



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0044722
(43) 공개일자 2024년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 40/04 (2023.01) G06N 3/04 (2023.01)
G06N 3/08 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 40/04 (2023.01)
G06N 3/045 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2022-0124095
(22) 출원일자 2022년09월29일
심사청구일자 2022년09월29일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
유동현
경기도 고양시 일산동구 강송로 156, 강촌한신 212동 101호 (마두동, 강촌마을2단지아파트)
김재오
서울특별시 양천구 목동서로 65 목동가든스위트 주상복합 B동 1204호
(74) 대리인
이준석

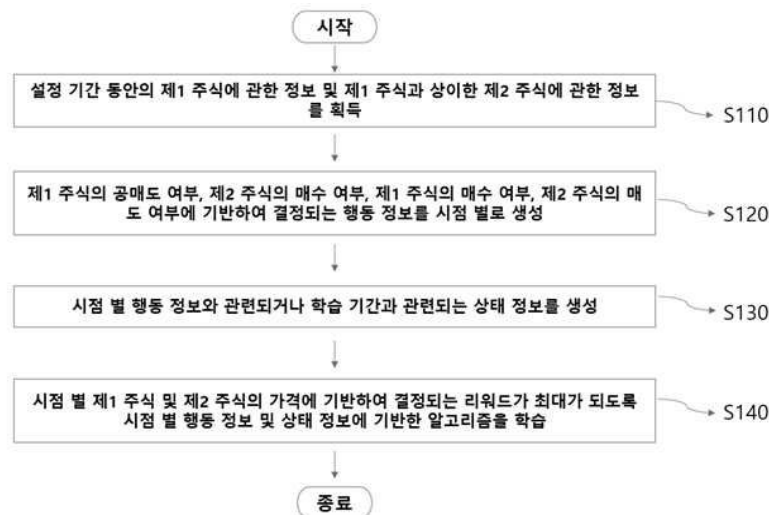
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 AI를 이용한 주식 매매 학습 방법

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따른 페어 트레이딩 학습 장치를 이용한 AI 기반 주식 매매 방법은 설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 상기 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득하는 단계; , 상기 제1 주식의 공매도 여부, 상기 제2 주식의 매수 여부, 상기 제1 주식의 매수 여부, 상기 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성하는 단계; , 시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성하는 단계; 및 시점 별 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 가격에 기반하여 결정되는 리워드가 최대가 되도록 상기 시점 별 행동 정보 및 상기 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습하는 단계;를 포함한다

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2023.01)

명세서

청구범위

청구항 1

페어 트레이딩 학습 장치를 이용한 AI 기반 주식 매매 방법에 있어서,

설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 상기 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득하는 단계;

상기 제1 주식의 공매도 여부, 상기 제2 주식의 매수 여부, 상기 제1 주식의 매수 여부, 상기 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성하는 단계;

시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성하는 단계; 및

시점 별 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 가격에 기반하여 결정되는 리워드가 최대가 되도록 상기 시점 별 행동 정보 및 상기 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습하는 단계; 를 포함하는 AI기반 주식 매매 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 페어 트레이딩 학습 장치는

설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 상기 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득하는 정보 획득부;

상기 제1 주식의 공매도 여부, 상기 제2 주식의 매수 여부, 상기 제1 주식의 매수 여부, 상기 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성하고,

시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성하는 정보 생성부; 및

시점 별 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 가격에 기반하여 결정되는 리워드가 최대가 되도록 상기 시점 별 행동 정보 및 상기 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습하는 학습부; 를 포함하는 AI기반 주식 매매 방법

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 정보 생성부는,

상기 제1 주식의 공매도되면서 상기 제2 주식의 매수되는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생함을 나타내는 값으로 생성하고,

상기 제1 주식의 매수되면서 상기 제2 주식의 매도되는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생함을 나타내는 값으로 생성하고,

상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 거래가 없는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생하지 않음을 나타내는 값으로 생성하는, AI기반 주식 매매 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 제1 주식의 공매도와 상기 제2 주식의 매수가 발생하는 시점을 동일하고,

상기 제1 주식의 매수와 상기 제2 주식의 매도가 발생하는 시점은 동일한, AI기반 주식 매매 방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 상태 정보는,

시점에 따른 상기 제1 주식과 상기 제2 주식의 총 거래 가격의 비율에 관련된 제1 상태 정보, 상기 제1 상태 정보의 변화량에 관련된 제2 상태 정보, 상기 제1 주식 또는 상기 제2 주식이 오픈 상태인지에 관련된 제3 상태 정보 및 오픈된 경우 오픈 상태로 변경된 시점의 거래 금액에 관련된 제4 상태 정보를 포함하고,

상기 오픈 상태는 상기 제1 주식이 공매도되고 상기 제2 주식이 매수된 상태인, AI기반 주식 매매 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 정보 생성부는,

상기 제1 상태 정보를 [수학식 1]에 기반하여 생성하고,

상기 제2 상태 정보를 [수학식 2]에 기반하여 생성하고,

상기 제4 상태 정보를 [수학식 3]에 기반하여 생성하는, AI기반 주식 매매 방법.

[수학식 1]

$$S_t = \frac{X_{2t}}{X_{1t}}, S_t: \text{제1 상태 정보}, X_{2t}: \text{제1 주식의 가격}, X_{1t}: \text{제2 주식의 가격}$$

[수학식 2]

$$SR_t = (S_t - S_{t-1})/S_{t-1} \quad SR_t: \text{제2 상태 정보}$$

[수학식 3]

$$C_t = \beta_S X_{2t_0} - \beta_B X_{1t_0}$$

C_t : 제4 상태 정보, β_S : 매도 비용 상수, β_B : 매수 비용 상수,

X_{2t_0} : 오픈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_0} : 오픈 시점 제2 주식 가격

청구항 7

청구항 2에 있어서,

상기 학습부는, 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 매수, 매도에 따른 거래 비용을 고려하여 상기 리워드를 산출하는, AI기반 주식 매매 방법.

청구항 8

청구항 2에 있어서,

상기 학습부는,

상기 제1 주식 및 상기 제2 주식이 오픈되었다가 클로즈된 경우, 상기 리워드를 [수학식 4]에 기반하여 산출하

는, AI기반 주식 매매 방법.

[수학식 4]

$$R_t = \beta_S X_{2t_o} - \beta_B X_{1t_o} + \beta_S X_{1t_c} - \beta_B X_{2t_c}$$

R_t : 리워드, β_S : 매도 비용 상수, β_B : 매수 비용 상수,

X_{2t_o} : 오픈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_o} : 오픈 시점 제2 주식 가격

X_{2t_c} : 클로즈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_c} : 클로즈 시점 제2 주식 가격

청구항 9

청구항 2에 있어서,

상기 학습부는,

상기 리워드 및 상기 상태 정보를 입력 변수로 하는 Q-learning 또는 Double Q-learning에 기반하여 총 리워드 함수를 추정하도록 학습하는, AI기반 주식 매매 방법.

청구항 10

청구항 2에 있어서,

상기 학습부는,

LSTM(Long Short Term Memory) 셀들을 포함하는 제1 레이어;

전결합 레이어(Fully Connected Layer)인 제2 레이어; 및

행동을 결정하는 출력 레이어인 제3 레이어; 를 포함하는, AI기반 주식 매매 방법.

청구항 11

청구항 2에 있어서,

상기 제1 주식은 가치보다 높게 평가된 주식을 포함하고,

상기 제2 주식은 가치보다 낮게 평가된 주식을 포함하는, AI기반 주식 매매 방법.

청구항 12

청구항 2에 있어서,

상기 페어 트레이딩 학습 장치는

학습된 상기 알고리즘에 기반하여 미래 시점의 거래를 결정하는 거래 결정부; 를 더 포함하는 AI기반 주식 매매 방법.

청구항 13

컴퓨터를 이용하여 청구항 1의 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램

발명의 설명

기술 분야

[0002] 본 발명은 AI를 이용한 주식 매매 방법에 대한 것이며, 상세하게는 강화학습에 기반한 페어 트레이딩 학습 장치를 활용한 주식 매매 학습 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0004] 특허문헌 001은 주식 예측을 위한 딥러닝 모델 생성 방법에 관한 것으로, 주식 예측을 위한 종목 데이터를 조회하는 단계; 상기 조회된 종목 데이터에 기초하여 딥러닝 모델을 생성하는 단계; 및 상기 생성된 딥러닝 모델을 이용하여 상기 조회된 종목 데이터를 학습시킴에 따라 종목 데이터에 대한 주가를 예측한 예측 결과를 제공하는 단계를 포함하는 기술을 제시하고 있다.

[0005] 특허문헌 002는 딥러닝 기반의 주식 스크리닝과 이를 이용한 포트폴리오 자동화 및 고도화 방법 및 장치에 관한 것으로, 딥러닝 기반 주식 스크리닝 방법은, 금융 데이터를 딥러닝(deep learning)에 적합한 데이터로 변환하기 위해 전처리하고, 잡음 제거 오토인코더를 이용하여 금융 시계열에 내포된 잡음을 제거하는 단계; 잡음이 제거된 데이터를 이용하여 딥러닝 기반 예측 모형에 입력하는 단계; 훈련된 상기 예측 모형을 통해 주식 종목별로 주가 예측 수익률을 예측하는 단계; 및 스크리닝 레벨을 설정하여, 설정된 상기 스크리닝 레벨보다 큰 상기 주가 예측 수익률을 갖는 주식을 선택하는 단계를 포함하여 이루어지는 기술을 제시하고 있다.

[0006] 특허문헌 003은 수익률을 향상시킬 수 있는 주식 자동 매매 시스템 및 방법에 관한 것으로, 사용자 디바이스 및 서비스 제공 서버를 포함하는 주식 자동 매매 시스템에 있어서, 상기 서비스 제공 서버는, 조건식을 통해 매수할 주식 종목을 추출하는 추출 모듈; 상기 추출 모듈에서 추출된 주식 종목을 저장하는 저장 모듈; 상기 저장 모듈에 저장된 주식 종목을 상기 사용자 디바이스로 전송하는 전송 모듈; 상기 추출 모듈에 의해 추출된 주식 종목을 매수하는 매수 모듈; 상기 매수 모듈에 의해 매수된 주식 종목의 1차 매도 가격을 설정하는 제1 설정 모듈; 딥러닝 모델을 이용하여 상기 제1 설정 모듈이 설정한 상기 1차 매도 가격을 조절하여 2차 매도 가격을 설정하는 제2 설정 모듈; 및 상기 제2 설정 모듈을 통해 설정된 2차 매도 가격에 따라 상기 매수 모듈에 의해 매수된 주식 종목을 매도하는 매도 모듈;을 포함하는, 주식 자동 매매 시스템을 제시하고 있다.

[0007] 특허문헌 004는 본 발명은 증권 거래를 위한 딥러닝 모델 학습방법에 관한 것으로, 적어도 하나의 종목에 대한 거래 데이터를 수집하는 단계와, 상기 수집된 적어도 하나의 종목에 대한 거래 데이터를 지도학습 기반의 제 1 딥러닝 모델에 입력하여 기 설정된 단위 시간 마다의 해당 종목에 대한 주가변화율을 예측하도록 제 1 딥러닝 모델을 학습시키는 단계와, 상기 수집된 적어도 하나의 종목에 대한 거래 데이터를 제 2 딥러닝 모델에 입력하여 해당 종목에 있어서의 초단기 시장 상황에 대한 슬리피지(slippage) 비용 및 주문 집행 비용이 절감되는 주문 집행 전략이 도출되도록 제 2 딥러닝 모델을 학습시키는 단계와, 실제 증권 시장의 환경에서 상기 주문 집행 전략에 따라 주문 집행된 주문 집행 전략에 대한 리워드가 결정되면, 상기 결정된 리워드에 기초하여 제 2 딥러닝 모델을 재학습시키는 단계와, 실제 증권 시장의 환경에서 상기 주문 집행 전략에 따라 주문 집행이 종료된 종목의 거래 데이터를 이용하여 제 1 딥러닝 모델을 재학습시키는 단계를 포함하는 기술을 제시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) KR 10-2021-0058171 (공개일자:2021년 05월 24일)

(특허문헌 0002) KR 10-2021-0061598 (공개일자:2021년 05월 28일)

(특허문헌 0003) KR 10-2019-0104919 (공개일자:2019년 09월 11일)

(특허문헌 0004) KR 10-2021-0063767 (공개일자:2021년 06월 02일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 페어 트레이딩을 효과적으로 학습할 수 있는 페어 트레이딩 학습방법 및 이에 활용되는 학습 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 제1 주식과 제2 주식의 매수 및 매도에 기반하여 정의되는 행동 정보 및 상태 정보에 기초하여 리워드를 최대화하는 알고리즘을 학습할 수 있는 페어 트레이딩 학습 장치, 및 그것의 동작 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일실시예에 따른 페어 트레이딩 학습 장치를 이용한 AI 기반 주식 매매 방법은 설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 상기 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득하는 단계; ,상기 제1 주식의 공매도 여부, 상기 제2 주식의 매수 여부, 상기 제1 주식의 매수 여부, 상기 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성하는 단계; ,시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성하는 단계; 및 시점 별 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 가격에 기반하여 결정되는 리워드가 최대가 되도록 상기 시점 별 행동 정보 및 상기 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일실시예에서 상기 페어 트레이딩 학습 장치는 설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 상기 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득하는 정보 획득부; ,상기 제1 주식의 공매도 여부, 상기 제2 주식의 매수 여부, 상기 제1 주식의 매수 여부, 상기 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성하고, 시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성하는 정보 생성부; 및 시점 별 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 가격에 기반하여 결정되는 리워드가 최대가 되도록 상기 시점 별 행동 정보 및 상기 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습하는 학습부; 를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일실시예에서, 상기 정보 생성부는, 상기 제1 주식이 공매도되면서 상기 제2 주식이 매수되는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생함을 나타내는 값으로 생성하고, 상기 제1 주식이 매수되면서 상기 제2 주식이 매도되는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생함을 나타내는 값으로 생성하고, 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 거래가 없는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생하지 않음을 나타내는 값으로 생성할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제1 주식의 공매도와 상기 제2 주식의 매수가 발생하는 시점을 동일하고, 상기 제1 주식의 매수와 상기 제2 주식의 매도가 발생하는 시점은 동일할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일실시예에서, 상기 상태 정보는, 시점에 따른 상기 제1 주식과 상기 제2 주식의 총 거래 가격의 비율에 관련된 제1 상태 정보, 상기 제1 상태 정보의 변화량에 관련된 제2 상태 정보, 상기 제1 주식 또는 상기 제2 주식이 오픈 상태인지에 관련된 제3 상태 정보 및 오픈된 경우 오픈 상태로 변경된 시점의 거래 금액에 관련된 제4 상태 정보를 포함하고, 상기 오픈 상태는 상기 제1 주식이 공매도되고 상기 제2 주식이 매수된 상태일 수 있다.

[0017] 본 발명의 일실시예에서, 상기 정보 생성부는, 상기 제1 상태 정보를 [수학식 1]에 기반하여 생성하고, 상기 제2 상태 정보를 [수학식 2]에 기반하여 생성하고, 상기 제4 상태 정보를 [수학식 3]에 기반하여 생성할 수 있다.

[0018] [수학식 1]

$$S_t = \frac{x_{2t}}{x_{1t}}, S_t: \text{제1 상태 정보}, x_{2t}: \text{제1 주식의 가격}, x_{1t}: \text{제2 주식의 가격}$$

[0020] [수학식 2]

$$SR_t = (S_t - S_{t-1})/S_{t-1} \quad SR_t: \text{제2 상태 정보}$$

- [0022] [수학식 3]
- [0023] $C_t = \beta_S X_{2t_o} - \beta_B X_{1t_o}$
- [0024] C_t : 제4 상태 정보, β_S : 매도 비용 상수, β_B : 매수 비용 상수,
- [0025] X_{2t_o} : 오픈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_o} : 오픈 시점 제2 주식 가격
- [0026] 본 발명의 일실시예에서 상기 학습부는, 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 매수, 매도에 따른 거래 비용을 고려하여 상기 리워드를 산출할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일실시예에서 상기 학습부는, 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식이 오픈되었다가 클로즈된 경우, 상기 리워드를 [수학식 4]에 기반하여 산출할 수 있다.
- [0028] [수학식 4]
- [0029] $R_t = \beta_S X_{2t_o} - \beta_B X_{1t_o} + \beta_S X_{1t_c} - \beta_B X_{2t_c}$
- [0030] R_t : 리워드, β_S : 매도 비용 상수, β_B : 매수 비용 상수,
- [0031] X_{2t_o} : 오픈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_o} : 오픈 시점 제2 주식 가격
- [0032] X_{2t_c} : 클로즈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_c} : 클로즈 시점 제2 주식 가격
- [0033] 본 발명의 일실시예에서 상기 학습부는, 상기 리워드 및 상기 상태 정보를 입력 변수로 하는 Q-learning 또는 Double Q-learning에 기반하여 상기 알고리즘을 학습할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일실시예에서 상기 학습부는, LSTM(Long Short Term Memory) 셀들을 포함하는 제1 레이어; 전결합 레이어(Fully Connected Layer)인 제2 레이어; 및 행동을 결정하는 출력 레이어인 제3 레이어; 를 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제1 주식은 가치보다 높게 평가된 주식을 포함하고, 상기 제2 주식은 가치보다 낮게 평가된 주식을 포함할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일실시예에서, 상기 학습된 알고리즘에 기반하여 미래 시점의 거래를 결정하는 거래 결정부; 를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 프로그램은, 컴퓨터를 이용하여 페어 트레이딩 학습 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장될 수 있다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명은 페어 트레이딩과 관련하여 제1 주식과 제2 주식의 매수 및 매도에 기반하여 정의되는 행동 정보 및 상태 정보에 기초하여 리워드를 최대화하는 알고리즘을 학습할 수 있는 페어 트레이딩 학습 장치 및 그것의 동작 방법을 제공할 수 있다.
- [0040] 또한, 본 발명은 강화 학습 중 Q-러닝과 Double Q-learning을 통해 리워드를 최대화하도록 학습할 수 있는 페어 트레이딩 학습 장치 및 그것의 동작 방법을 제공할 수 있다.
- [0041] 또한, 본 발명은 매수 또는 매도시의 거래 비용을 고려하여 페어 트레이딩을 학습할 수 있는 페어 트레이딩 학습 장치 및 그것의 동작 방법을 제공할 수 있다.
- [0042] 또한, 본 발명은 비슷한 주가 흐름을 갖는 두 주식의 주가에 관하여 상대적으로 저평가된 주식을 매수하고, 동시에 고평가된 주식을 매도하는 통계적 차익 거래를 효율적으로 수행할 수 있는 페어 트레이딩 학습 장치 및 그것의 동작 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 페어 트레이딩 학습 장치의 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 페어 트레이딩 학습 장치를 보여주는 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 페어 트레이딩 학습 장치의 학습 결과를 보여주는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 페어 트레이딩 학습 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 5은 본 발명의 일실시예에 따른 방법을 실행할 수 있는 기능적 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 설명되는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 아래에서 제시되는 실시 예들로 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0046] 아래에 제시되는 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0047] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0048] 본 발명의 실시 예에서 "통신", "통신망" 및 "네트워크"는 동일한 의미로 사용될 수 있다. 상기 세 용어 들은, 파일을 사용자 단말, 다른 사용자들의 단말 및 다운로드 서버 사이에서 송수신할 수 있는 유무선의 근거리 및 광역 데이터 송수신망을 포함할 수 있다.

[0049] 이하, 본 발명에 따른 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0050] (실시예 1-1) 페어 트레이딩 학습 장치를 이용한 AI 기반 주식 매매 방법은 설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 상기 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득하는 단계(S110); 상기 제1 주식의 공매도 여부, 상기 제2 주식의 매수 여부, 상기 제1 주식의 매수 여부, 상기 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성하는 단계(S120); 시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성하는 단계(S130); 및 시점 별 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 가격에 기반하여 결정되는 리워드가 최대가 되도록 상기 시점 별 행동 정보 및 상기 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습하는 단계(S140); 를 포함할 수 있다.

[0051] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 페어 트레이딩 학습 방법은 도 1의 페어 트레이딩 학습 장치(100)를 통해 수행될 수 있다. 페어 트레이딩 학습 장치(100)에 대해서는 후술하기도 한다.

[0052] 도 4를 참조하면, S110 단계에서, 정보 획득부(110)는 설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득할 수 있다.

[0053] S120 단계에서, 정보 생성부(120)는 제1 주식의 공매도 여부, 제2 주식의 매수 여부, 제1 주식의 매수 여부, 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성할 수 있다.

[0054] S130 단계에서, 정보 생성부(120)는 시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성할 수 있다.

[0055] S140 단계에서, 학습부(130)는 제1 시점 및 제2 시점의 제1 주식 및 제2 주식의 가격에 기반하여 생성되는 리워

드가 최대가 되도록 행동 정보 및 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습할 수 있다.

- [0056] (실시예 2-1) 실시예 1-1에 있어서, 상기 페어 트레이딩 학습 장치는 장치는 프로세서(410), 메모리(420), 통신 회로(430)를 포함할 수 있다.
- [0057] (실시예 2-2) 실시예 2-1에 있어서, 상기 페어 트레이딩 학습 장치를 수행하는 장치는 디스플레이(440)를 더 포함할 수 있다.
- [0058] 도 5를 참조하면, 페어 트레이딩 학습 방법을 수행하는 장치는 프로세서(410), 메모리(420), 및 통신 회로(430)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 페어 트레이딩 학습 방법을 수행하는 장치는 사용자와 인터페이스를 수행하기 위하여 디스플레이(440)를 더 포함할 수 있다.
- [0059] 프로세서(410)는 페어 트레이딩 학습 방법을 수행하는 장치의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 프로세서(410)는 하나의 프로세서 코어(single core)를 포함하거나, 복수의 프로세서 코어들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 프로세서(410)는 듀얼 코어(dual-core), 쿼드 코어(quad-core), 헥사 코어(hexa-core) 등의 멀티 코어(multi-core)를 포함할 수 있다. 실시 예들에 따라, 프로세서(410)는 내부 또는 외부에 위치한 캐시 메모리(cache memory)를 더 포함할 수 있다. 실시 예들에 따라, 프로세서(410)는 하나 이상의 프로세서들로 구성될(configured with) 수 있다. 예를 들면, 프로세서(410)는, 애플리케이션 프로세서(application processor), 통신 프로세서(communication processor), 또는 GPU(graphical processing unit) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0060] 프로세서(410)의 전부 또는 일부는 페어 트레이딩 학습 방법을 수행하는 장치 내의 다른 구성 요소(예를 들면, 메모리(420), 통신 회로(430), 또는 디스플레이(440)와 전기적으로(electrically) 또는 작동적으로(operatively) 결합(coupled with)되거나 연결될(connected to) 수 있다. 프로세서(410)는 페어 트레이딩 학습 방법을 수행하는 장치의 다른 구성 요소들의 명령을 수신할 수 있고, 수신된 명령을 해석할 수 있으며, 해석된 명령에 따라 계산을 수행하거나 데이터를 처리할 수 있다. 프로세서(410)는 메모리(420), 통신 회로(430), 또는 디스플레이(440)로부터 수신되는 메시지, 데이터, 명령어, 또는 신호를 해석할 수 있고, 가공할 수 있다. 프로세서(410)는 수신된 메시지, 데이터, 명령어, 또는 신호에 기반하여 새로운 메시지, 데이터, 명령어, 또는 신호를 생성할 수 있다. 프로세서(410)는 가공되거나 생성된 메시지, 데이터, 명령어, 또는 신호를 메모리(420), 통신 회로(430), 또는 디스플레이(440)에게 제공할 수 있다.
- [0061] 프로세서(410)는 프로그램에서 생성되거나 발생하는 데이터 또는 신호를 처리할 수 있다. 예를 들면, 프로세서(410)는 프로그램을 실행하거나 제어하기 위해 메모리(420)에게 명령어, 데이터 또는 신호를 요청할 수 있다. 프로세서(410)는 프로그램을 실행하거나 제어하기 위해 메모리(420)에게 명령어, 데이터, 또는 신호를 기록(또는 저장)하거나 갱신할 수 있다.
- [0062] 실시예에 따르면, 도 1 및 도 2에 정보 생성부 및 학습부의 역할은 프로세서(410)로부터 수행될 수 있다. 즉, 일 실시예에서, 프로세서(410)는 학습에 필요한 정보를 전처리하는 정보 생성 모듈 및 학습 모듈을 포함할 수 있다.
- [0063] 메모리(420)는 페어 트레이딩 학습 방법을 수행하는 장치를 제어하는 명령어, 제어 명령어 코드, 제어 데이터, 또는 사용자 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들면, 메모리(420)는 애플리케이션(application) 프로그램, OS(operating system), 미들웨어(middleware), 또는 디바이스 드라이버(device driver) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0064] 메모리(420)는 휘발성 메모리(volatile memory) 또는 불휘발성(non-volatile memory) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 휘발성 메모리는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static RAM), SDRAM(synchronous DRAM), PRAM(phase-change RAM), MRAM(magnetic RAM), RRAM(resistive RAM), FeRAM(ferroelectric RAM) 등을 포함할 수 있다. 불휘발성 메모리는 ROM(read only memory), PROM(programmable ROM), EPROM(electrically programmable ROM), EEPROM(electrically erasable programmable ROM), 플래시 메모리(flash memory) 등을 포함할 수 있다.
- [0065] 메모리(420)는 하드 디스크 드라이브(HDD, hard disk drive), 솔리드 스테이트 디스크(SSD, solid state disk), eMMC(embedded multi media card), UFS(universal flash storage)와 같은 불휘발성 매체(medium)를 더 포함할 수 있다.
- [0066] 통신 회로(430)는 페어 트레이딩 학습 방법을 수행하는 장치와 외부 전자 장치(예: 단말은 서버로, 서버는 단말

로)간의 유선 또는 무선 통신 연결의 수립, 및 수립된 연결을 통한 통신 수행을 지원할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 통신 회로(430)는 무선 통신 회로(예: 셀룰러 통신 회로, 근거리 무선 통신 회로, 또는 GNSS(global navigation satellite system) 통신 회로) 또는 유선 통신 회로(예: LAN(local area network) 통신 회로, 또는 전력선 통신 회로)를 포함하고, 그 중 해당하는 통신 회로를 이용하여 블루투스, WiFi direct 또는 IrDA(infrared data association) 같은 근거리 통신 네트워크 또는 셀룰러 네트워크, 인터넷, 또는 컴퓨터 네트워크와 같은 원거리 통신 네트워크를 통하여 외부 전자 장치와 통신할 수 있다. 상술한 여러 종류의 통신 회로(430)는 하나의 칩으로 구현되거나 또는 각각 별도의 칩으로 구현될 수 있다.

[0067] 디스플레이(440)는, 콘텐츠, 데이터, 또는 신호를 출력할 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 디스플레이(440)는 프로세서(410)에 의해 가공된 이미지 데이터를 표시할 수 있다. 실시예들에 따라, 디스플레이(440)는 터치 입력 등을 수신할 수 있는 복수의 터치 센서들(미도시)과 결합됨으로써, 일체형의 터치 스크린(touch screen)으로 구성될(configured with) 수도 있다. 디스플레이(440)가 터치 스크린으로 구성되는 경우, 복수의 터치 센서들은, 디스플레이(440) 위에 배치되거나, 디스플레이(440) 아래에 배치될 수 있다.

[0069] (실시예 2-1) 실시예 1-1에 있어서, 상기 페어 트레이딩 학습 장치(100)는, 설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 상기 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득하는 정보 획득부(110); 상기 제1 주식의 공매도 여부, 상기 제2 주식의 매수 여부, 상기 제1 주식의 매수 여부, 상기 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성하고, 시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성하는 정보 생성부(120); 시점 별 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 가격에 기반하여 결정되는 리워드가 최대가 되도록 상기 시점 별 행동 정보 및 상기 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습하는 학습부(130);를 포함한다.

[0070] 본 발명은 페어 트레이딩 학습 장치를 이용한 AI 기반 주식 매매 방법에 대한 것으로, 페어 트레이딩 학습 장치는 정보 획득부(110), 정보 생성부(120) 및 학습부(130)를 포함하는 구성으로 이루어질 수 있다.

[0071] 정보 획득부(110)는 설정 기간 동안의 제1 주식에 관한 정보 및 제1 주식과 상이한 제2 주식에 관한 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 정보 획득부(110)는 설정 기간 동안 A사와 B사의 주식의 가격 정보를 획득할 수 있다. 다른 예를 들어, 정보 획득부(110)는 복수개의 회사의 n년간의 주식 증가 정보 획득할 수 있다. 다만 이에 한정되는 것은 아니고, 정보 획득부(110)는 특정 회사의 특정 기간의 주식 가격(시가, 종가, 그래프 등)에 관련된 정보를 획득할 수 있다.

[0072] 실시예에 따르면, 정보 획득부(110)는 외부 장치(예: 증권사 서버, 주식 관리 장치 등)로부터 제1 주식에 관한 정보 및 제2 주식에 관한 정보를 획득할 수 있다.

[0073] 정보 생성부(120)는 제1 주식 및 제2 주식의 거래에 관련된 행동 정보를 생성할 수 있다. 예를 들어, 정보 생성부(120)는 제1 주식의 공매도 여부, 제2 주식의 매수 여부, 제1 주식의 매수 여부, 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 시점 별로 생성할 수 있다. 다른 예를 들어, 정보 생성부(120)는 제1 시점에 제1 주식이 공매도 되면서 제1 시점에 제2 주식이 매수되는 경우에 행동 정보를 1로 생성할 수 있다. 다른 예를 들어, 정보 생성부(120)는 제1 시점에 제1 주식이 공매도되지 않고 제1 시점에 제2 주식이 매수되지 않는 경우, 즉 아무 거래도 이루어지지 않은 경우 행동 정보를 0으로 생성할 수 있다.

[0074] 정보 생성부(120)는 제2 시점에 제1 주식의 매수 여부, 제2 시점에 제2 주식의 매도 여부에 기반하여 결정되는 행동 정보를 생성할 수 있다. 예를 들어, 정보 생성부(120)는 제2 시점에 제1 주식이 매수되면서 제2 시점에 제2 주식이 매도되는 경우에 행동 정보를 1로 생성할 수 있고, 제2 시점에 제1 주식이 매수되지 않고 제1 시점에 제2 주식이 매도되지 않는 경우, 즉 아무 거래도 이루어지지 않은 경우 제2 행동 정보를 0으로 생성할 수 있다.

[0075] 실시예에 따르면, 정보 생성부(120)는 행동 정보를 시점 별로 생성할 수 있다. 예를 들어, 정보 생성부(120)는 행동 정보를 제1 주식 및 제2 주식의 거래가 가능한 시점별로 생성할 수 있다.

[0076] 정보 생성부(120)는 시점 별 행동 정보와 관련되거나 학습 기간과 관련되는 상태 정보를 생성할 수 있다. 예를 들어, 정보 생성부(120)는 제1 주식에 관한 정보, 제2 주식에 관한 정보, 행동 정보를 종합적으로 고려하여 상태 정보를 생성할 수 있다. 다른 예를 들어, 정보 생성부(120)는 학습 횟수, 기간 등과 관련된 상태 정보, 즉 행동 정보와 관련되지 않은 상태 정보를 생성할 수 있다.

[0077] 즉, 정보 생성부(120)는 정보 획득부(110)에서 획득한 정보를 학습하기 전에 전처리하는 모듈일 수 있다.

[0078] 학습부(130)는 시점 별 제1 주식 및 제2 주식의 가격에 기반하여 결정되는 리워드가 최대가 되도록 시점 별 행

동 정보 및 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습할 수 있다. 예를 들어, 학습부(130)는 인공 신경망에 기반하여 리워드가 최대가 되도록 알고리즘을 학습할 수 있다. 다른 예를 들어, 학습부(130)는 강화 학습(reinforcement learning)을 통해 알고리즘을 학습할 수 있다. 또 다른 예를 들어, 학습부(130)는 정보 생성부(120)에서 생성된 정보 및 시점 별 제1 주식 및 제2 주식에 관한 정보에 기반하여 리워드가 최대가 되도록 제1 주식 및 제2 주식의 매수 또는 매도에 관련된 알고리즘을 학습할 수 있다.

- [0079] 이와 같은 페어 트레이딩 학습 장치를 통해 서로 다른 제1 주식 및 제2 주식에 관련된 정보를 학습하기 전 전처리 할 수 있고, 리워드를 최대화할 수 있는 알고리즘을 학습 및 제공할 수 있다.
- [0080] (실시예 2-2) 실시예 2-1에 있어서 행동 정보는 제1 시점에 생성되는 제1 행동 정보 및 제2 시점에 생성되는 제2 행동 정보를 포함할 수 있다.
- [0081] 실시예에 따르면 제1 시점과 제2 시점은 동일 시점이 아니기 때문에, 제1 시점에 제1 주식이 공매도되는지 여부와, 제1 시점에 제2 주식이 되는지 여부에 기반하여 생성되는 제1 행동 정보와 제2 시점에 제1 주식이 매수되는지 여부와 제2 시점에 제2 주식이 매도되는지 여부에 기반하여 생성되는 제2 행동 정보는 실질적으로 행동 정보에 포함될 수 있다. 즉, 행동 정보는 서로 다른 시점(제1 시점 및 제2 시점)에 제1 주식 및 제2 주식의 거래와 관련된 제1 행동 정보와 제2 행동 정보를 포함할 수 있다.
- [0082] (실시예 2-3) 실시예 2-1에 있어서, 정보 생성부(120)는 상기 제1 주식이 공매도되면서 상기 제2 주식이 매수되는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생함을 나타내는 값으로 생성하고, 상기 제1 주식이 매수되면서 상기 제2 주식이 매도되는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생함을 나타내는 값으로 생성하고, 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 거래가 없는 시점에는 상기 행동 정보를 행동이 발생하지 않음을 나타내는 값으로 생성할 수 있다.
- [0083] 정보 생성부(120)는 제1 주식이 공매도되면서 제2 주식이 매수되는 시점에는 행동 정보를 행동이 발생함을 나타내는 값(예를 들어, 1)으로 생성할 수 있다. 또한, 정보 생성부(120)는 제1 주식이 매수되면서 제2 주식이 매도되는 시점에는 행동 정보를 행동이 발생함을 나타내는 값(예를 들어, 1)으로 생성할 수 있다.
- [0084] 또한, 정보 생성부(120)는 제1 주식 및 제2 주식의 거래가 없는 시점에는 행동 정보를 행동이 발생하지 않음을 나타내는 값(예를 들어, 0)으로 생성할 수 있다.
- [0085] (실시예 2-4) 실시예 2-1에 있어서 상기 제1 주식의 공매도와 상기 제2 주식의 매수는 동시에 발생하고, 상기 제1 주식의 매수와 상기 제2 주식의 매도는 동시에 발생할 수 있다.
- [0086] 페어 트레이딩은 비슷한 주가 흐름을 갖는 제1 주식 및 제2 주식의 주가에 관하여 상대적으로 저평가된 주식을 매수하고, 동시에 고평가된 주식을 매도하는 통계적 차익 거래 전략이기 때문에, 제1 주식의 공매도와 제2 주식의 매수는 동시에 발생할 수 있고, 제1 주식의 매수와 제2 주식의 매도는 동시에 발생할 수 있다.
- [0087] (실시예 2-5) 실시예 2-1에 있어서 제1 주식은 가치보다 높게 평가된 주식을 포함할 수 있고, 제2 주식은 가치보다 낮게 평가된 주식을 포함할 수 있다.
- [0088] (실시예 3-1) 실시예 2-1에 있어서, 상기 상태 정보는, 시점에 따른 상기 제1 주식과 상기 제2 주식의 총 거래 가격의 비율에 관련된 제1 상태 정보, 상기 제1 상태 정보의 변화량에 관련된 제2 상태 정보, 상기 제1 주식 또는 상기 제2 주식이 오픈 상태인지에 관련된 제3 상태 정보 및 오픈된 경우 오픈 상태로 변경된 시점의 거래 금액에 관련된 제4 상태 정보를 포함하고, 상기 오픈 상태는 상기 제1 주식이 공매도되고 상기 제2 주식이 매수된 상태일 수 있다.
- [0089] 상태 정보는 제1 상태 정보, 제2 상태 정보, 제3 상태 정보, 제4 상태 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 상태 정보는 시점에 따른 제1 주식과 제2 주식의 총 거래 가격의 비율에 관련된 정보일 수 있다. 제2 상태 정보는, 제1 상태 정보의 변화량에 관련된 정보일 수 있다. 제3 상태 정보는 제1 주식 또는 제2 주식이 오픈 상태인지에 관련된 정보일 수 있다. 제4 상태 정보는 오픈된 경우 오픈 상태로 변경된 시점의 거래 금액에 관련된 정보일 수 있다.
- [0090] 오픈 상태는 제1 주식이 공매도되고, 제2 주식이 매수된 상태일 수 있다. 오픈되지 않은 상태는 제1 주식이 공매도 후 특정 시점에서 다시 매수되고, 제2 주식이 매수 후 특정 시점에서 다시 매도된 상태일 수 있다. 또는, 오픈되지 않은 상태는 제1 주식이 공매도되기 전 및 제2 주식이 매수되기 전 상태일 수 있다. 즉, 오픈되지 않은 상태는 페어 트레이딩 진행 전 상태이고, 오픈된 상태는 페어 트레이딩이 진행되는 상태일 수 있다.

- [0091] 실시예에 따르면, 오픈되지 않은 상태는 클로즈 상태로도 참조될 수 있다. 즉, 클로즈 상태는 오픈되지 않은 상태일 수 있다.
- [0092] (실시예 3-2) 실시예 3-1에 있어서, 정보 생성부(120)는 제1 상태 정보를 [수학식 1]에 기반하여 생성할 수 있고, 제2 상태 정보를 [수학식 2]에 기반하여 생성할 수 있고, 제4 상태 정보를 [수학식 3]에 기반하여 생성할 수 있다.
- [0093] [수학식 1]
- [0094] $S_t = \frac{X_{2t}}{X_{1t}}$, S_t : 제1 상태 정보, X_{2t} : 제1 주식의 가격, X_{1t} : 제2 주식의 가격
- [0095] [수학식 2]
- [0096] $SR_t = (S_t - S_{t-1})/S_{t-1}$ SR_t : 제2 상태 정보
- [0097] [수학식 3]
- [0098] $C_t = \beta_S X_{2t_0} - \beta_B X_{1t_0}$
- [0099] C_t : 제4 상태 정보, β_S : 매도 비용 상수, β_B : 매수 비용 상수,
- [0100] X_{2t_0} : 오픈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_0} : 오픈 시점 제2 주식 가격
- [0101] 제1 상태 정보는 제1 주식의 가격을 제2 주식의 가격으로 나눈 정보일 수 있다. 즉, 제1 상태 정보는 제1 주식과 제2 주식의 가격의 비율에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0102] 제2 상태 정보는 현재 시점의 제1 상태 정보와 이전 시점의 제1 상태 정보의 차이를 이전 시점의 제1 상태 정보로 나눈 값일 수 있다. 즉, 제2 상태 정보는 제1 상태 정보의 변화량에 관련된 정보로 생성될 수 있다.
- [0103] 제3 상태 정보는 제1 주식 또는 제2 주식이 해당 시점에 오픈된 상태인 경우 1로 설정될 수 있고, 해당 시점에 오픈되지 않은 상태인 경우(클로즈 상태인 경우) 0으로 설정될 수 있다.
- [0104] 제4 상태 정보는 매도 비용 상수와 오픈 시점의 제1 주식의 가격의 곱과 매수 비용 상수와 오픈 시점의 제2 주식의 가격의 곱의 차이일 수 있다. 즉, 제4 상태 정보는 제1 주식을 공매도하고 제2 주식을 매수하는 시점에 발생하는 비용일 수 있다.
- [0105] (실시예 3-3) 실시예 3-2에 있어서, 제1 주식의 가격과 제2 주식의 가격은 동일하게 맞춰질 수 있다.
- [0106] 예를 들어, 제1 주식의 호가와 제2 주식의 호가의 차이가 존재하는 경우, 페어 트레이딩 학습 장치(100)는 공매도하는 제1 주식의 개수와 매수하는 제2 주식의 개수를 맞춰 공매도 하는 제1 주식의 가격과 매수하는 제2 주식의 가격을 맞추어 수 있다.
- [0107] 실시예에 따르면, 페어 트레이딩 학습 장치(100)는 분할 매매를 통해 제1 주식 및 제2 주식의 거래 가격을 맞추어 수 있다.
- [0108] (실시예 4-1) 실시예 2-1에 있어서, 상기 학습부(130)는 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식의 매수, 매도에 따른 거래 비용을 고려하여 상기 리워드를 산출할 수 있다.
- [0109] 학습부(130)는 제1 주식 및 제2 주식의 매수, 매도에 따른 거래 비용을 고려하여 리워드를 산출할 수 있다. 예를 들어, 주식의 거래에 따른 거래 비용은 매수, 매도에 따라서 다를 수 있기 때문에, 학습부(130)는 제1 주식 및 제2 주식의 매수, 매도에 따른 거래 비용을 고려하여 리워드를 산출할 수 있다.
- [0110] (실시예 4-2) 실시예 4-1에 있어서, 매도 비용은 $1-K$ 이고, 매수 비용은 $1+K$ 이다.
- [0111] 주식 거래에서 매도하는 경우 수수료가 발생하여 매도하는 가격보다 적은 가격으로 매도되고, 매수하는 경우 수수료가 발생하여 매수하는 가격보다 큰 가격으로 매수되므로, 학습부(130)는 매도 비용을 $1-K$ 로 설정하고 매수 비용을 $1+K$ 로 설정할 수 있다. 예를 들어, K 는 0.001일 수 있지만 이에 한정되지 않는다.
- [0112] (실시예 5-1) 실시예 2-1에 있어서, 상기 학습부(130)는 상기 제1 주식 및 상기 제2 주식이 오픈되었다가 클로

즈된 경우, 상기 리워드를 [수학식 4]에 기반하여 산출할 수 있다.

[수학식 4]

$$R_t = \beta_S X_{2t_o} - \beta_B X_{1t_o} + \beta_S X_{1t_c} - \beta_B X_{2t_c}$$

R_t : 리워드, β_S : 매도 비용 상수, β_B : 매수 비용 상수,

X_{2t_o} : 오픈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_o} : 오픈 시점 제2 주식 가격

X_{2t_c} : 클로즈 시점 제1 주식 가격, X_{1t_c} : 클로즈 시점 제2 주식 가격

학습부(130)는 제1 주식 및 제2 주식이 오픈되었다가 클로즈된 경우 리워드를 [수학식 4]에 기반하여 산출할 수 있다. 예를 들어, 학습부(130)는 오픈 시점에 발생한 제1 비용과 클로즈 시점에 발생한 제2 비용을 합산한 값으로 리워드를 산출할 수 있다. 이 경우, 제1 비용은 매도 비용 상수와 오픈 시점 제1 주식 가격의 곱과 매수 비용 상수와 오픈 시점 제2 주식 가격의 곱과의 차이일 수 있고, 제2 비용은 매도 비용 상수와 클로즈 시점 제2 주식 가격의 곱과 매수 비용 상수와 클로즈 시점의 제1 주식 가격의 곱과의 차이일 수 있다. 즉, 제1 시점에는

제1 주식이 공매도되고 제2 주식이 매수되기 때문에 제1 비용은 $\beta_S X_{2t_o} - \beta_B X_{1t_o}$ 로 산출될 수 있고, 제2 시점에는 제1 주식이 매수되고 제2 주식이 매도되기 때문에 제2 비용은 $\beta_S X_{1t_c} - \beta_B X_{2t_c}$ 로 산출될 수 있다.

(실시예 5-2) 실시예 5-1에 있어서, 학습부(130)는 리워드가 최대가 되도록 제1 주식 및 제2 주식의 거래 시점을 결정하는 알고리즘을 학습할 수 있다.

학습부(130)는 리워드가 최대가 되도록 행동 정보 및 상태 정보에 기반한 알고리즘을 학습할 수 있다. 예를 들어, 학습부(130)는 학습 기간 동안 매 시점 별로 행동 정보를 생성할 수 있고, 시점 별로 생성된 행동 정보는 리워드 탐색을 위한 랜덤 행동이거나, 현재 추정 총 리워드를 최대화하는 행동 중 어느 하나를 일정 비율을 정하여 수행하도록 할 수 있다.

(실시예 5-3) 실시예 5-2에 있어서, 일정 비율은 학습이 진행됨에 따라서 랜덤 행동이 선택되는 비율을 점차 감소시켜 추정된 총 리워드 함수를 최대화하는 방향으로 설정될 수 있다.

학습부(130)는 학습 기간 중 전반부에는 총 리워드 함수를 최대화하는 방향을 알 수 없으므로(학습이 진행되기 전이므로) 행동을 랜덤으로 선택하도록 하여 학습을 진행할 수 있고, 학습 기간 중 후반부에는 총 리워드 함수를 최대화 하는 방향이 학습된 이후이므로, 행동을 랜덤으로 선택하도록 하는 비율을 감소시키면서 학습을 진행할 수 있다.

(실시예 5-4) 실시예 5-1에 있어서, 상기 학습부(130)는, Q-learning 또는 Double Q-learning에 기반하여 상기 알고리즘을 학습할 수 있다.

학습부(130)는 Q-learning 또는 Double Q-learning에 기반하여 알고리즘을 학습할 수 있다. 예를 들어, Q-learning은 상태 정보 및 행동 정보에 따른 보상 함수를 추정하는 학습 방법일 수 있다. 다른 예를 들어, Double Q-learning은 학습과 미래의 보상 반응을 위한 2개의 Q 함수를 구분하여 추정하는 학습 방법일 수 있다.

실시예에 따르면, 학습부(130)는 총 리워드 추정을 위하여 상태 정보와 리워드를 입력 변수로 하여 Q-learning 또는 Double Q-learning으로 총 리워드 함수를 추정할 수 있다.

(실시예 5-5) 실시예 5-1에 있어서, 상기 학습부(130)는, LSTM(Long Short Term Memory) 셀들을 포함하는 제1 레이어, 전결합 레이어(Fully Connected Layer)인 제2 레이어 및 행동을 결정하는 출력 레이어인 제3 레이어를 포함할 수 있다.

학습부(130)는 LSTM(Long Short Term Memory) 셀들을 포함하는 제1 레이어, 전결합 레이어(Fully Connected Layer)인 제2 레이어 및 행동을 결정하는 출력 레이어인 제3 레이어를 포함할 수 있다. 또한, 학습부(130)는 제1 레이어, 제2 레이어 및 제3 레이어에 기반하여 알고리즘을 학습할 수 있다.

- [0128] (실시예 6-1) 실시예 2-1에 있어서, 상기 학습된 알고리즘에 기반하여 미래 시점의 거래를 결정하는 거래 결정부(240)를 더 포함할 수 있다.
- [0129] 도 2를 참조하면, 본 문서에 개시된 일 실시예에 따른 페어 트레이딩 학습 장치(200)는 정보 획득부(210), 정보 생성부(220), 학습부(230) 및 거래 결정부(240)를 포함할 수 있다. 실시예에 따르면, 정보 획득부(210), 정보 생성부(220) 및 학습부(230)는 각각 도 1의 정보 획득부(110), 정보 생성부(120) 및 학습부(130)와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0130] 거래 결정부(240)는 학습부(230)에서 학습된 알고리즘에 기반하여 미래 시점의 거래를 결정할 수 있다. 예를 들어, 학습부(230)는 리워드를 최대화 하도록 하는 알고리즘을 학습할 수 있고, 거래 결정부(240)는 학습된 알고리즘에 각각의 시점의 주식의 가격을 입력하여 제1 주식 및 제2 주식의 거래를 결정할 수 있다.
- [0131] 도 3을 참조하면, 본 문서에 개시된 일 실시예에 따른 페어 트레이딩 학습 장치(200)는 2016년 데이터를 기준으로 학습할 수 있고, 2017년 데이터를 기준으로 평가를 수행할 수 있다.
- [0132] 즉, 두개의 주식에 관련된 학습 데이터를 기초로 페어 트레이딩 학습 장치(200)는 페어 트레이딩과 관련된 알고리즘을 학습할 수 있고, 학습된 알고리즘을 기초로 미래의 페어 트레이딩 거래를 결정할 수 있으며, 이 경우 손해의 확률이 적은 페어 트레이딩 알고리즘이 생성될 수 있다.
- [0133] (실시예 6-2) 실시예 6-1에 있어서, 거래 결정부(240)는 학습부(230)에서 학습된 Q 함수를 추정하는 인공신경망을 기초로 운영 대상 기간 설정 및 매 시점 제1 주식 및 제2 주식에 관한 정보를 획득할 수 있고, 획득된 정보를 기반으로 Q 함수 추정의 입력 상태 정보를 생성하고, Q 함수에 기반하여 운영 기간 시점에 따라 행동을 선택하고, 행동 선택에 따른 상태 정보를 생성하여 거래를 결정할 수 있다.
- [0134] 거래 결정부(240)는 운영 대상 기간을 설정하고 매 시점 제1 주식 및 제2 주식에 관한 정보를 기초로 학습부(230)에서 학습된 Q 함수를 추정하는 인공 신경망에 입력될 상태 정보를 생성할 수 있고, Q 함수에 기반하여 운영 기간 시점에 따른 행동을 선택(거래를 결정)할 수 있다.
- [0135] (실시예 6-3) 실시예 6-2에 있어서, 거래 결정부(240)는 학습부(230)에서 학습된 알고리즘을 일정 기간마다 업데이트할 수 있다.
- [0136] 실시예에 따르면, 거래 결정부(240)는 주식 가격의 시의성 및 최근 변동성을 반영하기 위하여 학습된 알고리즘을 일정 기간마다 업데이트할 수 있다.
- [0137] (실시예 7-1) 컴퓨터 프로그램은 실시예 1-1의 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장될 수 있다.
- [0138] 본 발명의 명세서(특히 특허청구범위에서)에서 "상기"의 용어 및 이와 유사한 지시 용어의 사용은 단수 및 복수 모두에 해당하는 것일 수 있다. 또한, 본 발명에서 범위(range)를 기재한 경우 상기 범위에 속하는 개별적인 값을 적용한 발명을 포함하는 것으로서(이에 반하는 기재가 없다면), 발명의 상세한 설명에 상기 범위를 구성하는 각 개별적인 값을 기재한 것과 같다.
- [0139] 본 발명에 따른 방법을 구성하는 단계들에 대하여 명백하게 순서를 기재하거나 반하는 기재가 없다면, 상기 단계들은 적당한 순서로 행해질 수 있다. 반드시 상기 단계들의 기재 순서에 따라 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 본 발명에서 모든 예들 또는 예시적인 용어(예들 들어, 등등)의 사용은 단순히 본 발명을 상세히 설명하기 위한 것으로서 특허청구범위에 의해 한정되지 않는 이상 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 당업자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 특허청구범위 또는 그 균등물의 범주 내에서 설계 조건 및 팩터에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.
- [0140] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다

부호의 설명

- [0142] 100, 200: 페어 트레이딩 학습 장치
110, 210: 정보 획득부

120, 220: 정보 생성부

130, 230: 학습부

240: 거래 결정부

410: 프로세서

420: 메모리

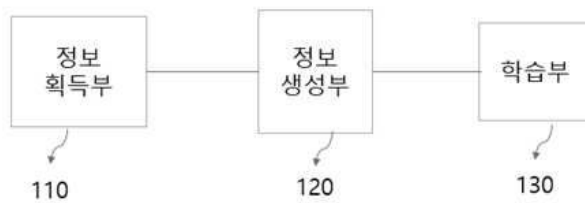
430: 통신 회로

440: 디스플레이

도면

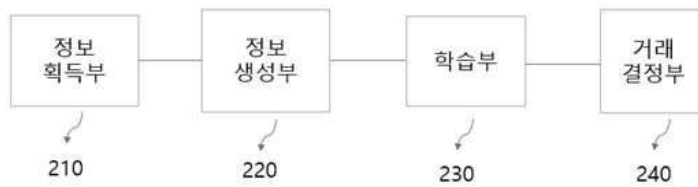
도면1

100

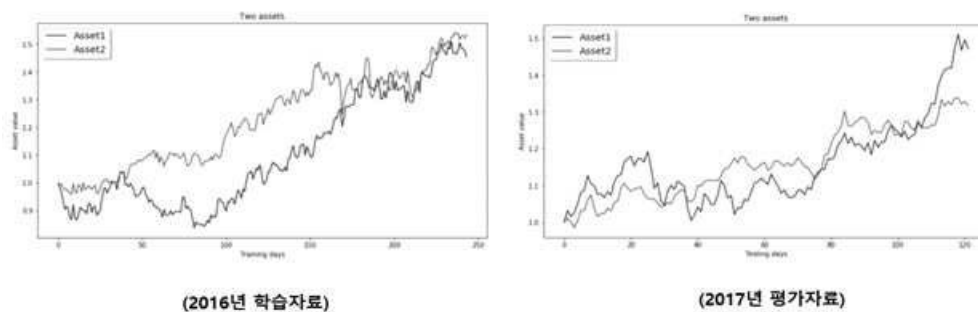


도면2

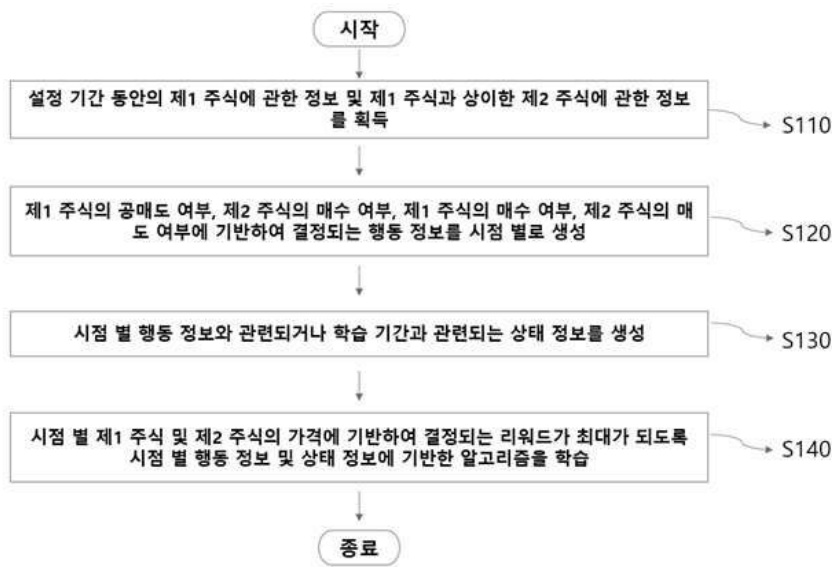
200



도면3



도면4



도면5

