-Sachs 모델과 Tsiveriotis-Fernandes 모델이 주로 활용됩니다.

Blended Discount model

B-S Model과 정형화된 CRR(이항모형)으로는 발행자의 신용위험을 고려할 수 없는 점에서, CB, BW, RCSP와 같은 전환형 금융상품 평가에 사용되기에는 많은 한계가 존재함.

≫ 이를 보완한 위험조정할인모형인 T-F model과 G-S model이 실무적으로 많이 활용되고 있음.

Tsiveriotis-Fernandes Model(1998)

- 전환금융상품의 가치를 지분가치(Equity value)와 채권가치(Debt value)로 구분하여 평가
- 지분가치 측정 시에는 무위험할인율을, 채권가치 측정 시에는 위험할인율을 사용하여, 지분가치와 채권가치의 합으로 전환금융상품의 가치를 평가하는 모형
- 지분가치, 채권가치, 보유가치를 직관적으로 파악 가능하며, 금융상품에 부여된 다양한 조건의 효과를 고려할 수 있는 점에서 활용도가 가장 높은 모델

Goldman-Sachs Model(1994)

- 금융상품 투자자의 선택(전환/상환/보유)에 따라 각각 다른 할인율(위험조정할인율)을 적용함으로써 전환금융상품이 가지는 신용위험을 고려한 모델
- 위험조정할인율은 무위험할인율과 위험할인율을 전환확률(q_{ij})로 가중평균하여 산정($y_{ij} = q_{ij} \times r_f + (1 - q_{ij}) \times r_d$)
- 각 node에서 전환을 선택하는 경우 $q_{ij} = 1$, 상환할 경우 $q_{ij} = 0$, 보유를 선택할 경우 전환확률을 1기간 후 위험중립확률로 가중평균하여 산정함

“

복합상품에 내재된 옵션 구조 내에서 행사가 예상되는 장래 현금흐름별 특성에 부합하는 할인율을 구분하여 반영함으로써 복합금융상품의 현금흐름의 특성을 정확히 반영하는 장점을 지닌 모형

”

Monte-Carlo Simulation

몬테카를로 시뮬레이션을 통한 옵션가격결정모형의 특징은 다음과 같습니다.

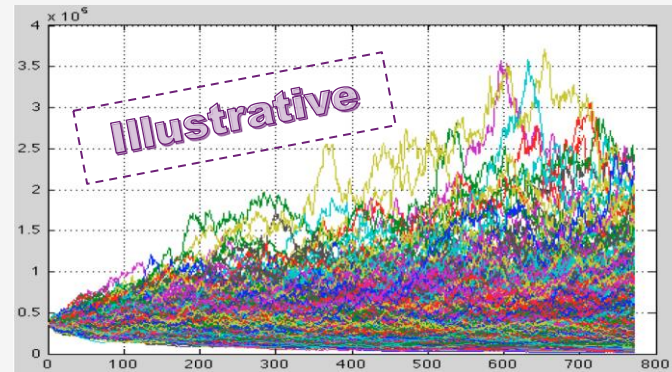
Monte-Carlo Simulation

- 기초자산의 상관관계를 고려한 표준정규분포를 따르는 난수 생성 후 이를 바탕으로 미래 기초자산 가격 움직임을 생성합니다.
- 난수를 사용하여 생성한 주가 경로에 따라 옵션 상품 구조에서 발생하는 현금흐름의 현재가치의 평균으로 평가합니다.
- 시뮬레이션의 횟수에 산출물의 정확성이 의존되며, 난수를 사용하기 때문에 결과값으로 근사치가 산출됩니다.

Generation of asset paths (Geometric Brownian Motion)

$$dS_t = (r-d)S_t dt + \sigma S_t dW$$

$$S_{i+1} = S_i e^{((r-d)-1/2\sigma^2)t + \sigma\sqrt{t}Z}, Z \sim N(0,1)$$




Quiz #1

다음은 옵션 평가에 대한 사례이다. 이 중 가장 적절하지 않은 평가접근법을 사용한 경우는 무엇인가?

- ① A사는 만기까지 자유롭게 전환권 및 상환권을 청구를 행사할 수 있는 전환사채를 발행하였다.
김삼정 회계사는 Tsiveriotis-Fernandes Model을 이용하여 전환사채의 공정가치를 평가하였다.
- ② A사는 만기 시점에만 전환권과 상환권을 행사할 수 있는 전환상환우선주를 발행하였다.
이삼정 회계사는 Goldman-Sachs Model을 이용하여 전환상환우선주의 공정가치를 평가하였다.
- ③ A사는 만기 시점에만 주식매수청구권을 행사할 수 있는 주식선택권을 임직원에게 부여하였다.
박삼정 회계사는 CRR model을 이용하여 주식선택권의 공정가치를 평가하였다.
- ④ A사는 만기까지 자유롭게 주식매수청구권을 행사할 수 있는 주식선택권을 임직원에게 부여하였다.
최삼정 회계사는 Black-Scholes model을 이용하여 주식선택권의 공정가치를 평가하였다.

Quiz #1 - Answer

다음은 옵션 평가에 대한 사례이다. 이 중 가장 적절하지 않은 평가접근법을 사용한 경우는 무엇인가?

- ① A사는 만기까지 자유롭게 전환권 및 상환권을 청구를 행사할 수 있는 전환사채를 발행하였다.
김삼정 회계사는 Tsiveriotis-Fernandes Model을 이용하여 전환사채의 공정가치를 평가하였다.
- ② A사는 만기 시점에만 전환권과 상환권을 행사할 수 있는 전환상환우선주를 발행하였다.
이삼정 회계사는 Goldman-Sachs Model을 이용하여 전환상환우선주의 공정가치를 평가하였다.
- ③ A사는 만기 시점에만 주식매수청구권을 행사할 수 있는 주식선택권을 임직원에게 부여하였다.
박삼정 회계사는 CRR model을 이용하여 주식선택권의 공정가치를 평가하였다.
- ④  A사는 만기까지 자유롭게 주식매수청구권을 행사할 수 있는 주식선택권을 임직원에게 부여하였다.
최삼정 회계사는 Black-Scholes model을 이용하여 주식선택권의 공정가치를 평가하였다.



블랙-숄즈 모형은 옵션의 행사가 만기에만 가능한 European option만을 평가할 수 있으며, 만기까지 자유롭게 행사가 가능한 American option 평가에는 적합하지 않음.

Contents

I. 파생상품의 정의	2
II. 옵션가격평가를 위한 기본 개념	7
III. 옵션가격평가모델	15
IV. 재무보고목적 공정가치 평가 시 유의사항	25

옵션가격결정요인 – Parameter 결정 시 유의사항

Parameter 결정에는 전문가적 판단이 요구되고, 옵션가치에 중요한 영향을 미치므로 결정 시 많은 주의를 기울여야 합니다.

1 기초자산 (S)



상장주식, 비상장주식 / 기초자산 희석효과

2 행사가격 (X)



행사가격의 변동

3 만기 (T)



계약만기 vs 기대만기

4 변동성 (σ)



변동성 Benchmark / 산정 방법

5 무위험이자율 (R_f)



Bootstrapping & 이자율 기간구조

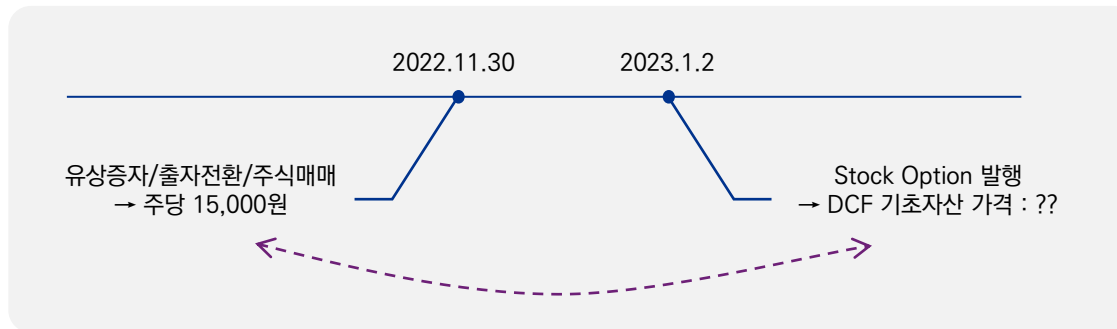
Parameter 결정 시 유의사항 – 기초자산

1 기초자산 (S)



기초자산 가격 평가

- 상장주식 : 평가기준일 거래소 조회 가격
- 비상장주식 : DCF 등의 가치평가기법을 이용하여 주식의 공정가치를 평가
평가기준일 최근 거래사례가 존재할 경우 이를 참고하여 공정가치를 평가



Parameter 결정 시 유의사항 – 기초자산

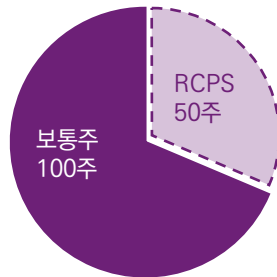
1 기초자산 (S)



희석효과의 고려

- 회사가 다수의 희석증권(RCPS, CB, BW, SO 등)을 발행한 경우, 옵션 보유자는 보유 옵션 및 기타 전환 증권들의 희석이 고려된 가격을 기준으로 행사여부를 결정함.
→ 기초자산 parameter 결정 시 희석 효과를 고려할 필요가 있음.
- 상장주식 : 효율적 시장을 가정할 경우, 주가에 이미 희석효과가 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 비상장주식 : 평가대상 증권의 희석효과를 계산하여 ‘희석 후 주가’로 parameter 결정
(평가대상 외의 다른 희석화 증권이 다수 존재할 경우 행사조건에 대한 비교우위 분석 후 추가적인 고려 필요)

Ex)



A사 Total Equity Value : \$ 15,000

RCPS 전환가격 : 주당 \$140

보통주 주당가치 : $S = \$15,000 / 100\text{주} = \150

희석 후 주당가치 : $S' = \$15,000 / (100\text{주} + 50\text{주}) = \100

RCPS 투자자는 현재 시점으로 행사여부를 희석 후 주가인 \$100과 행사가격 \$140원을 비교하여 의사결정

→ 희석 후 주가 S'를 기준으로 하여 옵션평가가 이루어져야 함

Parameter 결정 시 유의사항 – 행사가격

2 행사가격 (X)



행사 가격 조항 고려

- 금융상품 발행 계약서상 옵션 행사 관한 조항을 확인하여 이를 모델상에서 고려 여부 검토 필요
ex) IPO Refixing, 성과 연동 전환가격 조정 조항 (단, 희석화 방지 조항은 고려하지 않음)

IPO Refixing 사례

제 xx조 전환권에 관한 사항

(전략)...

2. 회사의 IPO 공모단가의 80%에 해당하는 금액이 본 건 상환전환우선주의 전환가격을 하회하는 경우 전환비율을 다음과 같이 조정한다.

조정 후 우선주 1주당 전환하는 보통주의 수
= 조정 전 우선주 1주당 전환되는 보통주의 수 \times 조정 전 전환가격
/ 회사의 IPO 공모단가의 80%에 해당하는 금액

...(후략)

조정전 전환비율 1:1

조정 전 전환가격 : 10,000원

IPO 공모단가 10,000원

조정 후 우선주 1주당 전환되는 보통주의 수 = $1\text{주} \times \frac{10,000}{8,000}$
= 1.25주

→ 조정 후 전환비율 1:1.25

Parameter 결정 시 유의사항 – 만기

3 만기 (T)



계약만기 vs 기대만기

- 계약상 옵션 행사 만기가 명시되어 있어 이를 계약상 만기를 기준으로 평가하는 것이 일반적
- 계약의 실질을 반영하기 위해 계약상 만기가 아닌 기대만기를 적용하는 case도 존재

ex) 만기 이전 조기 행사가 빈번히 이루어지는 Stock option

한국채택국제회계기준서 1102호 – 주식선택권

B16 주식선택권을 부여받은 종업원은 여러 가지 이유로 주식선택권을 때때로 조기에 행사하기도 한다. 예를 들면, 전형적인 종업원 주식선택권은 양도가 제한되어 있어 흔히 종업원이 주식선택권을 조기에 행사하게 하는 원인이 된다. ... (이하 생략)

B17 예상되는 조기행사 효과를 고려하는 방법은 사용하는 옵션가격결정모형에 따라 다르다. 예를 들면 블랙-숄즈-머튼모형에서는 옵션의 기대존속 기간(부여일부터 행사할 것으로 예상되는 날까지의 기간을 말함)의 추정치를 옵션가격결정의 한 요소로 사용하여 조기행사 효과를 고려할 수 있다. 옵션가격결정요소로 옵션의 계약기간을 사용하는 이항모형이나 이와 비슷한 모형에서는 조기행사의 효과를 모형 자체에서 고려할 수 있다.

Binomial Tree Model

Lattice model에서 조기행사의 행동 패턴을 모형화하여 산출하는 것엔 어려움이 있음. 다만, 주가 Tree 생성 시 만기(node 길이)를 기대만기 기준으로 생성함으로써 고려 가능함.

→ 만기가 짧아질 경우 옵션 가치 과소 계상 issue가 발생할 수 있음에 유의!

Parameter 결정 시 유의사항 – 기대주가변동성

4 변동성 (σ)



기초자산의 가격 변동폭을 결정하는 중요한 parameter임. 기대주가변동성 추정 시 역사적 변동성을 사용하는 것이 일반적임.

변동성 Benchmark

- 상장기업 : 개별기업의 주가변동성 (or 유사기업의 주가변동성)
- 비상장기업 : 유사기업의 주가변동성

변동성 산정 방법

- 과거 주가를 조회하여 해당 주식의 연속복리 투자수익률의 표준편차로 변동성을 측정
- 변동성 추정 시 기대존속기간을 고려하되, 그 기간이 적절하게 미래를 예측할 수 있는가를 고려해야 함 (ex. 180일 변동성?)
- 통계적 방법으로 이상치를 보정(ex. IQR, MSD, MAD, EWMA 등)하는 것은 특정 범위의 주가변동이 예상 기간 동안 발생하지 않는다는 가정에 기초하므로 적용 시 면밀한 검토가 필요함
- 액면분할, 주식병합 등의 효과가 변동성 산정에 영향을 미치지 않도록 고려 필요

Parameter 결정 시 유의사항 – 무위험이자율

5 무위험이자율 (R_f) Risk Free %

Bootstrapping

- Zero coupon bond가 발행되는 경우는 드물기 때문에 시장에서 관측가능한 채권수익률은 coupon bond의 YTM임.
- 이론적으로 YTM을 이용하여 할인하는 것은 부정확하기 때문에, YTM Curve를 통해 Spot rate(현물이자율)을 추출 (bootstrapping)하는 것을 권장함.
- 실무적으로 위험채권과 달리 국공채의 경우 YTM과 Spot rate의 차이가 크지 않아 YTM을 사용하는 경우도 있음.

Bootstrapping 절차

- 1) YTM Matrix 입수 (Kofiabond 등)
- 2) YTM이 실측 되지 않는 구간은 직선보간법을 사용하여 추정
- 3) 'YTM 할인 채권가치 = 각 시점 별 Spot rate 할인 채권 가치'를 이용하여 Spot rate 추출

2023.1.1	종류	1Y	2Y	3Y
YTM	국채 ¹⁾	10.0%	15.0% ²⁾	20.0%
Spot		10.0%	15.4% ³⁾	21.6%

1) 평가대상 신용등급과 동일한 등급의 채권 YTM matrix를 조회

2) 실측 되지 않는 2Y는 직선보간법으로 추정

$$* 15.0\% = 10\% + (20\% - 10\%) / 2 * 1$$

$$3) \frac{15}{(1+r_1)} + \frac{15+100}{(1+r_2)^2} = \frac{15}{(1+YTM_2)} + \frac{15+100}{(1+YTM_2)^2} = 100$$

$$YTM_1 = r_1 = 10.0\% \rightarrow r_2 = 15.4\%$$

Parameter 결정 시 유의사항 – 무위험이자율

5 무위험이자율 (R_f) Risk Free %

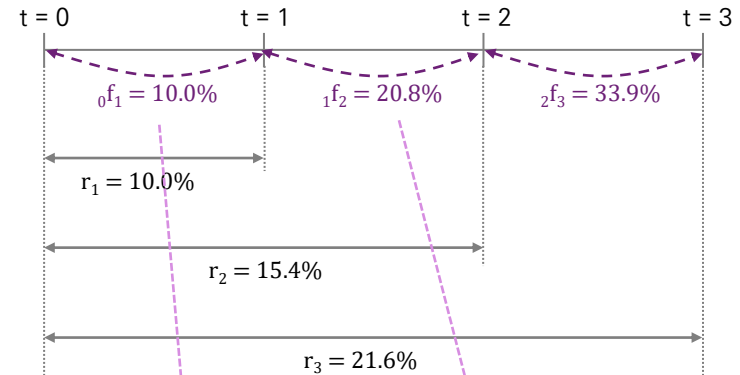
이자율 기간구조

- 채권의 만기가 늘어날 수록 이자율이 변동하는 기간구조의 특성을 고려해야 함.
- Bootstrapping을 통해서 구한 Spot rate에 대해 기간구조를 이용하여 forward rate(선도이자율)을 도출

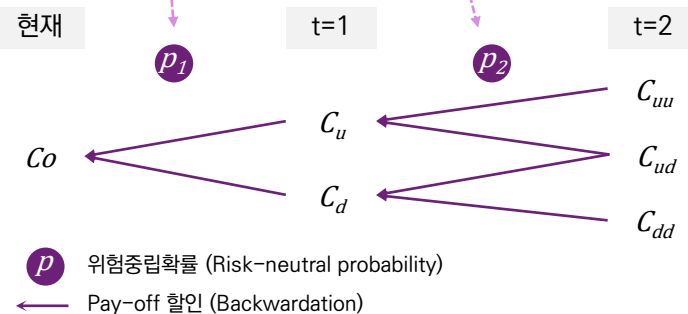
$$(1+r_i)^i = (1+{}_0f_1)(1+{}_1f_2)\dots(1+{}_{i-1}f_i)$$

- 이항옵션모형을 이용하여 옵션가치를 평가할 경우 이자율 기간구조 특성에 따라 node 구간별 이자율이 달라지기 때문에, 동적 헷지를 위해 각 구간별 위험중립확률(p)을 계산하여 적용해야 함.

선도이자율 도출



동적헷지



Quiz #2

다음은 옵션 평가에 대한 사례이다. 나삼정 회계사의 parameter 결정에서 가장 적절하지 않은 경우는 무엇인가?

A사는 현재 비상장기업으로 2022년 1월에 설립되어 2024년 상반기 코스닥 상장을 목표로 준비중에 있다.

A사는 Series A, B에 이어 2023년 Series C 투자 유치에 성공하였고 전액 RCPS형태로 투자가 이루어졌다.

삼정회계법인의 나삼정 회계사는 Series C의 RCPS에 대해 T-F 모형을 적용하기에 앞서 Parameter 결정을 고민하고 있다.

- ① 나삼정 회계사는 DCF가 아닌 GPCM을 사용하여 A사 비상장주식의 공정가치를 평가하였다. 나삼정은 해당 가치의 적정성 검토를 위해 A사와 관련된 과거 투자 및 매매사례 가액과 비교하였다.
- ② 나삼정 회계사는 본 건 외에도 다른 희석증권이 존재하는 사실을 고려하여 A사의 모든 희석증권이 주식으로 전환될 것으로 가정하여 ①에서 산정한 기초자산 가치에서 희석 후 주식가치를 산정하였다.
- ③ 나삼정 회계사는 기대주가변동성 결정 시 유사기업의 주가변동성이 지나치게 높은 것으로 판단하여, 유사기업 변동성이 아닌 A사가 속한 산업의 업종지수의 변동성을 사용하였다.
- ④ 나삼정 회계사는 평가기준일의 무위험이자율이 높지 않고, 만기 변화에 따른 이자율 변동폭이 크지 않은 점을 고려하여 별도의 Bootstrapping 없이 YTM 수익률로 위험중립확률을 산정하였다.

Quiz #2 - Answer

다음은 옵션 평가에 대한 사례이다. 나삼정 회계사의 parameter 결정에서 가장 적절하지 않은 경우는 무엇인가?

A사는 현재 비상장기업으로 2022년 1월에 설립되어 2024년 상반기 코스닥 상장을 목표로 준비중에 있다.

A사는 Series A, B에 이어 2023년 Series C 투자 유치에 성공하였고 전액 RCPS형태로 투자가 이루어졌다.

삼정회계법인의 나삼정 회계사는 Series C의 RCPS에 대해 T-F 모형을 적용하기에 앞서 Parameter 결정을 고민하고 있다.

- ① 나삼정 회계사는 DCF가 아닌 GPCM을 사용하여 A사 비상장주식의 공정가치를 평가하였다. 나삼정은 해당 가치의 적정성 검토를 위해 A사와 관련된 과거 투자 및 매매사례 가액과 비교하였다.
- ② 나삼정 회계사는 본 건 외에도 다른 희석증권이 존재하는 사실을 고려하여 A사의 모든 희석증권이 주식으로 전환될 것으로 가정하여 ①에서 산정한 기초자산 가치에서 희석 후 주식가치를 산정하였다.
- ③ 나삼정 회계사는 기대주가변동성 결정 시 유사기업의 주가변동성이 지나치게 높은 것으로 판단하여, 유사기업 변동성이 아닌 A사가 속한 산업의 업종지수의 변동성을 사용하였다.
- ④ 나삼정 회계사는 평가기준일의 무위험이자율이 높지 않고, 만기 변화에 따른 이자율 변동폭이 크지 않은 점을 고려하여 별도의 Bootstrapping 없이 YTM 수익률로 위험중립확률을 산정하였다.



index 변동성을 사용할 경우 개별 주식들의 변동 요인들이 서로 상쇄되면서 변동성이 과소 측정될 가능성이 있음.

단일 자산을 평가하는 관점에서도 개별 주식인 index를 benchmarking하는 것은 적절하지 않음.

Any Questions?



KPMG 삼정회계법인
서울특별시 강남구 테헤란로 152
(역삼동, 강남 파이낸스센터 27층)
06236

kpmg.com/kr



kpmg.com/socialmedia



kpmg.com/app

The information contained herein is of a general nature and is not intended to address the circumstances of any particular individual or entity. Although we endeavor to provide accurate and timely information, there can be no guarantee that such information is accurate as of the date it is received or that it will continue to be accurate in the future. No one should act on such information without appropriate professional advice after a thorough examination of the particular situation.

© 2023 KPMG Samjong Accounting Corp., the Korean member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative ("KPMG International"), a Swiss entity. All rights reserved. Printed in Korea.

The KPMG name and logo are registered trademarks or trademarks of KPMG International.