工業經營學會誌 第15卷 第26輯 1992年 11月 111

주가지수의 예측에 있어 Fuzzy Delphi 방법의 적용

- The Application of Fuzzy Delphi Method in Forecasting of the price index of stocks -

김 태 호*
강 경 식*
김 창 은*
박 윤 선*
文 光 男**

ABSTRACT

In the stock marketing, investor needs speedy and accurate decision making for the investment. A stock exchange index provides the important index of the early of 1993 in Korea using Fuzzy Delphi Method(F.D.M) which is widely used to a mid and long range forecasting in decision making problem.

In the Fuzzy Delphi method, considerably qualified experts are first requested to give their opinion seperately and without intercommunication. The forecasting data of experts consist of Triangular Fuzzy Number (T.F.N) which represents the pessimistic, moderate, and optimistic forecast of a stock exchange index. A statistical analysis and dissemblance index are then made of these subject data. These new information are then transmitted to the experts once again, and the process of reestimation is continued until the process converges to a reasonable stable forecast of stock exchange index.

The goal of this research is to forecast the stock exchange index using F.D.M. in which subjective data of experts are transformed into quasi-objective data index by some statistical analysis and fuzzy operations.

(a) A long range forecasting problem must be considered as an uncertain but not random problem. The direct use of fuzzy numbers and fuzzy methods seems to be more compatible and well suited.

(b) The experts use their individual competency and subjectivity and this is the very reason why we propose the use of fuzzy concepts.

(c) If you ask an expert the following question:
Consider the forecasting of the price index of stocks in the near future. This experts will certainly be more comfortable giving an answer to this question using three types of values: the maximum value, the proper value, and the minimum value rather than an answer in terms of the probability.

Ⅰ. 개론

주가지수가 갖는 중요한 의미를 살펴보면 첫째, 주가지수는 한 시점의 경제상황을 대표하는 지표로서, 주가지수의 변화는 단순히 상장된 기업들의 내적인 요인인 이익, 성장, 경영 등의 성격을 종합적으로 반영하여 줄 뿐 아니라, 거시적인 면에서 정치, 사회, 심리적인 요인까지 고려된 국가의 전체적인 경제상황을 말하여 주고 있다. 둘째, 주가지수는 어느 시점의 경제상황을 나타낼 뿐만이 아니라 미래의 경제예측까지 반영하므로, 다른경제 지표보다 선행지표(leading indicator)이다. 세째, 주가지수

* 명지대학교 산업공학과
** 日本 足利工業大學
접수 : 1992. 10. 25.
확정 : 1992. 11. 2.

는 주식에 투자할때 그 투자성과의 평가기준이 된다. 네째, 과거의 주가지수 변화양상은 미래의 주가의 변화 양상에 대한 정보를 제공하여 주기 때문에, 주가지수는 미래의 주가지수 예측에 도움이 된다 [1]. 따라서 주식시장에서 주가지수의 예측은 투자자에게 자산의 합리적 운용을 가능케하고, 불확실한 투자환경에서 투자의 위험을 줄일 수 있게 한다.

장기예측에 주로 사용되는 Delphi 방법은 미국의 Rand사에 의하여 1940년대 말에 개발되어 널리 이용되고 있는데[2], 전문가 그룹의 의견을 가장 믿을 수 있게 일치시키도록 고안 되어[3], 전문가들의 의견을 반복적인 과정을 통하여 수렴하는 통계적인 방법이다.

Fuzzy Delphi방법은 Delphi 방법에 퍼지개념을 도입하여 전문가간의 유사성을 파악해서 유사성이 높은 집단을 주가지수 예측시 판단기준으로 삼는다.

우선 Delphi방법으로 충분한 경험과 자격이 있는 전문가에게 주가지수에 대한 일정기간후의 예측을 제출하게 하는데, 예측치는 T.F.N.(Triangular Fuzzy Number)에 의하여 3점으로 전문가에게 요구한다. 이 때 상호협의는 배제한다. 이 자료를 통계적으로 계산하고, 계산된 결과를 각각의 전문가에게 통보하여 다시 추정하게 하여, 계산된 결과가 안정적인 점으로 수렴될때까지 반복한다.

Delphi방법에 T.F.N.을 이용하는 목적은 다음과 같은 특성을 갖고 있기 때문이다[4].

(1) 장기수요예측 문제는 랜덤(random)문제라기 보다는 불확실성(uncertainty)으로 간주 되어야 한다. 따라서 퍼지수와 fuzzy방법이 매우 잘 적용될 수 있다.
(2) 전문가는 개인적인 능력과 주관을 이용하므로, 이 점이 fuzzy의 개념을 사용하는 이유이다.
(3) T.F.N.을 이용하면 상호 유사성이 있는 주가지수 예측치에 대한 전문가들의 의견을 용이하게 검토할 수 있다.
(4) 한 그룹에 대한 퍼지수의 개념적용은 여러가지 주관적인 의견을 객관화하기가 매우 쉽다.
(5) T.F.N.으로 응답한 전문가의 회답을 비교하는 것은 거리의 행렬로 쉽게 계산 할 수 있다.

II. 퍼지 거리(Fuzzy Distance)의 개념

실수의 집합 R에서 3개의 구간은 다음과 같다.

$$A=[a_1, a_2] \tag{2.1}$$
$$B=[b_1, b_2] \tag{2.2}$$
$$C=[c_1, c_2] \tag{2.3}$$

거리(distance)의 개념은 다음의 값을 만족시켜야 한다[5].

함수 $d(X,Y) \in R$, $(X,Y) \in E*E$의 거리이면,

$\forall X, Y, Z, \in E$:

$$d(X,Y) \geq 0, \tag{2.4}$$
$$(X=Y) ==> (d(X,Y)=0) \tag{2.5}$$
$$d(X,Y)=d(Y,X), \tag{2.6}$$
$$d(X,Z) \leq d(X,Y)*d(Y,Z), \tag{2.7}$$

왼쪽에 대한 거리의 개념은

$$\Delta_1(A,B)=|a_1, b_1|$$

오른쪽에 대한 거리의 개념은

$$\Delta_r(A,B)=|a_2, b_2|$$

퍼지 수에 있어서 거리의 개념은 (2.4-2.7)의 조건을 만족해야 한다.

$\forall A, B, C \subset R$:

1. $\Delta_1(A,B) \geq 0$은 $|a_1, b_1| \geq 0$.
2. $(A=B) \Rightarrow (\Delta_1(A,B)=0)$, 왜냐하면 $(a_1, b_1) \Rightarrow (|a_1, b_1|=0)$.
3. $\Delta_1(A,B)= \Delta_1(B,A)$, 왜냐하면 $|a_1- b_1|=|b_1- a_1|$.
4. $\Delta_1(A,C) <= \Delta_1(A,B)+ \Delta_1(B,C)$, 왜냐하면
$$|a_1-c_1| \leq |a_1-b_1|+|b_1-c_1|.$$

Δ_r에 대해서도 같은 방법으로 증명할 수 있다.
거리 $\Delta(A,B)$의 개념은 다음과 같이 생각할 수 있다.

$$\Delta(A,B)=\Delta_1(A,B)+\Delta_r(A,B)$$

이 조건은 (2.4-2.7)에 의하여 쉽게 입증된다.

2개의 A,B에서 T.F.N. 사이의 거리는 다음과 같다.

(2.1),(2.2)와(2.3)의 구간에서 $[\beta_1, \beta_2] \subset R$이라 하자.

$$\delta(A,B) = \{1/[2(\beta_2-\beta_1)]\}d(A,B).$$

$$0 \le \delta(A,B) \le 1 \qquad (2.8)$$

$$\delta(A\alpha, B\alpha) = \{1/[2(\beta_2-\beta_1)]\}d(A\alpha, B\alpha)$$

여기서 β_1과 β_2는 그림 2.1과 같이 모든 $A\alpha=0$과 ,$B\alpha=0$으로 둘러 쌓인 임의의 편리한 값으로 주어진다.

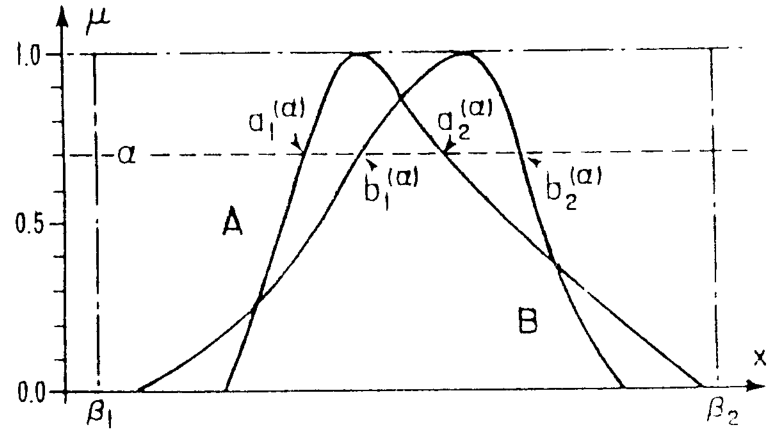

그림 2.1 두 퍼지수 사이에서 거리의 개념과 차이

α가 0과 1사이에 있으면 다음의 방정식에 의하여 거리의 합으로 거리를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}\delta(A,B) &= \int_{\alpha=0}^{1} \delta(A\alpha, B\alpha)d\alpha \\ &= 1/2(\beta_2-\beta_1)\int_{\alpha=0}^{1} \Delta(A\alpha, B\alpha)d\alpha \\ &= 1/2(\beta_2-\beta_1)\int_{\alpha=0}^{1}(|a_1^{(\alpha)}-b_1^{(\alpha)}| + |a_2^{(\alpha)}-b_2^{(\alpha)}|)d\alpha \qquad (2.9)\end{aligned}$$

T.F.N.의 거리 계산은 차이를 면적으로 구하여 계산할 수도 있다. (2.9)에서 두 퍼지수 사이의 거리는 A와 B의 차이(dissemblance)라고 할 수 있다.

Ⅲ. Fuzzy Delphi 방법의 순서

Fuzzy Delphi 방법은 다음과 같은 순서에 의하여 할 수 있다.[4],[6]

(1) T.F.N.을 사용하여 1992년 1월 평균주가지수의 예측치를 각각의 전문가 $i \in (1,n)$ 에게 최소치, 최적치, 최대치로 요구한다. T.F.N.은

$$(A_1^{(i)}, B_1^{(i)}, C_1^{(i)}) \qquad (3.1)$$

이며, 1은 예측의 1단계를 표시하고, i는 전문가의 번호를 나타낸다.

(2) n명의 전문가로 부터 회답을 얻고, 자료

$$(A_1^{(i)}, B_1^{(i)}, C_1^{(i)}) \quad i=1,2,3,\cdots,n$$

가 형성된다. 다음에 T.F.N으로 표현된 자료의 평균

(A_1^*, B_1^*, C^*) (3.2)

을 계산한다.

(3) 평균과 각각의 전문가에 대한 차이는 다음과 같이 계산한다.

$(A_1^* - A_1^{(1)}, B_1^* - B_1^{(1)}, C_1^* - C_1^{(1)})$ (3.3)

여기서 차는 양, 영이나 음이 될 수 있다. 계산된 결과는 각 전문가에게 통보한다.

(4) 각각의 전문가에게 다시 새로운 T.F.N.을 요구한다.

$(A_2^{(1)}, B_2^{(1)}, C_2^{(1)})$ (3.4)

과정은 다시 (2)단계로부터 시작하여 반복한다. T.F.N.의 평균이 충분히 안정된 시기에 이 과정을 마친다. 그러나 예측에 커다란 영향을 주는 중요한 변수나 사건이 발생하는 경우에는 위의 과정을 다시 한번 반복하여 새로운 요인을 반영하면, 재 평가가 가능하다.

(5) T.F.N.을 이용하여 각각의 전문가간의 의견의 차이를 거리로 구하여 전문가들의 의견을 검토한다.

Ⅳ. Numerical Example

93년 1월 국내증권시장의 평균주가지수에 대해 10명의 증권관계 전문가에게 기대되는 예측치를 의뢰하여 T.F.N.으로 최소치, 최적치, 최대치로 받는다. 이에 대한 응답은 다음의 표4.1과 같다.

표 4.1 93년 1월 국내 증권시장의 평균주가지수

주가지수	최소치	최적치	최대치
전문가 1	520	580	645
전문가 2	578	600	650
전문가 3	550	650	750
전문가 4	500	600	650
전문가 5	800	900	1,000
전문가 6	550	600	650
전문가 7	610	625	650
전문가 8	600	620	650
전문가 9	500	600	650
전문가 10	540	570	630

*조사기간 92년 8월 20일 - 92년 10월 4일
*전문가 집단
- 증권회사 : 3사
- 증권자문회사:5사
- 기타 : 2사

위의 자료로 부터 평균 T.F.N을 구하면 다음과 같다.

$(A_1^*, B_1^*, C^*) = (547.8,\ 634.5,\ 692.5)$

$\fallingdotseq (548,\ 635,\ 693)$

평균 T.F.N.인 (A_1^*, B_1^*, C^*)과 자료(data)군 $(A_1^{(1)}, B_1^{(1)}, C_1^{(1)})$과 비교하면, 다음과 같은 차를 얻는다.

$A_1^* - A_1 = 64$

$B_1^* - B_1 = 66$

$C_1^* - C_1 = 57$

이 수치를 각각의 전문가에게 통보한다. 각 전문가들은 전에 제시한 예측치와 비교 검토한 후에 새로운 수치를 제출한다. 이 과정은 전문가들의 의견이 안정적인 수치에 도달할때 까지 반복한다. 여기서 반복횟수는 사전에 제한 할 수 있다.

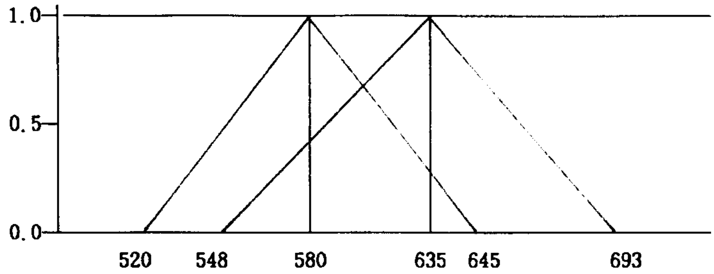

그림 4.1 평균과 전문가 1의 예측치 ($A_1^{(1)}, B_1^{(1)}, C_1^{(1)}$)의 비교

두개의 T.F.N 사이의 거리는 다음의 방정식으로 구한다.

$\delta(A\alpha, B\alpha) = \{1/[2(\beta_2 - \beta_1)]\} d(A\alpha, B\alpha)$

$0 \leq \delta(A, B) \leq 1$

예) $\delta(1,4)$

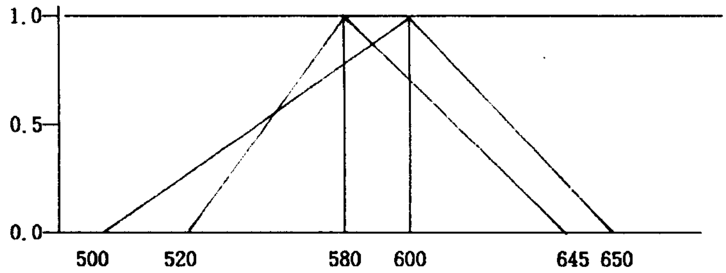

그림 4.2 전문가 1과 전문가 4의 거리 비교

$A\alpha = [520+60\alpha,\ 645-65\alpha]$

$B\alpha = [500+100\alpha, 650-50\alpha]$

$a_1^{(\alpha)} - b_1^{(\alpha)} = (520+60\alpha)-(500+100\alpha) = 20-40\alpha$

$a_2^{(\alpha)} - b_2^{(\alpha)} = (645-65\alpha)-(650-50\alpha) = -5-15\alpha$

$520+60\alpha = 500+100\alpha,\ \alpha = 0.5$

$d(A\alpha, B\alpha) = \int_{\alpha=0}^{0.5} |20-40\alpha| d\alpha + \int_{0.5}^{1} |20-40\alpha| d\alpha + \int_0^1 |(-5-15\alpha)_1| d\alpha$

$= [20\alpha-20\alpha^2]_0^{0.5} + [20\alpha-20\alpha^2]_{0.5}^{1} + [|-5\alpha-7.5\alpha^2|]_0^1$

$= 22.5$

$\delta(1,4) = \{1/[2(\beta_2 - \beta_1)]\} d(A\alpha, B\alpha)$

$= \{1/[2(1000-500)]\} * 22.5$

$= 0.0225$

예) $\delta(1,4)$와 같은 방법으로 계산을 하면 다음의 표4.2와 같은 결과를 얻을 수 있는데, 컴퓨터를 이용하면 신속하고 정확하게 계산할 수 있다.

그림 4.3을 통하여 상호관계가 있는 유사성이 있는 집단은 다음과 같다.

(1,2,4), (1,4,6), (1,6,9), (1,9,10), (2,6,8), (2,9)
(4,6,9), (4,9,10), (6,9,10), (9,10)

여기서 전문가 (1,2,4)와 전문가(1,4,6)는 $\delta \leq 0.05$가 되므로 전문가(1,2,4,6)은 거의 같은 평가를 내리고 있음을 알 수 있다. 같은 방법으로 하면 전문가 (4,6,9)와 (4,9,10)도 거의 같은 평가를 내리고 있다. 따라서 전문가의 의견을 (1,2,4,6,9,10)을 중심을 수렴하는 것이 가능하게 된다.

표 4.2 거리 $\delta(N_i, N_j)$

$\delta(N_i, N_j)$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.00	0.05	0.14	0.02	0.64	0.04	0.09	0.08	0.02	0.02
2		0.00	0.10	0.04	0.59	0.01	0.04	0.03	0.04	0.04
3			0.00	0.12	0.50	0.10	0.09	0.09	0.12	0.14
4				0.00	0.62	0.03	0.08	0.07	0.00	0.04
5					0.00	0.60	0.55	0.56	0.62	0.65
6						0.00	0.06	0.04	0.03	0.04
7							0.00	0.01	0.08	0.10
8								0.00	0.07	0.09
9									0.00	0.04
10										0.00

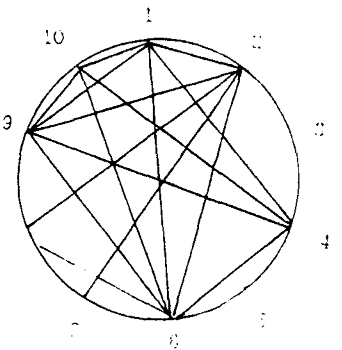

그림 4.3 $\delta \leq 0.05$가 되는 전문가 집단에 대한 비교

표 4.3 $\delta \leq 0.05$가 되는 전문가 집단

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1		1		1			1	1
2		1				1	1	1	1	
3			1							
4				1		1			1	1
5					1					
6						1		1	1	1
7								1		
8								1		
9									1	1
10										1

V. 결 론

주가지수의 예측은 투자자에게 합리적 의사결정에 도움을 줄 뿐만 아니라 주가에 대한 예측정보를 통하여 실물경제를 이해함으로써 무리한 투자나 위험한 투자환경에서 위험(risk)를 줄일 수 있으므로 건전한 투자 분위기를 조성하는데 도움이 될 것으로 본다.

퍼지의 T.F.N. 개념을 통하여 Delphi 개념의 적용은 전문가의 의견을 기초로 하기 때문에 전문가의 신중한 선택이 무엇보다도 요구되며, 전문가들의 의견을 끌어 내는 조사자의 역할도 중요하다. Fuzzy Delphi 방법은 각각의 전문가 의견을 비교 분석하므로 각 의견에 대한 능력과 질(quality)을 분석할 수 있다.

미래에 대한 예측은 시간의 흐름속에서 과거와 현재의 충분한 이해를 근저로 하기 때문에 시계열 속에서 끊임없는 과거와 현재에 대한 연구와 탐구를 필요로 한다. 따라서 Fuzzy Delphi 방법을 시행하여 개인 및 집단에 대한 능력과 질을 높히는 방법으로 활용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 박정식, 현대투자론, pp72-pp73, 다산출판사, 1984.

[2] Sullivan, W.G. & Claycombe, W.W., *Fundamentals of Forecasting*, Reston publishing Company, pp139-140., 1977.

[3] Milkovich, G.T. & Annoni, A.J. & Mahoney, T.A., "*The Use of the Delphi Procedures in Manpower Forecasting*," Management Science, Vol.19, No.4, pp.381-388, 1972.

[4] Kaufmann, A. & M.M. Gupta, *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science*, Elsevier Science Publishers, pp151-157, 1988.

[5] Kaufmann, A. & M.M. Gupta, *Introduction to Fuzzy Arithmetic*, Van Nostrand Reinhold Company, pp100-103, 1985.

[6] S. Makridakis & S.C. Wheelwright, *Forecasting Methods for Management* , John Willy & Sons, pp324-326, 1989.

[7] L.J. Krajewski & L.P. Ritzman, *Operation Management*, Addison-Wesley Publishing, Company, pp375-376, 1990.

[8] G.W. Evans, W. Karwowski, & M.R. Wilhelm, *Application of Fuzzy set Methodologies in Industrial Engineering*, Elsevier, pp3-10, 1989.