

# 퍼지이론을 이용한 파라볼릭 SAR의 자동 조절에 관한 연구

## A Study on the Automatic Adjustment of the Parabolic SAR by using the Fuzzy Logic

채 석\* · 신수용 · 공인엽  
Seog Chae, Sooyoung Shin and Inyeup Kong

금오공과대학교 전자공학부

### 요 약

본 논문에서는 퍼지이론을 주식, 선물 등의 거래 시스템에 적용·분석해 보고 그 결과를 토대로 파라볼릭 SAR 지표의 성능개선에 적용할 수 있는 가능성을 제기하였다. 실제의 선물 데이터에 적용한 결과 기존의 파라볼릭 SAR 지표보다는 제안된 퍼지 SAR 지표가 매매횟수와 거짓신호를 적게 발생시키는 것을 확인할 수 있었다. 기존의 파라볼릭 SAR에서는 가속증분을 0.02로, 가속변수의 최대값을 0.2로 고정하는 것이 보통이나, 제안한 퍼지 SAR에서는 가속증분과 가속변수의 최대값이 퍼지규칙을 기반으로 조절되도록 하였다. 매매전문가의 경험적 지식을 단기 이평선과 중기 이평선 사이의 이격과 단기 이평선의 기울기를 기반으로 퍼지 규칙화하여 사용하므로, 퍼지 SAR의 가속증분과 가속변수의 최대값이 진행추세에 종속하여 조절된다.

**키워드** : 퍼지 이론, 선물, 파라볼릭 SAR, 가속 변수, 퍼지 SAR

### Abstract

This paper proposes the possibility which the fuzzy theory can be used to improve the performance of the parabolic SAR(Stop-And-Reverse) indicator in the trading systems for stock market. The simulation results with data of the KOSPI 200 future show that the occurred number of trading signals and the false signals in the proposed fuzzy SAR indicator is less than that in the conventional SAR indicator. In the conventional SAR system, the incremental value of the acceleration factor is usually setted as 0.02 and the maximum value of the acceleration factor is usually limited as 0.2. But in the proposed fuzzy SAR system, the incremental value and the maximum value of the acceleration factor are automatically adjusted by using the fuzzy rules, which are designed based-on the difference between short-term moving average and medium-term moving average and also based-on the slope of short-term moving average.

**Key Words** : Fuzzy theory, future, parabolic SAR, acceleration factor, fuzzy SAR

## 1. 서 론

시간에 따라 변하는 주식, 선물 등의 가격변동을 계량화하여 투자자가 매매 시 참고할 수 있도록 한 것이 기술적 지표이며, 이동평균선, 일목균형표, 파라볼릭 SAR를 비롯한 수십 가지의 기술적 지표가 제안되었다[1-2]. 시장변화가 스톡캐스터하므로 매매시 이익실현 가능성을 100% 가져오는 기술적 지표는 없으며 보다 높은 이익실현 가능성을 가져오는 기술적 지표 개발은 꾸준히 이어져 왔다. 최근에는 환율 리스크 관리, 옵션 가격 예측에 Kalman filter를 적용하였다[3-4].

대부분의 추세추종 형 기술적 지표는 추세전환 신호가 실제 가격변화보다 늦게 나타나는 가격지연(price lag)과 시

간지연(time lag)의 문제점을 가지고 있다. J. Welles Wilder는 1978년 이러한 문제점을 개선함으로써 매매 시 이익실현 가능성을 높이기 위하여 파라볼릭 시스템(Parabolic system)을 제안하였다[5].

J. Welles Wilder가 제안한 파라볼릭 시스템(Parabolic system)은 가격변화에 따른 SAR 변화를 매매지표로 하여 매매 시점을 찾아내는 것으로 파라볼릭 사(P SAR: parabolic stop-and-reverse)라고도 하는데 이는 파라볼릭 SAR와 가격이 만나면 보유 포지션을 청산(stop)하고 반대방향(reverse)의 포지션을 취하기 때문이다. 파라볼릭 SAR에서도 추세전환 신호가 약간 늦게 나타나고, 또한 주가가 횡보추세 시 빈번한 매매신호의 출현, 즉, whipsaw 현상으로 인해 수익을 얻지 못하거나 손실이 나는 문제점은 있으나, 매수·매도 포지션을 확실하게 나타내 주고 상승·하락 추세 시 매매신호의 신뢰도가 비교적 높다는 면에서 장점이 있다. J. Welles Wilder는 whipsaw 현상의 문제점 때문에 P SAR 하나만을 사용하여 매매 시기를 잡는 것보다는 자신이 개발한 DMI(Directional Movement Index)나 CSI(Commodity Selection Index)를 병행하여 사용할 것을

접수일자 : 2010년 11월 30일

완료일자 : 2011년 3월 10일

본 연구는 금오공과대학교 학술연구비에 의하여 연구된 논문임.

\* 교신 저자

권고하였다[5].

이 후 파라볼릭 SAR에서 나타나는 whipsaw 현상을 보완하기 위하여 다른 종류의 지표들을 복합적으로 사용하는 연구가 진행되었으며[6], 오원석은 파라볼릭 SAR와 이동평균선의 기술을 혼합하여 매매 시점을 결정함으로써 whipsaw 현상의 문제점을 줄여 수익률을 높이는 방법을 제안하였다[7].

충분한 학습을 통하여 경험적 지식을 보유하고 있는 전문가가는 복잡하고 애매한 상황에서도 비교적 합리적인 판단을 한다. 전문가의 의사결정을 모방하는 퍼지이론은 인간 중심 시스템의 자동화, 제품의 성능향상을 비롯한 공학적인 문제해결 등 다양한 분야에 이용되었다[8-9]. 주가 움직임은 복잡하고 stokastik(확률적)하므로 매매 결정이 어려워 많으며, 경험적 지식이 풍부한 전문가가 투자 성공 확률이 크다고 볼 수 있다. 주식 매매 전문가는 단기 이평선과 중기 이평선의 정·역배열을 기준으로 한 시장추세에 기반하여 매매하는 경우가 많다. 기존의 방법들은 파라볼릭 SAR의 파라미터인 가속증분과 가속변수의 최대값을 고정된 값으로 사용하였으나[6-7], 본 논문에서는 단기 이평선과 중기 이평선의 정·역배열을 기준으로 한 시장추세와 단기 이평선의 기술을 기반으로 매매 전문가의 경험적 지식을 퍼지 규칙화 하였고, parabolic SAR의 파라미터인 가속증분과 가속변수의 최대값을 퍼지규칙에 의하여 자동 조절함으로써 매매신호의 출현빈도와 속임수 신호를 적게 발생시키는 퍼지 파라볼릭 SAR(fuzzy parabolic SAR)을 제안한다. 제안된 방법은 기존의 방법에 비하여 매매신호의 출현빈도와 속임수 신호를 적게 발생시키는 것을 실제 데이터를 활용하여 확인하였다.

본 논문의 제2절에서는 기존의 파라볼릭 SAR에 대하여 기술하였고, 제3절에서는 퍼지 파라볼릭 SAR에 대하여 기술하였고, 제4절에서는 적용 결과의 분석에 대하여 기술하였고, 제5절에서는 결론 및 향후 연구과제에 대하여 논하였다.

## 2. 기존의 Parabolic SAR

J. Welles Wilder가 제안한 파라볼릭 SAR(P SAR: parabolic stop-and-reverse)를 이용한 매매방법은 다음과 같다[5-6]. 그림 1은 시간에 따른 주가 변화, SAR 값의 변화, SAR 추세 및 매수·매도 포지션을 나타낸 것이다. 그림 1에서, 파라볼릭 SAR(parabolic SAR)도 추세전환 신호가 약간 늦게 나타나는 문제점은 있으나 매수·매도 포지션을 확실하게 나타내준다는 면에서 장점이 있다. 파라볼릭 SAR는 주식, 선물, 옵션 등등의 매매 지표로 사용되므로 앞으로는 주가 또는 가격이란 용어를 사용한다. 가격이 상승하는 상승추세에서는 SAR가 가격 밑에 표시되고 SAR 값도 상승하며, 가격이 하락하는 하락추세에서는 SAR가 가격 위에 표시되고 SAR 값도 하락한다. 만일 주가가 SAR 위로 올라가면 SAR는 주가 밑에 나타나고 매수 포지션을 취하며, 주가가 SAR 밑으로 떨어지면 SAR는 주가 위에 나타나고 매도 포지션을 취한다. 즉, 주가가 SAR와 교차하는 시점이 매매를 고려할 시점이다. 그림 1에서, 주가가 하락하다가 반등하여 SAR를 만나는  $T_1$  시간에서 SAR는 주가 밑에 나타나며, SAR가 주가 밑에 나타나면 매수신호의 출현으로 판단하고 매수 진입한다. 만일 매수 후 주가가 상승하면 보유하고 있는 주가는 무한정 상승하지 않으므로 상승하다가 반락하

여 상승하는 SAR를 만나는  $T_2$  시간에서 SAR는 주가 위에 나타난다. 이를 매도신호의 출현으로 간주하고 매수한 주식을 청산한다. 선물의 경우 매수한 것 청산하고 역으로 매도 진입한다. 선물 매도 후 가격이 하락하면 보유하고, 가격은 무한정 하락하지 않으므로 하락하다가 상승하여 하락하는 SAR를 만나는  $T_3$  시간에서 SAR는 선물 가격 밑에 나타난다. 이를 매수신호의 출현으로 간주하고 매도한 선물을 청산하고 역으로 매수 진입한다. 이와 같은 과정의 반복으로 SAR의 변화를 이용하여 주식, 선물 등을 매매할 수 있다. 즉, 가격이 하락하는 SAR를 상향돌파하면 SAR는 가격 밑에 나타나며 SAR 상승추세로의 전환이므로 매수 포지션을 취하고, 가격이 상승하는 SAR를 깨면 SAR는 가격 위에 나타나며 SAR 하락추세로의 전환이므로 매도 포지션을 취하는 매매신호를 제공해 주는 것이 parabolic SAR이다. 모든 시간 구간에서 SAR 추세는 상승추세 또는 하락추세 둘 중의 하나이며, 가격 밑에 나타나는 SAR는 매수신호로 판단하고, 가격 위에 나타나는 SAR는 매도신호로 판단한다.

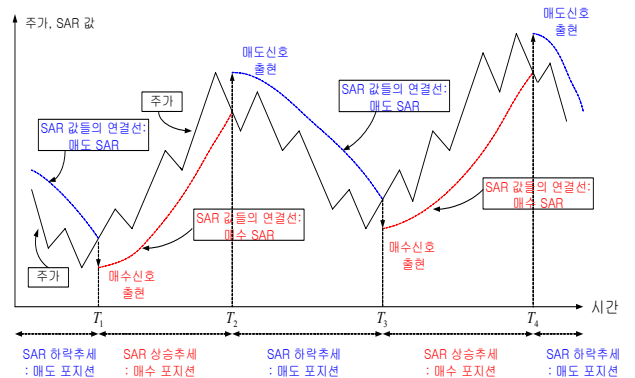


그림 1. 주가 변화, SAR 값의 변화, SAR 추세 및 매수·매도 포지션

Fig. 1. Price changes of stock price and SAR value, SAR trend, and trading position

J. Welles Wilder가 제안한 파라볼릭 시스템(Parabolic system)에서, SAR 추세가 결정된 후의 SAR 값 계산방법은 다음의 식 (1)과 같다[6].

$$SAR(t+1) = SAR(t) + AF(t) \{ EP(t) - SAR(t) \} \quad (1)$$

식 (1)에서,  $SAR(t)$ 는 당일의 SAR 값이고  $SAR(t+1)$ 은 당일  $t$ 에서 계산한 내일의 SAR 값이며,  $AF(t)$ 는 당일의 가속변수(acceleration factor)이고,  $EP(t)$ 는 당일의 중요 가격(Extreme Price)으로 SAR 상승추세 동안의 고가 또는 SAR 하락추세 동안의 저가이다. 단, SAR 추세가 전환된 후의 첫 번째 SAR 값  $SAR(t+1)$ 은 직전 추세에서의 SAR 값을 무시하고 직전 추세에서의  $EP$ 값으로 초기화한다. 즉, SAR 추세가 하락추세에서 상승추세로 전환되면 상승추세의 SAR 초기값은 직전 하락추세에서의  $EP$ 값(즉, 최소값)으로 초기화하고, SAR 추세가 상승추세에서 하락추세로 전환되면 하락추세의 SAR 초기값은 직전 상승추세에서의  $EP$ 값(즉, 최대값)으로 초기화한다.

가속변수  $AF(t)$ 의 조절규칙은 다음과 같다. 가속변수  $AF(t)$ 는 추세가 진행되는 동안에는 시간이 경과함에 따라  $AF$  값을 증가시켜 매매신호의 후행성을 개선하기 위해 사용하는 값으로 가중치(weighting factor)의 개념이다. 파라볼릭 SAR 개발자인 J. Welles Wilder는 새로운 추세로 전

환되면 가속변수  $AF(t)$ 의 값을 가속증분  $\Delta AF$ 로 초기화시키고, 새로운  $EP$ 가 출현할 때에만 가속변수  $AF(t)$ 를  $\Delta AF$ 씩 증가시키되 최대  $\max\_AF$ 를 넘지 않게 해야 된다고 주장하였다. 위의 내용을 식으로 나타내면 다음의 식 (2)와 같다. 가속증분  $\Delta AF$ 와 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 가 크면 SAR 값은 가격변화에 민감하게 반응하여 시간지연은 작으나 매매신호가 빈번히 출현하게 되고, 반대로 작으면 둔감하게 반응하여 매매신호의 출현 횟수는 줄어드나 시간 지연이 커진다. J. Welles Wilder는 검증 결과 가속증분  $\Delta AF$ 의 값은 0.02가 가장 적절하며 변경을 하더라도 0.018 ~ 0.021 사이의 값이 되어야 하고, 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 는 0.2가 적당하다고 권하였다.

$$AF(t) = \begin{cases} \Delta AF, \\ \min\{AF(t-1) + \Delta AF, \max\_AF\}, \\ AF(t-1), \end{cases}$$

만일 SAR 추세가 전환되면  $\Delta AF$ 로 초기화  
 만일 SAR 추세전환 후 새로운 EP 출현하면  
 만일 SAR 추세전환 후 새로운 EP 출현안하면

위의 식에서  $\min$ 은 미니멈 연산자이다.

중요 가격(Extreme Price)  $EP(t)$ 의 조절규칙은 다음과 같다.  $EP$ 값으로 SAR 상승추세에서는 신 고가를, SAR 하락추세에서는 신 저가를 사용하며, 신 고가 또는 신 저가가 발생하지 않으면 직전의  $EP$ 값을 그대로 사용한다. 단, SAR 하락추세에서 가격이 하락하는 SAR를 상향 돌파하여 SAR 상승추세로 전환되면  $EP$ 의 초기값은 SAR 값을 상향 돌파한 캔들의 최고가로 초기화하고, SAR 상승추세에서 가격이 상승하는 SAR를 하향 돌파하여 SAR 하락추세로 전환되면  $EP$ 의 초기값은 SAR 값을 하향 돌파한 캔들의 최저가로 초기화한다. 위의 내용을 식으로 나타내면 다음과 같다.

SAR 상승추세시의  $EP$ 값 계산 규칙은 식 (3)과 같고,

$$EP(t) = \begin{cases} SAR \text{ 값을 상향돌파한 캔들의 최고가,} \\ \text{신 고가,} \\ EP(t-1), \end{cases}$$

만일 SAR가 상승추세로 전환되면  
 만일 SAR 상승추세에서 고가 갱신하면  
 만일 SAR 상승추세에서 고가 갱신실패하면

SAR 하락추세시의  $EP$ 값 계산 규칙은 식 (4)와 같다.

$$EP(t) = \begin{cases} SAR \text{ 값을 하향돌파한 캔들의 최저가,} \\ \text{신 저가,} \\ EP(t-1), \end{cases}$$

만일 SAR가 하락추세로 전환되면  
 만일 SAR 하락추세에서 저가 갱신하면  
 만일 SAR 하락추세에서 저가 갱신실패하면

J. Welles Wilder가 제안한 파라볼릭 SAR의 장점은 현재 진행되고 있는 SAR 추세를 직접적으로 화면에 표시하여 주는 것과 추세가 진행되는 동안에는 신뢰도가 높은 것이 장점이다. 단점은 횡보추세시에 매수신호와 매도신호가 빈번히 출현하는 whipsaw 현상의 출현으로 신뢰도가 떨어지는 점과 추세진행 동안에도 거짓신호가 출현하는 점이다. 이러한 단점을 진행 중인 추세를 고려하지 않고 가속변수의 가속증분  $\Delta AF$ 의 값과 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 의 값을 일정한 값인,  $\Delta AF = 0.02$ ,  $\max\_AF = 0.2$ 로 설정하기 때문이다. 매매 전문가의 경험적 지식을 활용하여 진행 추세에 따라 가속증분  $\Delta AF$ 의 값과 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 의 값을 조절함으로써 횡보추세시 발생하는

whipsaw 현상과 추세진행시 출현하는 거짓신호의 출현빈도를 줄일 수 있다.

### 3. 퍼지 Parabolic SAR

충분한 학습을 통하여 경험적 지식을 보유하고 있는 매매전문가는 복잡하고 애매한 상황에서도 비교적 합리적인 판단을 한다. 주가 변화가 복잡하고 스토캐스틱(stochastic)하므로 의사 결정시 어려움이 많으며, 경험적 지식이 풍부한 전문가는 투자 성공 확률이 크다고 볼 수 있다. 본 논문에서는, 단기 이평선과 중기 이평선의 정·역배열을 기준으로 한 시장추세와 단기 이평선의 기울기를 기반으로 매매전문가의 경험적 지식을 퍼지 규칙화하였고, 파라볼릭 SAR의 파라미터인 가속증분  $\Delta AF$ 와 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 를 퍼지규칙에 의하여 자동 조절함으로써 매매신호의 출현빈도와 속임수 신호를 적게 발생시키는 퍼지 파라볼릭 SAR(fuzzy parabolic SAR)를 제안한다.

기존의 파라볼릭 SAR 시스템에서는 하나의 SAR를 사용하나, 본 논문에서는 매수 사(Buy SAR)와 매도 사(Sell SAR)를 사용하며 각각의 정의는 다음과 같다. 가격 밑에 나타나는 SAR는 매수신호이므로 매수 SAR (Buy SAR)라 정의하고 가격 위에 나타나는 SAR는 매도신호이므로 매도 SAR(Sell SAR)라 정의한다.

매수 SAR와 매도 SAR의 가속변수 자동조절 방법은 다음과 같다. 기존의 방법에서는 가속변수  $AF(t)$ 를 결정짓는 가속증분  $\Delta AF$ 와 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 의 값을 시장추세를 고려하지 않고 고정된 값, 통상적으로  $\Delta AF = 0.02$ ,  $\max\_AF = 0.2$ 로 설정하기 때문에 상승과 하락 추세시 많은 매매신호와 속임수 신호를 발생시켜 parabolic SAR의 신뢰도가 떨어진다. 이러한 단점을 개선할 수 있는 방법의 하나는 단기 이평선과 중기 이평선의 정·역배열 여부와 단기 이평선의 기울기에 종속하여 가속증분  $\Delta AF$ 와 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 의 값을 전문가의 경험적 지식을 규칙화한 퍼지규칙을 기반으로 자동으로 조절하는 것이다. 선물과 거래량이 많은 중·대형주의 경우, 주가가 상승추세로 전환되면 일정 기간 동안 N자 형태의 상승추세가 지속되는 경향이 있고, 마찬가지로 주가가 하락추세로 전환되면 일정 기간 동안 역N자 형태의 하락추세가 지속되는 경향이 있다. 단기 이평선과 중기 이평선으로 일봉 차트에서는 각각 5이평선과 20이평선을, 분봉 차트에서는 각각 20이평선과 60이평선을 사용한다. 단기 이평선이 중기 이평선을 상향 돌파하여 Golden Cross 발생하고 또한 단기 이평선의 기울기가 양이 되면, 본격적인 상승추세에 진입한 것으로 간주하고 주가 밑에 나타나는 매수 SAR는 둔감하도록 한다. 마찬가지로 단기 이평선이 중기 이평선을 하향 돌파하여 Dead Cross 발생하고 또한 단기 이평선의 기울기가 음이면, 본격적인 하락추세에 진입한 것으로 간주하고 주가 위에 나타나는 매도 SAR는 둔감하도록 한다. 이렇게 함으로써 매매신호의 출현 회수와 속임수 신호를 적게 발생시킬 수 있다. 매수 SAR인  $BuySAR$ 의 가속증분  $BuySAR\_Delta\_AF$ 와 가속변수의 최대값  $BuySAR\_max\_AF$ , 그리고 매도 SAR인  $SellSAR$ 의 가속증분  $SellSAR\_Delta\_AF$ 와 가속변수의 최대값  $SellSAR\_max\_AF$ 를 조절하는 방법은 다음과 같다.

(1) 단기 이평선과 중기 이평선 사이의 이격은 (단기 이

평 값)-(중기 이평 값)으로 정의하며, 이격의 언어값과 소속 함수는 그림 2의 (a)와 같고, 단기 이평선의 기울기 증분의 언어값과 소속 함수는 그림 2의 (b)와 같다. 단기 이평선과 중기 이평선 사이의 이격이 0보다 크면 정배열 상태를 의미하며 가격은 상승추세에 있고, 이격이 0보다 작으면 역배열 상태를 의미하며 가격은 하락추세에 있다.

(2) 매수 SAR와 매도 SAR의 가속증분인  $\Delta AF$ 의 언어값과 소속 함수는 그림 3의 (a)와 같고, 매수 SAR와 매도 SAR의 가속변수의 최대값인  $\max\_AF$ 의 언어값과 소속 함수는 그림 3의 (b)와 같다.

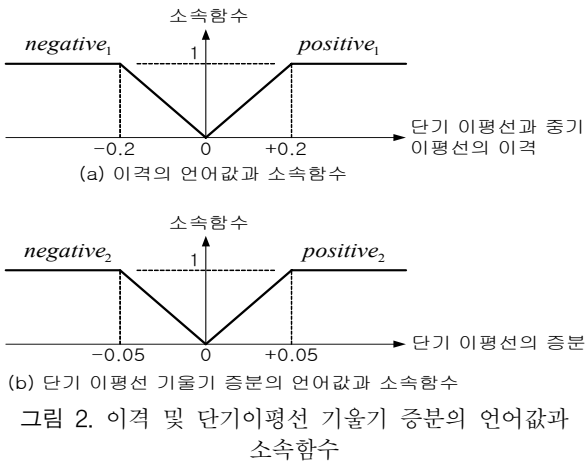


그림 2. 이격 및 단기이평선 기울기 증분의 언어값과 소속 함수  
Fig. 2. Linguistic values and its membership functions for difference and slope of short-term moving average  
(a) Difference between short-term and midterm moving average  
(b) Slope of short-term moving average

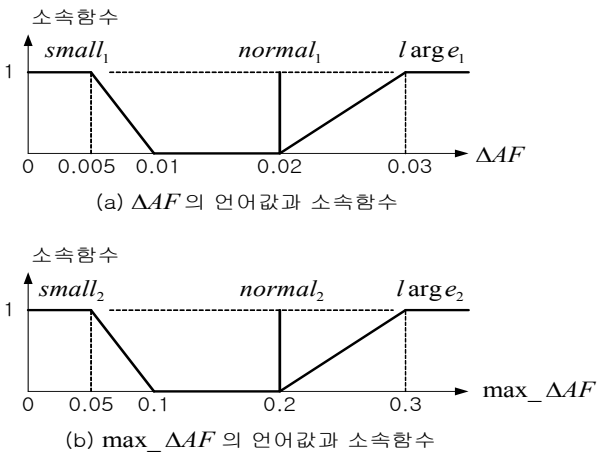


그림 3. 가속증분  $\Delta AF$ 와 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 의 언어값과 소속 함수  
Fig. 3. Linguistic values and its membership functions of  $\Delta AF$  and  $\max\_AF$   
(a)  $\Delta AF$   
(b)  $\max\_AF$

(3) 가속변수의 초기치는 *normal* 값으로 초기화 한다. 즉, 매수 SAR의 가속증분  $BuySAR\_ΔAF$ 는  $normal_1$ 으로, 가속변수의 최대값  $BuySAR\_max\_AF$ 는  $normal_2$ 로,

매도SAR의 가속증분  $SellSAR\_ΔAF$ 는  $normal_1$ 으로, 가속변수의 최대값  $SellSAR\_max\_AF$ 는  $normal_2$ 로 초기화 한다.

(4) 단기 이평선과 중기 이평선이 정배열 상승추세 진행 중일 경우에 매수 SAR도 출현하고 매도 SAR도 출현한다. 이 경우 매수 SAR의 가속증분  $BuySAR\_ΔAF$ 와 가속변수의 최대값  $BuySAR\_max\_AF$ 의 퍼지 조절규칙은 다음과 같고,

규칙 1: 만일 (이격) =  $positive_1$  이고 (20이평선 기울기 증분) =  $positive_2$ 이면,  
 $BuySAR\_ΔAF = small_1$  이고  
 $BuySAR\_max\_AF = small_2$ . (5)

규칙 2: 만일 (이격) =  $positive_1$  이고 (20이평선 기울기 증분) < 0이면,  
 $BuySAR\_ΔAF = normal_1$  이고  
 $BuySAR\_max\_AF = normal_2$ . (6)

정배열 상승 중 가격 하락으로 매도 SAR가 출현한 경우 매도 SAR의 가속증분  $SellSAR\_ΔAF$ 와 가속변수의 최대값  $SellSAR\_max\_AF$ 의 퍼지 조절규칙은 다음과 같다.

규칙 3: 만일 (이격) =  $positive_1$ 이면,  
 $SellSAR\_ΔAF = large_1$  이고  
 $SellSAR\_max\_AF = large_2$ . (7)

규칙 1은 정배열 추세이면서 단기 이평선의 기울기가 상승 중일 때, 매수 SAR 변화를 둔감하게 하기 위하여 가속증분  $BuySAR\_ΔAF$ 와 가속변수의 최대값  $BuySAR\_max\_AF$ 를 작게 한다는 의미이며, 규칙 2는 가격이 정배열 상승 중 조정으로 단기 이평선의 기울기가 꺾이면 매수 SAR 변화는 J. Welles Wilder가 권고한 방법에 따라  $BuySAR\_ΔAF = 0.02$ ,  $BuySAR\_max\_AF = 0.2$ 로 한다는 의미이다. 규칙 3은 가격이 정배열 상승 중 가격 하락으로 매도 SAR가 출현한 경우로 매도 SAR의 가속증분  $SellSAR\_ΔAF$ 와 가속변수의 최대값  $SellSAR\_max\_AF$ 를 크게하여 상승 중 출현하는 매도 SAR의 민감도를 높인다는 의미이다.

(5) 단기 이평선과 중기 이평선이 역배열 하락추세 진행 중일 경우에 매도 SAR도 출현하고 매수 SAR도 출현한다. 이 경우 매도 SAR의 가속증분  $SellSAR\_ΔAF$ 와 가속변수의 최대값  $SellSAR\_max\_AF$ 의 퍼지 조절규칙은 다음과 같고,

규칙 4: 만일 (이격) =  $negative_1$  이고 (이평선 기울기 증분) =  $negative_2$ 이면,  
 $SellSAR\_ΔAF = small_1$  이고  
 $SellSAR\_max\_AF = small_2$ . (8)

규칙 5: 만일 (이격) =  $negative_1$  이고 (이평선 기울기 증분) > 0 이면,  
 $SellSAR\_ΔAF = normal_1$  이고  
 $SellSAR\_max\_AF = normal_2$ . (9)

역배열 하락 중 가격 반등으로 매수 SAR가 출현하는 경우

매수 SAR의 가속증분  $BuySAR_{\Delta AF}$ 와 가속변수의 최대값  $BuySAR_{max\_AF}$ 의 퍼지 조절규칙은 다음과 같다.

규칙 6: 만일(이격) =  $negative_1$ 이면,  
 $BuySAR_{\Delta AF} = large_1$  이고  
 $BuySAR_{max\_AF} = large_2$  (10)

규칙 4는 역배열 추세이면서 단기 이평선의 기울기가 하락 중일 때, 매도 SAR 변화를 둔감하게 하기 위하여 가속증분  $SellSAR_{\Delta AF}$ 와 가속변수의 최대값  $SellSAR_{max\_AF}$ 를 작게 한다는 의미이며, 규칙 5는 가격이 역배열 상승 중 반등으로 단기 이평선의 기울기가 돌아서면 매도 SAR 변화는 Wilder가 권고한 방법에 따라  $SellSAR_{\Delta AF} = 0.02$ ,  $SellSAR_{max\_AF} = 0.2$ 로 한다는 의미이다. 규칙 6은 역배열 하락 중 가격 반등으로 매수 SAR가 출현한 경우 매수 SAR의 가속증분  $BuySAR_{\Delta AF}$ 와 가속변수의 최대값  $BuySAR_{max\_AF}$ 를 크게 하여 하락 중 출현하는 매수 SAR의 민감도를 높인다는 의미이다.

(6) 퍼지 제어규칙의 적합도 산출: 단기 이평선과 중기 이평선의 이격으로부터  $i$ 번째 퍼지 조절규칙의 이격의 소속정도  $\omega_{i1}$ 을 계산하고, 단기 이평선의 기울기로부터 기울기의 소속정도  $\omega_{i2}$ 를 제한한 후,  $i$ 번째 퍼지 조절규칙의 적합도  $\omega_i$ 는  $\omega_i = MIN\{\omega_{i1}, \omega_{i2}\}$ 으로 산출한다.

(7)  $\Delta AF$ 의 비퍼지화 값  $\Delta AF^*$ 는  $\Delta AF$ 의 소속함수가 단조 증가형이므로  $\Delta AF^* = \mu_{small_1}^{-1}(\omega_i)$ 는 식 (11)로 계산한다.

$$\Delta AF^* = \begin{cases} 0.005, & \text{만일 } \omega_i = 1 \\ 0.05(1 - \omega_i) + 0.005, & \text{만일 } 0 < \omega_i < 1 \\ 0.01, & \text{만일 } \omega_i = 0 \end{cases} \quad (11)$$

동일한 방법으로  $max\_AF$ 의 비퍼지화 값  $max\_AF^*$ 를 계산한다. 계산된  $\Delta AF^*$ 와  $max\_AF^*$ 를 매수 SAR와 매도 SAR 각각의 가속증분과 가속변수의 최대값으로 사용한다.

(8) 매수 SAR의 가속변수  $BuySAR_{AF}$  값 계산 규칙은 다음의 식 (12)와 같고,

$$BuySAR_{AF}(t) = \begin{cases} normal_1, \\ MIN\{BuySAR_{AF}(t-1) \\ + BuySAR_{\Delta AF}^*, \\ BuySAR_{max\_AF}^*\}, \\ BuySAR_{AF}(t-1), \end{cases}$$

만일 SAR 추세가 매수 SAR로 전환되면 초기화  
 만일 SAR 추세전환 후 새로운 EP출현하면  
 만일 SAR 추세전환 후 새로운 EP출현안하면 (12)

매도 SAR의 가속변수  $SellSAR_{AF}$  값 계산 규칙은 다음의 식 (13)과 같다.

$$SellSAR_{AF}(t) = \begin{cases} normal_1, \\ MIN\{SellSAR_{AF}(t-1) \\ + SellSAR_{\Delta AF}^*, \\ SellSAR_{max\_AF}^*\}, \\ SellSAR_{AF}(t-1), \end{cases}$$

만일 SAR 추세가 매도 SAR로 전환되면 초기화  
 만일 SAR 추세전환 후 새로운 EP출현하면 (13)  
 만일 SAR 추세전환 후 새로운 EP출현안하면

(9) 매수 SAR의 중요도가  $EP\_plus$  값 계산규칙은 식 (14)와 같고,

$$EP\_plus(t) = \begin{cases} SAR \text{ 값을 상향돌파한 캔들의 최고가,} \\ \text{신 고가,} \\ EP\_plus(t-1), \end{cases}$$

만일 SAR가 상승추세로 전환되면  
 만일 SAR 상승추세에서 고가 갱신하면 (14)  
 만일 SAR 상승추세에서 고가 갱신실패면

매도 SAR의  $EP\_minus$  값 계산규칙은 식 (15)와 같다.

$$EP\_minus(t) = \begin{cases} SAR \text{ 값을 하향돌파한 캔들의 최저가,} \\ \text{신 저가,} \\ EP\_minus(t-1), \end{cases}$$

만일 SAR가 하락추세로 전환되면  
 만일 SAR 하락추세에서 저가 갱신하면 (15)  
 만일 SAR 하락추세에서 저가 갱신실패하면

(10) 내일의 매수 SAR 값인  $BuySAR(t+1)$ 의 계산방법은 다음의 식 (16)과 같고,

$$BuySAR(t+1) = BuySAR(t) + BuySAR_{AF}^*(t) \times \{EP\_plus(t) - BuySAR(t)\} \quad (16)$$

내일의 매도 SAR 값인  $SellSAR(t+1)$ 의 계산방법은 다음의 식 (17)과 같다.

$$SellSAR(t+1) = SellSAR(t) + SellSAR_{AF}^*(t) \times \{EP\_minus(t) - SellSAR(t)\} \quad (17)$$

#### 4. 적용 결과의 분석

그림 4는 가속증분  $\Delta AF$ 의 값을 0.02로, 가속변수의 최대값  $max\_AF$ 의 값을 0.2로 설정하는 기준의 방법을 사용했을 때, 2009년 6월 10일의 선물 1분봉 차트이다. 그림 4에서, 점선은 파라볼릭 SAR를, 실선들은 5, 20, 60 단순이평선을 나타낸다. 그림 5는 퍼지이론을 적용하여 Parabolic SAR의 가속변수의 파라미터인 가속증분과 가속변수의 최대값을 진행 추세에 종속하여 조절하였을 때의 2009년 6월 10일 선물 1분봉 차트이다. 그림 4와 그림 5에서, 가격 밑에 나타나는 SAR는 매수 SAR이고 가격 위에 나타나는 SAR는 매도 SAR이다.

그림 4와 그림 5에서 알 수 있는 바와 같이, 매수 SAR 출현 후 매수 SAR 지표의 목적에 부합하여 가격이 일정기간 지속적으로 상승할 수도 있고, 가격이 상승하는 척하다가 다시 하락하여 매도 SAR가 출현할 수도 있으므로 노란색의 영역은 상승전환 후보신호로 생각할 수 있다. 매수 SAR 출현 후 가격이 일정 기간 상승하면 출현한 매수 SAR는 참(true) 신호이고, 상승하는 척하다가 다시 하락하여 매도 SAR가 출현하면 출현한 매수 SAR는 거짓(false) 신호이다. 마찬가지로, 매도 SAR 출현 후 매도 SAR 지표의 목적에 부합하여 가격이 일정기간 지속적으로 하락할 수도 있고, 가격이 하락하는 척하다가 다시 상승하여 매수 SAR가 출현할 수도 있으므로 청색의 영역은 하락전환 후보신호로 생각할 수 있다. 매도 SAR 출현 후 가격이 일정

기간 하락하면 출현한 매도 SAR는 참(true) 신호이고, 하락하는 척 하다가 다시 상승하여 매수 SAR가 출현하면 출현한 매도 SAR는 거짓(false) 신호이다. 파라볼릭 SAR 지표에서도 다른 매매지표와 마찬가지로 참신호와 거짓신호가 출현하며, 특히, 가격이 횡보추세시 거짓신호가 많이 출현한다. 매매신호의 출현빈도가 적절하고 참신호의 출현비율이 큰 매매지표가 좋은 매매지표라 할 수 있다.

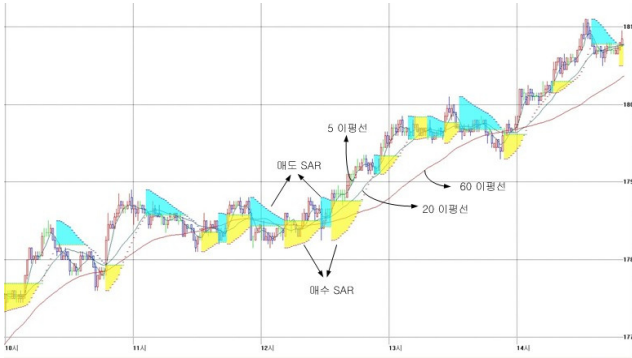


그림 4. 기존의 SAR 방법을 사용한 2009년 6월 10일 선물 1분봉 차트

Fig. 4. One-minute chart of KOSPI 200 future for June 10, 2009, when the conventional parabolic SAR is adopted.

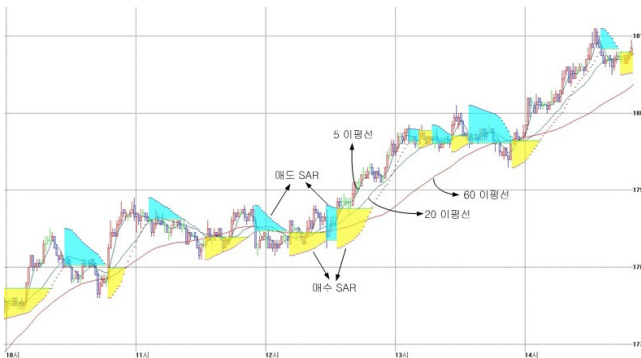


그림 5. 제안한 퍼지 SAR 방법을 사용한 2009년 6월 10일 선물 1분봉 차트

Fig. 5. One-minute chart of KOSPI 200 future for June 10, 2009, when the proposed fuzzy SAR is adopted.

매매신호의 출현빈도에 대하여 비교하면 다음과 같다. 기존 방법으로 한 그림 4의 차트에서는 10시 이후 매수 SAR는 12회, 매도 SAR는 11회 출현하였으나, 제안한 퍼지 SAR 방법으로 한 그림 5의 차트에서는 매수 SAR가 9회, 매도 SAR가 8회 발생하여 매매 신호의 출현회수가 감소함을 알 수 있다. 그림 4의 차트와 그림 5의 차트를 비교하여 보면, 11시부터 12시 40분 사이의 횡보추세 시에 제안한 방법에서는 매매신호의 출현 횟수가 기존의 방법보다는 줄어들고 또한 12시 40분부터 13시 10분 사이와 14시부터 14시 35분 사이에서 가격이 상승할 경우에 제안한 방법을 사용했을 경우의 매수 SAR가 완만하게 상승하여 거짓신호를 발생시키지 않음을 알 수 있다. 이러한 결과는 파라볼릭 SAR의 가속증분  $\Delta AF$ 와 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 가 진행추세에 기반한 퍼지규칙에 의해 자동 조절되기 때문이다.

2009년 5월 28일부터 2009년 6월 10일까지 10일 동안 10

시 이후의 선물 1분봉 차트에서 출현한 매수 SAR와 매도 SAR의 출현 횟수의 합은 표 1과 같다. 표 1에서 장 종료 시간이 15시이므로 장 종료 10분전에 출현하는 매매신호는 제외하였다. 표 1를 보면 10일 동안에 기본 SAR 방법을 사용 시 매매신호의 출현 횟수는 총 215회이고, 제안한 방법을 사용했을 때 매매신호의 출현 횟수는 총 193회로 기존 방법에 비하여  $(22/215) \times 100 = 10.23(\%)$ 인 22회 감소하였다.

표 1. 매수 SAR와 매도 SAR의 출현 횟수  
Table 1. Number of occurrence for buy-SAR and sell-SAR signals

날자 방법	5/28	5/29	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/8	6/9	6/10	총 횟수
기존 SAR 방법	22	20	20	22	23	21	21	23	21	22	215
퍼지 SAR 방법	18	20	18	20	23	21	21	18	18	16	193

참신호의 출현비율에 대하여 비교하면 다음과 같다. 장 종료 시간이 15시이므로 장 종료 10분전에 출현하는 매매신호는 제외하고 비교해 본다. 기존 방법으로 한 그림 4의 차트에서는 10시 이후 매수 SAR는 11회 출현하였으며 이 중 참신호는 7회이고 거짓신호는 4회이다. 매도 SAR는 11회 출현하였으며 이 중 참신호는 4회이고 거짓신호는 7회이다. 따라서 참신호의 출현비율은  $11/22 = 50(\%)$ 이다. 제안한 퍼지 SAR 방법으로 한 그림 5의 차트에서는 매수 SAR가 8회 출현하였으며 이 중 참신호는 6회이고 거짓신호는 2회이다. 매도 SAR는 8회 출현하였으며 이 중 참신호는 4회이고 거짓신호는 4회이다. 따라서 참신호의 출현비율은  $10/16 \times 100 = 62.5(\%)$ 이다. 제안한 퍼지 SAR 지표가 기존의 SAR 지표에 비하여 12.5% 증가한 참신호의 출현비율을 나타냈다.

2009년 5월 28일부터 2009년 6월 10일 까지 10일 동안 10시 이후의 선물 1분봉 차트에서 출현 한 매수 SAR와 매도 SAR의 매매신호에서 참신호와 거짓신호의 출현 횟수의 합은 표 2와 같다. 표 2를 보면 10일 동안에 기존 SAR 방법을 사용 시 참신호의 출현비율은  $125/215 = 58.14(\%)$ 이고, 퍼지 SAR 방법을 사용했을 때 참신호의 출현비율은  $115/193 = 59.59(\%)$ 이므로 1.45% 증가한 참신호의 출현비율을 나타냈다.

표 2. 참신호와 거짓신호의 출현 횟수  
Table 2. Number of occurrence for true and false signals

날자 방법	5/28	5/29	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/8	6/9	6/10	총 횟수
기존 SAR	참 신호	12	13	11	13	13	13	12	14	11	125
	거짓 신호	10	7	9	9	10	8	11	7	11	90
퍼지 SAR	참 신호	12	13	11	12	10	12	11	11	10	115
	거짓 신호	6	7	7	8	13	9	7	7	6	78

기존의 SAR보다는 개선되었다고 하나, 제안한 퍼지 SAR에서도 매매 신호가 거짓화 하는 비율이 40.41%로 높

은 편이므로 실제 매매에 있어서는 퍼지 SAR 만을 매매지표로 하여 매매하는 것보다는 이평선의 기울기 같은 다른 매매지표와 병행하여 사용하는 것이 수익률을 향상시킬 수 있는 매매방법의 하나이다[3].

### 5. 결론 및 향후 연구과제

실제의 선물 데이터에 퍼지이론을 적용한 결과 기존의 파라볼릭 SAR 지표보다는 제안한 퍼지 SAR 지표가 매매 횟수와 거짓신호를 적게 발생시키는 것을 확인할 수 있었다. 매매전문가의 경험적 지식을 단기 이평선과 중기 이평선의 정·역 배열과 단기 이평선의 기울기를 기반으로 퍼지 규칙화 하였으며, 진행추세에 종속하여 파라볼릭 SAR의 가속증분  $\Delta AF$ 와 가속변수의 최대값  $\max\_AF$ 를 조절하였다.

10일 동안의 선물 데이터에 적용한 결과 기존 SAR 지표에 비하여 제안한 퍼지 SAR 지표에서는 매매신호의 출현 횟수가 10.23% 감소하였다. 이는 횡보추세 시 whipsaw 발생 횟수와 추세진행시 거짓신호의 발생 횟수가 모두 감소하였음을 뜻한다. 참신호의 출현비율은 59.59%로 기존 방법에 비하여 1.45% 증가하였다.

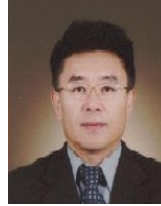
추후 연구과제는 퍼지 SAR 지표를 이용한 매매전략과 이를 online으로 구현했을 때의 실효성을 구체적으로 확인하는 것이다. 지금까지 발표된 수십 가지의 매매지표들은 대부분 파라미터가 고정되어 있으나, 매매 전문가의 경험적 지식을 규칙화한 매매지표는 보다 개선된 이익실현 확률을 가져올 수 있다고 사료된다.

### 참고 문헌

- [1] 윤지호, *실전에서 바로 통하는 최신 기술적 분석*, 가야넷, 2002.
- [2] 최승욱, *기술적 분석 고수 따라하기*, 국일증권경제연구소, 2003.
- [3] Rick Martinelli and Neil Rhoads, "Predicting Market Data Using The Kalman Filter," <http://www.traders.com>
- [4] Shian-Chang Huang, "Online option price forecasting by using unscented Kalman filters and support vector machines," *Expert Systems with Applications*, vol. 34, pp. 2819-2825, 2008.
- [5] Wilder, J. Welles, *New Concepts in Technical Trading Systems. Trend Research*. ISBN 978-0894590276, June 1978.
- [6] 삼성증권 투자정보팀, *삼성투자자이드*, 2001년 4월.
- [7] 오원석, "Parabolic SAR와 이동평균선을 혼합한 선물시장의 시스템 트레이딩 기법," *한국경영과학회 추계학술대회 논문지*, pp. 510-513, 2008.

- [8] 채 석, *퍼지이론과 제어*, 청문각, 1997.
- [9] 정광민, 심귀보, "Particle filter를 이용한 군집로봇의 상호위치인식," *한국지능시스템학회 논문지*, 제20권, 2호, pp. 298-303, 2010

### 저자 소개



#### 채 석(Seog Chae)

1978년 : 서울대학교 전기공학과(학사)  
 1980년 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)  
 1989년 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사)  
 1983년~현재 : 금오공과대학교 전자공학부 교수

관심분야 : 지식 기반 지능시스템, 네트워크 기반 제어  
 Phone : 054-478-7451  
 Fax : 054-478-7449  
 E-mail : schae@kumoh.ac.kr



#### 신수용(Soo Young Shin)

1999년 : 서울대학교 전기전자제어계측 공학과군 졸업(학사)  
 2001년 : 서울대학교 전기공학부(석사)  
 2006년 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부(공학박사)  
 2006년~현재 : 금오공과대학교 전자공학부 전임강사

관심분야 : 무선 광대역 통신망, 무선 근거리 통신망, 산업용 통신망, 실시간 시스템  
 Phone : 054-478-7473  
 Fax : 054-478-7449  
 E-mail : wdragon@kumoh.ac.kr



#### 공인엽(In-Yeup Kong)

2000년 : 부산대학교 컴퓨터공학과(학사)  
 2002년 : 부산대학교 컴퓨터공학과(석사)  
 2007년 : 부산대학교 컴퓨터공학과(박사)  
 2008년~현재 : 금오공과대학교 전자공학부 전임강사

관심분야 : RFID/USN, 임베디드시스템, IPv6  
 Phone : 054-478-7472  
 Fax : 054-478-7449  
 E-mail : iykong@kumoh.ac.kr