

遺伝的アルゴリズムによる不動産投資信託ポートフォリオ最適化問題の解法 Solution Algorithm for the Portfolio Optimization Problems of REIT Using GA

1941048 齋藤 広豊

Hiroto SAITO

指導教員 秋葉 知昭

In this paper, I consider the portfolio optimization problem of diversified investment in companies that treat REIT as financial products. The portfolio optimization problem is the problem of finding the optimal portfolio for an investor. Considering the trade-off between the two indicators of risk and return, we solve the problem of minimizing risk under a constant return. In this paper, stock selection is performed using a genetic algorithm, and a portfolio optimization problem is solved based on the stock selection. Use the Markowitz model to find the optimal investment ratio.

1. 緒言

超低金利時代において、限られた富裕層のみならず、将来に不安を抱く多くの人々が、株式などリスク資産に高い関心を持っている。超低金利時代では金利が低いため、リスク資産への投資には現実性がある。また、経済活動の活性化を促す効果も期待できる。

しかし、投資には、預貯金に比べて資産を増やしやすいというメリットがあるが、リスクが高いというデメリットも挙げられる。実際に投資を始めない理由として「損をする可能性が高いこと」、「何を買って良いかかわからないから」という回答が挙げられていた[1]。

本研究では、不動産投資信託(REIT)を金融商品として取り扱う企業への分散投資のポートフォリオ最適化問題に取り組む。REITを取り扱っている企業の中でリスクを最小にして、リターンを最大にできるポートフォリオ最適解について遺伝的アルゴリズムを用いて求める。

2. 資産運用について

2.1 ポートフォリオとは

ポートフォリオとは、運用対象として保有する株式、公社債、短期金融商品など、保有資産の構成内容のことである。ポートフォリオの決定には、さまざまな理論があり、これらポートフォリオ選択理論に基づいて資産配分比率が決定される[3]。

ポートフォリオは、円グラフで表すことができる。

図1にポートフォリオの例を示す[2]。

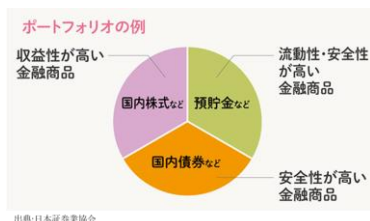


図1 ポートフォリオの例

2.2 REITとは

REIT(リート)とは、投資者から集めた資金で不動産への投資を行い、そこから得られる賃貸料収入や不動産の売買益を原資として投資者に配当する商品で、一般的に「不動産投資信託」とよばれる。

図2にREIT全体の流れを示す[4]。

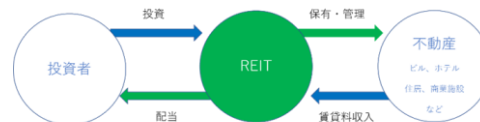


図2 REIT全体の流れ

3. REITを利用した分散投資問題[5][6]

太文字はベクトルと行列を表す、 \cdot^T は転置行列を表す。

自己資金を単位とした資産*i*への投資額を $x_i \in \mathfrak{R}$, $i = 1, \dots, n$ とする。投資に自己資金のみを用いる場合、投資額 $x_i \in \mathfrak{R}$ の合計は

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1 \quad (1)$$

となる。また、空売りは禁止して $0 \leq x_i$ とする。

REITに投資したポートフォリオのリターンは

$$g(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}) = \sum_{i=1}^n \xi_i x_i = \boldsymbol{\xi} \mathbf{x}^T \quad (2)$$

となり、 $g(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}) \in \mathfrak{R}$ は以下の正規分布に従う。

$$g(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}) \sim \mathcal{N}(\boldsymbol{\mu}_g(\mathbf{x}), \sigma^2(\mathbf{x})) \quad (3)$$

式(13)の正規分布の平均(期待値)は

$$\boldsymbol{\mu}_g(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \mu_i x_i = \boldsymbol{\mu} \mathbf{x}^T \quad (4)$$

である。また、分散 $\sigma^2(\mathbf{x})$ は

$$\sigma^2(\mathbf{x}) = \mathbf{x} \mathbf{C} \mathbf{x}^T \quad (5)$$

になる。

Markowitzモデルを利用した場合は

$$\begin{cases} \min & \sigma^2(\mathbf{x}) = \mathbf{x} \mathbf{C} \mathbf{x}^T \\ \text{s.t.} & \boldsymbol{\mu}_g(\mathbf{x}) = \boldsymbol{\mu} \mathbf{x}^T \geq \gamma, \\ & x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1, \\ & 0 \leq x_i, i = 1, \dots, n \end{cases} \quad (6)$$

となる。

4. 結果及び考察

4.1 本研究について

本研究では、遺伝的アルゴリズムを利用して銘柄選択を行い、ポートフォリオ最適化問題を解く。計算は Python を使ってコーディングと実行を行う。

4.2 使用するデータ

本研究で使用するデータは、Prop Tech plus(株) REITDB サービスから提供していただいたものから 2017年1月1日から2021年12月31日までのデータを使用する[7]。

4.3 実験方法

(1)銘柄選択

まず、遺伝的アルゴリズムの条件を定義していく。本研究では、52銘柄の中から銘柄の選択を行う。適応度の評価にシャープレシオを使う。シャープレシオが高いほど良い個体とする。選択はルーレット選択を使い、交叉は一様交叉を使う。交叉確率は95%にする。突然変異の確率は0.05%で計算を行う。

(2)ポートフォリオ最適化

遺伝的アルゴリズムを利用して銘柄選択をした結果を基に、パネルデータを作り、パネルデータから共分散行列と期待収益率を求め、2次計画問題である分散投資問題を Python のライブラリの CVXOPT を使って最適な解を求める。

4.4 結果

式(6)の REIT を利用した分散投資問題において、5.2節で述べたデータの日足データを使用した[7]。2017年1月1日から2021年12月31日の5年分の日足データを使った。5年分の日足データがすべてある資産数は52銘柄だったので、 $n = 52$ で実験を行った。

GAのパラメータ設定は、個体数は500、世代数は1000、エリート個体数は30、最大停滞数は30で計算を行った。本研究では選択の制限を設けていないため、銘柄はすべて選択された。比率が高い順に8984(大和ハウスリート投資法人)で約38%、8961(森トラスト総合リート法人)で約27%、3463(いちごホテルリート法人)で約14%、3283(日本プロロジスリート投資法人)で約12%、3269(アドバンス・レジデンス投資法人)で約9%である。ポートフォリオの分散は0.49%になった。この5つの銘柄選択と比率を基にポートフォリオを作成する。図3作成したポートフォリオを示す。

4.5 考察

ポートフォリオに選択された銘柄のうち、投資比率

が高い上位2つは総合型であることが分かった。これは総合型の特徴として分散投資をすることでリスクを小さくすることができることが影響しているのではないかと考えられる。

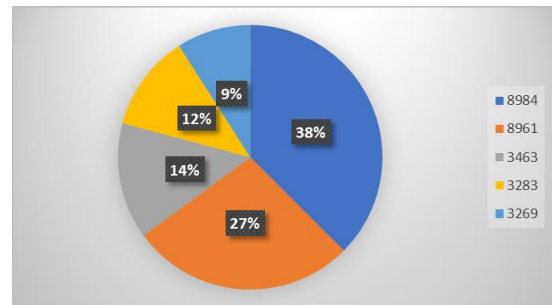


図3 ポートフォリオ

5. 結 言

本研究では、不動産投資信託(REIT)を金融商品として取り扱う企業への分散投資のポートフォリオ最適化問題に取り組み、REITを取り扱っている企業の中でリスクを最小にして、リターンを最大にできるポートフォリオ最適解について遺伝的アルゴリズムを用いて求め、その結果からREITのポートフォリオを実際で作成することができた。

今後の課題は、「銘柄選択」である。銘柄選択では、選択の制限を入れていないのですべて選択されてしまっている。銘柄選択の制限次第では投資比率も変わる可能性があるため、選択に制限を入れて実験を行う必要があると考える。

謝 辞

データをご提供いただいた Prop Tech plus(株)の方々に深くお礼申し上げます。

文 献

- [1] 野村アセットマネジメント https://www.nomura-am.co.jp/corporate/surveys/pdf/20220816_C42D753F.pdf
- [2] 日本証券業協会 <https://www.jsda.or.jp/jikan/>
- [3] 大和証券 <https://www.daiwa.jp/glossary/YST1669.html>
- [4] 三井住友トラスト・アセットマネジメント <https://www.smtam.jp/pickup/reit/outline/>
- [5] Markowitz, H : Mean-Variance Analysis in portfolio Choice and Capital Markets, Basil Blackwell (1987)
- [6] 折登由希子: 融資を利用した分散投資における金利とポートフォリオの同時最適化 (2020)
- [7] Prop Tech plus(株) REITDB サービス