

目で見えるクオンツ分析：多期間最適化とポートフォリオリスク分析

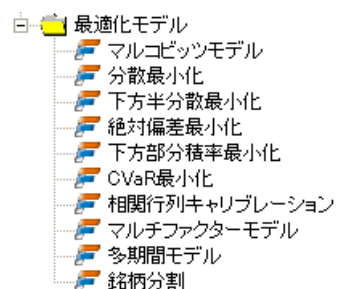
株式会社 数理システム 数理計画部

1. FIOPT 概説

金融工学の定量的な分析には、データを加工、統計量を算出して最適化にかけ、データを一日分ずつずらしながら処理を繰り返してバックテストをするといった様々な処理が必要で、複数のツールを有機的に連携させるプラットフォームが不可欠です。FIOPT は、そんな金融工学における分析を支援する統合分析ツールです。

1.1. オプティマイザ

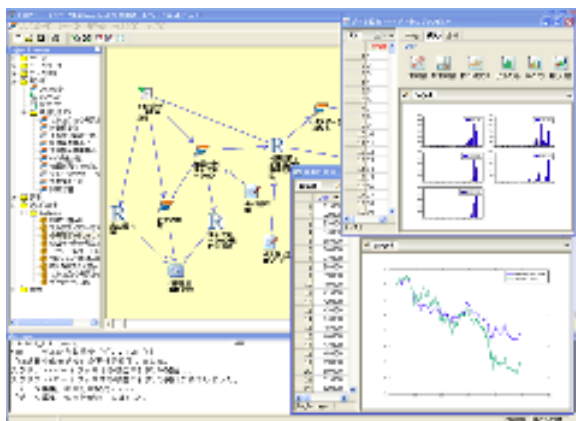
多くの機関投資家の方にご利用頂いているオプティマイザ NUOPT のエンジンとマルコビッツモデルなどの定番の最適化モデルが付属しており、必要なデータを用意するだけで最適化が実行できます。多期間ポートフォリオ最適化など先進的な最適化技術もそのままご利用になれます。また、受託サービスによって独自の最適化モデルの作成も承ります。



1.2. 統計解析など外部ツールとの連携

回帰でファクターリターンを求めてその分散を計算する、乱数により金利シナリオを発生するなど定量的な分析には統計処理がつきものです。共分散行列を求めたいだけなのに Excel を立ちあげたりしていませんか？FIOPT なら統計解析ツール R / S-PLUS と連携して手軽に済ませることができます。また、金融分野において外部ツールとの連携手段としてポピュラーなのが CSV ファイルです。FIOPT は CSV ファイルから所定の列や行のみを読み込んだり、行と列をひっくり返して出力したり、ファイル名を添字として読み込んだり、と痒いところに手が届く CSV ファイル操作機能を備えています。

1.3. ビジュアルプログラミング



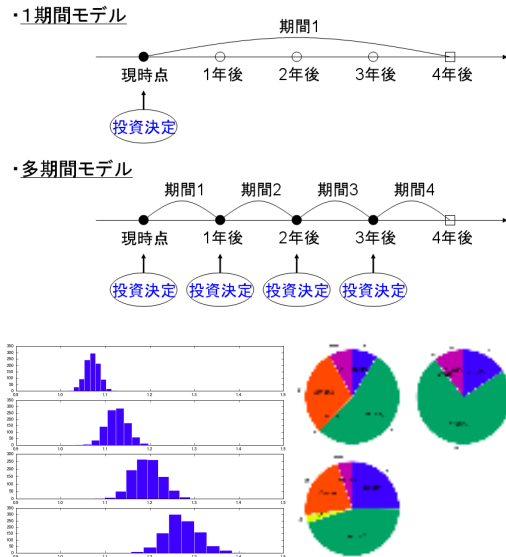
例えばポートフォリオのリスクモデルは、概念的には簡素でも、データ加工や統計処理などの手順を繰り返す複数のステップとして記述されます。データ加工やアドホックな手順を挟み込むうちに処理が複雑化し、改良したくてもどこに手をつけて良いかわからない、なんてことはありませんか？FIOPT はアイコンを線で接続することによって処理フローを記述しますので、自動的にモデルの動きを可視化し、全体の見通しがつけやすくなります。

2. 多期間ポートフォリオ最適化

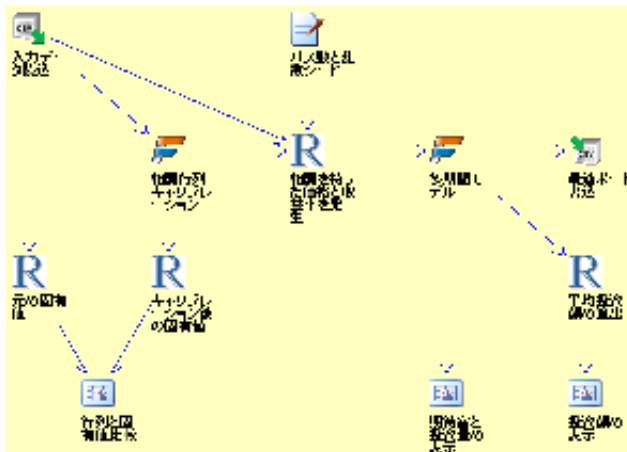
通常のポートフォリオ最適化モデルは、現在一回きりの投資の結果としてもたらされる富の分布を何らかの意味で最適化するものです。一方、多期間モデルは将来の投資の組替えも考慮に入れ、全体として得られる富の分布を最適化しようとするものです。このポートフォリオ最適化モデルはポートフォリオの組み入れ比率を変数とすると非線形最適化問題として定式化されるため、非常に扱いにくく、現実的な問題において解を求めることは困難とされていたのですが、慶應大学枇々木先生の多期間最適化モデル [1] の登場により線形計画問題に帰着され、現実的な問題に応用できるようになりました。

ただ、数理計画モデルが準備できても、将来にわたる各アセットの価格変動シナリオを構成しなければならない、など実際にモデルを実装する上で必要な準備はそれなりに手間のかかるものです。FIOPT は統計解析パッケージ R / S-PLUS とオプティマイザ NUOPT を結合して多期間最適化問題の解を求める一連のプロセスを一つのプラットフォーム上で表現することができます。

1 期間モデルと多期間モデル



3. FIOPT による実行フロー

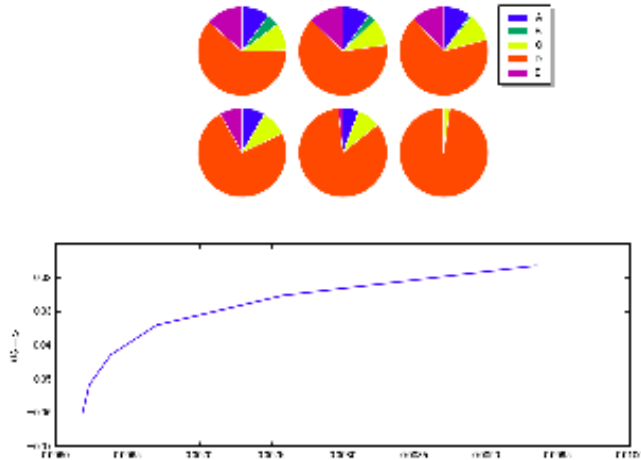


左図は多期間最適化モデルを FIOPT によって表現したフローです。アイコン「多期間モデル」が多期間最適化問題を解くものですが、その前段「相関を持った価格と収益率を発生」でもアセットの価格シナリオを計算するのに、統計解析パッケージ R を用いてモーメントマッチングや Quadratic Resampling と呼ばれる処理を行い、乱数の質を向上させています。

また、各アセットの期毎の期待収益率、標準偏差、相関といった入力データは「入力データ読込」により CSV ファイルから読み込んでおり、結果として得られた最適ポートフォリオは「最適ポート書込」により CSV ファイルとして出力しています。

4. 結果の表示

FIOPT にはデータを視覚化するツールが付属しており、用途に適した様々なグラフを簡単なマウス操作だけで表示させることができます。右図はポートフォリオ最適化問題における効率的フロンティアの結果をグラフ化したもので、上段は各プロット点における組入比率を円グラフにより図示したものです。このように FIOPT では簡単なマウス操作だけで分析結果をグラフ化することができ、試行錯誤しながら分析フローを構築することができます。また、通常フロンティア曲線を描く場合は、期待収益率の下限を変更しながらポートフォリオ最適化問題を繰り返し解くという手続きを記述する必要がありますが、FIOPT ではマウス操作一つで簡単に実行フローを繰り返し実行させることができます。



5. 相関行列のキャリブレーション

	ev	-
1	2.250766	
2	1.924577	
3	1.894918	
4	1.727269	
5	1.583267	
6	1.454300	
7	1.366978	
8	1.226813	
9	1.122615	
10	1.002967	
11	0.885988	
12	0.760157	
13	0.705660	
14	0.642594	
15	0.532601	
16	0.500257	
17	0.391687	
18	0.145417	
19	0.006183	
20	-0.125016	



	ev	-
1	2.236320	
2	1.905698	
3	1.872435	
4	1.708748	
5	1.567992	
6	1.433184	
7	1.350192	
8	1.207030	
9	1.108907	
10	0.985341	
11	0.868380	
12	0.739986	
13	0.688369	
14	0.622609	
15	0.513650	
16	0.483034	
17	0.376394	
18	0.131725	
19	0.100003	
20	0.100001	

多期間最適化モデルの実行フローでは、各アセットは他のアセットおよび、そのアセット自身の前後とも相関していると仮定してシナリオを発生させています。相関を示す相関行列は定性的な予想に基づいて人間が生成するものですが、相関行列は正定値である必要があるという制約が実務家を悩ませていました。実はこの問題は半正定値計画問題という特殊な最適化問題を解くことによって解消可能であることが知られています。「相関行列キャリブレーション」がその最適化問題を解く処理に対応します。ここではこのアイコンの働きによってユーザーが正定値でない相関行列を与えているにもかかわらず、無事にシナリオの発生が可能となっています。相関行列の補正を実際に確認するため、補正前と補正後の

相関行列の固有値を左図に表示していますが、一番小さな固有値の値が 0 より大きくなり、相関行列は意図通りに補正されていることがわかります。

参考文献

[1] 枇々木規雄, 最適資産配分問題に対するシミュレーション/ツリー混合型多期間確率計画モデル, 高橋一編, ジャプイー・ジャーナル金融工学の新展開, 2001年6月, pp.89-119