

Winfor-Mkv

Mkv是为给定条件下，进行股票资产权重优化的计算而开发的python程序，理论基础是马尔科维茨的组合优化理论，适用于Windows 7及以上版本，Mac及Linux用户需要从源码进行重新打包，不能够直接运行 Mkv_start.exe。

主要构成：

- 数据来源：Wind提供的量化API，用户需要安装机构版Wind，并修复Python接口插件
- 参数设定：用户可通过console窗口的提示依次输入所需要的参数，程序将输入的参数保存在 configParam_mkv.conf 文件。
- 优化器：权重优化是一个quadratic optimization凸优化问题，使用的优化器是MOSEK，需要用户每年免费申请[MOSEK license](#)。许可证将发送到用户申请所提供的邮箱地址，下载 mosek.lic 文件到本地。
- 输入输出：支持 .txt .xls .xlsx 格式输入需要回测的股票代码，输出结果采用 .xlsx 文件。

实现功能：

- ☑ 指定在交易日交易时段内具体时刻 T ，提取股票或指数 $S_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ 截止到定时 T 前 l 个交易日的日收益率 $r_{it}, t \in \{T - l + 1, \dots, T\}, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ 作为估计股票集合 S 日平均收益率向量 μ 和日收益率协方差矩阵 M 的样本数据。
- ☑ 支持部分约束：做空约束，组合年化波动率上限约束，单股最大绝对值权重约束。在约束条件下，最大化组合期望收益率。
- ☑ **real-time mode=2**：根据前 l 个交易日股票集合的收益率数据，优化结果 ω 作为下期持仓的建议。
- ☑ **back-test mode=1**：根据设定的开始时间 start-time (yyyy-mm) 和结束时间 end_time (yyyy-mm) 提取区间内的月末交易日日期 $d_p, p \in \{1, 2, \dots, P\}$ ，在每个月末时点上以前 l 个交易日的股票集合日收益率数据估计最优权重 ω_p ，并以此作为持仓权重持有资产至下月末 d_{p+1} 。在回测期内，将得到从第2月到第 $P + 1$ 月的模拟组合收益率。

模型说明：

首先说明变量与记号便于模型构建与理解。

- r_{it} ：资产 i 在第 t 日的日收益率
- c_t ：第 t 日的现金收益率，一般设定为常数 c
- \bar{x}_i ：资产 i 样本内日均收益率， $\bar{x}_i = \sum_{t=1}^T r_{it}$
- M ：资产集合 S 样本协方差
- Q ： M 的特征向量矩阵

- λ : M 的特征值向量, 所以有 $M = Q\lambda Q^T$
- ω_i : 资产 i 在组合中的权重
- u_i : 资产 i 的权重上限
- σ : 组合年化标准差上限
- N^{td} : 每年交易日天数
- z : 目标函数, 组合期望收益率

$$z = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i \omega_i + (1 - \sum_{i=1}^n \omega_i) c = \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - c) \omega_i + c$$

这个二次规划问题的数学表达为:

$$\max \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - c) \omega_i$$

$$s.t. \sum_{i=1}^n |\omega_i| \leq 1$$

$$\frac{1}{2} \omega^T M \omega \leq \frac{\sigma}{2\sqrt{N^{td}}}$$

$$|\omega_i| \leq u_i, \text{ for } i \in \{1, 2, \dots, n\}$$

需要提示的是, 正则化条件要求特征向量 λ 所有分量非负, 否则 M 不满足半正定条件, 此时采用 `nearPD.nearestPD()` 求出 M 的“最近半正定矩阵”代替。

非半正定协方差矩阵在本例中不会产生于只能做多 `short=0` 的约束下, 但如果允许做空 `short=1`, 由于MOSEK的优化器表达不允许非线性的绝对值形式约束, 因此需要将 $\sum_{i=1}^n |\omega_i| \leq 1$ 进行先行改写。重定义资产 i 的权重:

- ω_i^+ : 持有资产 i 的多头净权重
- ω_i^- : 持有资产 i 的空头净权重

因此有 $\omega_i = \omega_i^+ - \omega_i^-$ 以及 $|\omega_i| = \omega_i^+ + \omega_i^-$ 。将资产 i 的空头视作是另一个对偶资产 i' , 与资产 i 的收益率相关系数为-1, $r_{it} = -r_{i't}$ 。扩展的协方差矩阵 $M' \in \mathbb{R}_{2n \times 2n}$ 不再是正定的, 因此需要采用 `nearestPD()` 进行修正。

用户须知

1.文件及配置

用户使用本程序，可直接运行 `Mkv_start.exe` 可执行程序，不需要本地python环境，但是部分支持文件需要仔细配置。

- 下载 `Mkv_start.exe` 到本地任意路径 `./directory/Mkv`
- 在同一文件夹下，新建 `WindPy.pth` 文件，并在文件中写入本机Wind安装地址，例如 `C:\Wind\Wind.NET.Client\WindNET\x64`
- 将 `mosek.lic` 证书文件放置在此文件夹下
- 进入Wind界面，在量化接口中修复python插件
- 在 `.txt .xls .xlsx` 文件中，第一列写入需要进行回测的Wind股票代码
- (可选做)下载`configParam_mkv.conf`到`./directory/Mkv`，直接在文件中修改对应的参数，注意注释中的解释和格式要求，并保存。
- 双击 `Mkv_start.exe` 开始程序，如果您已经执行了f.那么可以Enter跳过参数设置的步骤；如果您没有进行f.且是初次运行，那么您需要根据指示依次输入参数；如果您之前运行过程序，可以仅修改您需要更新的参数，其他部分可以跳过。

2.参数释义

code_file:第e.步创建的包含目标股票资产的文件地址 eg. `C:/Users/Dell/Mkv/codes.xls`

work_file:程序输出到的文件夹地址

mode:模式控制参数，如果`real-time mode=2`；或者 `back-test mode=1`

vol: 组合年化波动率上限，浮点数类型，eg `0.15`，表示15%

short: 表示做空约束，`short=1` 允许做空；`short=0` 仅能做多

max_weight: 单股最大绝对值权重，浮点数类型

cash_return: 年化现金收益率，浮点数类型

calc_time: 在 `mode=2` 下被调用，表示程序计算部分运行时间。期望是当日交易时间，如果早于当前，那么程序即刻运行，实际以当前时间为 `calc_time`；如果晚于当前，那么等待至定时运行主程序。如果早于当日，那么认为是对自定义时点的单次回测；如果晚于当日日期，默认立即执行。输入请遵循格式 `yyyy-mm-dd HH:MM:SS`, eg. `2018-12-10 10:20:00`

num_d: 用于回测的交易日长度

start_time: 在 `mode=1` 下被调用，表示回测开始的年月。格式`yyyy-mm`，回测从该月末交易日收盘开始。

end_time: 在 `mode=1` 下被调用，表示回测结束的年月。格式`yyyy-mm`，回测在该月末交易日收盘结束获得最后一次权重优化结果，并持有至后一个月结束。

3.输出结果解释

结果将以 .xlsx 格式输出到设定的 `work_file` 文件夹下，命名包含相关参数设定。

3.1 back-test模式

输出文件命名为`mkv_{code_file}_{longOnly,short}_yyyymm-yyyyymm.xlsx`，其中`code_file`为用户提供的输入文件名，`yyyymm`表示回测起始时间和结束时间。输出文件包含3+T张表：

- **sheet1:weights**: 第一列`code`，表示股票代码；第二列`name`表示股票简称；之后各列表示对应月末时点的优化权重结果。
- **sheet2:portfolio monthly return**: 各月末回测结果在下一个月持仓组合的收益率表现。
- **sheet3:{num_d}-day mean returns**: 第一列`code`，表示股票代码；第二列`name`表示股票简称；之后各列表示在至每个月末时点过去 `num_d` 个交易日的股票的平均日收益率。用于检测优化结果表现。
- **sheet4~T:Cov_{t}**: 输出回测至各个月末时点前 `num_d` 个交易日期间股票的协方差矩阵估计。用于检测优化结果。

3.2 real-time模式

输出文件命名为`mkv_{code_file}_{longOnly,short}_yymmdd.xlsx`，其中`code_file`为用户提供的输入文件名，`yymmdd`为 `calc_time` 的时间简写。输出文件包含3张表：

- **sheet1:weights**: 第一列`code`，表示股票代码；第二列`name`表示股票简称；第三列`weight`表示本次计算的优化权重结果。
- **sheet2:{num_d}-days mean returns**: 第一列`code`，表示股票代码；第二列`name`表示股票简称；第三列`mu`表示本次计算中，各股票在 `calc_time` 时点前 `num_d` 个交易日期间的收益率均值。用于检测优化结果。
- **sheet3:covariance**: 第一列`code`，表示股票代码；第二列`name`表示股票简称；之后列在 `calc_time` 时点前 `num_d` 个交易日期间股票的协方差矩阵。

开发者说明

当前程序运行需要python3.6及以上版本，其他python3版本需要修改字符串 `f'{var}'` 为 `{var}.format{var}`。Project包含5个.py文件，main函数入口在 `Mkv_start.py`。Project运行需要载入以下packages: `configparser`, `os`, `openpyxl`, `xlrd`, `datetime`, `WindPy`, `numpy`, `re`, `time`, `dateutil`, `calendar`, `scipy`, `mosek`。

1.Mkv_start.py

运行程序，创建 `Manage` 对象 `m=Manage()`，`__init__()` 函数将执行参数默认赋值以及参数文件的 `configParam_mkv.conf` 的创建及读取工作，并提示用户输入参数并保存。

- `Manage.init_conf(self)` 在项目文件夹下尝试读取该配置文件，如果该文件不存在，将自动创建同名空白文件。因为参数涉及中文路径，因此需要采用gbk编码格式。

```
f = open(CONF_NAME, "a+")
f.close()
self.conf.read(CONF_NAME, encoding="gbk")
```

该函数还将检测配合文件的`section`和`option`是否完整并且补全。完整的参数文件应当包含至少：

```
[dir]
code_file =
work_file =

[constraints]
mode =
vol =
short =
max_weight =
cash_return =

[calculation]
calc_time =
num_d =
start_time =
end_time =
```

这是配置文件初始化模板，用户可自行修改该文件或者通过运行程序输入参数修改和配置该文件。

- `Manage.set_code_file(self)` 用于从键盘读入文件地址，需要输入完整地址；如果无需更改之前的文件名，可以空白输入并Enter跳过。通过调用 `os.path.isfile` 检验是否存在该文件，如果文件有误则提示重新输入。
- `Manage.set_work_file(self)` 用于从键盘读入工作文件夹地址，该文件夹可以不存在，`os.path.makedirs` 将创建该文件夹并提示用户注意。最后一级文件夹命名 `/Mkv_output`。如果无需更改之前的文件名，可以空白输入并Enter跳过。
- `Manage.set_mode` 设置运行模式，`mode=1` 表示`back-test`模式，`mode=2` 表示`real-time`模式。
- `Manage.set_time_interval` 设置在回测时间区间。在 `mode=1` 条件下被调用，输入格式为yyyy-mm。如果无需更改之前的设定，可以Enter跳过。
- `Manage.set_calc_time` 设置计算定时。在 `mode=2` 条件下被调用，输入格式为yyyy-mm-dd HH:MM:SS。根据用户输入，如果输入时间早于程序运行当天，以输入为节点进行历史回测；如果输入晚于程序运行当天，以当前收益率作为最后一个收益率观察值；如果输入时间是当日且晚于当前时刻，那么主程序计算等待至设定时间再运行；如果输入时间是当天但是早于当前时刻，那么以当前时刻为最后一个收益率观察时点立刻运行程序。如果无需更改之前的设定，可以Enter跳过。
- `Manage.set_cons_vol` 设置年化收益率约束。如果无需更改之前的设定，可以Enter跳过。

- `Manage.cons_up` 设置单只股票最大权重。如果无需更改之前的设定，可以Enter跳过。
- `Manage.set_cash_return` 设置现金的年化无风险收益率，默认是0.0。如果无需更改之前的设定，可以Enter跳过。
- `Manage.set_num_d` 设置用于估计股票两阶矩信息的样本长度，注意当前版本对未上市股票及停牌股票的收益率观察值都是0.0，后续开发需要注意辨别股票是否可进行交易的条件判定。。如果无需更改之前的设定，可以Enter跳过。
- `Manage.set_short` 设置做空约束， `short=1` 允许做空， `short=0` 不允许做空。
- `Manage.read_codes` 从文件中读取股票代码。调用 `Mkv_start.read_codes(f)` 读取文件，注意当前版本，仅支持.txt .xls .xlsx格式的输入文件，之后开发可以进行更广泛的扩展；并且当前版本中并没有添加对于输入合法性的检测，如果出现类似输入错误，eg. `60519.SH`，正确应该为`600519.SH`；会在之后引发错误。
- `Manage.run_optimizer` 根据运行模式的设定，决定调用 `Manage.set_param{1,2}` 的时间。
- `Manage.set_params1` 在 `mode=1` 下运行，内部调用 `Mkv_data2.create_stocks`, `Mkv_data2.calc_params`, `Mkv_optimize2.optimizer` 进行创建股票对象、计算均值、协方差参数和进行优化的工作，并调用 `Manage.write_output1` 将返回的各资产包含现金的权重和相关参数写入输出文件中。
- `Manage.set_params2` 在 `mode=2` 下运行，内部调用 `Mkv_data2.create_stocks`, `Mkv_data2.calc_params`, `Mkv_optimize2.optimizer` 进行创建股票对象、计算均值、协方差参数和进行优化的工作，并调用 `Manage.write_output2` 将返回的各资产包含现金的权重和相关参数写入输出文件中。
- `Manage.get_backtest_t_seq` 根据设定的回测区间返回区间内各个月，调用 `WindPy.w.tdays` 获取月末日期

```
end_m = (datetime(*map(int, self.end_t.split("-")), 1) + relativedelta(months=1)).strftime("%Y-%m-%d")
self.t_seq = w.tdays(self.start_t, end_m, "Period=M").Data[0]
self.t_seq = [t.strftime("%Y-%m-%d") for t in self.t_seq]
```

- `Manage.write_output1` 在 `mode=1` 下，将回测结果和回测产生的中间数据写入.xlsx文件。
- `Manage.write_output2` 在 `mode=2` 下，将回测结果和回测产生的中间数据写入.xlsx文件。

2.Mkv_data2.py

完成从数据库中提取数据并在进行优化前进行数据的预处理。文件定义了 `Stock` 类，该类对象包含5个fields: `code` 表示股票代码， `name` 表示股票简称， `mkt` 表示股票交易所， `r` 表示日收益率list， `t` 表示收益率序列的timestamp字符串list，格式为yyyy-mm-dd。该类对象作为储存股票raw data信息的数据对象。

- `Mkv_data2.ceate_stocks(codes, num_d, end=datetime.now().strftime("%Y-%m-%d"), q=True)` 其中参数 `codes` 表示股票代码字符串list， `num_d` 即为设定的样本数据时长， `end` 为本批样本数据结束时

间，`q` 为是否是在盘中提取数据，如果是盘中提取数据，会调用 `WindPy.w.wsq` 提取当前收益率数据，否则调用 `WindPy.w.wsd` 提取历史日度收益率数据。返回值为以`Stock`对象为元素的`list`。

- `Mkv_data2.calc_params(stocks, short)` 参数 `stocks` 接受以`Stock`对象作为元素的`list`或其他可迭代对象，`short` 为布尔类型变量，指示做空约束条件。该函数用于计算股票的平均收益率，协方差矩阵，检验协方差矩阵的半正定性并进行必要的修正，将“修正后”的协方差矩阵转化为稀疏矩阵并按照非0元素的行列坐标储存其值。

```
mtx_r = [s.r for s in stocks]
mu = list(np.mean(mtx_r, axis=1).round(4))
cov = np.cov(mtx_r)
```

将`list`类型进行`numpy.array`类型的转换。如果是允许做空，还需要计算其扩展协方差矩阵并检验其正定性，检验方法是对其进行谱分解并判断是否有负特征值。

```
# 如果不通过正定性检验，需要进行remedy
cov1 = np.cov(np.concatenate((np.array(mtx_r),
                               -np.array(mtx_r))))
# 检验半正定性
eig1 = np.linalg.eigvals(cov1)
issd1 = bool(np.all(eig1 >= 0))
print("风险资产扩展矩阵是否半正定?" + str(issd1))
if not issd1:
    cov_pd = nearestPD(cov1)
```

将通过检验或修正后的协方差矩阵转化为稀疏矩阵并提取其下三角矩阵（因为对称性，可以只储存其一半信息）的行列坐标和值。

```
q = lil_matrix(cov_pd)
q_data = q.data
q_rows = q.rows
qsubi = []
qsubj = []
qval = []
for i in range(len(q_rows)):
    for j in range(len(q_rows[i])):
        if q_rows[i][j] <= i:
            qsubi.append(i)
            qsubj.append(q_rows[i][j])
            qval.append(q_data[i][j])
```

3.Mkv_optimize.py

关于优化器具体使用，不在此赘述；当前版本设计优化的代码遵照MOSEK官方文档的一般格式，可以浏览该API文件：[MOSEK optimiser api for Python](#)。

4.Mkv_constant.py

定义了默认参数，将在用户输入部分失效的时候起作用。版本号，用于记录及后续更新。

5.建议

5.1重新打包

完成新版本后的执行程序打包：`cmd > pip install pyinstaller`

进入项目所在文件夹> `cd directory/Mkv`

执行打包程序> `pyinstaller -F -c Mkv_start.py` 生成 `Mkv_start.exe` 文件在 `/directory/Mkv/dist/` 文件夹下。

5.2 README

不推荐在github上浏览README.md文件，鉴于其markdown浏览无法很好显示LaTex风格的数学公式。Atom对于Markdown的支持十分强大，通过 `apm install markdown-preview-enhanced` 插件下载，在编辑.md文件的时候可以实时浏览。在导出Markdown文件为其他格式时，可以通过 `apm install -g puppeteer` 插件将其另存为.pdf等格式。本文档推荐阅读pdf版本。