



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0075589
(43) 공개일자 2011년07월06일

(51) Int. Cl.

G06Q 40/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0132080

(22) 출원일자 2009년12월28일

심사청구일자 2009년12월28일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

위인숙

서울특별시 강남구 논현동 동양파라곤아파트 102동 504호

김바라

서울특별시 용산구 이촌1동 한강대우아파트 106동 803호

김제림

서울특별시 노원구 월계1동 현대아파트 111동 1302호

(74) 대리인

특허법인 엠에이피에스

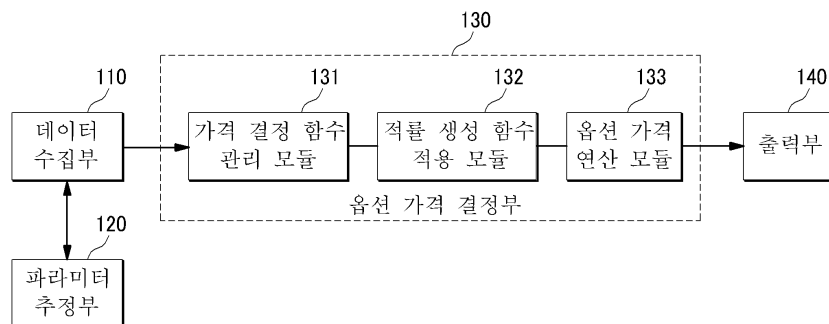
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시안 옵션 가격 결정 장치 및 방법

(57) 요약

헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시안 옵션 가격 결정 장치는, 기대 가격을 산출하고자 하는 아시안 옵션의 종류를 포함하는 가격 결정 변수 및 상기 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반하여 정의되는 가격 결정 함수에 상응하는 파라미터들을 수집하는 데이터 수집부; 상기 아시안 옵션의 종류에 따라 구분되는 가격 결정 함수 중 선택된 아시안 옵션 종류에 상응하는 가격 결정 함수에 상기 가격 결정 변수 및 파라미터들을 대입하여 상기 기대 가격을 결정하는 옵션 가격 결정부; 및 상기 결정된 기대 가격 및 상기 선택된 아시안 옵션 종류를 포함하는 결과를 출력하는 출력부를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10551M0211614

부처명 (재)서울특별시시정개발연구원

연구관리전문기관

연구사업명 기술기반구축사업

연구과제명 동북아 금융 허브를 위한 파생상품 가격결정모형 개발 및 펀드설계 사업

기여율

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2008년 12월 01일 ~ 2009년 11월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

헤스톤 확률 변동성 모형(Heston's stochastic volatility model)에 기반한 아시안 옵션 가격 결정 장치에 있어서,

기대 가격을 산출하고자 하는 아시안 옵션의 종류를 포함하는 가격 결정 변수 및 상기 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반하여 정의되는 가격 결정 함수에 상응하는 파라미터들을 수집하는 데이터 수집부;

상기 아시안 옵션의 종류에 따라 구분되는 가격 결정 함수 중 선택된 아시안 옵션 종류에 상응하는 가격 결정 함수에 상기 가격 결정 변수 및 파라미터들을 대입하여 상기 기대 가격을 결정하는 옵션 가격 결정부; 및

상기 결정된 기대 가격 및 상기 선택된 아시안 옵션 종류를 포함하는 결과를 출력하는 출력부를 포함하는 아시안 옵션 가격 결정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가격 결정 변수는,

상기 아시안 옵션의 만기 시점, 기초자산의 가격, 행사가격, 관측시점 및 이자율을 포함하고,

상기 파라미터들은,

상기 기초자산의 가격의 변동성 변수, 상기 변동성 변수의 장기 평균 상수, 평균 회귀율 상수, 변동성 변화 상수 및 상기 기초자산 가격과 상기 변동성 변수의 상관계수를 포함하는 것을 특징으로 하는 아시안 옵션 가격 결정 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 옵션 가격 결정부는,

상기 아시안 옵션의 기초자산 가격을 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반하여 이산시간 기하평균시켜 정의된 가격 결정 기초 함수를 관리하는 가격 결정 함수 관리모듈;

상기 가격 결정 기초 함수를 위험 중립성 측도(risk-neutralized measure) 하에서 조건부 적률 생성 함수(conditional moment generating function)와 적분하여 정의된 상기 아시안 옵션의 종류 별 가격 결정 함수를 관리하는 적률 생성 함수 적용모듈; 및

상기 선택된 아시안 옵션의 종류에 상응하는 가격 결정 함수에 상기 가격 결정 변수 및 상기 파라미터들을 대입하여 상기 기대 가격을 산출하는 옵션 가격 연산모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 아시안 옵션 가격 결정 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 옵션 가격 결정부는,

상기 선택된 아시안 옵션의 종류가 고정형 행사 아시안 콜 옵션(fixed strike Asian call option)인 경우 하기 수학적 식 1에 의한 가격 결정 함수를 통해 상기 기대 가격을 결정하고,

<수학식 1>

$$C_I(t) = e^{-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \left[\frac{\psi_t(1, 0) - K_t}{2} + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(\psi_t(1 + i\xi, 0) - K_t \psi_t(i\xi, 0) \right) \frac{e^{-i\xi \ln K_t}}{i\xi} \right) d\xi \right],$$

$$\text{where } K_t = K e^{-\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}$$

상기 선택된 아시안 옵션의 종류가 고정형 행사 아시안 풋 옵션(fixed strike Asian put option)인 경우 하기 수학식 2에 의한 가격 결정 함수를 통해 상기 기대 가격을 결정하고,

<수학식 2>

$$P_I(t) = e^{-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \left[\frac{K_t - \psi_t(1, 0)}{2} + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(\psi_t(1 + i\xi, 0) - K_t \psi_t(i\xi, 0) \right) \frac{e^{-i\xi \ln K_t}}{i\xi} \right) d\xi \right]$$

상기 선택된 아시안 옵션의 종류가 부동형 행사 아시안 콜 옵션(floating strike Asian call option)인 경우 하기 수학식 3에 의한 가격 결정 함수를 통해 상기 기대 가격을 결정하고,

<수학식 3>

$$\tilde{C}_I(t) = e^{-r(T-t)} \left[\frac{1}{2} \left(e^{r(T-t)} S_t - e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1, 0) \right) + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1 + i\xi, -i\xi) - \psi_t(i\xi, 1 - i\xi) \right) \frac{e^{\frac{i\xi}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}}{i\xi} \right) d\xi \right]$$

상기 선택된 아시안 옵션의 종류가 부동형 행사 아시안 풋 옵션(floating strike Asian put option)인 경우 하기 수학식 4에 의한 가격 결정 함수를 통해 상기 기대 가격을 결정하는 것을 특징으로 하는 아시안 옵션 가격 결정 장치.

<수학식 4>

$$\tilde{P}_I(t) = e^{-r(T-t)} \left[\frac{1}{2} \left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1, 0) - e^{r(T-t)} S_t \right) + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1 + i\xi, -i\xi) - \psi_t(i\xi, 1 - i\xi) \right) \frac{e^{\frac{i\xi}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}}{i\xi} \right) d\xi \right]$$

청구항 5

헤스톤 확률 변동성 모형(Heston's stochastic volatility model)에 기반한 아시안 옵션 가격 결정 방법에 있어서,

사용자에 의하여 선택된 아시안 옵션의 종류를 포함하는 가격 결정 변수를 수신하는 단계;

상기 아시안 옵션의 기초자산의 가격을 상기 헤스톤 확률 변동성 모형에 기초하여 정의된 가격 결정 함수들 중 상기 선택된 아시안 옵션의 종류에 해당하는 가격 결정 함수를 선택하는 단계;

상기 선택된 가격 결정 함수에 상응하는 상기 기초자산의 가격의 변동성 변수, 상기 변동성 변수의 장기 평균 상수, 평균 회귀율 상수, 변동성 변화 상수 및 상기 기초자산 가격과 상기 변동성 변수의 상관 계수와 같은 파라미터와, 상기 선택된 아시안 옵션의 만기 시점, 기초자산의 가격, 행사가격, 관측시점 및 이자율과 같은 가격

결정 변수를 적용하여 상기 선택된 아시안 옵션에 대한 기대 가격을 산출하는 단계; 및
상기 산출된 기대 가격을 상기 사용자에게 제공하는 단계를 포함하는 아시안 옵션 가격 결정 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 가격 결정 함수는,

상기 기초자산의 가격을 이산시간 기하평균 시킨 값 및 상기 아시안 옵션의 행사가격 간의 차에 기초하여 생성된 가격 결정 기초 함수에 조건부 적률 생성 함수(conditional moment generating function)를 적분하여 정의되고,

상기 조건부 적률 생성 함수는 하기 수학적 식 6과 같이 정의되는 것을 특징으로 하는 아시안 옵션 가격 결정 방법.

<수학적 식 6>

$$\psi_t(s, w) = \exp \left(a + \tilde{w}_{j(t)} v_t + \frac{\kappa^2 \theta (T-t)}{\sigma^2} - \frac{2\kappa\theta}{\sigma^2} \sum_{k=j(t)+1}^{n+1} \ln F_{\tau_k(t)-\tau_{k-1}(t)}(z_k, \tilde{w}_k) \right)$$

Where,

$$\begin{aligned} a &= \left(\frac{s(n-j(t))}{n} + w \right) \left(\ln S_t - \frac{\rho v_t}{\sigma} - \left(r - \frac{\rho\kappa\theta}{\sigma} \right) t \right) + \left(r - \frac{\rho\kappa\theta}{\sigma} \right) \left(\frac{s}{n} \sum_{k=j(t)+1}^n t_k + wT \right), \\ z_k &= \frac{(2\rho\kappa - \sigma)((n-k+1)s + nw)}{2\sigma n} + \frac{(1-\rho^2)((n-k+1)s + nw)^2}{2n^2}, \quad j(t)+1 \leq k \leq n+1, \\ w_k &= \begin{cases} 0, & k = j(t), \\ \frac{\rho s}{\sigma n}, & j(t)+1 \leq k \leq n, \\ \frac{\rho w}{\sigma}, & k = n+1. \end{cases} \end{aligned}$$

$$\tilde{w}_{k-1} = w_{k-1} + \frac{\kappa}{\sigma^2} - \frac{2}{\sigma^2} \frac{\tilde{F}_{\tau_k(t)-\tau_{k-1}(t)}(z_k, \tilde{w}_k)}{F_{\tau_k(t)-\tau_{k-1}(t)}(z_k, \tilde{w}_k)}, \quad k = n+1, n, \dots, j(t)+1$$

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 가격 결정 함수를 선택하는 단계에서,

상기 선택된 아시안 옵션의 종류가 고정형 행사 아시안 콜 옵션(fixed strike Asian call option)인 경우 하기 수학적 식 7에 의한 가격 결정 함수를 선택하는 것을 특징으로 하는 아시안 옵션 가격 결정 방법.

<수학적 식 7>

$$\begin{aligned} C_I(t) &= e^{-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \left[\frac{\psi_t(1, 0) - K_t}{2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(\psi_t(1 + i\xi, 0) - K_t \psi_t(i\xi, 0) \right) \frac{e^{-i\xi \ln K_t}}{i\xi} \right) d\xi \right], \end{aligned}$$

where $K_t = K e^{-\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}$

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 가격 결정 함수를 선택하는 단계에서,

상기 선택된 아시안 옵션의 종류가 고정형 행사 아시안 풋 옵션(fixed strike Asian put option)인 경우 하기 수학적 식 8에 의한 가격 결정 함수를 선택하는 것을 특징으로 하는 아시안 옵션 가격 결정 방법.

<수학적 식 8>

$$P_I(t) = e^{-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \left[\frac{K_t - \psi_t(1, 0)}{2} + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(\psi_t(1 + i\xi, 0) - K_t \psi_t(i\xi, 0) \right) \frac{e^{-i\xi \ln K_t}}{i\xi} \right) d\xi \right]$$

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 가격 결정 함수를 선택하는 단계에서,

상기 선택된 아시안 옵션의 종류가 부동형 행사 아시안 콜 옵션(floating strike Asian call option)인 경우 하기 수학적 식 9에 의한 가격 결정 함수를 선택하는 것을 특징으로 하는 아시안 옵션 가격 결정 방법.

<수학적 식 9>

$$\tilde{C}_I(t) = e^{-r(T-t)} \left[\frac{1}{2} \left(e^{r(T-t)} S_t - e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1, 0) \right) + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1 + i\xi, -i\xi) - \psi_t(i\xi, 1 - i\xi) \right) \frac{e^{\frac{i\xi}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}}{i\xi} \right) d\xi \right]$$

청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 가격 결정 함수를 선택하는 단계에서,

상기 선택된 아시안 옵션의 종류가 부동형 행사 아시안 풋 옵션(floating strike Asian put option)인 경우 하기 수학적 식 10에 의한 가격 결정 함수를 선택하는 것을 특징으로 하는 아시안 옵션 가격 결정 방법.

<수학적 식 10>

$$\tilde{P}_I(t) = e^{-r(T-t)} \left[\frac{1}{2} \left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1, 0) - e^{r(T-t)} S_t \right) + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1 + i\xi, -i\xi) - \psi_t(i\xi, 1 - i\xi) \right) \frac{e^{\frac{i\xi}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}}{i\xi} \right) d\xi \right]$$

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

본 발명은 아시안 옵션 가격 결정 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 헤스톤 확률 변동성 모형을

기반으로 한 폐쇄 해(closed form solution)를 통해 이산 시간 기하 평균 아시안 옵션의 적정 가격을 산출하는 아시안 옵션 가격 결정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 주식 및 채권 등의 전통적인 금융 상품을 기초자산으로 하여 새로운 현금을 생성하는 증권을 파생상품이라 한다. 이러한, 파생상품은 기초자산의 가격 변동으로 인한 위험을 회피할 수 있으며, 새로운 금융 상품을 만들 어낼 수 있다는 장점이 있다.
- [0003] 대표적인 파생상품으로는 선도, 선문, 옵션, 스왑 등이 있다. 상기 파생상품 중에서 옵션(option)이란 일정한 자산을 미래 약정된 기간이나 그 이전에 약정된 가격으로 사거나 팔 수 있는 권리를 일정한 수수료를 대가로 사 거나 파는 계약을 말한다. 상기 일정한 자산을 기초자산(underlying asset), 상기 약정된 기간을 만기(maturity or expiration date), 상기 약정된 가격을 행사가격 혹은 집행가격(exercise price or strike price), 그리고 상기 일정한 수수료를 프리미엄(premium) 이라고 한다.
- [0004] 옵션의 종류는 분류 방식에 따라 크게 5가지 정도로 분류 될 수 있다. 첫째, 권리의 내용에 따라 특정자산을 살 수 있는 권리를 콜 옵션(call option), 특정 자산을 팔 수 있는 권리를 풋 옵션(put option)이라 한다. 둘째, 권리의 행사 시기에 따라 행사 시기를 옵션의 만기일로 제한하는 옵션을 유럽식 옵션(European option), 만기일 전이라도 권리를 행사할 수 있는 옵션을 미국식 옵션(American option)이라 한다. 셋째, 현물 옵션(physical option)과 선물 옵션(futures option)으로 나눌 수 있다. 넷째, 거래 장소에 따라 정규 거래소에 상장되어 거래 되는 경우 장내 옵션 또는 거래소 옵션(exchange-traded option), 그 밖의 은행이나 증권사 등의 전문 딜러들이 발행하는 경우 장외 옵션(over-the-counter option)이라 한다. 다섯째, 내재 가치에 따라 권리를 행사 할 경우 매수자에게 이익이 발생하는 옵션을 내가격 옵션(In-The-Money; ITM), 대상자산 가격과 권리행사 가격이 같은 옵션을 등가격 옵션(At-The-Money; ATM), 그리고 권리를 행사할 경우 매수자에게 손실이 발생하는 옵션을 외가 격 옵션(Out-The-Money; OTM)이라 한다.
- [0005] 이때, 옵션의 가치는 내재 가치(intrinsic value)와 시간 가치(time value)라는 두 요소로 형성된다. 내재 가치는 기초자산 가격과 행사가격의 차이로 결정된다. 콜 옵션의 경우 현재 기초자산 가격이 행사가격보다 높으면 내가격(ITM) 상태이고, 풋 옵션의 경우 현재 기초자산 가격이 행사가격보다 낮으면 내가격 상태이다. 반대의 경 우 외가격 상태이며, 현재 기초자산 가격과 행사 가격이 동등하면 등가격 상태이다. 시간 가치는 미래의 기초자 산 가격 변화에 대한 기대 값을 의미하며, 현재 기초자산 가격과 옵션의 행사가격이 같은 경우에 상대적으로 가 장 크다. 따라서, 옵션의 가격은 현재의 기초자산 가격, 옵션의 행사 가격, 대상 자산 가격의 변동성 (volatility), 옵션 만기 시점까지의 기간, 및 이자율 등에 의해 결정된다.
- [0006] 대표적인 옵션 가격 결정 모형으로는 1973년 블랙과 쇼즈(Black and Sholes)가 발표한 이른바 Black-Sholes 모 형을 들 수 있다. Black-Sholes 모형은 가격 형성이 연속적으로 이루어지는 연속 모형으로서 이론 가격의 산출 을 가능하게 한다. 이와 같은, Black-Sholes 모형은 객관적인 투입변수를 사용함으로써 실제 시장에서 이용될 수 있는 매우 유용한 결과를 제시하기 때문에 옵션 가격을 산출하는데 일반적으로 사용되고 있다.
- [0007] 이때, Black-Sholes 모형에 입력되는 기초자산의 변동성은 어느 한 시점에 단 1개가 입력되는 것이 바람직하다. 그런데, 변동성 스마일 이론에 따르면 실제 시장에서는 옵션의 내재 변동성에 따라 어느 한 시점에 기초자산의 변동성이 행사가격 별로 상이하게 나타나게 되며, 옵션의 가격을 산출하는데 있어서 기초자산의 변동성이 행사 가격 별로 따로 입력되어야 한다. 이에 따라, Black-Sholes 모형은 변동성 스마일(volatility smile) 등에 따른 가격산출에 약점이 있다.
- [0008] 이러한 Black-Sholes 모형의 약점을 극복하고자 헤스톤(Heston) 모형이 개발되었다. 헤스톤 모형에 따르면 변동 성이 상수가 아니라 확률적인 과정(stochastic process)을 갖는다. 또한, 변동성과 주가의 공분산이 음수이며, 이는 변동성의 방향과 주가의 방향이 반대라는 것을 의미한다. 이 두 가지 점에서 헤스톤 모형은 좀 더 현실을 잘 반영한 옵션 가격 결정 모형이다.
- [0009] 한편, 장외 옵션 중 고객의 다양한 욕구를 만족시키기 위하여 금융 기관들에 의해 변형된 옵션을 이색 옵션 (Exotic Option)이라 하며, 그 중 옵션의 이득이 기초자산의 만기 가격 대신 옵션 기간 동안의 평균 가격에 의 해서 결정되는 옵션을 아시안 옵션(Asian Option)이라 한다. 이와 같은 아시안 옵션에서는 평균가격을 행사가격 으로 하여 만기 시점의 기초자산 가격과 행사가격의 차액으로 옵션의 이득을 결정한다.

- [0010] 현재까지 헤스톤 모형의 경우 바닐라 유럽식 옵션(Vanilla European option)의 적정한 가격 결정 공식이 개발되었으나, 이산시간 기하평균 아시안 옵션에 대한 가격 결정 공식은 지금까지 알려져 있지 않다.
- [0011] 또한, 종래에는 이산시간 기하평균 아시안 옵션의 가격 결정과 관련하여서는 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation) 등 수치적 근사값을 구하는 방법만이 존재하는 실정이다.
- [0012] 이처럼, 이산시간 기하평균 아시안 옵션의 적절한 가격의 근사치를 구하기 위해서는 시뮬레이션에 의존할 수밖에 없기 때문에 시뮬레이션을 통한 가격 근사치를 추정하는데 많은 시간이 소비되고 그에 따른 컴퓨팅 파워가 소비된다는 문제가 있다.
- [0013]

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0014] 본 발명의 실시예는 적은 연산 시간 및 컴퓨팅 파워로 시장 가격에 근접한 아시안 옵션 가격을 결정하는 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시안 옵션 가격 결정 장치 및 방법을 제공한다.
- [0015] 그리고, 본 발명의 실시예는 아시안 옵션의 종류 별로 정의된 가격 결정 함수를 제공하는 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시안 옵션 가격 결정 장치 및 방법을 제공한다.

과제 해결수단

- [0016] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 따른 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시안 옵션 가격 결정 장치는, 기대 가격을 산출하고자 하는 아시안 옵션의 종류를 포함하는 가격 결정 변수 및 상기 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반하여 정의되는 가격 결정 함수에 상응하는 파라미터들을 수집하는 데이터 수집부; 상기 아시안 옵션의 종류에 따라 구분되는 가격 결정 함수 중 선택된 아시안 옵션 종류에 상응하는 가격 결정 함수에 상기 가격 결정 변수 및 파라미터들을 대입하여 상기 기대 가격을 결정하는 옵션 가격 결정부; 및 상기 결정된 기대 가격 및 상기 선택된 아시안 옵션 종류를 포함하는 결과를 출력하는 출력부를 포함한다.
- [0017] 그리고, 본 발명의 제 2 측면에 따른 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시안 옵션 가격 결정 방법은, 사용자에게 의하여 선택된 아시안 옵션의 종류를 포함하는 가격 결정 변수를 수신하는 단계; 상기 아시안 옵션의 기초자산의 가격을 상기 헤스톤 확률 변동성 모형에 기초하여 정의된 가격 결정 함수들 중 상기 선택된 아시안 옵션의 종류에 해당하는 가격 결정 함수를 선택하는 단계; 상기 선택된 가격 결정 함수에 상응하는 상기 기초자산의 가격의 변동성 변수, 상기 변동성 변수의 장기 평균 상수, 평균 회귀율 상수, 변동성 변화 상수 및 상기 기초자산 가격과 상기 변동성 변수의 상관 계수와 같은 파라미터와, 상기 선택된 아시안 옵션의 만기 시점, 기초자산의 가격, 행사가격, 관측시점 및 이자율과 같은 가격 결정 변수를 적용하여 상기 선택된 아시안 옵션에 대한 기대 가격을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 기대 가격을 상기 사용자에게 제공하는 단계를 포함한다.

효과

- [0018] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반을 둔 아시안 옵션 가격 결정 장치 및 방법은 이산시간 기하평균 아시안 옵션 가격을 결정하는데 필요한 시간 및 컴퓨팅 파워를 감소시키고, 적절한 아시안 옵션 가격을 제공한다는 장점이 있다.
- [0019] 또한, 이와 같은 구성을 옵션 거래를 중개하는 각종 전산 시스템에 적용함으로써, 시장 참여자의 신속한 의사 결정에 도움을 줄 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0020] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할

수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 아시안 옵션 가격 결정 장치의 구성도이다.
- [0022] 도 1에서와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 아시안 옵션 가격 결정 장치(100)는 데이터 수집부(110), 파라미터 추정부(120), 옵션 가격 결정부(130) 및 출력부(140) 등을 포함한다.
- [0023] 이때, 데이터 수집부(110)는 옵션 거래를 하고자 하는 사용자 또는 옵션 거래를 중개하는 증권 거래소 등으로부터 입력되는 아시안 옵션의 가격 결정을 위한 가격 결정 변수와 헤스톤 확률 변동성 모형(Heston's stochastic volatility model)에 기반하여 생성되는 가격 결정 함수들에 필요한 파라미터들을 수집한다.
- [0024] 이때, 상기 가격 결정 변수는 사용자 또는 증권 거래소 시스템 등으로부터 기대 가격이 요청된 아시안 옵션의 종류 정보, 관측시점 t 에서의 기초자산 가격(S_t), 이자율(r), 행사가격(K) 및 만기시점(T) 등에 대한 변수 등을 포함한다.
- [0025] 그리고, 상기 파라미터들은 상기 기초자산 가격의 변동성 변수(volatility process variance; v_t), 상기 변동성 변수의 장기 평균 상수(constant long-run average; θ), 평균 회귀율 상수(constant rate of mean reversion; κ), 변동성 변화 상수(constant volatility of volatility; σ) 및 상기 기초자산 가격과 상기 변동성 변수의 상관 계수(correlation coefficient; ρ) 등이 포함된다.
- [0026] 파라미터 추정부(120)는 데이터 수집부(110)를 통해 수집된 파라미터들을 획득하여 상기 파라미터들의 값을 추정한다. 이때, 상기 파라미터들의 값은 정확히 계산할 수 없으므로 통계치를 기반으로 추정된 값이 사용된다.
- [0027] 그리고, 파라미터 추정부(120)는 추정된 파라미터들의 값을 데이터 수집부(110)에 제공한다.
- [0028] 옵션 가격 결정부(130)는 아시안 옵션 가격을 결정하기 위해 정의된 가격 결정 함수들에 상기 가격 결정 변수 및 파라미터 값들을 대입하여 해당 아시안 옵션에 대한 가격을 연산한다.
- [0029] 구체적으로, 옵션 가격 결정부(130)는 가격 결정 함수 관리모듈(131), 적률 생성 함수 적용모듈(132) 및 옵션 가격 연산모듈(133)을 포함한다.
- [0030] 이때, 가격 결정 함수 관리모듈(131)은 헤스톤 확률 변동성 모형에 기초하여 정의된 미분 방정식에 기초한 가격 결정 기초 함수를 관리하고, 적률 생성 함수 적용모듈(132)은 상기 가격 결정 기초 함수에 조건부 적률 생성 함수를 적분하여 정의되는 가격 결정 함수를 관리한다.
- [0031] 본 발명의 실시예에서는 가격 결정 함수 관리모듈(131) 및 적률 생성 함수 적용모듈(132)이 상기 가격 결정 기초 함수 또는 가격 결정 함수들을 유도하는 각종 연산을 수행하고, 상기 연산의 결과들을 데이터베이스(미도시)에 저장하는 것을 나타내었다. 그런데, 이와 같은 가격 결정 함수 관리모듈(131) 및 적률 생성 함수 적용모듈(132)은 상기 가격 결정 기초 함수 또는 가격 결정 함수들이 기연산된 결과 상태로서 각각의 모듈에 기저장 또는 입력될 수 있으며, 옵션 가격 연산모듈(133)의 요청에 따라 기저장 또는 입력된 가격 결정 함수를 제공하는 것도 가능하다.
- [0032] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 가격 결정 함수 관리모듈(131) 및 적률 생성함수 적용모듈(132)을 통해 아시안 옵션의 종류 별로 해당 가격 결정 함수를 정의하는 과정을 설명하기에 앞서, 이해의 편의를 위해 본 발명에 적용될 수 있는 아시안 옵션 가격 결정 함수를 유도하는 과정을 설명하도록 한다.
- [0033] 이하에서, 언급되는 변수들을 간단히 설명하면, $\{S_t\}_{t \geq 0}$ 는 관측시점 t 에서의 기초자산 가격, r 은 이자율, v_t 는 관측시점 t 에서의 변동성 변수, W_t 는 기초자산의 가격과 관계한 브라운 운동(Brownian motion), Z_t 는 변동성 변수와 관계한 브라운 운동을 나타낸다.
- [0034] 그리고, θ 는 변동성 변수 v_t 의 장기 평균 상수(constant long-run average)이고, σ 는 변동성 변화 상수(constant volatility of volatility)를 나타낸다. κ 는 평균 회귀율(rate of mean reversion)이고, ρ 는 상기 기초자산 가격과 상기 변동성 변수의 상관 계수(correlation coefficient)를 나타낸다.
- [0035] 헤스톤 확률 변동성 모형은 만기 시점의 기초자산의 가격 S_t 에 대해 하기 수식식 1과 같은 확률 미분 방정식을 가정한 모델이다.

[0036] [수학식 1]

$$dS_t = \mu S_t dt + \sqrt{v_t} S_t dW_t$$

[0037]

$$dv_t = \kappa(\theta - v_t)dt + \sigma \sqrt{v_t} dZ_t$$

[0038] 이때, 수학식 1에서 상기 두 개의 브라운 운동 W_t 및 Z_t 가 연관(correlation)을 갖는다고 가정한다. 즉, $dW_t dZ_t = \rho dt$ 를 가정한다.

[0039] 한편, 이자율을 대상으로 하는 옵션가격을 산출할 경우 실제 상태(real world)가 아닌 위험 중립적(risk-neutral) 상태를 가정해야 한다. 따라서, 위험의 시장 가격을 설정하여 새로운 확률측도(probability measure)를 정의할 필요가 있다. 일반적으로, 실제 상태의 확률측도를 위험 중립적 확률측도 Q 로 변환함으로써 확률분포의 다른 성질들은 변화시키지 않고 평균만 이동시킬 수 있는데, 여기서 확률측도 Q 를 실제 상태의 확률측도의 동등 마팅게일 측도(equivalent martingale measure)라고 한다. 이러한 확률측도 변환은 변동성의 구조를 변화시키지 않으면서 기초자산의 위험 프리미엄을 손쉽게 제거할 수 있기 때문에 파생상품의 가격결정에 유용하다.

[0040] 이러한, 위험 중립성 마팅게일 측도(risk-neutralized martingale measure) 하에서 기초자산 가격인 S_t 은 하기 수학식 2와 같은 확률 방정식을 만족한다고 가정한다.

[0041] [수학식 2]

$$dS_t = r S_t dt + \sqrt{v_t} S_t dW_t,$$

$$dv_t = \kappa(\theta - v_t)dt + \sigma \sqrt{v_t} dZ_t$$

[0042]

[0043] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 가격 결정 함수 관리모듈(131)은 임의의 시간 집합 I 가 ($\{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$, $0 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_n \leq T$) 일 때 하기 수학식 3과 같이 표현되는 기초자산 가격 S_t 의 기하평균 함수를 정의한다.

[0044] [수학식 3]

$$G_I = \exp\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^T \ln S_{t_i}\right)$$

[0045]

[0046] 상기 수학식 3과 같이 기초자산 가격의 기하평균이 정의될 때, 고정형 행사 아시아 콜 옵션(fixed strike Asian call option)의 이득 함수는 $\max(G_I - K, 0)$ 이고, 고정형 행사 아시아 풋 옵션(fixed strike Asian put option)의 이득 함수는 $\max\{K - G_I, 0\}$ 이고, 부동형 행사 아시아 콜 옵션(floating strike Asian call option)의 이득 함수는 $\max\{S_T - G_I, 0\}$ 이며, 부동형 행사 아시아 풋 옵션(floating strike Asian put option)의 이득 함수는 $\max(G_I - S_T, 0)$ 이다.

[0047] 그리고, 가격 결정 함수 관리모듈(131)은 상기 수학식 3 및 아시아 옵션의 종류 별 이득 함수들을 이용하여 아시아 옵션의 가격을 결정하기 위한 가격 결정 기초 함수들을 정의한다.

[0048] 이때, 가격 결정 함수 관리모듈(131)은 하기 수학식 4와 같이 표현되는 고정형 행사 아시아 콜 옵션의 가격을 결정하기 위한 가격 결정 기초 함수가 저장되어 있다.

[0049] 하기 수학식 4에 대해 만기시점 T 에서 이득 함수 $\max(G_I - K, 0)$ 가 적용된다.

[0050] [수학식 4]

$$\begin{aligned} C_I(t) &= E^Q[e^{-r(T-t)} \max(G_I - K, 0) | F_t] \\ &= \exp\left(-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}\right) E^Q[\max(G_t - K, 0) | F_t] \end{aligned}$$

[0051]

where $j(t) = \max\{j : t \geq t_j\}$,

$$G_t = \exp\left(-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=j(t)+1}^n \ln S_{t_k}\right),$$

$$K_t = K \exp\left(-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}\right)$$

[0052]

[0053] 또한, 가격 결정 함수 관리모듈(131)은 하기 수학식 5와 같이 표현되는 부동형 행사 아시안 콜 옵션의 가격을 결정하기 위한 가격 결정 기초 함수를 정의한다.

[0054] 하기 수학식 5에 대해 만기시점 T에서 이득 함수 $\max(G_I - S_T, 0)$ 가 적용된다.

[0055] [수학식 5]

$$\begin{aligned} \tilde{P}_I(t) &= \mathbb{E}^Q \left[e^{-r(T-t)} \max\{G_I - S_T, 0\} \middle| \mathcal{F}_t \right] \\ &= e^{-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \mathbb{E}^Q \left[\max\{G_t - S_T e^{-\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}, 0\} \middle| \mathcal{F}_t \right] \end{aligned}$$

[0056]

[0057] 적률 생성 함수 적용모듈(132)은 상기 수학식 4 및 수학식 5에서와 같이 정의된 가격 결정 기초 함수를 조건부 적률 생성 함수(conditional moment generating function)와 적분하여 이산시간 기하평균 아시안 옵션의 종류별 가격 결정 함수를 정의한다.

[0058] 이때, 확률측도(probability measure) Q하에서 $(\ln G_t, \ln S_T)$ 에 대한 조건부 적률 생성 함수 ψ_t 는 아래 수학식 6과 같이 정의된다.

[0059] [수학식 6]

$$\psi_t(s, w) = \mathbb{E}^Q [e^{s \ln G_t + w \ln S_T} | \mathcal{F}_t]$$

[0060]

[0061] 이와 같은, 조건부 적률 생성 함수 ψ_t 의 정의역은 모든 $t \in [0, T]$ 에 대해서 $(s, w) \in \mathcal{D}$ 일 때 수학식 7과 같이 성공적으로 정의된다.

[0062] [수학식 7]

$$\mathcal{D} \equiv \{(s, w) \in \mathbb{C}^2 : \operatorname{Re}(s) \geq 0, \operatorname{Re}(w) \geq 0, 0 \leq \operatorname{Re}(s) + \operatorname{Re}(w) \leq 1\}$$

[0063]

[0064] 한편, 조건부 적률 생성 함수 ψ_t 를 도출하기 위한 $\tilde{F}_\tau(z, w)$, 및 Tk(t)은 각각 아래 수학식 8과 같이 정의할 수 있다.

[0065] [수학식 8]

$$\begin{aligned} F_\tau(z, w) &= \begin{cases} \cosh(\frac{\tau}{2} \sqrt{\kappa^2 - 2z\sigma^2}) + (\kappa - w\sigma^2) \frac{\sinh(\frac{\tau}{2} \sqrt{\kappa^2 - 2z\sigma^2})}{\sqrt{\kappa^2 - 2z\sigma^2}} & \text{if } \tau(\kappa^2 - 2z\sigma^2) \neq 0 \\ 1 + \frac{\tau}{2}(\kappa - w\sigma^2) & \text{otherwise,} \end{cases} \\ \tilde{F}_\tau(z, w) &= \frac{\sqrt{\kappa^2 - 2z\sigma^2}}{2} \sinh(\frac{\tau}{2} \sqrt{\kappa^2 - 2z\sigma^2}) + \frac{\kappa - w\sigma^2}{2} \cosh(\frac{\tau}{2} \sqrt{\kappa^2 - 2z\sigma^2}) \end{aligned}$$

[0066]

$$\tau_k(t) \equiv \begin{cases} t & \text{if } k = j(t), \\ t_k & \text{if } j(t) + 1 \leq k \leq n, \\ T & \text{if } k = n + 1. \end{cases}$$

수학식 8을 적용하면 $\psi_t(s, w)$ 는 아래 수학식 9과 같이 나타낼 수 있다.

[수학식 9]

$$\psi_t(s, w) = \exp \left(a + \tilde{w}_{j(t)} v_t + \frac{\kappa^2 \theta (T-t)}{\sigma^2} - \frac{2\kappa\theta}{\sigma^2} \sum_{k=j(t)+1}^{n+1} \ln F_{\tau_k(t)-\tau_{k-1}(t)}(z_k, \tilde{w}_k) \right)$$

Where,

$$\begin{aligned} a &= \left(\frac{s(n-j(t))}{n} + w \right) \left(\ln S_t - \frac{\rho v_t}{\sigma} - \left(r - \frac{\rho\kappa\theta}{\sigma} \right) t \right) + \left(r - \frac{\rho\kappa\theta}{\sigma} \right) \left(\frac{s}{n} \sum_{k=j(t)+1}^n t_k + wT \right), \\ z_k &= \frac{(2\rho\kappa - \sigma)((n-k+1)s + nw)}{2\sigma n} + \frac{(1-\rho^2)((n-k+1)s + nw)^2}{2n^2}, \quad j(t)+1 \leq k \leq n+1, \\ w_k &= \begin{cases} 0, & k = j(t), \\ \frac{\rho s}{\sigma n}, & j(t)+1 \leq k \leq n, \\ \frac{\rho w}{\sigma}, & k = n+1. \end{cases} \end{aligned}$$

$$\tilde{w}_{k-1} = w_{k-1} + \frac{\kappa}{\sigma^2} - \frac{2}{\sigma^2} \frac{\tilde{F}_{\tau_k(t)-\tau_{k-1}(t)}(z_k, \tilde{w}_k)}{F_{\tau_k(t)-\tau_{k-1}(t)}(z_k, \tilde{w}_k)}, \quad k = n+1, n, \dots, j(t)+1$$

이때, 적률 생성 함수 적용모듈(132)은 이상에서 도출된 결합 생성 함수 ψ_t 를 가격 결정 함수 관리모듈(131)로부터 생성된 가격 결정 기초 함수와 적분하여 하기 수학식 10 내지 13과 같은 가격 결정 함수를 정의한다.

먼저, 고정형 행사 아시아 콜 옵션의 가격 결정 함수는 하기 수학식 10와 같다.

[수학식 10]

$$\begin{aligned} C_I(t) &= e^{-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \left[\frac{\psi_t(1, 0) - K_t}{2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(\psi_t(1 + i\xi, 0) - K_t \psi_t(i\xi, 0) \right) \frac{e^{-i\xi \ln K_t}}{i\xi} \right) d\xi \right], \end{aligned}$$

$$\text{where } K_t = K e^{-\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}$$

그리고, 고정형 행사 아시아 풋 옵션의 가격 결정 함수는 하기 수학식 11과 같다.

[수학식 11]

$$\begin{aligned} P_I(t) &= e^{-r(T-t) + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \left[\frac{K_t - \psi_t(1, 0)}{2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(\psi_t(1 + i\xi, 0) - K_t \psi_t(i\xi, 0) \right) \frac{e^{-i\xi \ln K_t}}{i\xi} \right) d\xi \right] \end{aligned}$$

또한, 부동형 행사 아시아 콜 옵션의 가격 결정 함수는 하기 수학식 12과 같다.

[수학식 12]

$$\begin{aligned} \tilde{C}_I(t) = & e^{-r(T-t)} \left[\frac{1}{2} \left(e^{r(T-t)} S_t - e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1, 0) \right) \right. \\ & \left. + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1+i\xi, -i\xi) - \psi_t(i\xi, 1-i\xi) \right) \frac{e^{\frac{i\xi}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}}{i\xi} \right) d\xi \right] \end{aligned}$$

[0084]

[0085] 그리고, 부동산 행사 아시안 풋 옵션의 가격 결정 함수는 아래 수학적 식 13와 같다.

[0086] [수학적 식 13]

$$\begin{aligned} \tilde{P}_I(t) = & e^{-r(T-t)} \left[\frac{1}{2} \left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1, 0) - e^{r(T-t)} S_t \right) \right. \\ & \left. + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \operatorname{Re} \left(\left(e^{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}} \psi_t(1+i\xi, -i\xi) - \psi_t(i\xi, 1-i\xi) \right) \frac{e^{\frac{i\xi}{n} \sum_{k=1}^{j(t)} \ln S_{t_k}}}{i\xi} \right) d\xi \right] \end{aligned}$$

[0087]

[0088] 옵션 가격 연산모듈(133)은 가격 결정 함수 관리모듈(131) 및 적률 생성 함수 적용모듈(132)을 통해 정의된(또는 저장된) 아시안 옵션 종류 별 가격 결정 함수 중 사용자가 선택한 옵션의 종류에 상응하는 가격 결정 함수를 선택한다.

[0089] 그리고, 옵션 가격 연산모듈(133)은 선택된 가격 결정 함수에 데이터 수집부(110)에서 수집된 가격 결정 변수 및 각 파라미터 값을 대입하여 가격 결정 함수의 폐쇄 해(closed form solution) 즉, 옵션 가격을 산출한다.

[0090] 출력부(140)는 옵션 가격 결정부(130)로부터 결정된 옵션 가격 및 종류 등의 정보를 화면 및 프린터 등의 출력 장치에 디스플레이하거나 프린팅하여 사용자가 확인할 수 있도록 출력한다.

[0091] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 아시안 옵션 가격 결정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0092] 그리고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 아시안 옵션 가격 결정 방법과 종래의 아시안 옵션 가격 추정 방법을 비교한 도면이다.

[0093] 먼저, 헤스톤 확률 변동성 모형에 기초하여 아시안 옵션 종류 별 가격 결정 함수를 정의한다(S210).

[0094] 이때, 아시안 옵션 종류 별 가격 결정 함수는 고정형 행사 아시안 콜 옵션, 고정형 행사 아시안 풋 옵션, 부동산 행사 아시안 콜 옵션 및 부동산 행사 아시안 풋 옵션 등을 포함한다.

[0095] 구체적으로, 아시안 옵션 종류 별 가격 결정 함수는 상기 수학적 식 10 내지 13과 같이 정의되며, 기초자산의 가격을 위험 중립 측도하에서 헤스톤 확률 변동성 모형에 기초하여 이산시간 기하평균시킨 가격 결정 기초 함수를 조건부 적률 생성 함수와 적분한 결과이다.

[0096] 그런 후, 아시안 옵션의 종류 중 어느 하나에 대한 기대 가격 요청을 입력 받아, 상기 정의된 가격 결정 함수 중 해당 종류에 상응하는 가격 결정 함수를 선택한다(S220).

[0097] 이때, 기대 가격 요청은 기대 가격을 얻고자 하는 아시안 옵션의 종류, 기초자산 가격, 이자율, 행사가격 및 만기 시점 등의 가격 결정 변수에 대한 데이터를 포함한다.

[0098] 또한, 상기 기대 가격 요청은 증권 거래소 등의 금융 시스템(미도시)으로부터 입력될 수 있으며, 옵션에 대한 정보를 얻고자 하는 사용자가 사용자 인터페이스를 통해 직접 입력할 수도 있다.

[0099] 다음으로, 상기 선택된 가격 결정 함수에 대입할 파라미터들을 확인한다(S230).

[0100] 이때, 상기 파라미터들은 헤스톤 확률 변동성 모형에 기초한 미분 방정식에 대한 파라미터들로서, 금융 기관 및 증권 거래 시스템 등에 기저장되어 있는 통계치에 기초하여 추정될 수 있다.

[0101] 구체적으로, 상기 파라미터들은 기초자산 가격의 변동성 변수(volatility process variance; v_t), 상기 변동성 변수의 장기 평균 상수(constant long-run average; θ), 평균 회귀율 상수(constant rate of mean reversion; κ), 변동성 변화 상수(constant volatility of volatility; σ) 및 상기 기초자산 가격과 상기 변동성 변수의 상관 계수(correlation coefficient; ρ) 등이 포함된다.

[0102] 그런 후, 선택된 가격 결정 함수에 단계 S220 및 S230에서 수집된 데이터 및 추정된 파라미터들을 대입하여 해당 아시안 옵션에 대한 기대 가격을 연산한다(S240).

[0103] 다음으로, 상기 연산된 아시안 옵션의 가격 및 옵션의 종류 정보 등을 사용자가 판독 가능하도록 화면 또는 프

런팅 출력한다(S250).

- [0104] 이처럼, 헤스톤 확률 변동성 모형을 이용하여 아시아 옵션 가격을 결정하는 함수를 생성하고, 상기 가격 결정 함수를 이용하여 가격을 결정함으로써 종래의 가격 추정 방식에 비해 필요한 연산 시간 및 컴퓨팅 파워의 소모가 줄어든다.
- [0105] 구체적으로, 도 3에서는 동일 조건 하에서 종래의 시뮬레이션을 통한 가격 추정 방식에 따른 아시아 옵션에 대한 추정 가격을 산출한 결과와 본 발명에 따라 정의된 가격 결정 함수를 이용하여 결정된 아시아 옵션의 가격을 비교하는 리스트를 나타내었다.
- [0106] 도 3을 통해 고정형 행사 아시아 콜 옵션에 대해 종래의 가격 추정 방식에 따라 추정된 가격 및 추정 시간과 본 발명에 따른 가격 결정 함수를 이용하여 산출한 가격 및 산출 시간을 비교할 수 있다. 이때, T는 만기 시점을 의미하고, CPU는 컴퓨팅 연산 시간을 의미한다.
- [0107] 또한, 도 3에서는 동일 조건으로 적용되는 행사가격 K는 90, 기초자산 S는 100, 기초자산 가격의 변동성 변수 v 는 0.09, 관측시점 t 는 0, 이자율은 0.05, 평균 회귀율 상수 κ 는 1.15, 변동성 변수의 장기 평균 상수 θ 는 0.348, 기초자산 가격과 변동성 변수의 상관 계수 ρ 는 -0.64, 변동성 변화 상수 σ 는 0.39 값을 갖는 것을 예로서 나타내었다.
- [0108] 예를 들어, 도 3에서는 만기 시점 T가 0.2이고, n 이 100일 때 본 발명에 따라 정의된 가격 결정 함수를 통해 결정된 옵션의 가격은 10.6731 값을 가지며, 연산 처리 시간 즉, CPU는 2.516 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 이때, 동일 조건에서 종래의 시뮬레이션을 통한 가격 추정 방식을 통해 추정된 옵션의 가격은 10.6670 값으로 추정되며, 신뢰 구간(Confidence Interval)으로서 10.6207 및 10.7134의 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한, 종래의 가격 추정 방식에서 시뮬레이션 컴퓨팅 시간은 100.375가 소모되는 것을 확인할 수 있다.
- [0109] 이상에서는, 동일 만기 시점 및 n 값을 기준으로 종래 가격 추정 방식 및 본 발명의 가격 결정 방법에 따른 가격 결정을 비교하였다. 이때, 도 3에서와 같이 나머지 조건들에서도 본 발명에 따른 가격 결정 방법을 이용하여 옵션 가격을 산출할 때의 처리 속도가 종래의 가격 추정 방식에 비해 현격하게 빠른 것을 확인할 수 있다.
- [0110] 또한, 옵션 가격을 결정하는데 있어서도 종래의 가격 추정 방식에서는 옵션 가격의 추정치 및 신뢰 구간 값들이 산출되지만 본 발명에 따른 가격 결정 방법에서는 가장 적합한 하나의 기대 가격이 산출되므로 효율적으로 옵션 가격을 결정할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0111] 이상에서, 본 발명의 장치 및 방법은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.
- [0112] 본 발명에 따른 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시아 옵션 가격 결정 장치가 수행하는 옵션 가격 결정 방법은 또한 데이터 처리 및 연산을 수행할 수 있는 컴퓨터상에서 구현될 수 있다. 즉, 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록매체에 상기 컴퓨터가 읽어드릴 수 있는 프로그램 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록매체에는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 상기 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체에는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽어드릴 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0113] 또한, 본 발명에 따른 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시아 옵션 가격 결정 장치가 수행하는 옵션 가격 결정 방법은 네트워크 인터페이스, 입출력 인터페이스, 및 저장 장치 등을 포함하는 일반적 컴퓨터 시스템에서 상기 컴퓨터를 제어하는 마이크로프로세서를 통해 수행되도록 할 수 있다. 예컨대, 본 발명에 따른 헤스톤 확률 변동성 모형에 기반한 아시아 옵션 결정 장치가 상기 마이크로프로세서에 시스템 온 칩(system-on-chip) 형태로 구현될 수 있다.
- [0114] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0115] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미

및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면의 간단한 설명

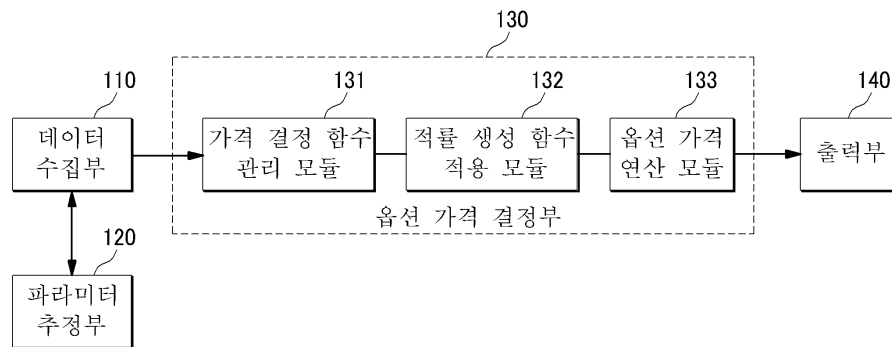
[0116] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 아시안 옵션 가격 결정 장치의 구성도이다.

[0117] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 아시안 옵션 가격 결정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

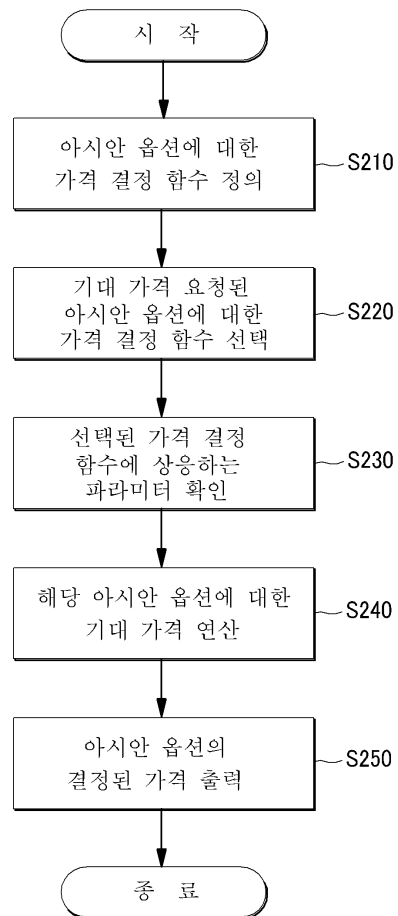
[0118] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 아시안 옵션 가격 결정 방법과 종래의 아시안 옵션 가격 추정 방법을 비교한 도면이다.

도면

도면1



도면2



도면3

T	n	Our method		Simulation*		
		Option value	CPU	Option value	Confidence Interval	CPU
0.2	10	10.8242	0.422	10.8381	(10.7891, 10.8871)	101.328
	50	10.6892	1.281	10.6995	(10.6529, 10.7461)	99.469
	100	10.6731	2.516	10.6670	(10.6207, 10.7134)	100.375
	300	10.6624	8.266	10.6592	(10.6130, 10.7054)	99.281
	∞	10.6571	0.141	10.6547	(10.6088, 10.7007)	107.266
0.5	10	12.6541	0.250	12.6631	(12.5880, 12.7383)	99.031
	50	12.3149	1.344	12.3132	(12.2421, 12.3843)	94.984
	100	12.2737	2.609	12.3175	(12.2467, 12.3883)	98.688
	300	12.2465	7.188	12.3263	(12.2559, 12.3967)	100.359
	∞	12.2328	0.125	12.1807	(12.1106, 12.2509)	102.094
1	10	15.3195	0.297	15.2835	(15.1751, 15.3918)	93.766
	50	14.7221	1.281	14.7495	(14.6474, 14.8517)	96.125
	100	14.6497	2.469	14.6105	(14.5096, 14.7114)	91.859
	300	14.6018	7.344	14.5246	(14.4245, 14.6248)	92.016
	∞	14.5777	0.125	14.5153	(14.4150, 14.6156)	97.344
2	10	19.3037	0.313	19.2514	(19.0883, 19.4146)	91.813
	50	18.3260	1.328	18.4026	(18.2493, 18.5558)	91.828
	100	18.2082	2.609	18.1105	(17.9599, 18.2611)	91.969
	300	18.1302	7.797	18.0058	(17.8559, 18.1557)	92.031
	∞	18.0910	0.125	17.9782	(17.8291, 18.1274)	97.375
3	10	22.0699	0.313	22.0481	(21.8381, 22.2580)	91.906
	50	20.8106	1.313	20.8888	(20.6950, 21.0827)	91.969
	100	20.6597	2.547	20.9112	(20.7170, 21.1054)	91.891
	300	20.5599	7.578	20.5552	(20.3636, 20.7468)	92.141
	∞	20.5096	0.125	20.4548	(20.2649, 20.6446)	97.516