



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

차익거래 자동매매 시스템 개발 및 퀀트 전략 연구

- 주식과 선물 Basis의 퀀트 분석을 중심으로 -

The Development of Automated Arbitrage Trading System
and the Analysis of Quant Strategies



國民大學校 비즈니스IT專門大學院
트레이딩시스템전공

이 주 용

2021

차익거래 자동매매 시스템 개발 및 퀀트 전략 연구

- 주식과 선물 Basis의 퀀트 분석을 중심으로 -

The Development of Automated Arbitrage Trading System and
the Analysis of Quant Strategies

지도교수  김 선 응

이 論文을 碩士學位 請求論文으로 提出함

2021 年 12 月 10 日

國民大學校 비즈니스IT專門大學院
트레이딩시스템전공

이 주 용

2021

이 주 용 의

碩士學位 請求論文을 認准 함

2021 年 12 月 10 日



審査委員長 최 홍 식 ①인

審査委員 김 선 웅 ①인

審査委員 김 남 규 ①인

國民大學校 비즈니스IT專門大學院

차 례

그림 차례	ii
표 차례	iii
국문 요약	iv
제 1 장 서론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 내용 및 구성	3
제 2 장 이론적 배경	4
2.1 베이스스	4
2.2 차익거래 모델	6
2.3 퀀트와 퀀트전략	9
2.4 선행 연구	10
제 3 장 차익거래 시장	13
3.1 제도	13
3.2 국내 차익거래 시장 현황	15
제 4 장 차익거래 퀀트 분석 및 자동매매 시스템 개발	17
4.1 차익거래 종목 선정	17
4.2 차익거래 퀀트 분석	19
4.3 차익거래 퀀트 전략 및 자동매매 시스템 개발	23
4.4 성과 분석	27
제 5 장 결론 및 향후 연구	38
5.1 결론	38
5.2 향후 연구	38
참고 문헌	40
ABSTRACT	42
감사의 글	44

그림 차례 (1)

<그림 1> 삼성전자 주식&주식선물 최근 1년간 Basis	20
<그림 2> 삼성전자 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis	20
<그림 3> 현대차 주식&주식선물 최근 1년간 Basis	20
<그림 4> 현대차 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis	20
<그림 5> 카카오 주식&주식선물 최근 1년간 Basis	21
<그림 6> 카카오 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis	21
<그림 7> SK하이닉스 주식&주식선물 최근 1년간 Basis	21
<그림 8> SK하이닉스 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis	21
<그림 9> NAVER 주식&주식선물 최근 1년간 Basis	22
<그림 10> NAVER 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis	22
<그림 11> 차익거래 퀀트전략 자동매매시스템 구조도	24
<그림 12> BASIS Chart화 코드	26
<그림 13> 차익거래 퀀트전략 자동매매 프로그램 코드	26
<그림 14> 삼성전자 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익	28
<그림 15> 삼성전자 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익 수익	28
<그림 16> 현대차 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익	29
<그림 17> 현대차 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익 수익	29
<그림 18> 카카오 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익	30
<그림 19> 카카오 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익 수익	30
<그림 20> SK하이닉스 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익	31
<그림 21> SK하이닉스 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익 수익	31
<그림 22> NAVER 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익	32
<그림 23> NAVER 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익 수익	32
<그림 24> 베이스, 콘텐고 평균, 백위데이션 평균 실시간 모니터링 Chart	34

그림 차례 (2)

<그림 25> 매수차익거래와 매도차익거래 매매 시점 표기	34
<그림 26> 만기청산 시점 표기	34
<그림 27> 삼성전자 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템	35
<그림 28> 현대차 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템	36
<그림 29> 카카오 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템	36
<그림 30> SK하이닉스 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템	37
<그림 31> NAVER 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템	37



표 차례

<표 1> 거래대금 일평균 1~10위	18
<표 2> 거래량 일평균 1~10위	18
<표 3> 삼성전자 차익거래 월물별 수익	28
<표 4> 현대차 차익거래 월물별 수익	29
<표 5> 카카오 차익거래 월물별 수익	30
<표 6> SK하이닉스 차익거래 월물별 수익	31
<표 7> NAVER 차익거래 월물별 수익	32



차익거래 자동매매 시스템 개발 및 퀀트 전략 연구

이 주 용

트레이딩시스템 전공

금융 산업이 성장할수록 현업에서는 다양한 매매기법과 고도화된 첨단 시스템을 사용하여 수익을 창출하고 있다. 주식과 선물을 활용한 차익거래는 국내 증권사의 핵심 업무 중 하나이며, 다양한 수익업무 중에서도 높은 수익의 원천으로 자리매김하고 있다. 우정사업본부 차익거래는 국내 유일 비과세 차익거래로써 외국인 주체들에 의한 가격 쏠림 현상을 예방해주고, 주식에 대한 헷지(Hedge)를 필요로 하는 많은 주체들의 슬리피지 비용을 줄여주는 긍정적인 효과를 창출하고 있다.

증권사에서는 이러한 차익거래 수익을 올리기 위해 고도화된 장비 도입과 전문가 채용을 통하여 차익거래 수익을 극대화하고 있지만, 아직 퀀트 전략과 자동매매에 대한 수요는 적은 편이다. 해외에 비하면 퀀트 전문 육성 기관이 드물고, 퀀트 업무의 활용도가 낮은 이유도 있겠지만, 자동매매에 대한 사고 경험과 다양한 전산오류를 경험하며 생긴 경계심으로 예상된다. 하지만 다양한 사고를 경험하며 오류를 검증하는 방법 또한 다양해졌고, 컴퓨터공학 기술의 발달로 전산오류의 발생 빈도가 현저히 줄어들었다. 추가로 하드코딩을 통하여 지금까지 발생한 모든 사고, 전산오류, 예상 가능한 사고를 모두 사전에 방지할 수 있도록 프로그래밍한다면 100%는 아니어도, 적어도 사람이 하는 실수보다는 현저히 그 빈도가 줄어들 것으로 사료된다.

그동안 현업에서는 금융공학적 지식에 경험과 순간적인 판단을 더하여 진입과 청산의 베이스스(Basis) 값을 결정하였다. 본 연구에서는 과거데이터에 퀀트 분석을 통하여 합리적인 베이스스값을 자동으로 도출한다. 프로그램이 스스로 과거데이터를 학습하고, 실시간 데이터를 분석하여 자동매매를 수행할 수 있도록 코딩하였다.

최근의 베이스스를 실시간으로 분석하여 콘탱고(contango) 데이터의 평균값을 구

하여 그 평균 콘탱고 베이스에서 매수차익거래를 진입하고, 반대로 평균 백워드테이션(back-wardation)의 베이스에서 매도차익거래로 청산한다. 만기일에도 잔고가 남아있다면 매도차익거래로 청산한다.

거래대금과 거래량 기준으로 상위 5종목을 추려서 5종목 Pair를 선별하여 시물레이션하였다. 시물레이션 기간은 최근 30개월(만기 30번, 2년 6개월)이며, 손익을 30구간으로 나눠서 분석하였고 그 기준은 만기일이다. 만기일 다음 영업일에 시작하여서 만기일 종가까지가 하나의 구간이며, 이렇게 총 30구간(30번의 만기)동안 시물레이션하였다.

연구결과 모두 우상향하는 수익을 확인할 수 있었다. 차익거래 자체가 No Arbitrage Bounds를 넘어서는 콘탱고 Basis에서 매수차익거래를 진입하면 만기일의 수익이 확정되는 것이 특징이기 때문에 체결이 되었다면 우상향을 기대할 수 있는 안정적인 매매이지만, 본 연구의 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템은 안정적인 수익구조를 유지하면서도 수익을 극대화하는 것이 목표이기 때문에 매매 가능한 진입시점과 청산시점을 모두 포착하며 매매하도록 하였는데 기존 연구들과 차이점을 둔다.

향후 연구 과제는 현실에 더 가까운 데이터로 분석하는 것이다. 본 연구의 데이터는 현재가를 기준으로 베이스를 산출하였지만, 향후 연구에서는 실시간 상대호가와 잔량을 고려해야 하며 수수료와 슬리피지를 고려해야 한다. 여기에 퀀트분석 기간이나 진입과 청산의 값을 전진분석(Walk Forward Testing) 시물레이션 기법을 도입하여 분석하는 것이 더욱 합리적이고 수익률을 극대화하는 향후의 연구 과제이다.

키워드 : 차익거래, 자동화, 자동매매, 퀀트, 주식, 주식선물, 선물, 파생상품, 전략 개발

제 1장 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라 주가지수선물 시장은 1996년 5월 3일 도입되면서 국내 금융상품 시장에서 선물 개념이 처음으로 도입되었다. 이어서 주식선물 시장이 2008년 5월 6일 15개의 선물 종목으로 개장되고, 현재 2021년 11월 25일 근월물 기준으로 163개 종목이 거래되고 있을 정도로 현재의 주식선물 시장은 괄목할 만한 성장을 이루었다. 그 이유는 주식가격의 변동성 증가와 그에 따른 안정성 확보 욕구의 증대라는 근본적인 이유에서 시작하였지만, 향후에는 양방향 매매라는 장점과 전략적 매매를 위한 수요까지 추가되었다.

선물(Future)은 미래의 가격을 예측하여 양방향으로 매매가 가능한 금융상품이다. 따라서 현물을 보유하고 있는 주체가, 그 현물의 가격 하락에 대비하여 선물 매도 포지션을 취하고 있다면, 해당 현물의 가격 하락 위험에 대하여 일정 부분 위험관리가 되는 것이다.

주식선물을 매매하는 주체들과 그 이유는 다양하다. 위에 언급하였듯 현물 포지션과 반대되는 포지션을 취하여 가격변화에 의한 위험 노출을 억제 혹은 관리하는 헤저(Hedger)가 있다. 여기서 현물포지션이란 특정 종목에 대한 주식이 되고, 그 주식의 하락 위험을 방어하기 위하여 그 해당 주식선물 매도 포지션을 보유하는 것이 주식 시장 내에서의 hedge가 될 수 있다. 하지만 선물 기초자산에 따라서 hedge가 반드시 주식일 필요는 없다. 제조업의 경우 원유나 철강 등의 현물을 실제 거래함에 있어서 그 가격 변동의 위험을 방어하기 위하여 해외선물의 구리, 실버, WTI 등의 매도 포지션을 취하기도 한다. 이외에도 가격 변동위험을 감수하고 방향성 매매를 통한 거래이익을 추구하는 주체(Speculator)와, 주식과 선물을 활용한 기관의 차

익거래자(Arbitrage trader)등 다양한 이유를 가진 구성원들이 존재한다. 뿐만 아니라 ELS, ELW, ETN 등 다양한 구조를 지닌 금융상품을 만들어서 판매하는 S&T 부서의 경우에도 현물과 선물 옵션 등을 혼합하여 상품을 만들어서 판매하고 있다.

그 중에서 본 연구에서는 현재 증권업에서 실제로 진행되고 있는 주식과 선물 간의 차익거래(Arbitrage) 업무를 기억력과 감이 아닌 Quant 분석을 통하여 합리적인 차익거래 모델을 구축하려고 한다. 더 구체적으로는 국내 운용사의 ETF 부서에서 증권사 측에 업무를 위탁하고 있는 우정사업본부 차익거래에 대해서 연구 할 예정이다.

우정사업본부 차익거래는 국내 유일의 비과세 차익거래이기 때문에 개인 차익거래자들과는 수익의 차이가 클 수밖에 없다. 수익뿐만 아니라 수익을 낼 수 있는 진입구간 자체가 다르다. 이를 금융 용어로 No Arbitrage Bounds라고 한다. 차익거래 매매를 하여도 수익이 나지 않는 구간이라는 의미이다. 개인 투자자들이 주식을 사고 동시에 선물을 매도했을 때, 거래비용(수수료, 거래세, 기회비용 등)을 감안한다면 오히려 손실이 날 수도 있는 구간에서 증권사의 우정사업본부 차익거래자들은 수익을 볼 수도 있다는 의미이다. 비과세 혜택 말고도 일반 개인보다 증권사의 매매 수수료가 월등히 낮으며, 기존의 차익거래 모델의 수익 계산에는 기회비용 측면으로 접근하였을 때 CD금리를 주로 적용하는데, 해당 업무 자체가 운용사의 돈을 위탁 받아서 하는 매매인 만큼, 이 업무를 진행하는 증권사는 이 자본금을 은행 예치나 다른 투자상품에 투자할 수 없다는 가정이 있기 때문에 기회비용 자체를 손익 산출에 고려하지 않는다. 즉, 증권사의 우정사업본부 비과세 차익거래에서는 기존의 다양한 차익거래 모델과는 달리 수수료만을 차익거래 비용으로 잡으면 되는데, 이 수수료 또한 개인고객에 비해 월등히 낮기 때문에 차익거래 비용 계산이 용이하다.

본 연구에서는 선물 중에서도 주식선물(Single Stock Futures)과 그 Pair가 되는 주식을 활용하여 매매하는 차익거래에 대한 Quant

적 접근을 목표로 삼고 ‘(1) 차익거래 퀀트 전략 수립. (2) 차익거래 자동매매 시스템’이라는 두 가지 주제를 연구하려한다.

본 연구의 표본 기간은 2019년 6월 13일부터 2021년 11월 11일까지로 2년 6개월(30개월)이며, 만기일을 기준으로 총 30개의 구간으로 나누었다. 즉 매달 만기일인 둘째 주 목요일을 각 구간의 마지막 날로 정하였고 매매 첫날을 만기 다음 영업일인 매달 둘째 주 금요일로 하였다. 그 이유는 통상적으로 운용사에서 증권사의 우정사업본부 차익거래의 손익이나 등수를 만기 기준으로 책정하기 때문이다.

1.2 연구의 내용 및 구성

본 연구의 내용 및 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 본 연구를 위해 이론적 배경과 선행연구를 정리하며, 본 연구 주제인 차익거래 모델을 설명하였다. 제 3장에서는 국내 차익거래 시장의 제도와 현황을 설명하며, 기존의 차익거래 연구와 우정사업본부 차익거래의 차이점을 제시한다. 제 4장에서는 차익거래가 가능한 Basis를 퀀트의 관점에서 분석하여 전략을 수립하고 적합한 종목을 선별하였다. 이어서 자동매매 시스템을 개발 및 성과를 분석하였다. 제 5장은 본 연구의 결론과 향후 연구에 대하여 제시하였다.

제 2장 이론적 배경

2.1 베이스스

주식과 선물을 활용한 차익거래를 진행하는 주체가 다양할 수는 있어도 대부분의 거래 주체가 차익거래를 위하여 기본적으로 참고해야 하는 지표는 주식과 선물의 베이스스(Basis)이다.

선물과 현물의 시세 차이를 베이스스(Basis)라고 한다. 이론적으로 정상적인 시장이라면 선물가격은 현물가격보다 더 비싸야 한다. 선물가격은 현물가격에 미래 시점의 불확실성에 대한 보상이 추가된 상품이기 때문이다. 즉 베이스스가 양(+)의 값을 띄어야 하고, 이를 콘탱고(Contango, 정상시장) 상태라고 한다. 이처럼 콘탱고 상태일 때를 선물가격이 현물가격보다 고평가되어있다고 한다. 반대로 베이스스가 음(-)의 값일 때를 백워드이션(Backwardation, 역조시장)이라고 한다. 이는 선물가격이 현물가격보다 저평가되었다고 한다.

베이스스의 변화 요인, 주식과 선물의 가격 연관성에 대한 연구는 다양하다. 박준식(2008)은 현물과 개별주식선물의 거래 매커니즘이 상이함에도 불구하고 시장의 베이스스에는 상호 긴밀한 인과 관계가 있음을 입증했다. 해당 연구에서 주가지수선물(KOSPI200선물)과 마찬가지로 주식선물 시장이 현물시장에 대한 인과관계와 선도효과를 갖고 있음을 주장했다. 시장이 완전 효율적 시장일 경우 두 시장의 가격 차이를 이용한 차익거래 기회는 존재하지 않게 되며 베이스스(개별주식선물과 주식의 차)에도 아래와 같은 균형 관계가 성립하게 될 것이다.

$$F_t = S_t \cdot e^{(r-d_r)r}$$

d_r : r 기간동안 받게 될 배당률
 r : 이자율(*nonstochastic* 가정)
 S_t : t 시점의 현물가격
 F_t : t 시점의 개별주식선물 가격

그러나 시장의 시스템과 정보에 대한 접근성은 비효율적 시장에 더욱 가깝기 때문에 개별주식선물과 주식시장 사이에는 가격 비동시적인 가격변화가 나타나게 되고 있음을 ADF(Augmented Dicky-Fuller) 검정, 벡터자기회귀모형(Vector Autoregression), 그랜저 인과관계 분석(Granger Causality) 등을 활용하여 입증하였다. 이 입증을 통하여 시장에서의 차익거래 기회 발생하고 있음을 알 수 있다.

임재범(2013)은 주식과 개별주식선물의 베이스스 상태를 변화시키는 요인을 분석하기 위해 상이한 두 시장의 가격발견기능을 분석하였다. 이 분석을 위하여 Information Share 방법론을 활용하였는데, 새롭게 유입된 정보로 인해 발생한 가격변화 중 특정한 시장이 그 변화에 기여한 부분을 찾는 것이다. 즉 Information Share를 통하여 새로운 특정 정보가 어떤 시장(주식 혹은 선물시장)에 더욱 많이 반영되어 효율적 가격의 변화를 일으키는지를 조사하였다.

오지현, 이지은(2011)은 여러 유형의 투자자 집단이 보이는 투자행태와 KOSPI200 선물의 베이스스 스프레드(시장 베이스스-이론 베이스스) 사이의 관계를 분석하였는데, 기관의 주식 거래활동에서 베이스스 스프레드와 관련되는 부분은 주로 프로그램 차익거래를 통해 발생하며, 외국인 주식 투자자는 베이스스 스프레드의 크기에 반응하는 차익거래와 기관투자자를 추종하는 거래를 수행하는 것으로 주장하였다. 해당 논문에서 다룬 베이스스 스프레드의 산출 공식은 시장 베이스스-이론적 베이스스인데 공식은 아래와 같다

$$\begin{aligned}
 \text{Basis Spread} &= \text{시장 Basis} - \text{이론적 Basis} \\
 &= (\text{시장 선물가격} - \text{현물가격}) - (\text{이론적 선물가격} - \text{현물가격}) \\
 &= \text{시장 선물가격} - \text{이론적 선물가격}
 \end{aligned}$$

베이스스 스프레드 계산을 위해서는 이론적 선물가격 계산이 선행되어야 한다. 해당 논문뿐만 아니라 대부분의 차익거래와 베이스스 관련 논문에서 그러하듯 본 연구에서도 객관성의 최대화를 위하여 한국거래소가 발표한 이론가격 산정공식을 사용했다.

한국거래소의 이론적 선물가격 산정공식은 다음과 같다.

$$F_t = S_t \times (1 + r_t \times \frac{T-t}{365}) - \sum_{j=1}^n D \times (1 + r_t \times \frac{t_j}{365})$$

F_t = t 시점의 이론적 선물가격

S_t = t 시점의 KOSPI200 지수

r_t = t 시점의 91일물 CD수익률(연)

T = 선물 만기일

(D_j 와 t_j 는 직전년도의 배당실적에 기초하여 산출됨)

t_j = 선물잔존기간 중 발생하는 n 번의 배당락 중 j 번째 이론적 배당락 폭
 $= \frac{j\text{번째 배당락일 직전년도의 현금배당금 총액}}{\text{당일의 KOSPI200 기준시가 총액}} \times 100$

결론적으로 해당 연구에서는 우리나라의 KOSPI200 선물시장에서는 베이스스 스프레드와 관련하여 투자자의 투자행태에 체계적인 패턴이 발생하고 있음이 확인됨을 입증하였다.

2.2 차익거래 모델

차익거래에 관한 선행연구들은 본 연구에서 다룰 주식선물을 대상으로 한 논문은 거의 전무하며, 주가지수선물(KOSPI200선물)에 관한 내용이 대부분이었다. 그리고 이러한 논문들의 대부분이 본 연구의 주요 분석 대상인 우정사업본부 차익거래와는 수익 모델의 구조가

다소 상이하지만, 베이스스를 참고하여 매매한다는 차익거래의 기본 개념에서 크게 벗어나지 않는다고 판단된다. 본 연구에서는 매수 차익 거래로 진입을 시작하고, 매도 차익거래로 청산을 하는 방식으로 진행된다. 차익거래의 조건과 공식은 아래의 유진, 김근범(2010)의 선행연구를 참고했다.

매수차익거래(Cash and Carry Arbitrage) 발생 조건

선물 시장가격 > 선물 이론 가격 + 현물 거래비용 + 선물 거래비용

① 선물 시장가격 : 선물의 최우선매수호가

② 선물 이론 가격

현물 최우선매도호가 $\cdot 1 + \text{예금 이자율} \times \frac{(T-t)}{365}$ - 배당의 만기 가치

③ 현물 거래비용 = 현물 거래비용(현재) + 현물 거래비용(만기)

현물 거래비용은 진입 시점과 만기 청산 시 발생.

만기일의 현물가격은 선물 이론가격으로 대체.

현물 거래비용(현재) = 현물 최우선매도호가 \cdot 현물 거래수수료율 \cdot
 $1 + \text{예금 이자율} \times \frac{(T-t)}{365}$

현물 거래비용(만기) = 선물 이론 가격 \cdot (현물 거래수수료율 + 세율)

④ 선물 거래비용 = 선물 거래비용(현재) + 선물 거래비용(만기)

선물 거래비용은 진입시점과 만기 청산 시 발생.

만기일의 선물가격은 선물 이론가격으로 대체.

선물 거래비용(현재)은 본 연구에서 다룰 증권사 우정사업본부 차익거래에서는 위탁매매의 특성상 증거금을 반영하지 않기 때문에 제외하고, 선물 거래수수료의 미래가치만 반영한다

$$\text{선물 거래수수료의 미래가치} = \text{선물 최우선매수호가} \cdot \text{선물 거래수수료율} \cdot \frac{1 + \text{예금 이자율} \times \frac{(T-t)}{365}}$$

매도차익거래(Reverse Cash and Carry Arbitrage) 발생 조건

선물 시장 가격 < 선물 이론 가격 - 현물 거래비용 - 선물 거래비용

① 선물 시장가격 : 선물의 최우선매도호가

② 선물 이론가격

$$\text{현물 최우선매수호가} \cdot \frac{1 + \text{예금 이자율} \times \frac{(T-t)}{365}}{\text{배당의 만기가치}}$$

③ 현물 거래비용 = 현물 거래비용(현재)+현물 거래비용(만기)

매수차익거래와는 달리 세율이 현재 거래비용에 반영

$$\begin{aligned} \text{현물 거래비용(현재)} &= \text{현물 최우선매수호가} \cdot (\text{현물 거래수수료율} + \text{세율}) \cdot \\ &\quad 1 + \text{예금 이자율} \times \frac{(T-t)}{365} \end{aligned}$$

$$\text{현물 거래비용(만기)} = \text{선물 이론 가격} \cdot (\text{현물 거래수수료율})$$

④ 선물 거래비용 = 선물 거래비용(현재)+선물 거래비용(만기)

$$\text{선물 거래비용(현재)} = \text{선물 거래수수료의 만기가치}$$

+ 위탁증거금에 대한 기회비용의 미래 가치

$$\begin{aligned} \text{선물 거래수수료의 만기 가치} &= \text{선물 최우선매수호가} \cdot \\ &\quad \text{선물 거래수수료율} \cdot \\ &\quad 1 + \text{예금 이자율} \times \frac{(T-t)}{365} \end{aligned}$$

2.3 퀀트와 퀀트 전략

금융공학과 인공지능의 발전에 힘입어 금융시장에서 ‘퀀트(Quant)’라는 용어가 자주 사용되고 있다. 금융공학, 수학, 통계학, 컴퓨터공학, 물리학 등 다양한 학문의 집합체인 퀀트(Quant)는 1970년대 월가(Wall Street)에서 물리학박사들을 대거 고용하면서 사용되기 시작한 용어이다. 당시 금리와 금값을 필두로 다양한 금융상품의 변동성이 전례 없이 커졌다. 이러한 위기 속에서 월가의 금융전문가들이 내놓은 해답이 물리학자들의 주특기인 계량적 접근이었다. 당시 전쟁 직후의 물리학자들은 미국의 정부지원이 끝난 터라 생계 부담이 커지던 시기였고, 때마침 금융업계의 고액 연봉 제안에 물리학자들이 월가에 대거 입성하게 되었다. 이들이 월가에서 Quant(Quantitative : 계량적인의 준말)의 시초가 되었으며 각종 금융상품의 변동성과 리스크를 관리하며 다양한 상품을 개발하게 되었다. 그리고 이것이 오늘날의 파생상품이다. 그 당시 Quant들의 화려한 수학, 컴퓨터공학, 금융공학, 통계학 등의 skill을 통해 나온 파생상품들은 연금술이라고 불릴 만큼 거대한 수익을 벌어들였다.

이러한 퀀트의 아성은 2007년과 2008년 파생상품으로 인한 세계적인 금융위기로 인해 무너졌다. 거침없이 확장되던 파생상품은 결국 많은 금융회사를 파산으로 이끌고, 퀀트와 금융공학이라는 단어 자체가 금융권에서 위험함을 상징하는 뉘앙스의 단어가 되었다.

이와 같이 지지부진한 Quant에 대한 관심이 컴퓨터공학의 발전과

함께 다시 급부상하여 AI와 함께 다양한 위험관리 수단으로 대두되고 있다.

현재 주식이나 선물, 옵션 등 투자함에 있어서 퀀트 분석과 퀀트 전략이란 ‘자신의 순간적인 감정에 휘둘리지 않고, 데이터를 통한 통계 분석 및 금융공학적 분석을 기반으로 만들어진 전략을 수립하고, 그 전략(규칙)에 입각하여 매매하는 투자법’ 이라고 할 수 있다. 그리고 이러한 접근을 본 연구에서도 활용하여, 투자대상이 되는 종목군의 과거데이터를 분석하고 통계적으로 해당 종목의 가격 움직임을 분석한다. 그리고 실시간 데이터 분석을 통해 규칙을 수립하고 이에 입각한 자동매매 시스템 개발을 목표로 한다. 즉 자동 분석 시스템이자 자동매매 시스템인 것이다.

2.4 선행연구



이현(1998)은 국내 주가지수선물 시장에서의 차익거래 기회를 연구하였는데, 거래비용을 감안하였음에도 차익거래 기회가 오래 지속되는 것을 발견하였으며, 이는 기관의 선물에 대한 인식 부족, 증권사의 공매도 제약 등의 제도적 요인 등을 원인으로 지목했다. 그 당시의 기관이 선물에 대한 인식이 부족한지를 입증할 방법은 없지만, 현재 시장에서는 그 이유가 다르다. 차익거래 기회가 오래 지속되는 이유는 각 기간별로 차익거래 가능한 종목별 잔고 수량이나 금액 총액이 정해져 있기 때문이다. 증권사라고 해서 나오는 모든 차익거래 기회(콘탱고)를 베이스스를 0으로 바꿀 만큼 무한대로 매매를 할 수 있는 것이 아니다.

박상현(2003)은 KOSPI200선물의 이론가격과 실제 가격의 괴리율을 분석하여 차익거래의 명시적 비용과 암묵적 비용을 추정한 후 차익거래 불가능 가격대를 규정하였다. 연구 결과 KOSPI200선물 시장은 저평가 현상이 자주 나타남에 따라 차익거래 기회는 주로 매도차익

거래에 집중되어 있으며, 이는 만기에 근접할수록 줄어들었다. 만기에 근접할수록 차익거래 기회가 줄어드는 이유는 만기로 갈수록 Basis가 점차 0이 되어가기 때문이다.

유진, 김근범(2010)은 주식선물 차익거래 불가능 영역을 가능한 보수적인 관점에서 진행하였음에도 매매 가능 시간대가 평균 2초대로 차익거래를 성립시킬 수 있는 시간이 다수 발생함을 입증하였다. 해당 연구에서는 주식선물 차익거래의 장점으로, 주가지수선물(KOSPI200선물) 차익거래와는 달리 추적오차(Tracking error)등의 위험이 없음을 예로 들었다. 현업에서 추적오차의 위험성은 어느 정도의 허용범위(tolerance field)를 정해두고 진입하거나, 매매 전용 프로그램을 활용하여 추적오차의 위험성을 최소화하고 있다. 그리고 드물지만, 현물 바스켓인 지수 추종 ETF(KODEX200, TIGER200 등)을 활용하여 추적오차를 없애는 방법을 활용하고 있다.

Modest, David M, Mahadevan Sundaresan(1983)은 미국의 S&P 주가지수선물의 거래비용, 배당, 공매 등을 감안하여 차익거래 가능성을 분석하였다. 공매도 비용에 대한 제약이 없다는 가정하에 매도 차익거래가 가능하고, 차익거래의 기회가 주어지지 않더라도 선물가격 저평가 현상이 지속됨을 입증하였다.

개별주식 차익거래를 이해하기 위하여 주식과 개별주식의 관계에 대한 연구논문을 참고하였다.

Hans R. Stoll and Robert E. Whaley(1990)는 S&P 500과 MMI 지수를 양측회귀분석모형(Two-Sided Regression Analysis Model)으로 분석한 결과 선물이 현물에 비하여 5분 정도의 선도 효과를 나타내고 있음을 입증했다. 유사한 주제를 바탕으로 Mahmoud Wahab, Mahmoud Wahab(1993)는 약 4년간의 S&P 500지수와 FT-SE 100지수의 선물과 현물에 대한 선도 시차 관계를 분석하였다. 그 결과 두 시장의 공적분 관계가 성립함을 확인하였다. Pizzi, Economopoulos and O'neill(1998)은 단기간(3개월)이지만 공적분과 오차수정 모형을 통하여 선물과 현물간의 선도관계와 인과관계를

분석하여 각각 공적분 관계임을 증명했다. 이것은 시장이 효율적으로 움직인다는 것을 의미한다. 연구 결과 3개월물 6개월물은 현물을 20분 선도, 현물은 선물을 3개월물은 3분, 6개월물은 5분을 선도함을 입증했다.

국내의 경우 은철수, 장호윤(1998)은 1996년 6월부터 1년간 KOSPI200 지수를 대상으로 선물시장이 약 30분에 걸쳐 현물시장보다 선행함을 밝히고 선도관계를 입증하였고, 현물시장의 선도효과가 미약하다고 주장하였다. 유사한 주제를 바탕으로 홍성희, 옥진호, 이용재(1998)는 선물과 현물의 상호연관관계에 대한 실증분석을 한 결과 일별 데이터에서는 공적분 관계가 있지만, 20분 단위 데이터에서는 공적분 관계가 없는 것으로 확인하였으며, 현물시장이 선물시장을 20분에서 40분 정도 선도하고 있음을 입증했다. 김술, 김동석(2000)은 공적분과 오차수정모형을 통하여 KOSPI200선물이 현물을 35분 선도하며, 현물의 선물에 대한 선도 효과는 5분이라고 분석하였다.

지금까지는 코스피200지수 선물과 현물의 관계를 입증하는 논문이었다면, 홍정효(2005)는 벡터오차수정모형을 활용하여 코스닥50 주가지수 선물시장의 수익률과 변동성이 현물시장을 약간 선도하며 선물시장이 현물시장에 미치는 영향력을 입증하였다.

김주일, 문규현(2011)은 본 연구에서 다루게 될 개별주식선물과 주식을 연구하였다. 9개 종목의 2년 data를 통하여 선물이 현물을 선행하며 선물을 통한 현물 예측 가능성을 입증하였다. 그리고 현물수익률 변화가 선물수익률 변화로 설명된다는 점을 입증하였다.

제 3 장 차익거래 시장

3.1 제도

국내 차익거래 시장은 과세 제도 변경에 따라 크게 변화하는 양상을 드러냈다.

- 공모펀드 비과세 (2009년 이전)
- 우정사업본부 비과세 (2010년 ~ 2012년)
- 모든 주체 과세 (2013년 ~ 2016년)
- 우정사업본부 비과세 (2017년 이후)

2009년은 공모펀드 비과세의 영향으로 투신 투자자의 비중이 가장 높았고, 2010~2012년 우정사업본부의 비과세 차익거래 비중이 높았다. 2012년까지 차익거래 시장이 활성화되었던 시기에 프로그램 차익거래 금액은 연평균 약 50조 원(현물 주식시장 거래의 3~4% 수준) 일 당시 프로그램 차익거래의 절반 이상을 우정사업본부가 담당했었다. 그러나 2013년 세법 개정으로 우정사업본부에 대해 증권거래세가 부과된 이후 차익거래 시장이 급격히 위축되어 2016년에는 연간 프로그램 차익거래 금액이 이전의 10% 수준인 4.7조원(현물 주식시장 거래의 0.4%)까지 위축되었다. 뿐만아니라 세법 개정 이후 프로그램 차익거래 시장에서 외국인 투자자의 비중이 20~30%에서 70~80% 수준까지 급격히 증가함에 따라 외국인 투자자의 영향력이 크게 확대되었다.

2017년 이후로 우정사업본부 비과세가 실시되었고, 증권사의 우정사업본부 비과세 차익거래의 비중이 가장 높아졌다. 이를 통해 알 수 있듯 차익거래 시장은 제도적인 영향을 받는다. 그 이유는 크게 과세

여부에 따른 No Arbitrage Bounds의 차이가 크기 때문이다. 차익 거래 진입시점은 주로 콘탱고 Basis의 값으로 결정되는데, 우정사업 본부의 비과세 차익거래를 담당하는 증권사의 경우 타 주체들에 비하여 비교적 낮은 콘탱고에도 수익구간이기 때문에 먼저 진입하여 기회를 차지하는 경우가 많다. 이렇게 다른 주체보다 먼저 진입하게 되면, 주식과 선물물의 가격 차이가 줄어들게 되면서 콘탱고 Basis가 점차 작아지게 된다. 그 값이 0에 수렴하진 못하더라도, 더 낮은 값의 콘탱고 Basis에 진입하여 타 주체들의 진입 가능 Basis를 없애는 경우가 잦다. 물론 증권사에도 매매 가능한 금액과 잔고가 유한하기 때문에 모든 종목의 콘탱고 Basis에 대해서 미리 선점하여 0으로 만들 수는 없기에 시장에서 타 주체들의 기준에서도 No Arbitrage Bounds를 넘어서는 차익거래 구간이 발생할 수 있는 것이다. 만약 증권사의 비과세 차익거래 가능한 금액과 잔고가 무한대였다면 비과세 차익거래를 진행하는 증권사를 제외한 주체들은 No Arbitrage Bounds를 초과하는 콘탱고 Basis를 포착할 기회는 없을 것이다.

그럼에도 불구하고 국가에서 제도적으로 우정사업본부에만 비과세 혜택을 부여한 이유는 외국인 거래자들에게 국내 시장이 좌우되는 것을 방지하고, 주식선물의 원활한 유동성을 공급하기 위해서 이다. 차익거래자들과 Market Maker가 차익거래와 유동성 공급을 실시간으로 해도 매도1호가와 매수1호가의 갭(Gap)이 5틱 이상 나는 종목들이 종종 있다. 이러한 종목들은 만약 차익거래자들과 Market Maker가 없었다면, 헷지(hedge)를 위해서 진입할 경우 슬리피지 비용이 크게 잡히기 때문에, 헷지를 하여도 손실구간이 클 수밖에 없다. 따라서 타 주체들의 차익거래자들의 진입 구간이 제한된다는 점을 감안하더라도, 주식과 주식선물 시장에 참가하는 모든 투자자들의 효율적인 매매의 가치가 더 크다고 판단하였기에 이와 같은 제도가 유지되는 것이다.

이효섭(2017)의 연구 결과, 차익거래는 차익거래자 뿐만 아니라 차익 거래 상대방의 참여를 유도하여 자본시장에 유동성을 공급하는 긍정적인 역할을 수행하고, 차익거래 시장에서 외국인투자자의 쏠림 현상

완화, 주식시장 거래대금 대폭 증가로 인한 증권거래 세수 증대 예상 등의 장점을 발견하였다.

3.2 국내 차익거래 시장 현황

국내 차익거래는 크게 과세 차익거래와 비과세 차익거래로 나뉜다. 그 중 우정사업본부 차익거래라 불리는 비과세 차익거래의 수량이 압도적으로 많은데 그 이유는 국내 주식시장에서 유일한 비과세라는 점 외에도, 증권사에서 운용사의 위탁매매를 하기때문에 보유비용 모형에서 CD금리를 비용으로 고려하지 않아도 된다는 점이 있다. 하지만 기존의 차익거래 관련 연구에 비하여 가장 큰 차이점은 각 증권사별로 해당 기간(만기) 내에 최대의 수익을 이끌어내야 하는 경쟁관계에 있다는 점이다.

기존의 논문과 금융공학 이론에서는 Basis를 참고하여 No Arbitrage Bounds를 벗어나는 콘탱고 Basis가 발생하면 매수차익거래를 진행하고 만기까지 보유하는 것이 보통이다. 하지만 증권사에서 진행하는 우정사업본부 차익거래는 각 증권사별로 손익을 기준으로 경쟁 환경에 놓여있다. 가능하다면 하루에도 여러 번씩 매수차익거래로 진입했던 포지션을 다시 매도차익거래로 청산하고, 다시 기회가 나온다면 진입하고 청산하고를 반복해야 한다. 예를 들어, 기존 연구 방향이 만약 삼성전자와 삼성전자 주식선물의 베이스가 콘탱고 상태인 100원에 진입하여 만기에 0원에 자동청산이 되는 구조를 주로 다뤘다면, 현업에서는 100원에 진입하여 0원이 나온다면 바로 청산하고, 다시 100원에 재진입을 노리거나, 그 금액으로 다른 종목에 진입 기회를 노리는 것이 보통이다. 심지어 베이스가 가장 높은 콘탱고 상황에서의 진입이 아니라, 백워데이션 일지라도 향후에 더 음(-)의 값으로 가는 백워데이션이 예상된다면 과감하게 진입을 해야 하는 상황이 생기곤 한다. 그리고 이 진입과 청산의 기준이 되는

Target Basis의 값은 경험과 감에 의하여 판단하는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 이러한 Target Basis값을 과거 데이터의 Quant 분석을 통하여 합리적인 Quant 전략을 수립하고 자동매매 프로그램을 만드는 것이 목표이다. 자동매매에 대한 위험성 우려가 있다면 매수차익거래 진입 시점과 매도차익거래 청산 시점을 Signal로 제시받을 수 있는 프로그램으로도 응용이 가능하다. 혹은 실시간 자동매매로 모의 시뮬레이션을 가동하여 사람이 직접 했을 때와 수익을 경쟁하기도 해보고, 오류 발생유무와 빈도를 분석하여 수정, 보완하면 실무에서도 사용 가능할 것이다.



제 4장 차익거래 퀀트 분석 및 자동매매 시스템 개발

4.1 차익거래 종목 선정

본 연구에서는 2019년 6월 13일부터 2021년 11월 11일까지로 2년 6개월(30개월)의 삼성전자, SK하이닉스, 현대차, NAVER, 카카오의 주식과 개별주식선물의 데이터를 30분 간격으로 기록하여 사용하였다. 데이터수집은 예스트레이더를 활용하였다. 데이터 선별은 실제로 가장 많이 차익거래가 되는 종목이면서, 슬리피지를 최소화하기 위해 시가총액과 거래량 기준으로 상위 5종목을 선정하였다.

주식이 아닌 선물을 기준으로 거래대금과 거래량을 분석한 이유는, 시총 상위 종목의 주식과 선물의 순위의 차이가 크게 다르지 않기 때문이다. 선물의 거래량과 거래대금에서 유동성과 슬리피지에서 문제가 없다면, 주식에서도 문제가 발생하지 않는 것이 보통이다. 주식 시장에서 코스피200의 호가 Gap이 10분 이상 발생하는 경우는 드물지만, 주식선물 시장에서는 상위 종목이 아니면 주식시장에 비하여 고빈도로 발생할 수 있다. 따라서 진입 가능한 가격과 호가 상태를 고려하여 유동성이 높은 종목을 고르는 것이 타당하고 유동성은 거래대금과 거래량으로 선별하였다.

<표1> 거래대금 일평균 상위 10위

<표 1>의 데이터는 한국거래소의 정보데이터시스템 사이트(<http://data.krx.co.kr/>)의 파생상품 전종목 기본정보에서 거래대금 일평균 기준으로 추출하였다

순위	상품명	거래대금 일평균
1	삼성전자 선물	1,155,677,212,805
2	SK 하이닉스 선물	314,713,548,137
3	현대차 선물	248,820,749,627
4	LG 화학 선물	230,038,914,398
5	카카오 선물	200,470,622,390
6	NAVER 선물	180,123,121,064
7	셀트리온 선물	157,759,271,810
8	삼성 SDI 선물	153,722,013,554
9	기아 선물	149,436,318,034
10	SK 이노베이션 선물	138,608,802,992

<표 2> 거래량 일평균 상위 10위

<표 2>의 데이터는 한국거래소의 정보데이터시스템 사이트(<http://data.krx.co.kr/>)의 파생상품 전종목 기본정보에서 거래량 일평균 기준으로 추출하였다

순위	상품명	거래량 일평균
1	삼성전자 선물	1,626,717
2	SK 하이닉스 선물	278,791
3	기아 선물	209,079
4	LG 디스플레이 선물	167,055
5	한화솔루션 선물	161,784
6	한국전력 선물	135,072
7	현대차 선물	128,102
8	두산중공업 선물	126,173
9	삼성중공업 선물	114,770
10	LG 전자 선물	95,221

4.2 차익거래 퀀트 분석

2년 6개월간의 데이터 분석 결과 주식과 주식선물의 Basis는 일정 범위 내에서 주기적인 진자운동을 보이는 파동과 유사한 모습을 띄며 움직이고 있다. 다음의 사진들은 본 연구기간의 대상 종목의 asis 자료이다. 최근 1년, 3개월간의 Basis사진을 나열하였다.

베이스스가 전후 기간에 비하여 크게 변동이 있는 구간은, 만기의 월물 교체를 연결선물이 반영하지 못하는 구간이거나, 증권사 Data의 오류로 생긴 noise로 간주하였다. noise로 간주되는 기간에는 수기로 선별하여 진입과 청산을 금지하였다.

자동매매 시스템 트레이딩 작업의 단점이 이와 같은 부분인데, 기존 평균 베이스스에 비하여 2배 이상 차이가 나는 구간에서는 오류 발생이라는 시그널을 받는 프로그래밍을 해두면, 사고를 예방할 수 있다.

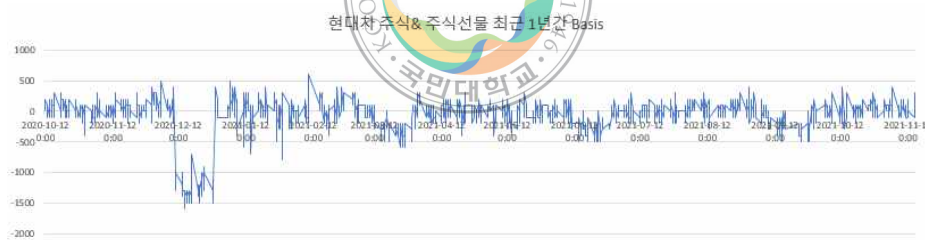
이러한 부분은 개발자의 경험과 역량이 직접적으로 반영되는 부분이라 할 수 있다.



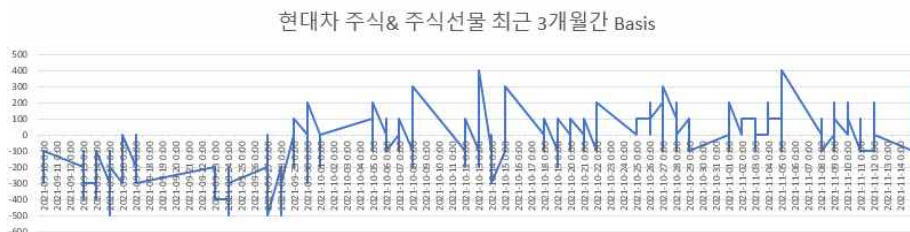
<그림 1> 삼성전자 주식&주식선물 최근 1년간 Basis



<그림 2> 삼성전자 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis



<그림 3> 현대차 주식&주식선물 최근 1년간 Basis



<그림 4> 현대차 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis



<그림 5> 카카오 주식&주식선물 최근 1년간 Basis



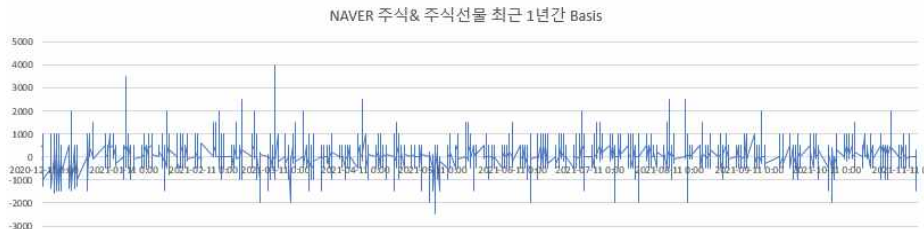
<그림 6> 카카오 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis



<그림 7> SK하이닉스 주식&주식선물 최근 1년간 Basis



<그림 8> SK하이닉스 주식&주식선물 최근 1년간 Basis



<그림 9> NAVER 주식&주식선물 최근 1년간 Basis



<그림 10> NAVER 주식&주식선물 최근 3개월간 Basis

<그림 1>부터 <그림 10>까지의 배이스가 콘탱고와 백워데이션을 한달(만기 기간) 내에도 여러 차례 왕복한다는 사실을 역사적 데이터분석을 통하여 알게되었다. 즉 기존의 연구들처럼 콘탱고 Basis가 높을 때 진입하고 만기까지 보유하다가 자동으로 만기청산하는 것이 아니라, 진입과 청산을 반복하여 수익 낼 확률이 높음을 과거 데이터로 입증되었다. 만약 최악의 경우에 콘탱고에서 매수차익거래로 진입하였는데, 백워데이션으로 가지 않는다 하더라도 만기에는 배이스가 0으로 수렴한다는 점을 이용하여 콘탱고에서 진입한다면 손실이 나지 않는 매매를 한다는 것을 알 수 있다.


각 기간별로 콘탱고와 백워데이션의 Basis 수준이 다르기 때문에 하나의 일관된 Basis값을 매매 기준으로 삼는 것이 아니라 실시간으로 해당 종목의 가격데이터를 분석해서 기준 Basis값을 새롭게 설정해야 한다. 1년 전에 주로 콘탱고가 +500원이 나오는 것을 경험적으로

혹은 통계학적으로 분석하였다 할지라도 지금도 동일한 기준으로 +500원을 콘탱고 Target Basis로 예상하고 매수차익거래 진입 시점으로 여기면 최근 가격변화의 흐름을 따라잡지 못한다는 의미이다.

이에 대응하기 위하여 전 기간의 평균 통계치를 기준으로 하나의 진입 Basis를 결정하는 것이 아니라, 실시간 데이터를 분석하며 최근 유의미한 기간의 Data를 분석하여 실시간으로 Target Basis에 반영해줘야 한다.

물론 과거의 데이터가 미래를 100% 대변하는 것은 아니나, 경험과 감에 의존하던 기존의 매매 방식에 비하면 더 합리적인 Quant 전략 수립이 가능하다.

4.3 차익거래 퀀트 전략 및 자동매매 시스템 개발

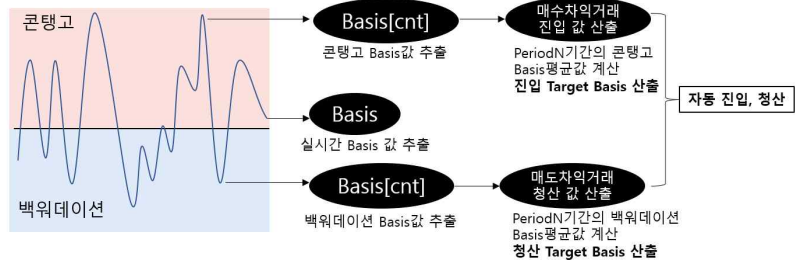


본 연구 기간은 2019년 6월 13일부터 2021년 11월 11일까지로 2년 6개월이다. 그 이유는 유의미한 연구 결과를 도출하기 위하여 만기일을 기준으로 30번의 만기를 시뮬레이션하기 위함이다. 가격데이터는 장이 시작하는 9:00부터 시작하여 장이 끝나는 15:45까지 30분에 한번씩 기록하였다. 퀀트 전략의 학습데이터로는 1개월 데이터로 학습하였고, 다음 달 1개월을 시험데이터로 실험하여 총 29개월을 활용하였다. 즉 해당 자동매매 시스템이 1개월간 자동으로 시장에 대한 퀀트분석을 진행하고 2개월부터 자동매매가 시작되도록 하였다.

각 종목의 Basis가 일정한 Range에서 진자운동을 함을 통계학적 데이터 분석으로 알아내었다. 그러나 매번 일정한 Basis에서 콘탱고의 최고점이나, 백워데이션의 최저점이 나타나는 것이 아니라 시간이 지남에 따라 콘탱고와 백워데이션의 Basis가 달라진다. 이러한 계량적 인(quantitative) 분석 결과를 통하여 전 기간의 진입 시점(Target Basis)을 동일하게 잡는 것이 아니라, 실시간으로 최신 데이터를 분

석하여 각 시점에 적합한 진입을 위한 콘탱고 Basis와, 청산을 위한 백워데이션 Basis를 찾는 것이 이 전략의 가장 중요한 부분이다.

차익거래 퀀트 전략



<그림 11> 차익거래 퀀트전략 자동매매시스템 구조도

- 1) PeriodN기간 동안의 콘탱고와 백워데이션 베이스의 평균 각각 산출
- 2) 현재 베이스가 PeriodN기간 동안의 콘탱고 베이스의 평균을 초과하면 매수차익거래로 진입(주식 매수 & 주식선물 매도)
- 3) 현재 베이스가 PeriodN기간 동안의 백워데이션 베이스의 평균 미만일 경우 매도차익거래로 청산(주식 매도 청산 & 주식선물 매수)
- 4) 만약 만기일 장 종가 시점에 매수차익거래 진입 내역이 청산이 되어있지 않다면(잔고가 있다면) 만기일 종가시점에 매도차익거래로 청산(주식 매도 청산 & 주식선물 매수)

본 연구에서는 상대호가 아닌 현재가 데이터를 사용한다는 점과 슬리피지를 감안하여 진입과 청산의 Target Basis를 최대한 보수적으로 정하였다. 예를 들어 실제 매매에서 베이스의 상태가 100원 (콘탱고)가 나왔을 때 매수차익거래로 진입해야 하는 매매였다면, 본 연구의 시뮬레이션에서는 베이스가 100원 초과(200원) 부터 진입

가능하게 하였다. 반대의 경우도 마찬가지이다. 베이스스가 -100원 (백워데이션)이 나왔을 때 매도차익거래 청산거래가 이루어져야 한다면, 호가 상태를 감안하여 -100원 미만(-200원) 부터 청산이 가능하게끔 시뮬레이션하였다.

본 연구에서는 만기일을 반영하였기에 만기일에 선물 청산이 되어있지 않다면(매수차익거래 진입 후 매도차익거래 청산이 되어있지 않다면), 만기일 장 마감에 자동으로 매도차익거래를 진행하도록 하여서 최대한 실무와 근접하게 상황을 설정하였다.

실제 운용사에서 증권사의 우정사업본부 차익거래를 평가할 때 월말이 아닌 만기일을 기준으로 평가가 진행되는데, 이러한 점을 반영하여서 만기별로 수익을 책정하였다. 본 연구에서는 30번의 만기(30개월, 2년 6개월)을 시험 기간으로 하였다.

본 연구에서는 예스트레이더 30분봉 차트 약 10,000봉과 예스랭귀지를 사용하여 모델을 설계하였다. 그 외 파라미터 값은 몇 기간동안의 평균을 구할지에 대한 변수를 PeriodN으로 지칭하였다.

에스랭귀지 프로그래밍

프로그래밍은 에스랭귀지라는 전략 시스템 랭귀지로 코딩하였다. 코딩 결과물은 총 두 가지다. 하나는 육안으로도 모니터링이 가능하도록 Basis의 형태를 Chart화 시켜줄 코딩이고, 다음으로는 스스로 최근데이터를 쿼트분석 하면서 자동매매를 하게 하는 코딩이다.

```
For cnt = 0 to 기간-1
{
    if Basis[cnt] > 0 Then
    {
        콘탱고BS합 = 콘탱고BS합 + basis[cnt];
        콘탱고BS갯수 = 콘탱고BS갯수 +1;
        콘탱고BS평균 = 콘탱고BS합/콘탱고BS갯수;
    }
    Else
    {
        백워데이션BS합 = 백워데이션BS합 + basis[cnt];
        백워데이션BS갯수 = 백워데이션BS갯수 +1;
        백워데이션BS평균 = 백워데이션BS합/백워데이션BS갯수;
    }
}
```

<그림 12> 베이스 Chart화 코드

```
//----- 만기일 추출 -----
var: 만기아닌날(0);
var2 = date - int(date/100)*100;
var3 = DayOfWeek(date);

if var2 >= 8 and var2 <= 14 and
var3 == 4 then
    만기아닌날 = 1;
else
    만기아닌날 = 0;

//----- BASIS 추출 -----
For cnt = 0 to 기간-1
{
    if Basis[cnt] > 0 Then
    {
        콘탱고BS합 = 콘탱고BS합 + basis[cnt];
        콘탱고BS갯수 = 콘탱고BS갯수 +1;
        콘탱고BS평균 = 콘탱고BS합/콘탱고BS갯수;
    }
    Else
    {
        백워데이션BS합 = 백워데이션BS합 + basis[cnt];
        백워데이션BS갯수 = 백워데이션BS갯수 +1;
        백워데이션BS평균 = 백워데이션BS합/백워데이션BS갯수;
    }
}

//----- 매매 로직 -----

If data2(C)-C > 콘탱고BS평균 AND MarketPosition == 0 AND 만기아닌날 == 0 Then
    Buy("매수차진입");

If data2(C)-C < 백워데이션BS평균 AND MarketPosition == 1 Then
    ExitLong("매도차청산");

If 만기아닌날 == 1 AND MarketPosition == 1 Then
    ExitLong("만기청산");
```

<그림 13> 차익거래 쿼트전략 자동매매 프로그램 코드

4.4 성과 분석

위의 과정을 거쳐서 만들어진 퀀트전략 자동매매 프로그램을 이용하여 5종목 Pair(주식과 주식선물)의 성과 분석 결과를 나열하였다.

<표 3>부터 <표 7>까지 월물별 수익 표에는 총 30기간의 월물을 표시하였다. 각 기간이 몇 월물인지와 그 월물에 대한 수익을 표로 나타내었다. 그리고 그 월물별로 수수료를 적용하지 않은 수익과 누적수익 그리고 수수료를 적용한 수익과 누적수익으로 나누어서 표시하였다. 그리고 해당 월물마다 얼마의 수수료를 비용으로 지불하는지 표시하였다.

각 수익과 수수료는 주식 10주와 선물 1계약으로 매매하였을 때의 값을 나타낸 것이다. 이는 체결시킨 베이스를 한눈에 파악 가능함과 동시에 이 시스템을 활용할 트레이더가 사용 및 분석하기 쉽게하기 위하여 설정한 pair이다. 주식10주와 선물 1계약을 1Pair라고 한다면 주식 100주와 선물 10계약으로 트레이딩 할 트레이더는 이 값에 10을 곱해주면 본인의 예상 수익과 체결시킨 베이스의 총합을 계산할 수 있다.

이와 같이 표시함으로써 이 프로그램을 활용하는 트레이더는 몇 월물에는 어느 정도의 베이스를 취할 수 있으며, 본인이 사용 가능한 금액으로 얼마까지 수익을 낼 수 있고, 수수료는 얼마를 지불해야 하며, 수수료를 제외한 수익은 얼마인지를 계산해볼 수 있다.

<그림14>부터 <그림 23>까지는 각 퀀트전략 자동매매 시스템의 월물별 수익과 누적수익을 나타낸 자료이다. 각 월물별 수익 표의 최소 단위가 0이상인 것을 보아 전종목이 모든기간 동안 손실이 없음을 알 수 있으며, 이는 차익거래 특유의 안정적인 매매라는 장점을 극대화했다는 것을 나타낸다.

삼성전자 주식 & 주식선물 Pair 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 손익

<표 3> 삼성전자 차익거래 월물별 수익

삼성전자 주식&주식선물 Pair 수익				수수료 비적용		수수료(6bp)	수수료 적용	
기간	월물	만기일(장마감시간)	첫매매일(장시작시간)	누적 수익	월물별수익		누적 수익	월물별수익
1	6	2019-06-13 16:00	2019-06-07 9:30	-	-		-	-
2	7	2019-07-11 16:00	2019-07-12 9:30	1,050	1,050	0.630	1,049.4	1,049.37
3	8	2019-08-08 16:00	2019-08-09 9:30	2,400	1,350	0.810	2,398.6	1,349.19
4	9	2019-09-11 16:00	2019-09-16 9:30	3,500	1,100	0.660	3,497.9	1,099.34
5	10	2019-10-10 16:00	2019-10-11 9:30	3,700	200	0.120	3,697.8	199.88
6	11	2019-11-07 16:00	2019-11-08 9:30	4,950	1,250	0.750	4,947.0	1,249.25
7	12	2019-12-12 16:00	2019-12-13 9:30	6,750	1,800	1.080	6,746.0	1,798.92
8	1	2020-01-09 16:00	2020-01-10 9:30	7,950	1,200	0.720	7,945.2	1,199.28
9	2	2020-02-06 16:00	2020-02-07 9:30	9,350	1,400	0.840	9,344.4	1,399.16
10	3	2020-03-12 16:00	2020-03-13 9:30	10,350	1,000	0.600	10,343.8	999.40
11	4	2020-04-09 16:00	2020-04-10 9:30	10,850	500	0.300	10,843.5	499.70
12	5	2020-05-07 16:00	2020-05-08 9:30	12,150	1,300	0.780	12,142.7	1,299.22
13	6	2020-06-11 16:00	2020-06-12 9:30	13,700	1,550	0.930	13,691.8	1,549.07
14	7	2020-07-09 16:00	2020-07-10 9:30	14,300	600	0.360	14,291.4	599.64
15	8	2020-08-06 16:00	2020-08-07 9:30	15,200	900	0.540	15,190.9	899.46
16	9	2020-09-10 16:00	2020-09-11 9:30	16,800	1,600	0.960	16,789.9	1,599.04
17	10	2020-10-08 16:00	2020-10-12 9:30	17,400	600	0.360	17,389.6	599.64
18	11	2020-11-12 16:00	2020-11-13 9:30	19,200	1,800	1.080	19,188.5	1,798.92
19	12	2020-12-10 16:00	2020-12-11 9:30	21,300	2,100	1.260	21,287.2	2,098.74
20	1	2021-01-07 16:00	2021-01-08 9:30	22,600	1,300	0.780	22,586.4	1,299.22
21	2	2021-02-10 16:00	2021-02-15 9:30	25,100	2,500	1.500	25,084.9	2,498.50
22	3	2021-03-11 16:00	2021-03-12 9:30	26,200	1,100	0.660	26,184.3	1,099.34
23	4	2021-04-08 16:00	2021-04-09 9:30	26,600	400	0.240	26,584.0	399.76
24	5	2021-05-06 16:00	2021-05-07 9:30	28,000	1,400	0.840	27,983.2	1,399.16
25	6	2021-06-10 16:00	2021-06-11 9:30	29,700	1,700	1.020	29,682.2	1,698.98
26	7	2021-07-08 16:00	2021-07-09 9:30	30,000	300	0.180	29,982.0	299.82
27	8	2021-08-12 16:00	2021-08-13 9:30	32,200	2,200	1.320	32,180.7	2,198.68
28	9	2021-09-09 16:00	2021-09-10 9:30	33,800	1,600	0.960	33,779.7	1,599.04
29	10	2021-10-07 16:00	2021-10-08 9:30	33,800	-	-	33,779.7	-
30	11	2021-11-11 16:00	2021-11-12 9:30	36,200	2,400	1.440	36,178.3	2,398.56
전입시점이 다른 점을 보완하기 위해 2번째 날부터 전입				합계	514,050		합계	513,742
				평균	1.252		평균	1.251



<그림 14> 삼성전자 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익



<그림 15> 삼성전자 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익

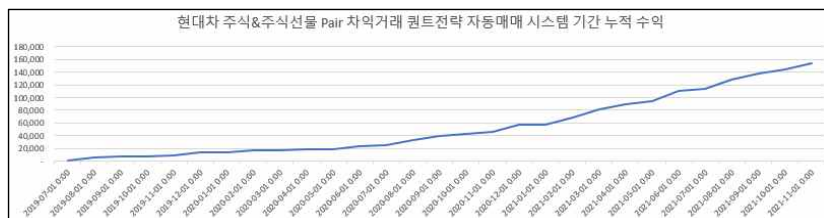
현대차 주식 & 주식선물 Pair 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 손익

<표 4> 현대차 차익거래 월물별 수익

현대차 주식&주식선물 Pair 수익				수수료 비적용		수수료 적용	
기간	월물	만기월(장마감시간)	첫매매월(장시작시간)	누적 수익	월물별수익	수수료(6bp)	누적 수익
1	6	2019-06-13 16:00	2019-06-07 9:30	-	-	-	-
2	7	2019-07-11 16:00	2019-07-12 9:30	2,000	2,000	1.20	1,998.80
3	8	2019-08-08 16:00	2019-08-09 9:30	6,500	4,500	2.70	6,496.10
4	9	2019-09-11 16:00	2019-09-16 9:30	8,000	1,500	0.90	7,995.20
5	10	2019-10-10 16:00	2019-10-11 9:30	8,000	-	-	7,995.20
6	11	2019-11-07 16:00	2019-11-08 9:30	9,500	1,500	0.90	9,494.30
7	12	2019-12-12 16:00	2019-12-13 9:30	14,000	4,500	2.70	13,991.60
8	1	2020-01-09 16:00	2020-01-10 9:30	14,000	-	-	13,991.60
9	2	2020-02-06 16:00	2020-02-07 9:30	17,000	3,000	1.80	16,989.80
10	3	2020-03-12 16:00	2020-03-13 9:30	17,000	-	-	16,989.80
11	4	2020-04-09 16:00	2020-04-10 9:30	19,600	2,600	1.56	19,588.24
12	5	2020-05-07 16:00	2020-05-08 9:30	19,600	-	-	19,588.24
13	6	2020-06-11 16:00	2020-06-12 9:30	23,200	3,600	2.16	23,186.08
14	7	2020-07-09 16:00	2020-07-10 9:30	25,400	2,200	1.32	25,384.76
15	8	2020-08-06 16:00	2020-08-07 9:30	32,900	7,500	4.50	32,880.26
16	9	2020-09-10 16:00	2020-09-11 9:30	39,400	6,500	3.90	39,376.36
17	10	2020-10-08 16:00	2020-10-12 9:30	42,900	3,500	2.10	42,874.26
18	11	2020-11-12 16:00	2020-11-13 9:30	45,900	3,000	1.80	45,872.46
19	12	2020-12-10 16:00	2020-12-11 9:30	56,900	11,000	6.60	56,865.86
20	1	2021-01-07 16:00	2021-01-08 9:30	57,900	1,000	0.60	57,865.26
21	2	2021-02-10 16:00	2021-02-15 9:30	67,900	10,000	6.00	67,859.26
22	3	2021-03-11 16:00	2021-03-12 9:30	80,900	13,000	7.80	80,851.46
23	4	2021-04-08 16:00	2021-04-09 9:30	89,400	8,500	5.10	89,346.36
24	5	2021-05-06 16:00	2021-05-07 9:30	94,400	5,000	3.00	94,343.36
25	6	2021-06-10 16:00	2021-06-11 9:30	110,900	16,500	9.90	110,833.46
26	7	2021-07-08 16:00	2021-07-09 9:30	113,900	3,000	1.80	113,831.66
27	8	2021-08-12 16:00	2021-08-13 9:30	128,400	14,500	8.70	128,322.96
28	9	2021-09-09 16:00	2021-09-10 9:30	137,900	9,500	5.70	137,817.26
29	10	2021-10-07 16:00	2021-10-08 9:30	143,900	6,000	3.60	143,813.66
30	11	2021-11-11 16:00	2021-11-12 9:30	153,400	9,500	5.70	153,307.96
전입시점이 다른 점을 보완하기 위해 2번째 날부터 전입				합계	1,578,700		합계 1,577,753
				평균	\$107		평균 5,104



<그림 16> 현대차 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익



<그림 17> 현대차 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익

카카오 주식 & 주식선물 Pair 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 손익

<표 5> 카카오 차익거래 월물별 수익

카카오 주식&주식선물 Pair 수익				수수료 비적용		수수료 적용		수수료 적음
기간	월물	만기일(장마감시간)	첫매매일(장시작시간)	누적 수익	월물별수익	수수료(6bp)	누적 수익	월물별수익
1	6	2019-06-13 16:00	2019-06-07 9:30	-	-	-	-	-
2	7	2019-07-11 16:00	2019-07-12 9:30	4,500	4,500	2,700	4,497.3	4,497.30
3	8	2019-08-08 16:00	2019-08-09 9:30	9,000	4,500	2,700	8,994.6	4,497.30
4	9	2019-09-11 16:00	2019-09-16 9:30	9,000	-	-	8,994.6	-
5	10	2019-10-10 16:00	2019-10-11 9:30	10,500	1,500	0,900	10,493.7	1,499.10
6	11	2019-11-07 16:00	2019-11-08 9:30	15,500	5,000	3,000	15,490.7	4,997.00
7	12	2019-12-12 16:00	2019-12-13 9:30	17,000	1,500	0,900	16,989.8	1,499.10
8	1	2020-01-09 16:00	2020-01-10 9:30	20,000	3,000	1,800	19,988.0	2,998.20
9	2	2020-02-06 16:00	2020-02-07 9:30	24,500	4,500	2,700	24,485.3	4,497.30
10	3	2020-03-12 16:00	2020-03-13 9:30	29,000	4,500	2,700	28,982.6	4,497.30
11	4	2020-04-09 16:00	2020-04-10 9:30	32,500	3,500	2,100	32,480.5	3,497.90
12	5	2020-05-07 16:00	2020-05-08 9:30	32,500	-	-	32,480.5	-
13	6	2020-06-11 16:00	2020-06-12 9:30	33,500	1,000	0,600	33,479.9	999.40
14	7	2020-07-09 16:00	2020-07-10 9:30	35,000	1,500	0,900	34,979.0	1,499.10
15	8	2020-08-06 16:00	2020-08-07 9:30	40,000	5,000	3,000	39,976.0	4,997.00
16	9	2020-09-10 16:00	2020-09-11 9:30	62,500	22,500	13,500	62,462.5	22,486.50
17	10	2020-10-08 16:00	2020-10-12 9:30	77,500	15,000	9,000	77,453.5	14,991.00
18	11	2020-11-12 16:00	2020-11-13 9:30	91,500	14,000	8,400	91,445.1	13,991.60
19	12	2020-12-10 16:00	2020-12-11 9:30	107,500	16,000	9,600	107,435.5	15,990.40
20	1	2021-01-07 16:00	2021-01-08 9:30	119,000	11,500	6,900	118,928.6	11,493.10
21	2	2021-02-10 16:00	2021-02-15 9:30	138,000	19,000	11,400	137,917.2	18,988.60
22	3	2021-03-11 16:00	2021-03-12 9:30	168,000	30,000	18,000	167,899.2	29,982.00
23	4	2021-04-08 16:00	2021-04-09 9:30	191,000	23,000	13,800	190,885.4	22,986.20
24	5	2021-05-06 16:00	2021-05-07 9:30	200,500	9,500	5,700	200,379.7	9,494.30
25	6	2021-06-10 16:00	2021-06-11 9:30	207,000	6,500	3,900	206,875.8	6,496.10
26	7	2021-07-08 16:00	2021-07-09 9:30	210,000	3,000	1,800	209,874.0	2,998.20
27	8	2021-08-12 16:00	2021-08-13 9:30	218,500	8,500	5,100	218,368.9	8,494.90
28	9	2021-09-09 16:00	2021-09-10 9:30	221,500	3,000	1,800	221,367.1	2,998.20
29	10	2021-10-07 16:00	2021-10-08 9:30	223,500	2,000	1,200	223,365.9	1,998.80
30	11	2021-11-11 16:00	2021-11-12 9:30	229,000	5,500	3,300	228,862.6	5,496.70
전입시점이 다른 점을 보완하기 위해 2번째 달부터 전입				합계	2,773,000		합계	2,771,336
				평균	8,204		평균	8,199



<그림 18> 카카오 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익



<그림 19> 카카오 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익

SK하이닉스 주식 & 주식선물 Pair 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 손익

<표 6> SK하이닉스 차익거래 월물별 수익

SK하이닉스 주식&주식선물 Pair 수익				수수료 비적용		수수료 적용		
기간	월물	만기일(장마감시간)	첫매매일(장시작시간)	누적 수익	월물별수익	수수료(bp)	누적 수익	월물별수익
1	6	2019-06-13 16:00	2019-06-07 9:30	-	-	-	-	-
2	7	2019-07-11 16:00	2019-07-12 9:30	2,500	2,500	1,500	2,498.5	2,498.50
3	8	2019-08-08 16:00	2019-08-09 9:30	4,100	1,600	0.960	4,097.5	1,599.04
4	9	2019-09-11 16:00	2019-09-16 9:30	6,900	2,800	1.680	6,895.9	2,798.32
5	10	2019-10-10 16:00	2019-10-11 9:30	8,400	1,500	0.900	8,395.0	1,499.10
6	11	2019-11-07 16:00	2019-11-08 9:30	10,200	1,800	1.080	10,193.9	1,798.92
7	12	2019-12-12 16:00	2019-12-13 9:30	13,200	3,000	1.800	13,192.1	2,998.20
8	1	2020-01-09 16:00	2020-01-10 9:30	14,800	1,600	0.960	14,791.1	1,599.04
9	2	2020-02-06 16:00	2020-02-07 9:30	16,100	1,300	0.780	16,090.3	1,299.22
10	3	2020-03-12 16:00	2020-03-13 9:30	20,800	4,700	2.820	20,787.5	4,697.18
11	4	2020-04-09 16:00	2020-04-10 9:30	24,100	3,300	1.980	24,085.5	3,298.02
12	5	2020-05-07 16:00	2020-05-08 9:30	25,700	1,600	0.960	25,684.6	1,599.04
13	6	2020-06-11 16:00	2020-06-12 9:30	28,000	2,300	1.380	27,983.2	2,298.62
14	7	2020-07-09 16:00	2020-07-10 9:30	30,200	2,200	1.320	30,181.9	2,198.68
15	8	2020-08-06 16:00	2020-08-07 9:30	32,900	2,700	1.620	32,880.3	2,698.38
16	9	2020-09-10 16:00	2020-09-11 9:30	34,800	1,900	1.140	34,779.1	1,898.86
17	10	2020-10-08 16:00	2020-10-12 9:30	36,800	2,000	1.200	36,777.9	1,998.80
18	11	2020-11-12 16:00	2020-11-13 9:30	38,900	2,100	1.260	38,876.7	2,098.74
19	12	2020-12-10 16:00	2020-12-11 9:30	47,200	8,300	4.980	47,171.7	8,295.02
20	1	2021-01-07 16:00	2021-01-08 9:30	51,200	4,000	2.400	51,169.3	3,997.60
21	2	2021-02-10 16:00	2021-02-15 9:30	65,200	14,000	8.400	65,160.9	13,991.60
22	3	2021-03-11 16:00	2021-03-12 9:30	75,200	10,000	6.000	75,154.9	9,994.00
23	4	2021-04-08 16:00	2021-04-09 9:30	81,200	6,000	3.600	81,151.3	5,996.40
24	5	2021-05-06 16:00	2021-05-07 9:30	82,700	1,500	0.900	82,650.4	1,499.10
25	6	2021-06-10 16:00	2021-06-11 9:30	85,700	3,000	1.800	85,648.6	2,998.20
26	7	2021-07-08 16:00	2021-07-09 9:30	88,700	3,000	1.800	88,646.8	2,998.20
27	8	2021-08-12 16:00	2021-08-13 9:30	90,200	1,500	0.900	90,145.9	1,499.10
28	9	2021-09-09 16:00	2021-09-10 9:30	94,700	4,500	2.700	94,643.2	4,497.30
29	10	2021-10-07 16:00	2021-10-08 9:30	94,900	200	0.120	94,843.1	199.88
30	11	2021-11-11 16:00	2021-11-12 9:30	97,200	2,300	1.380	97,141.7	2,298.62
전입시점이 다른 점을 보완하기 위해 2번째 달부터 전입				합계	1,300,000		합계	1,299,220
				평균	3,507		평균	3,505



<그림 20> SK하이닉스 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익

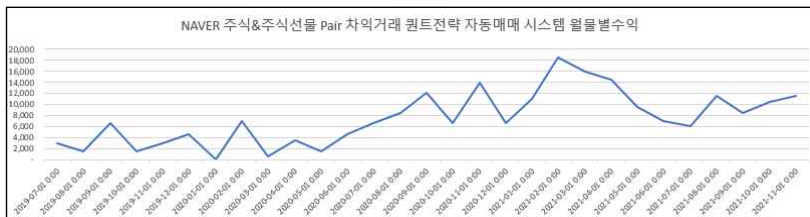


<그림 21> SK하이닉스 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익

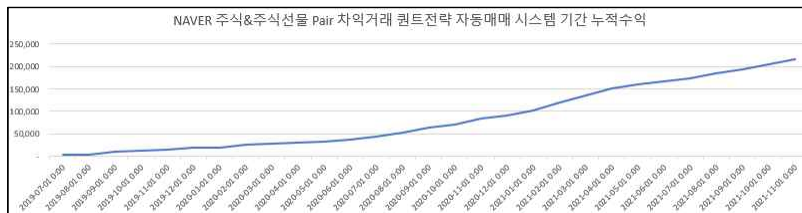
NAVER 주식 & 주식선물 Pair 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 수익

<표 7> NAVER 차익거래 월물별 수익

NAVER 주식&주식선물 Pair 수익				수수료 비적용		수수료 적용	
기간	월물	만기일(장마감시간)	첫매매일(장시작시간)	누적 수익	월물별수익	수수료(bbp)	누적 수익
1	6	2019-06-13 16:00	2019-06-07 9:30	-	-	-	-
2	7	2019-07-11 16:00	2019-07-12 9:30	3,000	3,000	1.800	2,998.2
3	8	2019-08-08 16:00	2019-08-09 9:30	4,500	1,500	0.900	4,497.3
4	9	2019-09-11 16:00	2019-09-16 9:30	11,000	6,500	3.900	10,993.4
5	10	2019-10-10 16:00	2019-10-11 9:30	12,500	1,500	0.900	12,492.5
6	11	2019-11-07 16:00	2019-11-08 9:30	15,500	3,000	1.800	15,490.7
7	12	2019-12-12 16:00	2019-12-13 9:30	20,000	4,500	2.700	19,988.0
8	1	2020-01-09 16:00	2020-01-10 9:30	20,000	-	-	19,988.0
9	2	2020-02-06 16:00	2020-02-07 9:30	27,000	7,000	4.200	26,983.8
10	3	2020-03-12 16:00	2020-03-13 9:30	27,500	500	0.300	27,483.5
11	4	2020-04-09 16:00	2020-04-10 9:30	31,000	3,500	2.100	30,981.4
12	5	2020-05-07 16:00	2020-05-08 9:30	32,500	1,500	0.900	32,480.5
13	6	2020-06-11 16:00	2020-06-12 9:30	37,000	4,500	2.700	36,977.8
14	7	2020-07-09 16:00	2020-07-10 9:30	43,500	6,500	3.900	43,473.9
15	8	2020-08-06 16:00	2020-08-07 9:30	52,000	8,500	5.100	51,968.8
16	9	2020-09-10 16:00	2020-09-11 9:30	64,000	12,000	7.200	63,961.6
17	10	2020-10-08 16:00	2020-10-12 9:30	70,500	6,500	3.900	70,457.7
18	11	2020-11-12 16:00	2020-11-13 9:30	84,500	14,000	8.400	84,443.3
19	12	2020-12-10 16:00	2020-12-11 9:30	91,000	6,500	3.900	90,945.4
20	1	2021-01-07 16:00	2021-01-08 9:30	102,000	11,000	6.600	101,938.8
21	2	2021-02-10 16:00	2021-02-15 9:30	120,500	18,500	11.100	120,427.7
22	3	2021-03-11 16:00	2021-03-12 9:30	136,500	16,000	9.600	136,418.1
23	4	2021-04-08 16:00	2021-04-09 9:30	151,000	14,500	8.700	150,909.4
24	5	2021-05-06 16:00	2021-05-07 9:30	160,500	9,500	5.700	160,403.7
25	6	2021-06-10 16:00	2021-06-11 9:30	167,500	7,000	4.200	167,399.5
26	7	2021-07-08 16:00	2021-07-09 9:30	173,500	6,000	3.600	173,395.9
27	8	2021-08-12 16:00	2021-08-13 9:30	185,000	11,500	6.900	184,889.0
28	9	2021-09-09 16:00	2021-09-10 9:30	193,500	8,500	5.100	193,383.9
29	10	2021-10-07 16:00	2021-10-08 9:30	204,000	10,500	6.300	203,877.6
30	11	2021-11-11 16:00	2021-11-12 9:30	215,500	11,500	6.900	215,370.7
전입시점이 다른 점을 보완하기 위해 2번째 달부터 전입				합계	2,453,500.0	합계	2,452,028.0
				평균	7,167.0	평균	7,162.0



<그림 22> NAVER 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 월물별 수익



<그림 23> NAVER 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템 기간 누적 수익>

시뮬레이션 결과 분석

매매 가능 금액이 제한되어있는 경우에 진입 시그널이 동시에 나온다면 기존의 수익률 자료 <표 3>부터 <표 7>를 참고하여 기대수익률이 가장 큰 종목을 진입하는 것이 합리적인 진입이라 할 수 있다.

<표 3>부터 <표 7>까지 그리고 각각의 그림들을 살펴보면 손실구간이 없는 것을 확인 할 수 있다. <표 4>와 <그림 15>의 현대차 수익을 보면 수익이 없는 구간을 보면 진입이 없었음을 알 수 있다. 수익이 없더라도 최소값이 0임을 보면 손실 발생은 없고, 한 번의 진입으로도 차익거래의 특성상 안정적인 수익 창출이 가능하다는 것을 의미한다.

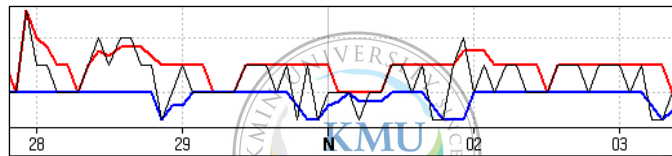
<표 3>부터 <표 7>까지의 수수료 적용 부분을 보면 알 수 있듯이 증권사의 수수료는 개인 투자자들에 비하여 현저히 낮다. 기관은 통상적으로 6bp(0.06%)를 적용하는 곳이 많은데, 6bp(0.06%)는 한 틱에서도 극히 일부분인 만큼 진입 시점에 영향을 거의 주지 않는다고 판단하였다. 즉 6bp로는 No Arbitrage Bounds 기준을 적용하여도 본 연구 전략의 진입과 청산 가능한 효과에 영향을 거의 미치지 않고, 최종 수익에만 영향을 미친다.

각 종목별 자동매매 프로그램

실제로 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템이 어떻게 신호를 내고 매매를 시작하는지를 알 수 있게 Chart 데이터에서 표시를 할 수 있게 하였다.

뿐만 아니라, 만일의 사고에 대비하여 내부 데이터를 육안으로 모니터링 할 수 있도록 현재 베이스와, 콘탱고와 백워데이션의 상태, 평균을 Chart로 나타내었고, 진입과 청산, 만기 청산시점도 나타낼 수 있도록 프로그래밍 하였다.

아래의 사진 중 빨간 선은 콘탱고의 평균, 파란 선은 백워데이션의 평균이며 검은 선은 베이스이다.

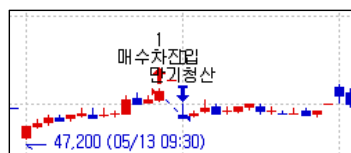


<그림 24> 베이스, 콘탱고 평균, 백워데이션 평균 실시간 모니터링 Chart

주식 가격차트에 매수차익거래 진입시점과, 매도차익거래 진입시점을 직접 표시하게 하였고, 만기일 증가청산 또한 표기되도록 하였다.



<그림 25> 매수차익거래와 매도차익거래 매매 시점 표기



<그림 26> 만기청산 시점 표기

아래의 <그림 27>부터 <그림 31>은 각 종목 Pair의 1개월간 시물레이션 화면을 나타낸 것이다. 아래와 같은 화면을 보면서 매수차익 거래 진입 시그널과 매도차익거래 청산 시그널을 육안으로 직접 확인이 가능하고, 프로그램 내부에서 Basis를 어떻게 분석하고 있는지, 실시간 Target Basis는 얼마이며 진입 Basis는 몇으로 정해야 합리적인지를 Chart로 확인 가능하다. 이와같이 육안으로 실시간 모니터링이 가능하게 설계하였기 때문에 데이터 오류 등이 일어난다면 사고를 미연에 방지하고, 차익거래 퀀트 전략의 자동매매가 잘 진행되고 있는지 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 뿐만 아니라, 과거 데이터의 진입 청산 시물레이션을 확인할 수 있기 때문에, 과거에 이와 같이 매매하면 수익이 얼마나 되었을지 가정해 볼 수 있다.



<그림 27> 삼성전자 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템>



<그림 28> 현대차 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템



<그림 29> 카카오 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템



<그림 30> SK하이닉스 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템



<그림 31> NAVER 차익거래 퀀트전략 자동매매 시스템

제 5장 결론 및 향후 연구

5.1 결론

퀀트 분석 결과 탄생한 차익거래 자동매매 시스템이 모든 종목에 대하여 꾸준히 수익을 내는 것을 확인하였다. 차익거래의 특성상 No Arbitrage Bounds를 넘어서는 콘탱고 Basis에 진입하면 수익이 보장된다는 특징이 있다. 따라서 진입 시점을 잘 잡는 것이 기존 연구들의 주된 연구 목표였다면, 본 연구의 차익거래 퀀트 전략 시스템의 목적은 No Arbitrage Bounds를 넘어서는 Basis에서 진입과 청산을 반복하여 수익을 극대화하는 것에 대한 연구였기 때문에 진입 기회만 있다면 수익이 좋은 것은 당연하다. 게다가 슬리피지를 감안하지 않은 실험 결과였으므로 본 연구의 결과는 실제 매매에서 적용하였다면 수익이 비교적 줄어들었을 것이다.

5.2 향후 연구

향후에 연구해야 할 가장 중요한 과제는 실제 매매 환경과 가장 유사한 환경에서 시뮬레이션하는 것이다.

코스피200 주식선물 전종목의 실시간 상대호가와 호가잔량을 기준으로 차익거래 가능 수량과 Basis를 분석하는 것이다. 본 연구는 실시간 상대호가 아닌 현재가로 시뮬레이션 하였고, 그로인하여 보수적으로 1틱씩 불리하게 진입과 청산 Basis를 결정했지만, 상대호가 데이터로 하면 보수적으로 진입할 필요가 없다.

동시에 다종목 진입 기회가 나올 때 전부 다 진입할 수 있다면 좋지만, 모두 진입할 수 없는 상황이라면 기대수익이 더 높은 쪽으로 진

입하는 전략을 연구하여서 더욱 실무에 가까운 전략을 만들 수 있다.

더 나아가 본 연구처럼 평균 콘탱고 Basis로 진입하는 방식이 아닌, 잘 나오지 않는 특정 베이스스를 Target Basis으로 하여 매매를 하고자 할 경우에는, Target Basis가 나오기 직전의 호가 상태를 Quant분석하여 유사한 패턴이 나오면 미리 주식이나 선물을 체결한 후 다른 한쪽의 체결을 기다리는 방법 또한 좋은 연구 주제가 될 것이라 생각한다. 이 모든 기능을 탑재한다면 실무에서도 충분히 사용 가능할 것이다.



참고문헌

- [1] 김솔, 김동석(2000), “주가지수선물과 주가지수의 가격발견기능에 관한 실증 연구 : 공적분과 오차수정모형”.
- [2] 김주일, 문규현(2011), “개별주식 현·선물시장간의 선도/지연효과”, pp.13-14
- [3] 김철교, 이현(1998), “국내 주가지수선물시장에서의 차익거래 기회”, pp.95-115
- [4] 박상현(2003), “한국 KOSPI선물시장의 효율성에 관한 실증연구”.
- [5] 박준식 (2008), “개별 주식에 대한 선물시장과 현물시장의 인과관계에 관한 연구”, pp.47-49
- [6] 오지현, 이지은(2011), “주식/선물 거래행태와 베이스스 스프레드의 관계”, pp.3, p.20-24
- [7] 유진, 김근범(2010), “주식선물 차익거래의 이론과 실제”, pp.75-86, pp.105-106
- [8] 은철수, 장호윤(1998), “한국 주식시장에서의 주가지수 선물과 현물시장의 상호작용에 관한 연구”.

[9] 이효섭(2017), “우정사업본부 차익거래 재개의 평가 및 시사점”, pp.1-4

[10] 임재범 (2013), “주식과 개별주식선물을 활용한 가격발견기능 연구”, pp.28-42

[11] 홍성희, 옥진호, 이용재(1998), “주가지수 선물, 주가지수 옵션, 주식시장의 상호작용에 대한 재조명”.

[12] 홍정효(2005), “KTB선물시장과 상호의존성에 관한 연구”, pp.75-92

[13] Modest, D. M. and Sundaresan, M.(1983), “The relationship between spot and future prices in stock index futures markets”, pp.15-41

[14] Pizzi, M. A, A. J. Economopoulos, and O’neill(1998), “An Examination of the Relationship Between Stock Index Cash and Futures Markets: A Cointegration Approach”, pp.97-305

[15] Stoll, Hans R. and Robert E Whaley(1990), “The Dynamics of Stock Index and Stock Index Futures Returns”, pp.441-470

[16] Wahab, M., and M. Lashgari(1993), “Price dynamics and error correction in stock index and stock index futures markets: A cointegration approach”, pp.711-750

Abstract

The Development of Automated Arbitrage Trading System and the Analysis of Quant Strategies

- The Development of Automated Quant Strategy Arbitrage
Trading System of Stocks and Futures and the Study of Quant
Analysis of Basis Data -

by Lee, Ju-Yong



Department of Trading Systems
Graduate School of Business-IT,
Kookmin University,
Seoul, Korea

While arbitrage trading has been one of the main profit sources for securities firms, many have relied on experience and intuition to calculate basis, the benchmark for entry and liquidation of arbitrage transactions. This study focused on developing a quant strategy-based program that allows automated trading using data analysis.

An analysis of basis data of two and a half years revealed pendulum motions with regularity, and the quant strategy was established based on them. The program carries out

cash-and-carry arbitrage at the mean value of contango basis over a certain period and carries out reverse cash-and-carry arbitrage at the mean value of backwardation basis.

The study showed an upward trend in profits in all cases. Even though arbitrage trading is relatively low-risk when exercised at contango basis, the Automated Quant Strategy Arbitrage Trading System is unique in that it aimed to maximize profit while maintaining a stable profit structure.

This study calculated basis based on close price, but in practice, basis should be calculated based on the real-time best order price and the remaining portion. In addition, further research is needed to reflect slippages and fees in trading strategies.



Keyword : Arbitrage trading, Basis, Stocks, Futures, Quant, algorithmic trading, Automated trading system

감사의 글

직장생활과 병행하며 학위과정을 마무리하게 되었습니다. 그 과정이 다소 고되며 촉박했지만 김선웅 지도교수님과 최홍식 교수님의 지도 덕분에 본 연구를 마무리할 수 있음에 머리 숙여 감사드립니다.

천 번도 넘게 읽은 논문에서 가장 좋아하는 구절은 學而時習之 不亦說乎입니다. “배우고 때때로 그것을 익히니 기쁘지 아니한가.”

본 논문의 주제인 차익거래를 현업에서 배우고, 코딩으로 익히며 새롭게 재구현할 수 있음은 인생에 있어서 큰 즐거움이었다고 생각합니다. 지금은 비록 다른 곳에서 일하게 되었지만 해당 업무를 현장에서 배울 수 있는 기회를 주신 함승일 상무님, 이용우 이사님 그리고 정은성 상무님께도 진심으로 감사드립니다.

본 논문의 실무적인 내용을 검증해주시고 아낌없는 조언을 해주신 김신범 부장님, 이종서 대리님께도 특별한 감사를 드립니다.

말씀해주신 고견들을 전부 논문에 반영하지는 못했지만, 실무에 직접 활용할 수 있도록 하루속히 역량을 끌어올려 받은 은혜에 보답하겠습니다.

언제나 부족한 저를 위해 모든 것을 희생하시고도 더 주지 못해 항상 미안해하시는 부모님의 은혜가 제 인생의 밑거름이 되었습니다. 그 큰 은혜에 작게나마 보답하지 못한 것에 대한 용서를 구하며 이 논문을 바칩니다. 끝으로 인생이라는 길을 걸어오며 만난 모든 貴人분들께 마음 깊이 감사드립니다.

받은 모든 배려와 은혜를 항상 기억하며 저 또한 모두의 貴人이 될 수 있도록 우공이 산을 옮기듯 포기하지 않고 부단히 노력하겠습니다.