

[MOST 퇴직연금2_P] 알고리즘 설명서

1. 알고리즘 일반현황

(1) 알고리즘 개요

알고리즘명	MOST 퇴직연금2_P 알고리즘
업체명	(주) 더모우스트
사업내용	<ul style="list-style-type: none">- 강화학습과 딥러닝 모델을 통해 상품별 투자 비중을 산출하는 모델 생성- 최신 강화학습 알고리즘인 PPO를 적용하여 모델 개발- 설정된 투자성향을 충족하는 투자 비중을 산출하며 수익률, 안정성, 균등분배를 추구할 수 있는 최적의 상품별 투자 비중을 산출하여 제공- 산출된 상품별 투자 비중을 자산군별로 합산하여 각 자산군에 대한 편입한도 제한 등을 적용- 투자 시작시 또는 리밸런싱 마다 RA 추천 비중과 최대한 유사하게 각 상품의 가격을 바탕으로 최적 주문서 산출- 투자자별 성향에 따라 원하는 수익률을 안정적으로 달성할 수 있는 포트폴리오를 제공- 전체 투자금액의 30% 이상을 무위험자산인 RP에 투자 (투자자별 성향에 따라 무위험자산 비중을 차등 적용)
운용목표	각 투자자별 위험 감수 성향에 맞추어 위험관리를 하며 각 성향별 연환산 수익률 5~20%의 수익을 낼 수 있는 포트폴리오 제공
운용가능금액	최소 : 200만원, 최대 : 100억원

(2) 알고리즘 수행내역 및 적용기술

○ 전체 수행내역 및 기술 개요

주식, 채권 인덱스를 추종하는 ETF 상품 20여개를 대상으로 최적의 종목(상품)을 선택한 후, 정책 최적화에 기반한 인공지능 강화학습 상품별 투자 비중 배분 알고리즘으로 포트폴리오 투자를 수행. 2개월 주기의 정기 리밸런싱, 혹은 수시 리밸런싱을 진행하여 안정적이고 효율적인 투자를 유지할 수 있도록 함. 투자 대상은 국내외 주식, 채권을 투자하는 ETF들과 안전자산인 RP, 현금으로 정함.

○ 주요 단계별 수행내역 및 기술 개요

- 상품별 투자 비중 선택 : PPO 기반의 강화학습 상품선택 모델
- 리밸런싱 : 2개월 단위의 정기 리밸런싱과 조건에 따른 수시 리밸런싱 진행

(3) 알고리즘 주요 특징점

1) 알고리즘 전체(솔루션) 측면의 특징점

- PPO 알고리즘 기반의 상품별 투자비중 배분 모델을 구성하여 안정적 모델 학습과 주어진 상황에서 유연한 결과를 산출하도록 유도함
- Critic 모델을 통해 투자기간 동안의 각 상품들의 수익률과 표준편차를 예측하고 그 결과를 투자 비중 추천 모델 학습에 활용
- 강화학습 모델에 다중보상체계를 적용하여 수익률, 샤프지수, 균등분배를 적절히 조합한 투자비중 산출

※ PPO 알고리즘 설명: PPO 알고리즘은 최신 강화학습 알고리즘 중 성능이 좋다고 널리 알려진 모델로 학습의 안정성과 상황에 따른 유연한 결과를 산출하는 것이 특징임. MOST 퇴직연금2_P는 이런 PPO 알고리즘을 적용하여 로보어드바이저가 시장상황에 따라 투자 대상에 대한 추천 비중을 유연하게 변경하도록 학습을 유도함. 또한, PPO 알고리즘을 적용하여 학습이 급하게 이루어지는 것을 방지하여 더욱 다양한 경우에 대해 학습을 할 수 있도록 함. MOST 퇴직연금2_P 모델은 상품 투자 비중을 산출하는 Actor와 산출한 비중에 대해 평가를 하기위해 투자 운용기간의 예측 수익률과 표준편차를 산출하는 Critic 모델로 구성됨. Actor가 비중을 산출하면 Critic의 결과를 통해 Actor의 결정을 평가하고 Actor의 학습에 영향을 미치는 방식으로 진행됨. 다만, Critic이 투자 대상의 미래 수익률과 표준편차를 예측한 결과를 학습에 다소 적게 반영하여 트렌드에 대해서도 학습하지만 매일 변하는 시장상황에 대해서 더 유연하게 반응하고 대응할 수 있도록 학습한 모델임.

2) 알고리즘 수행 분야별 특징점

- 상품 투자 비중 선택 :
 - PPO 알고리즘 기반의 강화학습 상품선택 모델
 - PPO 알고리즘을 통해 학습 안정성을 향상시키고, 동시에 Network weights의 update를 너무 공격적으로 수행하지 않도록 제한해 모델이 더욱 다양한 경우를 학습할 수 있도록 유도
 - 다중보상체계 모델 적용
 - 미래 투자운용 기간동안의 투자 대상의 수익률과 표준편차를 강화 학습 모델을 통해 예측하고 그 결과를 투자 비중 산출 모델에 적
 - Monte Carlo method와 최적화를 통해 AI가 산출한 투자 비중을 각 투자 유형을 충족하도록 추천 자산배분 비중 산출
- 리밸런싱 : 자체 개발한 '로보 어드바이저의 포트폴리오에 따른 각 종목별 최적 매매수량 산출 방법'(등록번호 10-2118398)을 활용한 최적 주문서 산출

2. 투자자 성향 진단 설문서 결과에 따른 투자자 성향 구분

투자자 성향 구분		점수
모범 기준	MOST 퇴직연금1_P 알고리즘	
공격형	적극투자형(A)	80점 초과
적극투자형	적극투자형(A2)	60점 초과 ~ 80점 이하
위험중립형	위험중립형(B)	40점 초과 ~ 60점 이하
안정추구형	위험중립형(B2)	20점 초과 ~ 40점 이하
안정형	안정추구형(C)	20점 이하

3. 포트폴리오 유형 현황

(1) 포트폴리오 유형 종류 및 운용방식

포트폴리오 유형	위험구분(*)	운용방식
MOST 퇴직연금2_P A형	3등급 (다소높은위험)	투자자산의 60%이하를 위험자산에 투자. 일정 수준의 손실 위험을 감수하고 다소 높은위험/중수익을 추구함.
MOST 퇴직연금2_P A2형	4등급 (보통위험)	투자자산의 55%이하를 위험자산에 투자. 일정 수준의 손실 위험을 감수하고 보통위험/중수익을 추구함.
MOST 퇴직연금2_P B형	4등급 (보통위험)	투자자산의 50%이하를 위험자산에 투자. 일정 수준의 손실 위험을 감수하고 보통위험/중수익을 추구함.
MOST 퇴직연금2_P B2형	4등급 (보통위험)	투자자산의 45%이하를 위험자산에 투자. 손실 위험을 줄이고 보통위험/중수익을 추구함.
MOST 퇴직연금2_P C형	4등급 (보통위험)	투자자산의 40%이하를 위험자산에 투자. 손실 위험을 줄이고 보통위험/중수익을 추구함.

(*) 위험구분의 등급은 각 포트폴리오 유형의 가장 높은 위험도 기준 점수임.

※ 위험등급 구간별 명칭

1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	6등급
매우높은위험	높은위험	다소높은위험	보통위험	낮은위험	매우낮은위험

(2) 투자자 성향에 따른 투자가능 포트폴리오 유형

구분		투자자 성향				
		공격형	적극투자형	위험중립형	안정추구형	안정형
포트폴리오 유형	MOST 퇴직연금2_P A형	투자가능	투자불가			
	MOST 퇴직연금2_P3 A2형					
	MOST 퇴직연금2_P B형					
	MOST 퇴직연금2_P B2형					
	MOST 퇴직연금2_P C형					

4. 편입자산 현황

(1) 자산종류별 위험등급

위험등급	1등급 (매우높은위험)	2등급	3등급	4등급	5등급	6등급 (매우낮은위험)
자산종류	국내고위험 주식ETF	해외고위험 주식ETF	국내안정형 주식ETF	해외안정형 주식ETF	채권현금ETF	RP 현금
위험도 점수	6	5	4	3	2	1
위험자산 여부	○	○				

(2) 편입자산 종류 및 특징

시장구분	자산군	자산종류	포함종목수	위험등급	특징
국내	ETF	국내고위험 주식ETF	32	1등급	국내섹터별 주식에 주로 투자하는 고위험 주식 ETF
국내	ETF	해외고위험 주식ETF	12	2등급	해외섹터별 주식에 주로 투자하는 고위험 주식 ETF
국내	ETF	국내안정형 주식ETF	7	3등급	국내 대표 지수를 추종하는 ETF
국내	ETF	해외안정형 주식ETF	20	4등급	해외 대표 지수를 추종하는 ETF
국내	ETF	채권현금ETF	15	5등급	채권 및 현금성 ETF
국내	RP	RP	1	6등급	환매조건부채권(RP)
국내	현금	현금	1	6등급	현금

(3) 편입자산에 대한 고려사항

- 매월 첫 영업일, 종목편입조건에 따라 구성 종목 결정
- 편입 자산의 경우, 상장 개별 ETF들의 운용규모, 비용, 유동성, 지수와의 괴리 등을 고려하여, 개별 ETF 상품에 의한 위험 발생 최소화 추구
- 상장 기간이 최소 1년 이상인 종목을 대상으로 지정
- 관리종목, 거래 정지 및 투자유의 종목 제외

(4) 포트폴리오 유형별 위험자산 비중 편입한도 및 위험도 범위

포트폴리오 유형	MOST 퇴직연금2_P A형	MOST 퇴직연금2_P A2형	MOST 퇴직연금2_P B형	MOST 퇴직연금2_P B2형	MOST 퇴직연금2_P C형
위험자산 비중 편입한도	60%	55%	50%	45%	40%
위험도 범위	1.0 ~ 4.0	1.0 ~ 3.75	1.0 ~ 3.5	1.0 ~ 3.25	1.0 ~ 3.0

※ 위험자산 비중 및 위험도 산출방법

자산종류	위험 등급	위험도 점수	MOST 퇴직연금2_P A형	MOST 퇴직연금2_P A2형	MOST 퇴직연금2_P B형	MOST 퇴직연금2_P B2형	MOST 퇴직연금2_P C형
국내고위험주식ETF	1등급	6	0 ~ 60%	0 ~ 55%	0 ~ 50%	0 ~ 45%	0 ~ 40%
해외고위험주식ETF	2등급	5					
국내안정형주식ETF	3등급	4					
해외안정형주식ETF	4등급	3					
채권현금ETF	5등급	2	30 ~ 100%	35 ~ 100%	40 ~ 100%	45 ~ 100%	50 ~ 100%
RP	6등급	1					
현금	6등급	1					
위험자산 비중			0 ~ 60%	0 ~ 55%	0 ~ 50%	0 ~ 45%	0 ~ 40%
위험도 범위			$6 \times 0 + 1 \times 1 = 1.0$ ~ $6 \times 0.6 + 1 \times 0.4 = 4.0$	$6 \times 0 + 1 \times 1 = 1.0$ ~ $6 \times 0.55 + 1 \times 0.4 = 3.75$	$6 \times 0 + 1 \times 1 = 1.0$ ~ $6 \times 0.5 + 1 \times 0.5 = 3.5$	$6 \times 0 + 1 \times 1 = 1.0$ ~ $6 \times 0.45 + 1 \times 0.5 = 3.25$	$6 \times 0 + 1 \times 1 = 1.0$ ~ $6 \times 0.4 + 1 \times 0.6 = 3.0$

(5) 동일 자산군 및 동일 상품.종목 투자 한도

구분	투자한도	특이사항
동일자산군 투자한도	100%	

동일상품종목 투자한도	50%	리밸런싱시, 동일 상품 종목이 50%를 넘지 않도록 관리
-------------	-----	---------------------------------

5. RA테스트베드 참여현황

(1) RA테스트베드 참여 포트폴리오 현황

RA 테스트베드 기준	MOST 퇴직연금2_P 알고리즘	참여여부	위험자산 비중 편입한도	위험도 범위
적극투자형	MOST 퇴직연금2_P A형	참여	60% 이내	1.0 ~ 4.0
	MOST 퇴직연금2_P A2형	미참여	55% 이내	1.0 ~ 3.75
위험중립형	MOST 퇴직연금2_P B형	참여	50% 이내	1.0 ~ 3.5
	MOST 퇴직연금2_P B2형	미참여	45% 이내	1.0 ~ 3.25
안정추구형	MOST 퇴직연금2_P C형	참여	40% 이내	1.0 ~ 3.0

(2) 테스트베드 참여 포트폴리오의 자산배분 현황

테스트베드 참여유형	MOST 퇴직연금2_P 알고리즘 포트폴리오 유형	자산종류	위험등급	비중	특징
적극투자형	MOST 퇴직연금2_P A형	국내고위험 주식ETF	1등급	0 ~ 60%	국내섹터별 주식에 주로 투자하는 고위험 주식 ETF
		해외고위험 주식ETF	2등급		해외섹터별 주식에 주로 투자하는 고위험 주식 ETF
		국내안정형 주식ETF	3등급	0 ~ 70%	국내 대표 지수를 추종하는 ETF
		해외안정형 주식ETF	4등급		해외 대표 지수를 추종하는 ETF
		채권현금ETF	5등급		채권 및 현금성 ETF
		RP	6등급	30 ~ 100%	RP
		현금	6등급	0 ~ 70%	현금
		합계		100%	

		위험자산비중		60% 이내	
		위험도		1.0 ~ 4.0	
위험중립형	MOST 퇴직연금2_P B형	국내고위험 주식ETF	1등급	0 ~ 50%	국내섹터별 주식에 주로 투자하는 고위 험 주식 ETF
		해외고위험 주식ETF	2등급		해외섹터별 주식에 주로 투자하는 고위 험 주식 ETF
		국내안정형 주식ETF	3등급	0 ~ 60%	국내 대표 지수를 추 종하는 ETF
		해외안정형 주식ETF	4등급		해외 대표 지수를 추 종하는 ETF
		채권현금ETF	5등급		채권 및 현금성 ETF
		RP	6등급	40 ~ 100%	RP
		현금	6등급	0 ~ 60%	현금
		합계		100%	
		위험자산비중		50% 이내	
		위험도		1.0 ~ 3.5	
안정추구형	MOST 퇴직연금2_P C형	국내고위험 주식ETF	1등급	0 ~ 40%	국내섹터별 주식에 주로 투자하는 고위 험 주식 ETF
		해외고위험 주식ETF	2등급		해외섹터별 주식에 주로 투자하는 고위 험 주식 ETF
		국내안정형 주식ETF	3등급	0 ~ 50%	국내 대표 지수를 추 종하는 ETF
		해외안정형 주식ETF	4등급		해외 대표 지수를 추 종하는 ETF
		채권현금ETF	5등급		채권 및 현금성 ETF
		RP	6등급	50 ~ 100%	RP
		현금	6등급	0 ~ 50%	현금
		합계		100%	
		위험자산비중		40% 이내	
		위험도		1.0 ~ 3.0	

6. 주요위험 및 위험관리 방법

(1) 주요 투자위험

주요 투자위험	투자위험 주요 내용
가격변동에 의한 원금손실 위험	국내외 시장의 급격한 변동 등에 따라 포트폴리오를 구성하는 개별 ETF의 가격변동으로 인한 투자원금 손실이 발생할 수 있음.
투자종목 유동성 위험	투자대상 ETF의 거래량 부족 등으로 일시적으로 환금성이 결여되어 투자 자산의 가치 하락을 초래할 위험이 있음.
환 변동 위험	해외 거래소에 상장된 종목에 투자하는 경우, 원화와 해외 통화 사이의 환율 변동에 따라 투자 자산의 가치가 변동될 수 있는 위험이 있음.
모델 위험	인공지능(AI) 알고리즘의 특성상 일부 과거 수치 데이터를 활용하므로, 실제 시장상황과 괴리가 발생하여 투자 자산의 가치가 변동할 수 있는 위험이 있음.

(2) 위험관리 방법

- 가격변동에 의한 원금손실 위험 : 지속적인 정기/수시 모니터링으로 각 종목별 변동성을 계산함으로써 개별 종목의 가격이 급변하여 포트폴리오 성과에 악영향을 주는 위험을 관리
- 투자종목 유동성 위험 : 투자 종목을 선정할 때, 상장 개별 ETF들의 운용규모, 비용, 유동성, 지수와의 괴리율 등을 고려한 자체 필터링 로직을 적용하여, 개별 ETF 종목에 의한 위험 발생 최소화 추구
- 환 변동 위험 : 지속적인 정기/수시 모니터링으로 각 종목별 변동성을 계산함으로써 개별 종목의 가격 및 그에 따른 외환 가격이 급변하여 포트폴리오 성과에 악영향을 주는 위험을 관리
- 모델 위험 : 지속적인 정기/수시 모니터링으로 편입자산 수익률 확인 등으로 알고리즘 정상작동여부 확인

7. 리밸런싱

(1) 리밸런싱 기준

정기 리밸런싱	<ul style="list-style-type: none"> - 2개월(8주) 주기로 정기 리밸런싱 - 직전 리밸런싱(정기/수시)발생 시점부터 2개월(8주) 후 수행 - 직전 리밸런싱 후 8주가 되는 주의 첫 영업일에 수행
수시 리밸런싱	<p>아래 항목 중 하나라도 해당될 경우, 수시 리밸런싱 자동 수행</p> <p>(1) 정기 리밸런싱 후 자산배분 비중이 초기 투자목적에서 벗어나는 경우</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 동일 자산군 내 종목들의 비중합이 동일자산군 투자한도를 초과 시 ▪ 개별 종목 비중이 동일상품종목 투자한도를 초과 시 ▪ 고위험군 및 초고위험군에 해당하는 종목들의 비중합이 위험 자산 비중 편입한도를 초과 시

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 포트폴리오 내 각 종목들의 현재비중과 개별 종목이 속한 자산군의 위험도 점수를 곱한 값의 합이 위험도 범위를 초과 시 ▪ RP, 현금 편입 비중이 전체 자산의 30%를 미달 시 <p>(2) 이벤트 발생으로 시장이 급변하는 경우</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 전일자 자산군 비중 대비 현재 산출된 자산군 비중이 설정한도 이상 변동있을 경우 ▪ 전일자 종목 선호도 대비 현재 산출된 종목 선호도가 설정한도 이상 변동있을 경우 <p>(3) 기존 투자 상품 또는 종목이 투자 불가일 경우</p>
--	---

* 매매상황에 따라 리밸런싱 기준과 자산별 비중의 차이가 발생할 수 있으나, 빈번한 리밸런싱의 발생을 방지하기 위하여, 아래와 같은 경우는 수시 리밸런싱을 수행하지 않음. (정기 리밸런싱은 정해진 주기에 따라 수행함)

- 유형별 위험자산비중 최대투자한도 + 10%이내
- 동일상품종목 최대투자한도 +10%이내

(2) 리밸런싱 절차

○ 정기 리밸런싱

순서	내 용
1	강화학습과 딥러닝 기반 모델 학습에 필요한 데이터를 최신일자로 업데이트
2	모델 학습 및 상품별 비중 재산출
3	투자 성향에 따라 투자 비중 재조정

○ 수시 리밸런싱

순서	내 용
1	강화학습과 딥러닝 기반 모델 학습에 필요한 데이터를 최신일자로 업데이트
2	모델 학습 및 상품별 비중 재산출
3	투자 성향에 따라 투자 비중 재조정

(3) 안전성 및 수익성 평가

- 안정성의 평가 기준은 산출된 포트폴리오 최종 위험점수, 과거 변동성, 최대 하락률 등을 고려하고, 수익성은 과거 수익률 및 안정성을 감안한 수익률 등을 활용함.
- 미래 운용 성과에 대한 변동성 제어 모델을 개발하여 현금 및 채권의 적절한 조화를 통해 안정적인 운용이 가능하게 되었음.
- 이를 바탕으로 시기적절한 주식의 매매를 통해 수익률의 극대화를 추구함.

(4) 투자자 성향분석 결과 반영

- 최종 자산 배분 비중 산출시 투자대상들의 위험자산 비중 합과 위험도를 고려하여 고객의 투자성향에 맞는 안정적인 투자 포트폴리오 비중을 최적화 모델을 통해 산출함.
- 최종적으로 각 투자유형별로 위험 관리 및 손익 관리가 적절히 이루어진 모델로 평가함.

(5) 리밸런싱 처리결과 통지방법

- 홈페이지에 수시 제공