

비트코인 무기한 선물을 활용한 차익 거래 전략

조정환, 김선웅, 최흥식*
국민대학교 비즈니스IT전문대학원

A Study on the Arbitrage Trading with Bitcoin Perpetual Swap

Junghwan Cho, Sun Woong Kim, Heung Sik Choi*
Graduate School of Business IT, Kookmin University

요약 무기한 선물(Perpetual Swaps)은 가상 자산 시장에서만 유일하게 관찰할 수 있는 파생상품으로 2020년 이후 현재 약 20여 곳 이상의 가상 자산 거래소에서 서비스를 제공하고 있으며 2020년 전체 거래 시장의 20.4%, 2021년 50.4%를 차지할 정도로 양적 성장을 이루었다. 본 연구는 거래소 간 비트코인 무기한 선물과 현물(Spot) 간의 가격 차이를 이용해 차익 거래 기회에 대한 실증 분석 결과를 제시한다. 연구 결과, 비트코인 현물과 무기한 선물 가격의 음과 양이 역전 될 때를 거래 진입 및 청산 신호로 인식하는 매매를 통하여 차익 거래 수익을 창출할 수 있음을 확인하였다. 또한 분 단위 거래에서 거래수수료는 차익 거래 수익에 민감하게 작용하였지만, 일 단위 거래에서는 거래 수수료에 민감하지 않은 양의 수익을 보여주었다. 그리고 분 단위 거래에서는 월 평균 9%, 일 단위 거래에서는 월 평균 38%의 높은 수익률을 나타내었다.

Abstract Perpetual swaps which allow traders to buy or sell an underlying asset without an expiration are the only form of derivative contracts that can be observed in the cryptocurrency market. The opening of perpetual swaps by over 20 crypto exchanges since 2020 has resulted in the rapid growth of these swaps to 20.4% of the total crypto market in 2020 and 50.4% in 2021. This paper presents the results of an empirical analysis of inter-exchange arbitrage opportunities using the price difference between the Bitcoin perpetual swap and spot. The results confirm that the sign of price difference is reversed between perpetual swaps and spot, allowing investors to earn an arbitrage return. In addition, the arbitrage returns of minute transactions were sensitive to trading fees, but daily transactions showed positive returns without being sensitive to trading fees. Also, this study found that the monthly average yield of minute transactions was 9% and the monthly average yield of daily transactions was 38%.

Keywords : Perpetual Swap, Bitcoin Spot, Arbitrage Trading, Cryptocurrency Derivatives, Digital Asset

1. 서론

가상 자산 시장은 전통 금융시장에 비해 변동성이 커 위험을 헷지하기 위한 파생상품에 대한 수요가 크다. 특히, 상장기업의 가상 자산 투자 및 비즈니스 활용 사례가 늘어나고, 기관 투자자들의 시장 참여가 늘어나면서 가상 자산의 변동성에 대한 위험 노출도 지속적으로 증가

하고 있다.

2008년 S. Nakamoto에 의한 비트코인(Bitcoin, 이하 BTC)의 등장[1] 이후 2011년에 처음으로 BTC 선물 거래플랫폼이 생겼으나 큰 이목을 끌지는 못하였다. 이후 2014년에 BitMEX가 처음으로 BTC 파생상품을, 그리고 2016년에 무기한 선물을 서비스하기 시작하고, 이후 다른 가상 자산거래소들도 파생상품 서비스를 제공하

*Corresponding Author : Heung Sik Choi(Kookmin Univ.)

email: hschoi@kookmin.ac.kr

Received October 12, 2022

Accepted December 7, 2022

Revised November 10, 2022

Published December 31, 2022

기 시작하면서 가상 자산 파생상품의 거래가 점점 활발해지기 시작하였다.

가상 자산의 거래량이 증가한 만큼, 제도권에서도 가상 자산과 관련한 다양한 금융상품을 도입하기 위한 시도가 진행 중이다. 특히, 2017년은 가상 자산 선물과 관련하여 중요한 해로서, 미국의 CME (Chicago Mercantile Exchange)와 CBOE(Chicago Board Options Exchange)가 BTC를 기초자산으로 하는 BTC 선물 상품을 출시하였다. CME와 CBOE의 BTC 선물 상품 출시 이후, 기관 참가자들의 가상 자산 시장 참여가 늘어났고, 유동성도 더욱 증가하였다.

한편, 가상 자산의 경우 기초 자산의 내재 가치를 분석하는 것(fundamental analysis)이 상당히 어렵다. 따라서, 많은 시장참가자들은 기술적 분석(technical analysis)을 통한 투자 전략을 취하거나, 차익 거래 기회를 발굴하는 것으로 수익을 창출한다. 기술적 분석을 이용한 현물 투자전략의 경우 다양한 지표를 활용한 가상 자산 투자에 관한 분석 시도가 있었으나, 파생상품과 관련해서는 데이터의 기간 및 양적 부족으로 인해 선행 연구가 부족한 상황이다.

이에 본 연구는 가상 자산의 차익 거래를 이용한 투자, 특히 유동성이 제일 풍부한 BTC 현물과 무기한 선물(Perpetual Swaps)을 이용한 차익 거래 기회에 관하여 논의하고자 한다. 가상 자산 시장에서만 유일하게 살펴볼 수 있는 무기한 선물은 2021년 전체 가상 자산 거래 상품 거래량의 절반 이상을 차지하기에 본 연구에서 다루고자 하는 차익 거래 전략에 대한 연구 필요성은 더욱 증가하고 있다. 따라서, 본 연구는 현물과 무기한 선물을 제공하는 두 거래소에서 이루어지는 현물 및 무기한 선물 간 분 단위와 일 단위 가격 차이를 이용한 투자전략의 성과 및 유효성을 분석하고자 한다.

2. 문헌 연구

차익 거래(arbitrage)란 재무적으로 동일하거나 유사한 자산에 대하여 서로 다른 시장에서 동시에 사고 팔아 가격 차이에 대한 이윤을 얻는 행위를 말한다. 차익 거래의 기회 유형은 크게 세 가지로 나눌 수 있는데, 첫째, 동일 자산이 다른 시장에서 다른 가격으로 거래되는 경우, 둘째, 동일 현금 흐름을 가진 두 개의 자산이 다른 가격으로 거래되는 경우, 셋째, 현재의 가격과 미래 기대 가격의 차이가 발생하는 경우로 나눌 수 있다. 현물과 선물

차익 거래의 경우는 셋째 유형에 해당하는 것으로 동일한 자산의 현재 가격(현물 가격)과 미래 기대 가격(선물 가격)의 차이를 이용하는 것이다.

Long et al.은 근본적인 리스크가 없어도 시장 가격과 내재 가치 간의 차이가 일어날 수 있으며[2] Gromb and Vayanos는 두 시장에서 동일한 자산의 가격 차이를 이용한 차익을 얻을 수 있다고 주장하였다[3]. Froot and Dabora는 동일 주식의 거래소 간 가격 차이는 각 주식이 속한 시장의 특징에 연관되어 있다고 하였다[4]. 즉, 차익 거래는 효율적 시장에서는 발견되지 않으나, 가상 자산 시장과 같이 파편화(frangmented)되어 순간적인 비효율성이 반복적으로 나타나는 불완전한 시장에서는 발생 가능성이 높은 것으로 밝혀졌다.

Makarov and Schoar는 가상 자산 시장이 차익 거래와 가격 형성에 관한 연구를 하기에 매우 적합하며 거래소 간의 크고 반복적인 차익 거래 기회가 발견된다고 하였다[5]. 특히 거래소 간 격차는 Fernández et al.의 연구와 같이 국가가 다를 경우 커진다고 하였다[6]. Kristoufek and Bouri는 5개 가상 자산 거래소 간 차익 기회에 대하여 연구하면서 BTC 전송시 네트워크 혼잡도와 변동성에 따라 차익 거래 기회가 발생할 수 있다는 점을 밝혔다[7]. Bistarelli et al.은 복수의 거래소에서 BTC 현물 차익 거래 기회에 대해 블랙숄츠 모델의 다변량 분석을 적용하여 분석하였다[8]. 그럼에도 불구하고 Duan et al.은 BTC 시장이 매우 효율적이며 2020년 이후 차익 거래의 기회가 많이 사라졌다고 하였다. 이들은 시장의 발달에 따라 파편화된 거래소 간에서도 가격 차이에 대한 차익 거래 기회가 현저히 줄어들고 있음을 Long-Memory 방법론을 적용하여 분석하였다[9].

Shynkevich는 CME BTC 선물 인덱스를 구성하는 4개 BTC 거래소의 가격을 이용한 차익 거래 전략에 대하여 연구하였다. 즉, 거래소 제시 가격의 차이를 이용한 투자쌍을 만들고 가격 차이가 특정 기준에 도달하는 시간까지를 보유시간으로 설정하여 투자전략을 테스트한 결과, 2016년~2017년에 지속적인 차익거래 기회가 발생하였으나 2018년 이후 그 기회가 줄어들고 있음을 확인하였다[10]. Hattori and Ishida는 BTC 현물과 선물 시장에서의 차익 거래에 대하여 연구하였는데, CBOE의 일간 데이터를 이용하여 BTC 시장의 가격급락에서 큰 차익 거래 기회가 발생함을 증명하였다. 이 연구는 차익 거래 비용을 매수/매도 스프레드만 적용하였다는 것과, 2019년 6월 19일로 선물거래의 제공이 중단된 CBOE의 데이터를 사용하였다는 점에서 한계가 있으나, 현물과

선물을 이용한 차익 거래 기회를 연구하였다는 점에서 시사점이 있다[11]. Lee et al.은 CME와 CBOE의 2018년 1월부터 2019년 3월까지의 선물 거래 데이터를 이용하여 BTC 현물과 선물이 공적분(Cointegrated) 관계임을 밝혔다[12].

또한 본 연구에서는 BTC 현물과 무기한 선물을 대상으로 연구하였는데, Kim은 가상 자산에서 추세 트레이딩 시스템을 접목하여 추세 추종형 시스템이 수익률은 증대시키고 위험도는 낮춰줄 수 있다는 연구를 진행하였으며[13], Yoo et al.은 주요 가상 자산 간의 수익률 및 변동성 전이 현상을 분석한 결과 주목할 만한 전이현상을 발견할 수 없었으며, 각 가상 자산마다 기능적, 기술적 차별성이 존재한다고 하였다[14]. 또한 Kim은 다양한 지표를 활용한 BTC 선물 거래에 대한 분석을 하였다 [15]. 하지만 BTC 파생상품 특히 무기한 선물과 BTC 현물 간의 차익 거래에 관련된 선행연구는 전무한 실정이다. 그리고 기존연구들은 주로 CME와 CBOE BTC 선물 데이터를 활용하여 분석하고 있으나, 2021년 기준 전체 가상자산 시장에서 무기한 선물의 거래 비중이 50% 이상을 차지한다는 것을 고려할 때, 차익 거래 연구를 위해서 무기한 선물을 연구 대상으로 하는 것은 필수적이라고 할 수 있다.

3. 자료 및 차익 거래 전략

3.1 자료 소개

가상 자산의 현물(Spot)시장은 가상 자산과 법정 화폐 혹은 스테이블 코인(Stable Coin) 과 교환하는 시장을 의미한다. 스테이블 코인의 대표적인 예는 USDT가 있으며 가상자산시장에서 USD(미국 달러)와 동일한 가치로 거래된다.

무기한 선물(Perpetual Swap)은 1992년 경제학자 Robert Shiller에 의해 고안된 파생상품으로, 선물계약의 일종이나, 현재 가상 자산 시장에서만 유의미하게 관찰되는 상품이다. 무기한 선물은 만기일이 존재하지 않으며 충분한 증거금을 보유하고 있는 한 무기한으로 포지션을 가져갈 수 있다. 대부분의 무기한 선물 시장참가자는 가상 자산 거래소에서 제공하는 최대 125배까지의 레버리지를 이용하여 적은 자본으로 높은 수익을 얻을 수 있다.

가상 자산과 관련한 파생상품은 선물, 옵션이 있는데, 무기한 선물은 시장참가자가 설정된 가격으로 가상 자산

을 매매할 권리를 갖는 계약으로서 위의 Table 1과 같은 차이점이 존재한다.

Table 1. Comparison between Virtual Asset Derivatives

	Options	Futures	Perp
Expiry	O	O	X
Leverage	O	O	O
Delivery	X	Conditional	X
Exercise	Conditional	Conditional	N/A

Perp: Perpetual Swaps

무기한 선물은 BitMEX가 2016년 5월 13일 서비스를 시작한 이후 2020년 일 평균 거래량이 9.5조 달러에서 2021년 56.9조 달러에 이를 정도로 급성장하였다. Glassnode에 따르면 2021년 상반기 무기한 선물의 거래규모는 일 평균 약 70조 달러에 달하기도 하였다[16].

또한 Tokeninsight에 따르면 2020년과 2021년의 거래량 비교를 나타내는 Table 2에서도 볼 수 있는 바와 같이, 2021년 무기한 선물의 거래량은 현물 거래량을 초월하여 가상 자산 시장에서 전체 거래량에서 가장 큰 비율(50.35%)을 차지하였다[17]. 이처럼 무기한 선물 시장이 가상 자산에서 차지하는 비중이 커진 만큼 해당 영역에 대한 연구는 필수적이다.

Table 2. Trading Volume Ratio of Virtual Asset Products

	2020	2021	Vol Increased
Spot	63.0%	43.4%	2.32x
Perp	28.4%	50.4%	5.98x
Futures	8.4%	5.8%	2.36x
Options	0.2%	0.4%	5.75x
Sum	100%	100%	3.37x

Vol Increased: Absolute Trading Volume Incremental Multiples

3.2 가상 자산 현물 및 무기한 선물 거래비용

가상 자산 거래에 부과되는 대표적인 수수료는 거래 수수료(Trading Fees)와 펀딩 수수료(Funding Fees)가 있다. 거래 수수료는 법정 화폐 혹은 스테이블 코인이 가상 자산 현물 혹은 파생상품과 거래 될 때 부과되는 비용으로 거래소의 주요 수익원이다. 펀딩 수수료는 무기한 선물상품을 제공하는 거래소가 미결제약정 비율에 따라 매수계약 혹은 매도계약 보유자에게 펀딩 수수료를 지급 혹은 수취하게 되는데, 이는 보통 특정주기(보통 8시간)로 정산된다.

본 연구에서는 분 단위 데이터와 일 단위 데이터를 활용하여 무기한 선물과 현물을 이용한 차익 거래 전략의 유효성에 대하여 검증하였다. 연구에 활용한 데이터는 바이낸스(BNC), 에프티엑스(FTX), 오케이엑스(OKX)의 증가 데이터로 3개 모두 거래량 기준 상위 거래소 5위에 해당한다[18]. 분 단위 분석은 BNC와 FTX의 2020년 12월31일 15:00분부터 2022년 06월18일 15시 39분까지 총 767,889건의 증가 데이터를 사용하였으며, 일 단위 분석은 2019년 12월 24일부터 2021년 4월 1일까지 총 465건의 BNC와 OKX의 증가 데이터를 사용하였다. BTC 무기한 선물의 총 거래량이 2019년 5월 이후 급증한 것을 고려하여 데이터 기간은 2019년 12월 이후로 설정하였으며, 데이터의 건수로 볼 때 결과 도출에 무리가 없는 것으로 판단되었다.

3.3 차익 거래 전략의 제안

본 논문에서 제안한 BTC 현물과 무기한 선물 간 가격 차이는 Eq. (1) 과같이 표현된다.

$$Deviation_t = Spot_t - Perpetual_t \quad (1)$$

여기서 t 회차의 $Deviation_t$ 가 양 혹은 음으로 변경되면, 차익 거래의 기회 및 수익이 발생한다. 또한 수익 계산은 Eq. (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Return_{opp_i} = \quad (2)$$

$$(Price_{buy\ spot} - Price_{sell\ perp}) + (Price_{sell\ spot} - Price_{buy\ perp})$$

where

opp_i is an i^{th} opportunity of arbitrage trades

$Return_{opp_i}$ 는 거래 청산 시점의 가격 차이로 발생한 수익이고, 현물 매수 후 ($Price_{buy\ spot}$) 무기한 선물 매도 ($Price_{sell\ perp}$), 이후 현물 매도 후 ($Price_{sell\ spot}$) 무기한 선물을 매수했을 때 ($Price_{buy\ perp}$) 발생하는 수익이다. Opp_i 는 i 번째 청산된 차익 거래이다.

이렇게 산출된 $Return_{opp_i}$ 가 거래비용보다 작을 경우, 차익 거래 기회는 존재하지 않는다.

예를 들어, 두 개의 거래소 (가령 BNC와 OKX)에서 BTC 현물과 BTC 무기한 선물을 거래할 경우 총 4가지

조합이 존재한다.

1. BTC 현물을 BNC에서 매수 및 BTC 무기한 선물을 OKX에서 매도
2. BTC 현물을 BNC에서 매도 및 BTC 무기한 선물을 OKX에서 매수
3. BTC 현물을 OKX에서 매수 및 BTC 무기한 선물을 BNC에서 매도
4. BTC 현물을 OKX에서 매도 및 BTC 무기한 선물을 BNC에서 매수

그 중 BNC에서 현물을 매수와 매도 및 OKX에서 무기한 선물을 매수와 매도하는 1번과 2번의 상황을 고려하여 Table 3 같은 시나리오를 가정하였다.

Table 3. Examples of Arbitrage Strategy

Time	BNC Spot (BS)	OKX PERP (OP)	BS-OP Differences	BS-OP Diff (+/-)
1	7255.7	7191.1	64.6	+
2	7204.6	7230.1	-25.5	-
3	7202.0	7241.4	-39.4	-
4	7388.2	7265.0	123.2	+

Time 1에서 OKX의 무기한 선물 가격이 BNC의 현물가격보다 낮으므로, 투자자는 OKX의 무기한 선물을 매수하고 BNC의 현물을 매도한다. Time 2에서 가격 차이가 양(+)에서 음(-)으로 역전되었을 때 다시 OKX의 무기한 선물을 매도하고 BNC의 현물을 매수해서 한 단위의 거래를 종결하게 된다. 이렇게 했을 때 차익 거래의 수익은 90.1 달러가 된다.

Time 3에서는 투자자는 BNC의 현물을 매수하고 OKX의 무기한 선물을 매도함으로써 다시 새로운 거래에 진입하고, 다시 가격 차이가 음수(-)에서 양수(+)로 역전되었을 때인 Time 4에서 BTC 현물을 매도하고 무기한 선물계약 매수함으로써 다시 한 단위의 거래를 종결하게 된다. 이때 차익 거래 수익은 162.6 달러가 된다.

이 거래 규칙을 통해 만약 임의 시점에서 거래에 진입 하더라도 역전 시점에 포지션을 청산함으로써 양의 수익을 달성할 수 있다.

3.4 거래비용

거래소는 고객의 거래량 및 특별 할인 정책에 따라 거래 수수료를 고객별로 차등 책정한다. 본 연구에서는 BNC, FTX와 OKX에 적용되는 수수료를 일반(Normal) 등급과 VIP 등급으로 나누어 분석하였다[19-21]. 또 거

래소는 다양한 비공개 특별 할인 정책을 적용하고 있으나 본 연구에서는 보수적인 접근을 위하여 일반 등급과 VIP 등급 모두 홈페이지에 공개된 정책의 조합만을 활용하였다.

분 단위 데이터를 이용하여 본 논문에서 제시한 거래 방법을 적용하였을 경우 일간 청산된 거래는 약 57회이며 이를 고려하여 수수료를 적용하였다. 또거래 시작부터 청산까지의 보유시간은 평균 약 33분 이다.

일 단위 데이터를 이용하여 본 논문에서 제시한 거래 방법을 적용하였을 경우, 청산된 거래수는 월 약 10회로 분 단위 데이터가 월 약 3,400번임과 비교할 때 거래량이 현저히 적다. 이에 일 단위 데이터는 분 단위 데이터 보다 보수적인 수수료를 적용하였다. 결과적으로, 분 단위와 일 단위 데이터에 적용한 수수료율은 Table 4와 같다.

Table 4. Trading Fees Applied on Analysis

Minute Data Trading Fees		
	Normal Level	VIP Level
BNC Spot	0%	0%
BNC Perp	0.0288%	0.01224%
FTX Spot	0.033%	0.009%
FTX Perp	0.033%	0.009%
Daily Data Trading Fees		
OKX Spot	0.08%	0.05%
OKX Perp	0.05%	0.03%
BNC Spot	0.06%	0.024%
BNC Perp	0.0288%	0.0216%

3.5 기초통계량

본 연구에서 사용된 분 단위 데이터는 BNC와 FTX의 현물과 무기한 선물 2020년 12월 31일 15:00분부터 2022년 06월 18일 15시39분까지 총 767,889건 분 단위 증가 데이터이다. 자세한 기초통계량은 Table 5에서 확인할 수 있으며, Count를 제외한 모든 수치는 BTC의 USD 환산 가격을 의미한다.

Table 5. Summary Statistics of Minute Data of BNC and FTX (in USD)

	BNC Spot	BNC Perp	FTX Spot	FTX Perp
Count	767889	767889	767889	767889
Mean	44423.7	44435.7	44426.9	44456.0
Std	9807.5	9828.6	9808.8	9831.6
Min	18824.7	18733.4	18815.0	18780.0
25%	37095.7	37101.6	37099.0	37138.0
50%	43341.9	43331.5	43345.0	43362.0
75%	50838.8	50850.0	50842.0	50893.0
Max	69000.0	69154.9	68993.0	69164.0

일 단위 데이터의 경우, BNC와 OKX의 2019년 12월 24일부터 2021년 4월 1일까지의 총 465건의 증가 데이터를 사용하였으며 자세한 기초통계량은 Table 6에서 확인할 수 있다.

Table 6. Summary Statistics of Daily Data of BNC and OKX (in USD)

	BNC Spot	BNC Perp	OKX Spot	OKX Perp
Count	465	465	465	465
Mean	17752.5	17762.2	17810.2	17818.5
Std	14794.6	14811.6	14879.6	14885.6
Min	4800.0	4764.7	5148.7	5149.9
25%	9131.9	9132.0	9120.3	9121.4
50%	10599.7	10593.7	10591.8	10593.5
75%	19147.7	19147.6	19122.5	19121.7
Max	61188.4	61267.4	59694.2	59737.8

4. 차익 거래 전략의 실증 분석

4.1 분 단위 데이터를 이용한 분석 결과

본 연구에서 각 거래별 현물과 무기한 선물을 각각 1 BTC씩 거래했음을 가정하였다. 또 무기한 선물의 경우 3개 거래소 모두 최대 10배 레버리지까지 제공 하나 보수적인 접근을 위하여 10배 레버리지 사용을 가정하였고, 이에 따라 사용 증거금은 BTC 가격의 1/10을 적용하였다.

Table 7과 Table 8은 진입과 청산을 반복한 거래 결과로 거래비용을 고려하지 않은 결과이며 모든 거래쌍에서 양(+)의 수익이 발생함을 확인하였다. 또한 역전 시점의 가격차이는 Fig. 1과 같이 양(+)과 음(-)이 교차하면서 Adfuller Test 결과 Stationary 함도 확인하였다. 그리고 평균 33분을 주기로 매매 진입과 청산을 반복함으로써 일 평균 거래수 약 57~58회, 일 평균 수익 약 600~800 달러를 나타내었다.

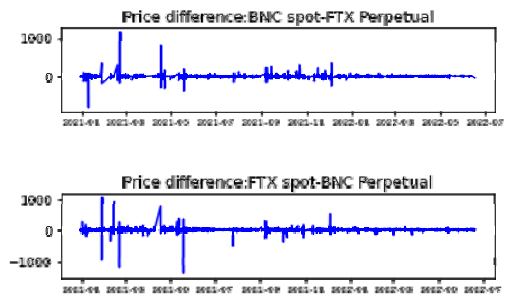


Fig. 1. Stationary Movement of Minute Data Deviations

Table 7. Minute Data Arbitrage Trading Results 1 (Trading Fees Not Applied, in USDT)

	BNC Spot (BS) -FTX Perp (FP)	FTX Spot (FS) -BNC Perp (BP)
	Closed Trades	Closed Trades
count	22050	25990
mean	10.47	14.13
std	21.52	26.11
min	0.02	0.02
25%	4.06	6.02
50%	6.89	10.29
75%	11.24	16.85
max	1362.47	1482.46

Table 8. Minute Data Arbitrage Trading Results 2 (Trading Fees Not Applied, in USDT)

	BS - FP	FS - BP
Start	2020-12-31 15:00	2020-12-31 15:00
End	2022-06-15 18:00	2022-06-18 12:05
Holding duration (avg)	33 Minutes 51 Seconds	28 Minutes 39 Seconds
Min	1 M 00 S	1 M 00 S
Max	3 H 28 M 00 S	13 H 22 M 00 S
Daily Avg Closed Trades	58.49 / day	56.87 / day
Daily Avg Profit	612.45 USD	803.47 USD

위 Table 7과 Table 8의 결과를 통해 거래 비용을 고려하지 않을 경우 본 연구의 거래 전략을 통해 무조건 양의 수익을 낼 수 있음을 확인하였으며 거래비용이 차익 거래 투자자들에게 중요한 요소가 됨을 알 수 있다.

아래의 Table 9와 Table 10은 현물과 무기한 선물 거래의 수수료를 매매 청산 시점에서 계산되는 수익에서 제외한 결과이다. 일반 등급 수수료를 적용하였을 때 평균값이 음(-)인 결과를 나타내었으나, BNC 현물-FTX 무기한 선물 조합의 VIP 등급 수수료를 적용하였을 때는 평균값이 양(+)인 결과를 나타내었다. 이는 FTX의 경우 무기한 선물 수수료가 상대적으로 저렴하기 때문에 나타난 결과로 보이며, 분 단위 차익 거래 투자자에게 거래소 수수료가 매우 민감한 요소로 작용하는 것을 재확인할 수 있었다. 또한 Table 11과 Table 12에서 볼 수 있는 것과 같이 수익을 월 수익률로 환산하면 최저 월 -12%에서 최대 월 45%까지 편차가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 월 수익률은 1 BTC의 월 평균 가격과 동일 기간 1 BTC의 1/10에 해당하는 무기한 선물 증거금의 합을 원금으로 하여 계산하였다.

Table 9. Minute Data Arbitrage Trading Results of BS - FP (Trading Fees Application Comparison, in USDT)

	BS - FP		
	No Fee	Fee Level	
		Normal	VIP
Mean	10.47	-15.73	3.33
Std	21.52	21.33	21.38
Min	0.02	-41.09	-10.40
Median	6.89	-18.30	-0.11
Max	1362.47	1329.44	1353.46

Table 10. Minute Data Arbitrage Trading Results of FP - BS (Trading Fees Application Comparison, in USDT)

	FS - BP		
	No Fee	Fee Level	
		Normal	VIP
Mean	14.13	-38.49	-3.96
Std	26.11	27.49	26.17
Min	0.02	-74.92	-25.20
Median	10.29	-40.57	-7.26
Max	1482.46	1421.29	1461.42

Table 11. Monthly Arbitrage Trading Results (Trading Fees Not Applied)

Year	Month	BS - FP	FS - BP
		Profit Ratio	Profit Ratio
2021	1	63%	97%
	2	18%	43%
	3	22%	67%
	4	19%	53%
	5	24%	100%
	6	55%	98%
	7	76%	42%
	8	14%	68%
	9	38%	44%
	10	13%	15%
	11	12%	12%
	12	13%	33%
2022	1	35%	23%
	2	9%	11%
	3	29%	15%
	4	42%	7%
	5	26%	36%
Average		30%	45%

Table 12. Monthly Arbitrage Trading Results (Trading Fees VIP Level Applied)

Year	Month	BS - FP	FS - BP
		Profit Ratio	Profit Ratio
2021	1	44%	25%
	2	14%	20%
	3	9%	-10%
	4	14%	-14%
	5	16%	20%
	6	15%	-33%
	7	8%	-16%
	8	3%	-55%
	9	10%	-33%
	10	5%	-5%
	11	6%	-6%
	12	7%	-30%
2022	1	8%	-26%
	2	4%	-4%
	3	0%	-17%
	4	-11%	-5%
	5	3%	-20%
Average		9%	-12%

4.2 일 단위 데이터를 이용한 분석 결과

BNC 현물과 OKX 무기한 선물, 그리고 BNC 무기한 선물과 OKX 현물의 두 가지 조합으로 일 단위 증가 데이터를 이용하여 차이 거래 전략을 적용해 보았다. 분 단위 데이터와 마찬가지로, 역전 시점의 가격 차이는 Fig. 2와 같이 양(+)과 음(-)을 교차하면서 Adfuller Test 결과 Stationary 하였다.

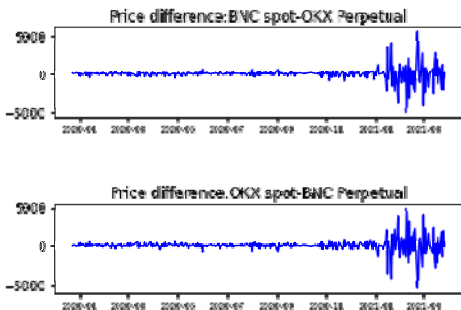


Fig. 2. Stationary Movement of Daily Data Deviations

다음 Table 13과 Table 14의 결과를 살펴보면, 평균 1.8일 동안 포지션을 보유하는 것으로 나타났으며 BNC 현물과 OKX 무기한 선물 거래를 하였을 경우와 OKX

현물과 BNC 무기한 선물 거래를 하였을 경우 모두 일별 평균 약 880 달러의 수익이 발생했으며 모든 거래에서 0 이상의 수익이 발생하였다. 또한 두 가지 조합의 월 평균 수익이 모두 8000 달러 이상으로서, 거래 회당 수익률은 약 770 달러였다. 1 BTC의 월 평균 가격과 동일 기간 1 BTC의 1/10에 해당하는 무기한 선물 증거금의 합을 원금으로 하여 월 수익률을 계산해보면 약 40%에 해당한다.

Table 13. Daily Data Arbitrage Trading Results 1 (Trading Fees Not Applied, in USDT)

	BNC Spot (BS) -OKX Perp (OP)	OKX Spot (OS) -BNC Perp (BP)
	Closed Trades	Closed Trades
count	162	164
mean	879.59	881.45
std	1340.17	1325.29
min	17.33	31.38
25%	182.82	182.46
50%	352.15	362.24
75%	826.42	855.96
max	7156.13	6992.99

Table 14. Daily Data Arbitrage Trading Results 2 (Trading Fees Not Applied, in USDT)

	BS - OP	OS - BP
Start	2019-12-24	2019-12-24
End	2021-03-26	2021-03-31
Holding duration (avg)	1.83 Day	1.80 Day
Min	1 Day	1 Day
Max	7 Day	7 Day
Monthly Avg Closed Trades	10.57	10.71
Monthly Avg Profit	8011.35	8159.50

Table 15. Daily Data Arbitrage Trading Results of BS - OP (Trading Fees Application Comparison, in USDT)

	BS - OP		
	No Fee	Fee Level	
		Normal	VIP
Mean	879.59	840.97	860.63
Std	1340.17	1315.25	1327.90
Min	17.33	-1.97	7.85
Median	352.15	328.91	339.25
Max	7156.13	7060.92	7109.23

Table 16. Daily Data Arbitrage Trading Results of BS - OP (Trading Fees Application Comparison, in USDT)

	OS - BP		
	No Fee	Fee Level	
		Normal	VIP
Mean	881.45	843.26	856.32
Std	1325.29	1300.66	1309.04
Min	31.38	11.48	18.28
Median	362.24	338.32	346.24
Max	6992.99	6897.97	6930.53

위의 Table 15와 Table 16에서 보는 바와 같이 수수료를 적용한 결과에서도 일반 등급 수수료를 적용한 BNC 현물과 OKX 무기한 선물의 조합을 제외하고는 모두 0 이상, 평균 800달러 이상의 수익을 보였다. 또한 일 단위 거래의 경우 거래의 평균 수익에 비하여 거래 비용이 적기 때문에 거래 비용은 차이 거래 투자자들에게 큰 고려요소가 되지 않았음을 확인할 수 있었다.

따라서 진입과 청산을 반복한 거래에서는 분 단위 매매보다는 일 단위의 매매가 더 유효한 것으로 나타났다. 다음의 Table 17은 수익을 월 수익률로 환산한 결과이다.

Table 17. Monthly Arbitrage Trading Results

Year	Month	BS - OP	OS - BP
		Profit Ratio	Profit Ratio
2020	1	33%	33%
	2	24%	24%
	3	51%	52%
	4	39%	46%
	5	31%	31%
	6	21%	22%
	7	18%	18%
	8	39%	39%
	9	32%	32%
	10	15%	16%
	11	42%	43%
	12	22%	27%
2021	1	72%	72%
	2	73%	72%
Average		37%	38%

5. 결론 및 연구의 한계점

무기한 선물은 현재 가상 자산 시장에서만 유의미하게 관찰할 수 있는 파생상품이다. 2020년 이후 현재 약 20여 개 이상의 많은 가상 자산 거래소들이 무기한 선물 거

래를 제공하고 있으며, 거래소 간 가격 및 유동성의 차이로 인해 차이 거래의 기회가 발생하고 있다.

본 연구에서는 거래소간 BTC 현물과 무기한 선물 가격의 차이를 이용한 차이 거래 기회에 대한 실증분석 결과를 제시하였다. 연구 결과, BTC 현물과 무기한 선물 간의 가격 차이가 역전될 때를 거래 진입 및 청산 신호로 인식하는 매매를 통해 차이 거래 수익을 창출할 수 있음을 확인하였다. 또 분 단위 및 일 단위 거래 모두 양(+)의 수익을 나타내었으나 분 단위의 경우 가격 차이가 일 단위보다 작기 때문에 거래 수수료가 중요한 요인으로서 작용함을 밝혔다. 반면, 일 단위 거래의 경우 거래수가 적고, 투자금 대비 수익이 많아 본 거래 전략이 더 유효한 것으로 나타났다. 결론적으로 본 연구에서 제시한 BTC 현물과 무기한 선물의 가격차이를 이용한 차이거래 전략이 유효함을 확인 할 수 있었으며 연구에 활용한 단기 데이터 (분 단위) 및 장기 데이터 (일 단위) 공히 월 9%~38%의 수익을 달성 할 수 있는 기회가 존재함을 확인하였다.

본 연구의 한계점은 연구 대상으로 삼은 거래소들이 홈페이지에 공개한 정보 이외에 다양한 비공개 프로그램을 통해 현실적으로 더 낮은 수수료를 제공 할 가능성이 있다는 점이다. 하지만 본 연구에서는 공개된 정보만을 활용하여 수수료를 적용하였기에 실제 환경에서 본 연구의 전략을 도입할 때 거래소와 협의를 통하여 좀 더 유리한 수수료율을 적용받는 것이 필요하다.

그러나 가상 자산 파생상품 시장뿐 아니라, 가상 자산 시장 전체에서 높은 비중으로서 투자되고 있는 무기한 선물을 이용하여 차이 거래의 전략을 도출하고 검증하였다는 데 본 연구의 의의가 있다.

References

- [1] S. Nakamoto, "Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. working paper", <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, 2008.
- [2] J. B. D. Long, A. Shleifer, L. H. Summers, R. J. Waldmann, "Noise Trader Risk in Financial Markets", *Journal of Political Economics*, Vol.98, No 4, pp.703-738, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1086/261703>
- [3] D. Gromb, D. Vayanos, "Equilibrium and welfare in markets with financially constrained arbitrageurs", *Journal of Financial Economics*, Vol.66, Issue 2-3, pp.361-407, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(02\)00228-3](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(02)00228-3)

- [4] K. A. Froot, E. M. Dabora, "How are stock prices affected by the location of trade?", *Journal of Financial Economics*, Vol.53, Issue 2, pp.189-216, 1999.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(99\)00020-3](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(99)00020-3)
- [5] I. Markarov, A. Schoar, "Trading and arbitrage in cryptocurrency markets", *Journal of Financial Economics*, Vol.135, Issue 2, pp.293-319, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2019.07.001>
- [6] A. Fernández, M. W. Klein, A. Rebucci, M. Schindler, M. Uribe, "Capital Control Measures: A New Dataset", *IMF Economic Review*, Vol.65, No 3, pp.548-574, 2016.
<https://link.springer.com/article/10.1057/imfer.2016.11>
- [7] L. Kristoufek, E. Bouri, "Exploring sources of statistical arbitrage opportunities among Bitcoin exchanges", *Financial Research Letters*, Accepted 11 Sep 2022.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103332>
- [8] S. Bistarelli, A. Cretarola, G. Figà-Talamanca, M. Patacca, "Model-based arbitrage in multi-exchange models for Bitcoin price dynamics", *Digital Finance*, Vol.1, pp.23-46, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s42521-019-00001-2>
- [9] K. Duan, Z. Li, A. Urquhart, J. Ye, "Dynamic efficiency and arbitrage potential in Bitcoin: A long-memory approach", *International Review of Financial Analysis*, Vol.75, 101725, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101725>
- [10] A. Shynkevich, "Bitcoin arbitrage", *Finance Research Letters*, Vol.40, 101698, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101698>
- [11] T. Hattori, R. Ishida, "The relationship between arbitrage in futures and spot markets and Bitcoin price movements: Evidence from the Bitcoin markets", *Journal of Futures Markets*, Vol.41, pp.105-114, 2021.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3209625>
- [12] S. Lee, N. E. Meshlmani, L. N. Switzer, "Pricing Efficiency and Arbitrage in the Bitcoin Spot and Futures Markets", *Research in International Business and Finance*, Vol.53, 101200, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101200>
- [13] S.W. Kim, "Profitability of Trading System for Cryptocurrency", *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 22, No. 3, pp. 555-562, Mar. 2021
DOI: <http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.3.555>
- [14] J. H. Yoo, J. Y. Kang, S. U. Park, "Measuring Return and Volatility Spillovers across Major Virtual Currency Market", *Korea Association of Information Systems*, Vol.27, Issue 3, pp.43-62, 2018
DOI: <https://doi.org/10.5859/KAIS.2018.27.3.43>
- [15] S. W. KIM, "Technical Trading Rules for Bitcoin Futures", *Journal of Convergence for Information Technology*, Vol.11, No.5, pp.94-103, 2021
DOI: <https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2021.11.05.094>
- [16] Checkmate, The Growing Dominance of Perpetual Swaps, Glassnode, 2022, [cited 2022 July 10], Available from:
<https://insights.glassnode.com/the-week-onchain-week-17-2022/> (accessed Oct. 6, 2022)
- [17] Tokeninsight, TokenInsight 2021 Crypto Trading Annual Review, Tokeninsight, 2022, [cited 2022 July 11], Available from :
<https://tokeninsight.com/en/research/reports/tokeninsight-2021-crypto-trading-annual-review> (accessed Oct. 6, 2022)
- [18] Messari, Crypto Exchange Real Spot Volume, Messari, 2022, [cited 2022 July 12], Available from:
<https://messari.io/exchanges> (accessed Oct. 6, 2022)
- [19] Binance, Trading Fees, Binance, [cited 2022 July 11], Available from: <https://www.binance.com/en/fee> (accessed Oct. 6, 2022)
- [20] FTX, Fees, FTX, [cited 2022 July 11], Available from: <https://help.ftx.com/hc/en-us/articles/360024479432-Fees> (accessed Oct. 6, 2022)
- [21] OKX, Trading fee, [cited 2022 July 11], Available from: <http://www.okx.com/fees> (accessed Oct. 6, 2022)

조 정 환(Junghwan Cho)

[정회원]



- 2006년 2월 : 서울대학교 사회과학대학 심리학과 (문학사)
- 2010년 2월 : 아주대학교 정보통신대학원 IoT 전공 (공학석사)
- 2019년 9월 : 홍콩대학교 경영대학원 MBA (경영학석사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 비즈니스IT전문대학원 박사과정

<관심분야>

가상자산, 알고리즘트레이딩

김 선 웅(Sun Woong Kim)

[정회원]



- 1981년 2월 : 서울대학교 경영학과(경영학사)
- 1983년 2월 : KAIST 경영과학과(공학석사)
- 1988년 2월 : KAIST 경영과학과(공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 비즈니스IT전문대학원 교수

<관심분야>

트레이딩시스템, 증권투자연구

최 흥 식(Heung Sik Choi)

[정회원]



- 1983년 2월 : 한양대학교 산업공학과 (공학사)
- 1985년 2월 : KAIST 경영과학과 (공학석사)
- 1995년 2월 : 로체스터대 컴퓨터 정보시스템 (경영학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 비즈니스IT전문대학원 교수

〈관심분야〉

트레이딩시스템, 증권투자연구