

# Black-Litterman Portfolios with Machine Learning derived Views

Haoyu Guan<sup>1</sup>, Yishuang Bao<sup>1</sup>, Ruizhe He<sup>1</sup>, Ziqi Chen<sup>1</sup>, and Yifei Zhang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Questrom School of Business, Boston University

2019.12.11

## Abstract

In this report, we build various Black-Litterman models on a multi ETF portfolio and test their performance. Following Meucci(2010)[1], we build our own set of view matrix  $Q_t$  and  $P$  using Machine Learning classifiers to calculate conditional expected return. And we also do the back testing process to evaluate the performance of the whole model.

## 1 Introduction

At a time when portfolio optimization used to take as inputs only the expectations and the covariances of a set of assets computed from a given reference model. The Black-Litterman asset allocation model , created by Black and Litterman put view portfolios,the expected returns on those portfolios,the confidence in the view portfolios and the uncertainty on the reference model.

Table 1: Table Title

Column	Column	Column
Row	data	data
Row	data	data
Row	data	data
Row	data	data

## 2 Section Heading

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus vel tempus risus, sit amet consectetur massa. Duis rutrum lectus eu ligula egestas iaculis. Sed condimentum, ipsum in dignissim condimentum, nisi turpis blandit massa, et aliquam magna ligula eget lacus.

Donec ac eleifend nulla, quis cursus nisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus vel tempus risus, sit amet consectetur massa. Duis rutrum lectus eu ligula egestas iaculis. Sed condimentum, ipsum in dignissim condimentum, nisi turpis blandit massa, et aliquam magna ligula eget lacus. Donec ac eleifend nulla, quis cursus nisi.

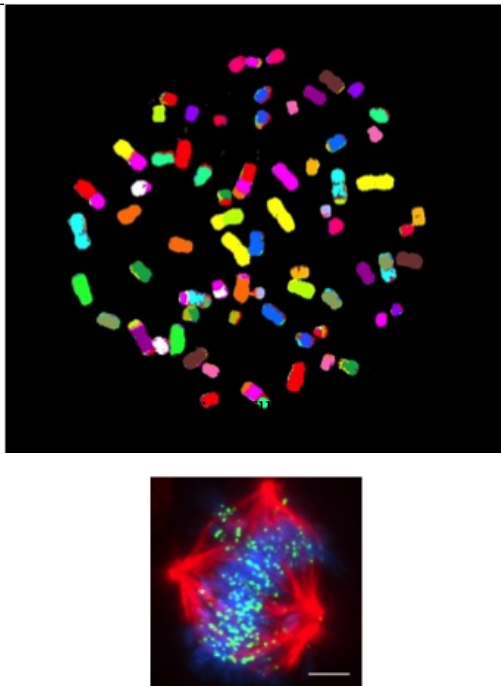


Figure 2: Figure caption

$$\Delta = \sum_{i=1}^N w_i (x_i - \bar{x})^2 \quad (1)$$

## 2.1 Subsection Heading

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus vel tempus risus, sit amet consectetur massa. Duis rutrum lectus eu ligula egestas iaculis. Sed condimentum, ipsum in dignissim condimentum, nisi turpis blandit massa, et aliquam magna ligula eget lacus. Donec ac eleifend nulla, quis cursus nisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus vel tempus risus, sit amet consectetur massa. Duis rutrum lectus eu ligula egestas iaculis. Sed condimentum, ipsum in dignissim condimentum, nisi turpis blandit massa, et aliquam magna ligula eget lacus. Donec ac eleifend nulla, quis cursus nisi.

## 3 Section Heading

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus vel tempus risus, sit amet consectetur massa. Duis

rutrum lectus eu ligula egestas iaculis. Sed condimentum, ipsum in dignissim condimentum, nisi turpis blandit massa, et aliquam magna ligula eget lacus. Donec ac eleifend nulla, quis cursus nisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus vel tempus risus, sit amet consectetur massa. Duis rutrum lectus eu ligula egestas iaculis. Sed condimentum, ipsum in dignissim condimentum, nisi turpis blandit massa, et aliquam magna ligula eget lacus. Donec ac eleifend nulla, quis cursus nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra.

## References

### A Appendix Heading

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus vel tempus risus, sit amet consectetur massa. Duis rutrum lectus eu ligula egestas iaculis. Sed condimentum, ipsum in dignissim condimentum, nisi turpis blandit massa, et aliquam magna ligula eget lacus. Donec ac eleifend nulla, quis cursus nisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Suspendisse accumsan magna est, quis elementum leo laoreet eu. Donec sollicitudin elit non massa venenatis, in viverra dolor sagittis. Maecenas ac justo pulvinar, consectetur mauris hendrerit, vulputate lacus. Etiam tristique sapien quis sem commodo, et eleifend tortor viverra. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus vel tempus risus, sit amet consectetur massa. Duis rutrum lectus eu ligula egestas iaculis. Sed condimentum, ipsum in dignissim condimentum, nisi turpis blandit massa, et aliquam magna ligula eget lacus. Donec ac eleifend nulla, quis cursus nisi.