

期末專案 Heston model的亞式、美式 蒙地卡羅模擬

財務演算法 (2021 spring) 期末作業
黃冠綸、邱祥鴻

[jian5753/heston-monte-carlo-multiThread \(github.com\)](https://github.com/jian5753/heston-monte-carlo-multiThread)

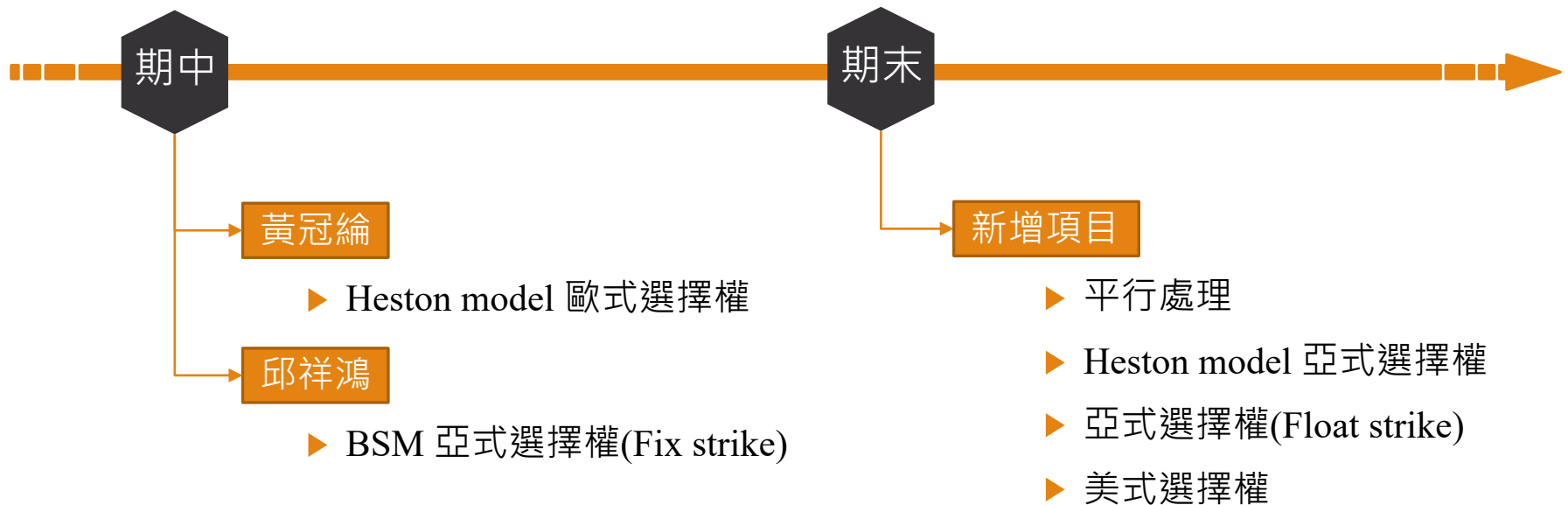
目錄

1. 版本更新重點整理
2. 程式畫面說明
3. 程式碼物件說明

01

版本更新重點整理

期中、期末比較



平行化將模擬路徑所需時間減少近10倍

未使用平行運算(期中)

heston model montecarlo simulation

pricing paths

option parameters	heston parameters	simulation parameter
S0: 101.52	rho: -0.9	# of path: 10000
K: 100.0	kappa: 1.5	seed: 1234
var0: 0.00770547621	theta: 0.04	price
T: 1.0	sigma: 0.3	pricing result
rf: 0.001521		call: 6.7828
		put: 5.0087

message

done. time consumption: 1163 ms. call price: 6.7828, put price: 5.0087. clear

使用平行運算(期末)

heston model montecarlo simulation

pricing paths asian option

option parameters	heston parameters	pricing result
S0: 103.44	rho: -0.27781427011	call_euro: 6.1408
K: 100.0	kappa: 2.20366282736	put_euro: 2.4648
var0: 0.00770547621	theta: 0.01649517840	call_amrc: 6.7565
T: 1.0	sigma: 0.33220849746	put_amrc: 3.0199
rf: 0.001521		

simulation parameter

of path: 10000 seed: 1234 price

message

done. time consumption: 145 ms for euro, 2918 ms for amrc
call price: 6.1408, 6.7565, put price: 2.4648, 3.0199. clear

新增美式與亞式選擇權的定價功能

新增亞式定價

heston model montecarlo simulation

pricing paths **asian option**

Parameters	
S0	103.44
K	100.0
Var0	0.007705
T	1.0
rf	0.001521
rho	-0.27781
kappa	2.203662
theta	0.016495
sigma	0.332208

type of average

☒ Arithmetic
☐ Geometric

type of strike

☒ Fixed
☐ Floating

pricing result

Call

Put

新增美式定價

heston model montecarlo simulation

pricing paths asian option

option parameters	
S0	103.44
K	100.0
var0	0.00770547621
T	1.0
rf	0.001521

heston parameters	
rho	-0.27781427011
kappa	2.20366282736
theta	0.01649517840
sigma	0.33220849746

pricing result

call_euro 6.1408

put_euro 2.4648

call_amrc 6.7565

put_amrc 3.0199

simulation parameter

of path 10000 seed 1234

message

done. time consumption: 145 ms for euro, 2918 ms for amrc
call price: 6.1408, 6.7565 , put price: 2.4648, 3.0199.

02

程式畫面說明

執行檔與程式碼位置

執行檔:

hestonSimulation_multiThread\hestonSimulation_multiThread\bin\Debug\hestonSimulation_multiThread.exe

hestonSimulation_multithread 專案

heston model montecarlo simulation

pricing paths asian option

option parameters

S0	103.44
K	100.0
var0	0.00770547621
T	1.0
rf	0.001521

heston parameters

rho	-0.27781427011
kappa	2.20366282736
theta	0.01649517840
sigma	0.33220849746

pricing result

call_euro	6.1408
put_euro	2.4648
call_amrc	6.7565
put_amrc	3.0199

simulation parameter

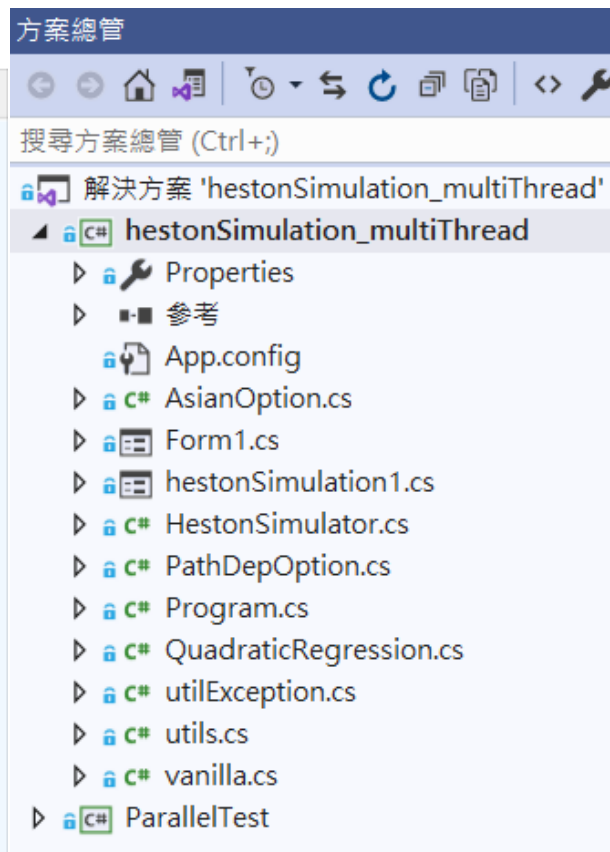
of path 10000 seed 1234 price

message

done. time consumption: 145 ms for euro, 2918 ms for amrc
call price: 6.1408, 6.7565 , put price: 2.4648, 3.0199.

clear

主程式畫面截圖



Visual Studio畫面截圖

Pricing 頁面說明

The screenshot shows a software interface for a Heston model Monte Carlo simulation. It includes tabs for 'pricing', 'paths', and 'asian option'. The 'pricing' tab is active, displaying input parameters, simulation settings, and results. Annotations in Chinese explain the fields and buttons.

Option Parameters	Heston Parameters	Pricing Results
S0: 103.44	rho: 0.2778127011	call_euro: 6.1408
K: 100.0	kappa: 2.20562736	put_euro: 2.4648
var0: 0.00770547621	theta: 0.0000000000	call_amrc: 6.7565
T: 1.0	sigma: 0.0000000000	put_amrc: 3.0199
rf: 0.001521		

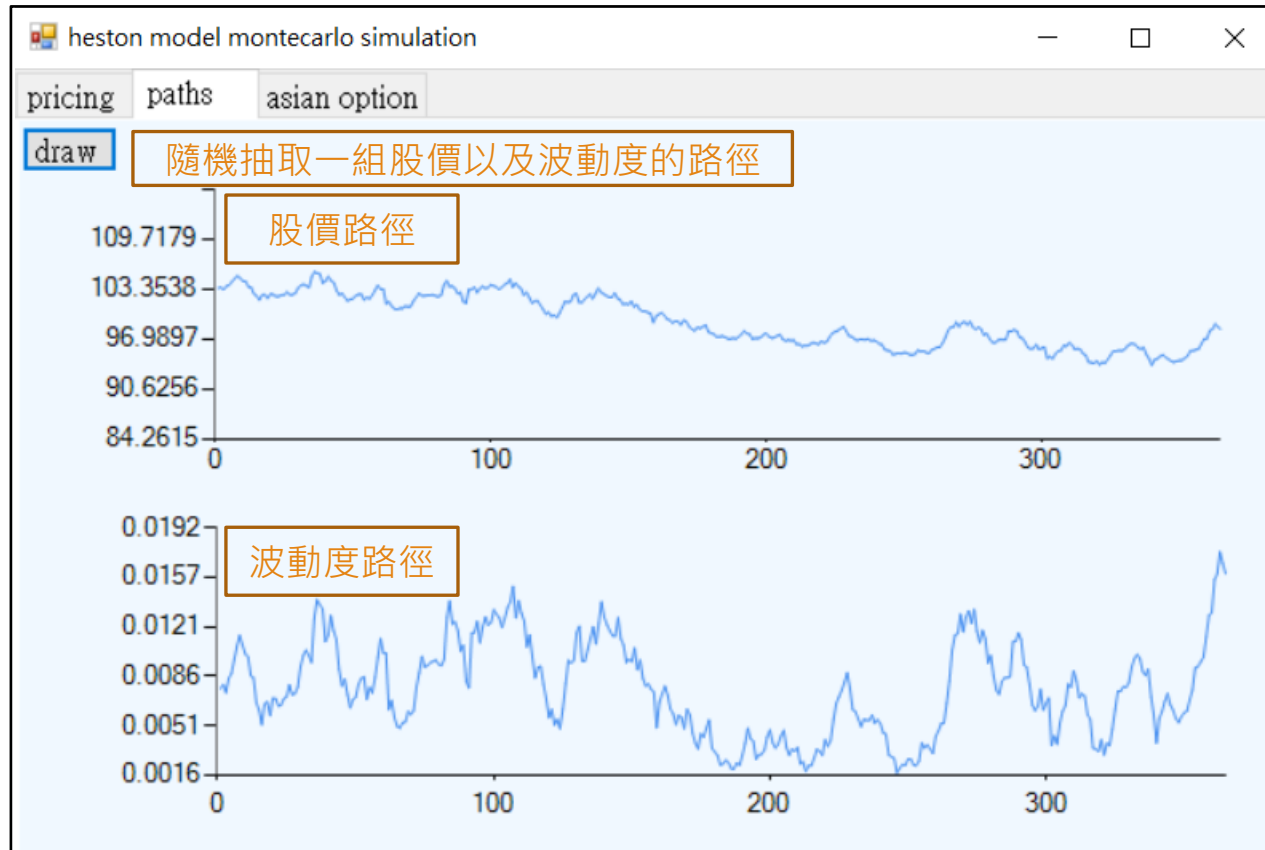
Simulation Parameters: # of path: 10000, seed: 1234

Message: done. time consumption: 145 ms for euro, 2918 ms for amrc
call price: 6.1408, 6.7565, put price: 2.4648, 3.0199.

Buttons: 開始模擬 (Start Simulation), price, clear

Pricing頁面截圖

Paths 頁面說明



Path頁面截圖

Asian Option 頁面說明

heston model montecarlo simulation

pricing paths asian option

Parameters

S0	103.44
K	100.0
Var0	0.007705
T	1.0
rf	0.001521
rho	-0.27781
kappa	2.203662
theta	0.016495
sigma	0.332208

type of average

☒ Arithmetic

☐ Geometric

決定平均數算法

type of strike

☒ Fixed

☐ Floating

決定報酬算法

pricing result

Call

Put

price

模擬結果:亞式買權價格

模擬結果:亞式賣權價格

開始模擬

由pricing頁面擷取參數

asian option頁面截圖

03

程式碼物件說明

程式碼物件說明

檔案: utils.cs

物件: Utils

功能:

定義陣列相關運算。

方法:

Power, Add, Sub, Mul, Sum :

基礎四則運算

Mean : 算術平均

GeoMean : 幾何平均

Var, Cov, Max : 統計計算方法

GreaterEqual

Greater

Not

And

Rep

} 陣列元素及邏輯處理

檔案: utilException.cs

物件: Exception

功能: 適時提供報錯資訊

程式碼物件說明

檔案: vanilla.cs

物件: BSMoption

功能: 儲存選擇權參數並定價。

方法:

Payoff:

虛擬函數。其他繼承於此類別的
函數需要實作不同的報酬函數，
以實現各式選擇權之定價。
(只適用於路徑獨立的選擇權)

priceSampleMean:

依照模擬結果算出歐式選擇權價
格。

AmrcPrice:

依照模擬結果使用LSMC演算法
進行美式定價

物件: HestonOption(繼承自BSMoption)

功能:

比 BSMoption 多儲存了 Heston
model 需要的參數

物件: VanillaCall (繼承自 HestonOption)

功能: 實作 call 的報酬函數

物件: VanillaPut (繼承自 HestonOption)

功能: 實作 put 的報酬函數

程式碼物件說明

檔案: PathDepOption.cs

物件: PathDepOption_heston
(繼承自 HestonOption)

功能:

新增適合路徑相依選擇權的虛擬函數。待後續繼承的物件實作報酬函數。

檔案: AsianOption.cs

物件:

AsianOptionFixCall、AsianOptionFixPut、
AsianOptionFloatCall、AsianOptionFloatPut、
AsianOptionFixCall_Geo、
AsianOptionFixPut_Geo、
AsianOptionFloatCall_Geo、
AsianOptionFloatPut_Geo
(皆繼承自PathDepOption_heston)

功能:

實作各自的報酬函數。

程式碼物件說明

檔案: HestonSimulator.cs

物件: HestonSimulator

功能:

根據傳入的選擇權以及其他參數進行模擬。

方法:

drawSt:

模擬 Heston model 下， n 條路徑在到期日時間點的股價。
(已有平行化處理)

drawSPath:

模擬 Heston model 下， n 條路徑每個時間點的股價。
(已有平行化處理)

drawSandVPath:

模擬 Heston model 下。單一組股價與波動度路徑
(用於 paths 頁面)。

檔案: AsianOption.cs

物件: QudraticRegression

功能:

建立二次多項式回歸及預測
(用於美式選擇權)

方法:

fit:

依據傳入的資料(y, x)找到二次多項式回歸的OLS估計式。
可以藉由傳入一個 bool 陣列決定只用特定資料做模型訓練。

predict:

根據傳入的資料(x)以及配適好的係數計算出預測值(y)。

謝謝大家

黃冠綸、邱祥鴻