

기상예보 정보 사용자 그룹의 만족가치 제고 방안: 강수예보를 중심으로

Enhancing the Satisfaction Value of User Group Using Meteorological Forecast Information: Focused on the Precipitation Forecast

김인겸*, 정지훈*, 김정윤*, 신진호*, 김백조*, 이기광**
국립기상연구소 정책연구과*, 단국대학교 경영학과**

In-Gyum Kim(kimig@korea.kr)*, Jihoon Jung(climategeo@korea.kr)*,
Jeong-Yun Kim(kjyha@korea.kr)*, Jinho Shin(jshin0@korea.kr)*,
Baek-Jo Kim(swanykim@korea.kr)*, Ki-Kwang Lee(kiklee@dankook.ac.kr)**

요약

기상정보 제공자들은 예보사용자들이 제공되는 예보서비스에 얼마나 만족하고 있는지를 알고 싶어 한다. 더 나은 예보서비스 제공을 위해서 각국의 기상 커뮤니티들은 사용자들의 만족도에 관한 다양한 설문조사를 진행하고 있다. 하지만 대부분의 설문조사들이 단순히 사용자가 얼마나 서비스에 만족하는지를 질문하고 있기 때문에 설문 결과의 설명력이 떨어지고, 예보서비스의 전략수립에 활용되기 어렵다. 본 연구에서는 예보의 가치를 평가하는 유용한 도구인 2x2 검증테이블에 기존의 비용-손실이 아닌 만족-불만족 개념을 적용하여 상해와 서울에서 제공된 24시간 강수예보의 만족가치를 도출하였다. 그리고 예보에 대한 개인의 만족가치뿐만 아니라 예보 사용자 그룹의 만족가치를 평가하였다. 그 결과, 확정예보 사용자 그룹의 만족가치를 높이기 위해선 예보 정확도의 향상이 유용하지만, 확률예보의 경우엔 사용자 그룹의 불만족 정도와 예보확률의 사용 분포를 파악하는 것이 중요한 것으로 나타났다. 따라서 기상 커뮤니티들이 예보 사용자들에게 더 나은 만족가치를 제공할 수 있는 방안을 찾는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

■ 중심어 : | 기상예보 | 예보가치 | 2x2 검증테이블 | 그룹 만족가치 |

Abstract

The providers of meteorological information want to know the level of satisfaction of forecast users with their services. To provide better service, meteorological communities of each nation are administering a survey on satisfaction of forecast users. However, most researchers provided these users with simple questionnaires and the respondents had to choose one answer among different satisfaction levels. So, the results of this kind of survey have low explanation power and are difficult to use in developing strategy of forecast service. In this study, instead of cost-loss concept, we applied satisfaction-dissatisfaction concept to the 2x2 contingency table, which is a useful tool to evaluate value of forecast, and estimated satisfaction value of 24h precipitation forecasts in Shanghai, China and Seoul, Korea. Moreover, not only the individual satisfaction value of forecast but the user group's satisfaction value was evaluated. As for the result, it is effective to enhance forecast accuracy to improve the satisfaction value of deterministic forecast user group, but in the case of probabilistic forecast, it is important to know the level of dissatisfaction of user group and distribution of probability threshold of forecast users. These results can help meteorological communities to search for a solution which can provide better satisfaction value to forecast users.

■ keyword : | Meteorological Forecast | Value of Forecast | 2x2 Contingency Table | Satisfaction Value of Group |

* 본 연구는 국립기상연구소 2013년 주요사업 “예보기술지원활용연구(NIMR-2013-B-1)”의 지원으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2013년 07월 30일

심사완료일 : 2013년 08월 22일

수정일자 : 2013년 08월 20일

교신저자 : 이기광, e-mail : kiklee@dankook.ac.kr

I. 서론

전 세계의 기상커뮤니티들과 연구자들은 기상예보 정보 사용자(이하 '예보사용자')들의 서비스에 대한 만족도 및 인식을 조사하여 그들의 니즈 및 서비스 수준과 사용자들 인식 사이의 격차를 파악하여 향후 제공할 서비스 전략을 수립하거나 예보사용자들의 이해를 돕는데 사용하고 있다[1-3]. 이때 기상청의 설문조사는 리커트척도를 사용하여 응답자들이 “매우 만족”, “만족” 등 임의로 나뉜 항목을 선택하도록 설계되었다. 리커트척도는 편리하여 광범위하게 사용되는 설문방법이긴 하지만 응답자 개인이 특정 응답을 선택하게 된 원인 및 해당 만족을 가지게 된 심리적인 과정을 알 수 없고, 설문 시기를 조정함으로써 조사자가 원하는 결과를 임의로 얻을 수 있다는 단점이 있다. 따라서 합리적인 서비스 제공을 위해서는 보다 객관적인 만족도 평가 방법이 요구된다.

한편, “2011년도 기상업무 대국민 만족도 조사”에 따르면, 기상청이 제공하는 단기예보 요소 중 국민들이 가장 관심을 가지는 것은 ‘강수유무(55.5%)’이고, 기상업무 중에서 가장 필요하다고 생각하는 서비스는 ‘예보’로 나타나, 우리나라 사람들이 기상청의 다양한 대국민 기상업무 중에서도 강수예보를 가장 중요하게 생각하고 있음을 알 수 있다[1]. 하지만 선행연구들에서 밝혔듯이 대다수의 일반인들은 강수확률예보의 정의에 대해서 제대로 알지 못하여 실제 예보정확도와 차이가 나는 의사결정을 하고 있고[4-6], 이는 80%를 상회하는 서울의 24시간 강수예보의 정확도에도 불구하고 71.3점에 불과한 사용자 신뢰도로 나타나게 되었다[1]. 본 연구는 신뢰도에 영향을 줄 수 있는 강수예보에 대한 사용자들의 만족도 변화를 예보 정확도에 기초하여 이론적으로 살펴보고, 예보사용자 그룹의 총 만족도를 향상시킬 수 있는 방법을 찾는데 목적이 있다.

CRM은 고객과 관련된 자료를 분석하여 마케팅에 활용하는 프로세스를 의미하는데, 골프장의 마케팅 담당자가 이용객들에게 내방 연락을 취하기 전에 기상예보 정보를 활용함으로써 느끼게 되는 만족-불만족을 예보의 가치로 평가한 바 있다[7-9]. Wilks(2001)의 2×2 비

용-손실 모형은 확률 예보의 경제적 가치평가를 위해 사용된 유용한 평가도구로서 위험기상의 발생 가능성에 따라 예보사용자가 보호행동을 취할지 말지를 결정하는 상황을 평가한다. 보호행동을 취했는데 위험기상이 발생하여 손실을 완화할 수 있지만, 위험기상이 발생하지 않아서 보호행동을 취하는데 소요된 비용을 지불할 수도 있고, 보호행동을 취하지 않은 상태에서 위험기상이 발생하여 그에 따른 손실을 온전히 입을 수도 있는 경우를 가정하고 있다. 물론 보호행동을 취하지 않은 상태에서 위험기상이 발생하지 않으면 비용 혹은 손실은 발생하지 않는다[10-17]. 비용-손실 모형은 Murphy(1977)가 기본모형을 제시한 후 많은 연구자들에 의해 개념이 확장되어 왔다. 일반적인 “2×2”의 기본 모형은 실제 상황에 좀 더 잘 적용시키기 위해 일반화된 “N×N”으로 확장되었고[18], Katz(1993)는 단일 의사결정이 아닌 반복적인 의사결정이 일어나는 순차적인 모형에 대해 논의하였다[19]. Lee-Lee(2007)는 의사결정합수를 적용한 연속적인 비용-이익 모델을 제시하기도 하였다[20]. 이렇듯 기존의 많은 연구자들은 주로 경제적인 관점에서 예보가치를 평가하고자 하였지만, 만족-불만족모형을 도입하면 방재 및 손실절감 측면에서의 확률예보 가치가 아니라 예보사용자의 만족도 측면에서의 가치를 검증할 수 있다[7]. 한편, Mylne(2002)는 ROC (Relative Operating Characteristics) 검증과 비용-손실모형을 접목하여 예보사용자의 임계확률에 따른 확률예보의 가치를 평가하였는데, 이때 확정예보의 가치 평가 결과도 함께 제시하였다[21].

본 연구에서는 기존의 만족-불만족을 고려한 개인의 예보 가치 평가 연구를 예보사용자 개인이 아닌 예보사용 그룹의 만족도 평가로 분석의 범위를 확장하고, 평가 결과를 통해 기상 커뮤니티가 예보사용 그룹의 만족가치를 높이기 위해 고려해야 할 요소를 정리한다.

II. 예보의 만족가치(Value Score: VS)

1. 수정된 2×2 contingency table

[표 1]은 예보사용자의 의사결정과 강수 발생에 따른

만족-불만족도를 나타낸 것이다. 강수발생을 제대로 예보한 경우의 사용자 만족도는 용이한 계산을 위해 1로 정하고, 강수의 미발생을 맞춘 경우 사용자의 만족도는 0이다[8][10][21][22]. 예보가 틀린 Miss와 False Alarm의 불만족도는 각각 $-A$, $-B$ 로 나타낸다[7]. A 와 B 의 값이 커질수록 예보에 대한 불만족도는 커진다. 이중 우·이기광(2010)은 레저산업에 종사하는 의사결정자의 A , B 를 1~6으로 1씩 변화시킨 바 있다. 선행연구는 강수예보를 체계적으로 의사결정에 활용하는 기업의 고객관리 담당자 측면에서 살펴보았지만, 본 연구는 예보를 활용하는 일반인을 가정하고 있다. 종종 기상청에서 제공한 예보가 틀릴 경우 여론이 급격히 악화되는 국민들의 정서를 반영하기 위해 불만족도가 충분히 커지는 상황을 감안하고자 A , B 를 1.5~10까지 0.5단위로 설정하여 Hit에는 둔감하면서 Miss와 False Alarm에 매우 민감한 사용자들의 만족도를 세부적으로 고려하고자 하였다. 또한 A , B 를 크게 설정한 분석 결과는 불만족도가 다양한 사용자 그룹에까지 적용될 수 있을 것이다. A , B 가 1이라면, 예보의 맞고 틀림에 둔감한 사용자라고 판단하여 분석에서 제외하였다. HR(Hit rate)와 FAR(False Alarm Rate)는 예보의 성능을 표현하기 위해 사용되는 개념으로서 Mylne(2002)이 확률예보의 가치 평가에 적용한 바 있다. H , M , F , R 은 각 경우가 발생한 총 빈도이고, h , m , f , r 은 상대적인 빈도를 의미한다. \bar{o} 는 분석기간 동안 강수가 발생한 기후학적 빈도이다[21].

표 1. 만족-불만족을 고려한 2x2 검증테이블

		위험기상 대비행동 유무/위험기상 예보	
		행동/예보	미행동/미예보
위험 기상	발생	Hit H (h) Satisfaction (1)	Miss M (m) Dissatisfaction ($-A$)
	미발생	False Alarm F (f) Dissatisfaction ($-B$)	Correct Rejection R (r) None (0)

$$h = \frac{H}{H+M+F+R}, m = \bar{o} \times (1-HR), f = (1-\bar{o}) \times FAR,$$

$$HR = \frac{H}{H+M}, FAR = \frac{F}{F+R}, \bar{o} = \frac{H+M}{H+M+F+R}$$

2. 예보의 기대 만족

예보사용자들은 Miss와 False Alarm에 따라 A , B 의 불만족을 느낄 것이다. 이때 예보사용자들이 기대할 수 있는 만족도는 식(1)처럼 나타낼 수 있다.

$$S_{forecast} = 1 \times h - A \times m - B \times f + 0 \times r \quad (1)$$

3. 기후학적 레퍼런스의 기대 만족

식(1)에 의해 확률예보사용자들의 만족가치를 평가할 수 있지만, 식(1)의 결과만으론 시기, 지역 등이 다른 상황에서 예보의 가치를 객관적으로 비교할 수 없다. 왜냐하면 예보의 평가 기간이나 위험기상의 발생 횟수 등에 따라 일관적인 결과가 도출되지 않기 때문이다. 그래서 선행연구들에선 예보가 존재하지 않을 때의 기대 가치와 완전한 예보가 주어질 때의 기대 가치를 계산하여 확률예보의 가치를 일반화하였다. 기후학적 레퍼런스는 예보가 주어지지 않을 때 의사결정자가 자신의 불만족도와 과거 위험기상이 발생한 기후학적 빈도를 활용하여 위험기상에 대비한 행동을 항상 취하거나 취하지 않는 상황을 가정한다[20][21]. 예보가 주어지지 않는 경우 의사결정자는 식(2)처럼 \bar{o} 와 A , B 를 결합한 두 가지 옵션 중에서 하나를 결정하게 된다.

$$S_{climatological\ reference} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 \times \bar{o} - B \times (1 - \bar{o}), \\ -A \times \bar{o} + 0 \times (1 - \bar{o}) \end{array} \right\} \quad (2)$$

식(2)는 Miss와 False Alarm에 대한 자신의 불만족인 A , B 를 고려하여 식(3)처럼 나타낼 수 있다.

$$S_{climatological\ reference} = \begin{cases} -A \times \bar{o} \\ \text{(if, } \bar{o} < \frac{B}{A+B+1}) \\ \bar{o} - B \times (1 - \bar{o}) \\ \text{(otherwise)} \end{cases} \quad (3)$$

4. 완전한 예보의 기대 만족

만약 100% 정확도의 예보를 제공받게 된다면 예보사

용자는 위험기상 발생을 완벽히 대비할 수 있게 되고 이때 의사결정자는 \bar{o} 만큼의 만족을 느끼게 될 것이다. 그래서 완전한 예보를 사용할 때의 기대 만족은 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$S_{perfect\ forecast} = \bar{o} \quad (4)$$

5. 예보의 만족가치

II장 3절에서 설명한 것처럼 예보의 가치를 일반화하여 평가하기 위해 연구자들은 가치스코어(Value Score; VS)개념을 사용해 왔고, 본 연구에서는 예보의 만족가치를 의미하는 용어로 사용한다. VS는 완전한 예보 대비 확률예보의 수준을 평가한 것으로서 식(5)로 나타낼 수 있고, 예보의 정확도가 100%가 될 때 최댓값은 1이 되고, 기후학적 레퍼런스보다 낮은 정확도에서는 음수가 되기도 한다[7][8][10][20][21].

$$VS = \frac{S_{forecast} - S_{climatological\ reference}}{S_{perfect\ forecast} - S_{climatological\ reference}} \quad (5)$$

III. 연구자료

1. Picnic 시나리오

확정예보사용자들은 예보에 대해 동일한 의사결정을 하지만, 확률예보사용자들은 자신만의 임계확률을 통해 의사결정을 한다. 본 연구에서는 확률예보사용자들이 의사결정에 어떤 임계확률을 활용하는지 알아보기 위해 Morss(2010)의 연구에서 실시된 Picnic시나리오의 설문결과를 차용하였다. Picnic시나리오는 기상 커뮤니티가 예보사용자들을 더 잘 이해하기 위해 개발한 여러 설문들 중 하나이다. 설문조사는 2006년 인터넷을 통하여 미국 전역의 일반인을 대상으로 하였으며, 응답자분포는 2006년 미국 센서스 자료와 유사한 특성을 보인다. Picnic시나리오는 응답자들에게 “만약 내일 몇 % 확률로 강우가 예보되면, 당신은 야외 소풍계획을 실내로 전환하겠습니까?”라고 질문함으로써, 예보사용자들

의 행동변화에 기준이 되는 예보확률의 임계확률을 알고자 하였다. 각 응답자들은 10%~100%의 예보확률 중에서 10% 단위로 야외소풍계획을 실내로 변경하게 되는 임계확률을 선택하거나 또는 예보확률에 관계없이 야외로 소풍을 가는 것을 선택하는 총 11개의 응답 옵션을 받았다. 만약 어느 응답자가 50%를 임계확률로 선택했다면, 그는 강수예보가 50% 미만일 때는 야외 소풍계획을 그대로 진행하고, 50% 이상일 때 실내 활동으로 전환하는 것을 의미한다. 예보를 의사결정에 반영하지 않는 응답자는 본 연구의 분석에서 제외하였다 [23].

[그림 1]은 설문 결과 도출된 응답자 분포이다. 본 연구에서는 [그림 1]의 응답자들을 Morss그룹이라 칭하고, 확률예보사용자들의 대표집단으로 가정하였다. Morss그룹은 확률예보사용자들의 행동을 결정하는 임계확률의 분포를 나타낸다. [그림 1]의 분포를 통해 예보사용자들의 임계확률이 다소 오른쪽으로 치우쳐 있어 위험기상의 발생에 둔감하게 반응하는 것을 알 수 있다. 이는 비교적 단순한 Picnic계획 변경이라는 질문에 대한 응답이기 때문일 수 있다. 또한, 비록 미국에서 실시된 설문이지만 다수의 일반인을 대상으로 진행되어 대표성이 있고, 만족도를 평가하기에 적절한 일상적인 물음에 대한 응답이므로 Morss그룹을 확률예보사용자 그룹으로 선정하는데 무리가 없다고 판단된다.

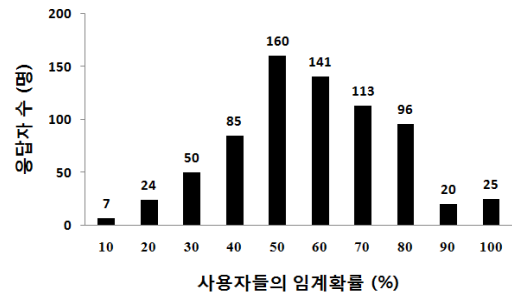


그림 1. 확률예보사용자들이 보호행동을 취하게 되는 임계확률의 응답자 분포(N=721)

2. 기상자료

예보사용자들의 만족도 변화를 살펴보기 위해 2003~2005년, 2010~2012년 서울 확률 및 확정예보와 2003

~2005년 상해 확정예보자료를 사용하였다. 수집된 기상 자료는 24시간 강수예보 및 강수량 자료로서 서울은 기상청의 내부 종합기상정보시스템인 COMIS3에서 다운로드 받았고, 상해 자료는 중국의 중앙일간지를 수집하여 코딩하였다. 상해는 확정예보를 제공하고, 서울은 확률과 확정예보를 동시에 제공하고 있어 서울과 상해의 확정예보 간 비교, 서울의 확정-확률예보 간 비교가 가능하였다. [표 2]는 일간지에 표시된 상해 확정예보의 날씨표현과 해당 표현을 0(맑음)과 1(강수)로 코딩한 것을 나타낸 것이다.

표 2. 2003~2005 상해 확정예보 코딩

예보		자료 코딩
晴	맑음	0
阴	흐림	0
多云	구름	0
小雨	비	1
中雨		1
大雨		1
暴雨		1
小雪	눈	1
中雪		1
大雪		1
暴雪		1
雾	안개	0
冰雹	서리	1

IV. 예보사용자 그룹의 만족가치 (collective Value Score: cVS)

식(5)는 A, B와 같은 불만족도를 가진 특정 예보사용자 개인의 만족 가치를 평가하는 방법이다. 하지만 예보정보를 제공하는 기상커뮤니티는 자신들의 예보가 개인이 아닌 서비스를 제공하고 있는 그룹에게 어느 정도의 만족가치로 평가되는지 알고 싶어 할 것이다. 그러기 위해선 개인의 만족가치가 아닌 그룹의 만족가치를 평가할 필요가 있다. 본 연구에서는 식(1)~(5)를 보완하여 그룹의 만족가치를 평가하고자 시도하였다.

1. 예보사용자 그룹의 기대 만족

[표 1]에서 예보를 사용하는 의사결정자는 예보가 맞고 틀림에 따라 각각 1, -A, -B, 0의 만족수준을 가지게

된다고 하였다. 하지만 확률예보를 사용하는 의사결정자들은 [그림 1]처럼 자신의 경험 혹은 성향에 따라 서로 다른 임계확률을 의사결정의 기준으로 삼고 있다. 임계확률에 따라 h, m, f, r 이 달라지므로 확률예보사용자 그룹의 총 기대 만족은 각 임계확률을 선택하는 사람들을 고려해야 한다. 각각의 임계확률을 사용하는 사용자들의 비율과 해당 임계확률에 대한 예보사용의 만족가치를 곱한 후 모든 임계확률에 대해 더하면 그룹의 기대 만족을 구할 수 있다. 그룹의 기대 만족은 각 임계확률 사용자 만족도의 총 합계로서 식(6)으로 도출할 수 있다.

$$S'_{forecast} = \sum_{i=1}^{10} (1 \times h_i - A \times m_i - B \times f_i) \times p_i \quad (6)$$

h_i, m_i, f_i 는 각각의 임계확률에 의해 결정되는 H, M, F의 상대적인 빈도이고, p_i 는 그룹 내에서 해당 임계확률을 선택한 사용자들의 비율이다($i=10, 20, \dots, 90, 100$). 확정예보를 사용하는 경우엔 임계확률이 존재하지 않고 모든 사람들이 제공되는 예보를 동일하게 따른다고 가정할 수 있으므로 p_i 가 존재하지 않는다.

2. 예보를 사용하지 못하는 그룹의 기대 만족

II장 3절에서 설명한 것처럼 예보에 대한 그룹의 만족도를 평가하기 위해선 비교를 위해 예보가 없을 때의 만족도를 알아야 한다. II장 3절에선 예보의 가치를 평가하기 위해 예보가 없는 경우 활용할 수 있는 정보로 \bar{o} 를 제시했지만, 매일의 의사결정이 이루어지는 상황을 가정한 본 연구에서는 \bar{o} 정보를 활용하여 개인들이 항상 보호행동을 취하거나 혹은 항상 보호행동을 취하지 않는 것이 오히려 비합리적일 수 있다고 판단하였다. Thornes·Stephenson(2001)는 *Scimatological reference*처럼 예보가 주어지지 않는 경우의 기대가치를 계산할 때 \bar{o} 와 같은 기후요소는 물론 예보가 없는 경우를 설명할 수 있는 어떤 방법도 사용가능하다고 하였으므로 본 연구에서는 의사결정자가 오늘의 기상이 내일도 똑같이 발생할 것으로 예측하는 상황을 예보가 없는 경우에 의

사결정자가 자신의 행동을 변화시키는 기준으로 가정하였다[15]. 즉, 오늘 비가 내리면 의사결정자는 내일도 비가 내리는 것으로 예상하고, 오늘 맑으면 내일도 맑을 것으로 판단하여 위험기상에 대비한다. 이때 사용자 그룹의 만족가치는 식(7)로 나타낼 수 있다.

$$S'_{non\ forecast} = (o_{11} - A \times o_{01} - B \times o_{10}) \times \sum_{i=1}^{10} p_i \quad (7)$$

o_{11} 은 어제 비가 내리고, 오늘도 비가 내린 경우들의 비율이다. o_{01} 은 [표 1]의 Miss처럼 어제 비가 내리지 않았는데, 오늘 비가 내린 경우의 비율이고, o_{10} 은 마찬가지로 [표 1]의 False Alarm처럼 어제 비가 내렸는데, 오늘 비가 내리지 않은 것을 의미한다.

3. 완전한 예보를 사용하는 그룹의 기대 만족

완전한 예보일 때 모든 구성원은 강수가 예상될 때만 보호행동을 취하게 되므로 그룹의 총 만족 가치는 식(8)과 같이 강수 발생일의 기후학적 확률과 각 임계확률을 사용하는 사용자들의 곱으로 계산할 수 있다. IV 장 1절에서 설명한 바와 같이 확정예보사용자 그룹의 총 기대 만족을 계산할 때는 식(8)의 p_i 가 필요 없을 것이다.

$$S'_{perfect\ forecast} = \bar{o} \times \sum_{i=1}^{10} p_i \quad (8)$$

4. 예보사용자 그룹의 만족 가치

예보사용자 그룹의 만족가치(collective Value Score: cVS)는 식(9)로 일반화할 수 있다. 식(5)와 달리 식(9)는 확률예보사용자 그룹의 임계확률 분포인 p_i 를 사용하였고, 개인의 만족도를 고려한 예보 가치가 아닌 그룹의 예보가치를 평가하는 방법이다.

$$cVS = \frac{S'_{forecast} - S'_{non\ forecast}}{S'_{perfect\ forecast} - S'_{non\ forecast}} \quad (9)$$

V. 결과 및 고찰

1. 서울과 상해예보의 정확도 및 만족가치

[표 3]은 2003~2005년과 2010~2012년의 서울과 상해에서 제공된 확정/확률예보의 정확도를 나타낸 것이다. 2003~2005년 서울 확정예보가 세 종류의 예보 중에서 가장 높은 86.3%의 정확도를 보였다. 상해 확정예보는 서울보다 많이 낮은 76.3%의 정확도를 나타내고 있다. 수집된 상해예보의 정확도가 70%대에 머물고 있어 정확도의 차이에 따른 사용자들의 만족도 변화를 살펴보는 데 도움이 될 수 있다. 한편, 상해예보의 정확도가 서울에 비해 상당히 낮게 평가된 이유는 \bar{o} 의 크기에서 찾을 수도 있을 것이다. 상해의 \bar{o} 가 0.328인 반면에 서울의 경우 2003~2005년, 2010~2012년 각각 0.304, 0.266이다. 예보의 정확도는 ‘맑음’을 예보하여 맞춘 경우도 ‘비’를 예보하여 맞춘 경우와 같게 평가되기 때문에 실제로 비가 적게 내린 서울의 정확도가 상해보다 높은 것은 적절하다고 할 수 있다. 왜냐하면 위험기상에 대한 예보는 ‘일어나지 않을’ 가능성을 예측하는 것이 더 쉽기 때문이다. 단지 \bar{o} 와 두 도시의 정확도를 살펴봄으로써 예보의 정확도만을 평가하여 사용자들의 만족도를 추정하는 것은 위험기상의 발생 횟수를 간과하는 문제가 있을 수 있음을 짐작할 수 있다.

서울 확률예보의 정확도는 각 임계확률을 확정예보의 기준으로 가정했을 때의 정확도이다. 즉, 예보사용자가 의사결정을 위해 임계확률 $P_{threshold}(Pt)$ 를 이용한다면, Pt 이상의 확률은 강수가 발생할 것으로 받아들이는 것이다. 서울 확률예보에서 가장 높은 정확도를 보이는 Pt 는 30, 40, 60%이다. 확률예보는 Pt 에 따라 예보 정확도가 달라지므로, 예보 간 비교를 위해 임계확률 Pt 에 가중치를 곱한 값을 모두 더해 보았다. 가중치는 Morss그룹의 임계확률 사용자 비율인 p_i 이다. p_i 를 곱해서 구해진 값들의 합은 Morss그룹이 체감하는 서울 확률예보의 정확도라고 할 수 있을 것이다. 서울 확률예보는 2003~2005년(79.8%)보다 2010~2012년(82.7%)에 정확도가 향상되었지만, 확정예보는 근소하게 떨어진 것을 확인할 수 있다. 같은 기간 확정예보의 정확도가 확률예보보다 높은 이유는 다음과 같다. 확정예보의

경우 기상모델의 결과 얻어진 확률예보에 기타 예보 생성에 사용되는 부가적인 자료들을 참고하여 예보관이 최종 결정하는 과정을 거침으로써 더 많은 정보와 노하우가 결합될 수 있기 때문이다. 임계확률 50%에 대한 결과가 없는 이유는 우리나라 기상청에서는 50%의 확률로 강수예보를 제공하지 않기 때문이다.

한편, 예보정확도는 동일한 예보일지라도 표본추출 시기에 따라 정확도가 달라질 수 있고, 예보 대상지역이 상해와 서울처럼 차이가 나면 해당 지역에 적합하게 예보를 생산하기 위한 기상모델도 달라지기 때문에 [표 3]의 예보 정확도를 있는 그대로 받아들이는 것은 기상학적으로 문제가 있을 수 있다.

하지만 본 연구에서는 예보 그 자체를 평가하는 것이 아니라 예보에 따른 사용자 그룹의 총 만족도가 서로 다른 정확도 및 형태의 예보에 따라 어떻게 달라지는지 알아보고, 더 나은 서비스를 제공하는데 도움을 주고자 하는 것이 목적이므로 사회학적인 관점에서 [표 3]의 결과를 결론도출에 활용하였다.

[그림 2]는 분석에 사용된 5개 예보의 만족가치를 그래프로 그린 것이다. 각 그래프는 다소 극단적으로 (A,B)가 각각 (10,10), (1.5,10), (10,1.5)일 때 VS변화를 나타낸다. Hit에 비해 A와 B가 10으로 매우 크면 2003~2005년의 서울 확정예보의 만족 가치가 가장 높다. 2010~2012년의 서울 확정예보도 평균적으로 높은 가치를 보이지만, 임계확률 구간에 따라 서울의 확률예보가 2010~2012년의 서울 확정예보보다 만족가치가 높은 구간이 존재한다. 2003~2005년 서울의 경우 확정예

보가 확률예보보다 예보의 만족가치가 높지만, 2010~2012년의 예보는 40~60%의 임계확률 구간일 때 확률예보가 확정예보보다 만족가치가 높다. 또한 [표 3]에서 상해 확정예보의 정확도가 가장 낮았지만 10~20%, 80~100%의 임계확률 구간에서는 확률예보보다 만족가치가 높게 나타났다. VS 그래프에서 음수로 표시된 예보 및 임계확률 구간의 의미는 개인의 불만족도가 [그림 2]의 (a), (b), (c)와 같을 때, 기후학적 레퍼런스를 고려하여 항상 보호행동을 취하거나 혹은 전혀 보호행동을 취하지 않는 의사결정이 예보를 활용한 의사결정보다 나은 선택임을 의미한다. A, B가 (10,10)일 때 일부 확률예보의 임계확률을 제외하면 모든 예보가 가치있는 것을 알 수 있지만, 불만족도가 (1.5,10)일 때는 모든 확정예보는 가치가 없다. (10,1.5)일 때 2010~2012년 확정예보가 기후학적레퍼런스보다 가치있는 것으로 나타났다. 확률예보의 20% 임계확률일 때의 가치에는 미치지 못하였다. 가장 높은 정확도인 2010~2012년 서울 확정예보가 항상 높은 가치를 가지는 것은 아니다. 이처럼 만족도를 고려한 VS 그래프를 통해서 예보의 가치는 정확도만으로 설명될 수 없고, 예보를 사용하는 사람들의 만족과 불만족을 고려해야 함을 알 수 있다. 이러한 고찰은 예보사용자들이 예보를 사용함으로써 얻게 되는 완화된 손실 혹은 이익, 비용, 손실 등의 비율에 따라 예보 가치가 달라질 수 있음을 보인 선행연구들과도 연결된다[8][20].

표 3. 각 예보 및 시기별 정확도

예보정확도 임계확률(Pt)	서울 확률예보 (Sepf)				확정예보 (df)		
	2003~2005_a		2010~2012_b		2003~2005_a 서울(Sedf)	2003~2005_a 상해(Shdf)	2010~2012_b 서울(Sedf)
	Sepfa	Sepfa×pi	Sepfb	Sepfb×pi			
10	0.467	0.005	0.476	0.005	① 0.863	⑤ 0.765	② 0.857
20	0.714	0.024	0.682	0.023			
30	0.839	0.058	0.838	0.058			
40	0.839	0.099	0.859	0.101			
60	0.817	0.341	0.859	0.358			
70	0.789	0.124	0.825	0.129			
80	0.772	0.103	0.794	0.106			
90	0.738	0.020	0.760	0.021			
100	0.717	0.025	0.733	0.025			
합계	-	④ 0.798	-	③ 0.827			

표 8. (2003~2005년 서울 확정보의 cVS) - (2003~2005년 상해 확정보의 cVS)

A \ B	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
1.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

기간 서울 확정보의 cVS 결과 차이이다. 서울 확정보는 임계확률에 따라 최저 46.7%에서 최고 83.9%, 그리고 임계확률을 사용하는 의사결정자들을 고려할 때 종합적으로 79.8%의 정확도를 보인다. 반면 상해 확정보는 76.5%의 정확도를 보여 일반적으로 서울 확정보의 정확도가 높다고 할 수 있다. [그림 2]에서도 (a)를 제외하곤 (b), (c)에서 상해 확정보는 음의 가치를 나타내 A, B가 클 때 상해예보는 가치가 없다고 할 수 있다. 단, 확률예보를 사용하는 Morss그룹의 분포를 고려할 필요가 있다. Morss그룹은 앞서 밝힌 대로 오른쪽으로 약간 치우친 분포를 보이기 때문에 [그림 2](b)와 같은 분포의 예보가치가 도출되면 그룹의 만족가치에 긍정적일 수 있지만, (c)처럼 높은 임계확률에서의 가치가 음수로 도출되면 그룹의 전체 만족가치는 낮아질 수 있다. 더구나 [그림 2](c)에서 임계확률 40% 이상일 때는 서울 확정보의 cVS가 상해 확정보의 가치보다 낮게 나타나 A, B의 변화에 따라 상해 확정보의 그룹 만족가치가 서울 확정보보다 높아질 수도 있음을 짐작할 수 있다. [표 7]에서 B가 A보다 크면 일부분 조합에서 상해 확정보가 서울 확정보보다 더 가치 있는 것으로 나타났다. 상해 확정보의 Miss와 False Alarm은 각각 94회, 112회이고, 예보사용자를 고려한 서울 확정보의 Miss와 False Alarm은 각각 184.1,

37.2회이다. Miss와 False Alarm의 횟수에 따라서 A가 크면 서울 확정보, B가 크면 상해 확정보가 불리한 것을 알 수 있다.

[표 8]은 2003~2005년 서울 확정보와 같은 기간 상해 확정보의 cVS 결과 차이를 나타낸 것이다. [표 5]에서 서울 확정보 간의 cVS차이를 살펴볼 때, 확정보의 cVS는 예보정확도와 예보의 만족가치에 큰 영향을 받고, Miss와 False Alarm에 따라 약간 변화할 수 있음을 확인하였다. 하지만 서울 확정보의 비교에서는 두 분석 기간 사이에 단지 0.6%의 예보정확도 차이를 보였지만, 2003년 서울 확정보와 같은 기간의 상해예보는 9.8%의 정확도 차이가 있다. 정확도가 높다는 것은 강수현상이 적게 발생하여 [표 1]에서 None의 감소가 원인이 될 수도 있지만, 일반적으로 정확도가 높으면 Miss와 False Alarm의 횟수도 줄어들게 된다. 상해 확정보의 Miss와 False Alarm이 94, 112회인데 비해 서울은 단지 각각 62, 88회만 발생하였다. 또한 확률예보와 달리 확정보사용자들은 모두 예보에 대해 동일한 의사결정을 한다고 가정하였으므로 사용자 분포에 따른 변수도 고려하지 않아도 된다. 따라서 [표 8]과 같이 2003~2005년 서울 확정보는 같은 기간의 상해 확정보에 비해 A와 B에 관계없이 더 나은 만족가치를 예보사용자 그룹에 제공했다고 할 수 있다.

VI. 결론

예보서비스에 대한 사용자들의 만족도를 고려하는 것은 더 나은 서비스를 제공하기 위해 중요하게 요구되는 작업이다. 하지만 기상청에서 실시하고 있는 만족도 조사는 예보사용자들이 예보에 대해 느끼는 만족도를 “매우 만족”과 “매우 불만족” 사이의 답변으로 선택하도록 강요하고 있으며, 제공하고 있는 서비스별로 설문을 통해 얻어진 답변에 자의적인 가중치를 곱해 총 만족도를 도출하고 있다. 본 연구는 설문조사의 단점을 보완하고자 기존에 예보의 경제적 가치를 도출하는데 사용된 VS(예보의 가치)의 비용(이익)-손실변수를 수정하여 만족-불만족을 고려하였고, 개인의 예보가치가 아니라 그룹의 만족가치를 도출하였다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 확률예보 간의 비교에서는 정확도와 함께 Miss와 False Alarm이 얼마나 발생하였는지가 그룹의 만족가치에 크게 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉 Miss가 많이 발생하면 Miss로 인해 느끼게 되는 불만족인 A가 클 때 그룹의 만족가치가 더 크게 떨어지고, False Alarm이 크면 B가 클 때 그룹의 만족가치가 크게 감소한다.
- ② 확정예보 간의 비교에서는 Miss와 False Alarm이 그룹의 만족가치에 영향을 주긴 하지만 대부분의 경우 예보 정확도가 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 사용자들의 불만족도 또한 예보 정확도 보다는 적은 영향을 준다.
- ③ 확정예보와 확률예보의 비교에서는 Miss와 False Alarm과 함께 확률예보사용자들의 임계확률 분포가 큰 영향을 준다. 왜냐하면 확정예보사용자들은 예보에 대해 모두 동일하게 의사결정 하지만, 확률예보사용자들은 서로 다른 임계확률을 의사결정에 활용하여 각자가 느끼는 예보 정확도가 다르기 때문이다.
- ④ 확정예보의 그룹 만족가치를 평가할 때 두 예보 간의 정확도 차이가 크다면, 사용자들의 불만족도는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이 경우 예보정확도가 높으면 더 나은 가치를 제공한다고 할 수 있다.

향후 사용자들의 불만족도가 그룹의 만족가치에 영향을 주지 않게 되는 임계 정확도의 차이를 구하는 연구가 요구된다. 그리고 결론 ②와 더불어 기상커뮤니티가 확정예보의 제공에 그들 서비스의 초점을 맞춘다면 예보의 정확도 향상이 가장 중요한 과제가 될 것이다. 하지만 바꿔 말하면, 확률예보를 제공한다면 예보의 정확도 향상이외에 사용자들의 만족도를 향상시킬 수 있는 방법이 있을 수 있다. 예보사용자 그룹이 예보의 틀림에 대해 어떤 불만족 성향을 가지는지 파악함으로써 적절하게 Miss와 False Alarm을 조절하는 것이 그 방법이다.

예보의 가치는 다양하게 평가될 수 있다. 예보정확도가 가치평가의 한 척도가 될 순 있지만 전부는 아니다. 강수와 같은 위험기상은 자주 발생하지 않기 때문에 위험기상이다. 조사기간 동안 위험기상이 적게 발생하여 향상된 예보정확도를 기술의 발전이라고 단정할 수 없고, 그렇게 향상된 예보정확도가 사용자들에게 높은 만족을 제공했다고 설명할 수 없는 것이다. 본 연구에서는 정확도와 함께 Miss, False Alarm, 확률예보사용자들의 임계확률 분포를 고려하여 그룹의 만족가치 변화를 살펴보았다. 물론 그룹내 구성원들이 모두 동일한 불만족도를 가지는 상황을 가정한 한계를 극복하기 위해 국내 예보사용자들의 예보에 대한 실제적인 불만족을 평가하거나, 혹은 그룹내 구성원들의 서로 다른 A, B를 반영할 수 있는 모형 구축이 요구된다. 그 후 향후 예보별 혹은 정확도에 따른 그룹의 만족가치 변화를 정략적으로 분석할 필요가 있다. 하지만 기상정보를 제공하는 커뮤니티들이 예보를 활용하는 사용자 그룹의 불만족 성향에 따라 Miss 혹은 False Alarm을 관리해야 할 필요성을 제시하고, 예보를 사용하는 그룹의 만족가치를 불만족에 따라 이론적으로 살펴본 데에 본 연구의 의의가 있다.

참고문헌

- [1] 기상청, 2011년도 기상업무 대국민 만족도 조사, 2011.

- [2] A. Silver and C. Conrad, "Public Perception of and response to severe weather warning in Nova Scotia, Canada," *Meteorological Application*, Vol.17, No.2, pp.173-179, 2010.
- [3] F. Zhang and R. Morss, "An in-person survey investigating public perceptions of and responses to hurricane Rita forecasts along the Texas coast," *Weather and Forecasting*, Vol.22, No.6, pp.1177-1190, 2007.
- [4] A. Murphy, S. Lichtenstein, B. Fischhoff, and R. Winkler, "Misinterpretations of precipitation probability forecasts," *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol.61, No.7, pp.695-701, 1980.
- [5] G. Gigerenzer, R. Hertwig, E. Broek, B. Fasolo, and K. Katsikopoulos, "A 30% chance of rain tomorrow: How does the public understand probabilistic weather forecasts?," *Risk Analysis*, Vol.25, No.3, pp.623-629, 2005.
- [6] S. Joslyn and R. Nichols, "Probability or frequency? Expressing forecast uncertainty in public weather forecasts," *Meteorological Application*, Vol.16, No.3, pp.309-314, 2009.
- [7] 이중우, 이기광, "레저산업의 고객관계관리 문맥에서 기상예보의 정보가치를 최대화시키는 의사결정전략 분석", *경영과학*, 제27권, 제1호, pp.33-43, 2010.
- [8] D. Wilks, "A skill score based on economic value for probability forecasts," *Meteorological Application*, Vol.8, No.2, pp.209-219, 2001.
- [9] 양승정, 이종태, "퍼지의사결정나무 개선방법을 이용한 CRM 적용 사례", *한국콘텐츠학회논문지*, 제7권, 제8호, pp.13-20, 2007.
- [10] A. Murphy, "Decision-making models in the cost-loss ratio situation and measures of the value of probability forecasts," *Monthly Weather Review*, Vol.104, No.8, pp.1058-1065, 1976.
- [11] A. Murphy, "The value of climatological, categorical and probabilistic forecasts in the cost-loss situation," *Monthly Weather Review*, Vol.105, No.7, pp.803-816, 1977.
- [12] D. Richardson, "Skill and relative economic value of the ECMWF ensemble prediction system," *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol.126, No.563, pp.649-667, 2000.
- [13] J. Thompson, "On the operational deficiencies in categorical weather forecasts," *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol.33, pp.223-226, 1952.
- [14] J. Thompson and G. Brier, "The economic utility of weather forecasts," *Monthly Weather Review*, Vol.83, No.11, pp.249-254, 1955.
- [15] J. Thorne and D. Stephenson, "How to judge the quality and value of weather forecast products," *Meteorological Application*, Vol.8, No.3, pp.307-314, 2001.
- [16] R. Katz and A. Murphy, *Economic Value of Weather and Climate Forecasts*, Cambridge and New York, Cambridge University Press, 1997.
- [17] T. Stewart, R. Pielke and R. Nath, "Understanding user decision making and the value of improved precipitation forecasts-lessons from a case study," *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol.85, No.2, pp.223-235, 2004.
- [18] A. Murphy, "Decision making and the value of forecasts in a generalized model of the cost-loss ratio situation," *Monthly Weather Review*, Vol.113, No.3, pp.362-369, 1985.
- [19] R. Katz, "Dynamic cost-loss ratio decision-making model with an auto correlated climate variable," *Journal of Climate*, Vol.6, No.1, pp.151-160, 1993.
- [20] K. Lee and J. Lee, "The economic value of weather forecasts for decision making problems

in the profit/loss situation," Meteorological Application, Vol.14, No.4, pp.455-463, 2007.

[21] K. Mylne, "Decision-making from probability forecasts based on forecast value," Meteorological Application, Vol.9, No.3, pp.307-315, 2002.

[22] K. Lee and C. Han, "Optimal decision-making and the value of weather forecasts information: a case of CRM in a Korean resort," In 2007 Conference on Convergence Information Technology, Kyungju, Korea, 2007.

[23] R. Morss, J. Lazo, and J. Demuth, "Examining the use of weather forecasts in decision scenarios: results from a US survey with implications for uncertainty communication," Meteorological Application, Vol.17, No.2, pp.149-162, 2010.

저자 소개

김 인 검(In-Gyum Kim) 준회원



- 2006년 2월 : 인제대학교 경영학부(경영학사)
- 2008년 2월 : 인제대학교 경영학과(경영학석사)
- 2010년 1월 ~ 현재 : 국립기상연구소 근무

<관심분야> : 기상예보 가치, SCM, 경영정보시스템

정 지 훈(Jihoon Jung) 준회원



- 2006년 2월 : 건국 대학교 지리학과(지리학학사)
- 2012년 8월 : 오하이오 주립대학교 지리학과(지리학석사)
- 2012년 8월 ~ 현재 : 국립기상연구소 근무

<관심분야> : 기상예보 가치, 지역별 취약성 평가, 보건기상

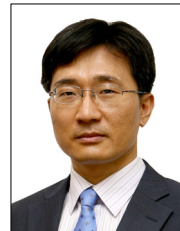
김 정 윤(Jeong-Yun Kim) 준회원



- 2008년 6월 : 남경신식공정대학교 대기물리&대기환경학과(이학박사)
- 1996년 2월 : 경남대학교 물리학과(이학박사)
- 2000년 10월 ~ 현재 : 국립기상연구소 근무

<관심분야> : 기상관측기술개발 및 정책수립

신 진 호(Jinho Shin) 준회원



- 2007년 4월 : 미국 플로리다주립대학교 기상학과(이학박사)
- 2011년 1월 ~ 2012년 6월 : 기상청 기후예측과
- 2012년 6월 ~ 현재 : 국립기상연구소 근무

<관심분야> : 기후역학 · 통계, 장기예보, 기후경영학

김 백 조(Baek-Jo Kim) 정회원



- 1999년 2월 : 부산대학교 대기과 학과(이학박사)
- 2005년 9월 ~ 2010년 10월 : 국립기상연구소 태풍연구팀장 · 정책연구팀장, 기상청 기상기술과장 · 기상산업정책과장

• 2010년 10월 ~ 현재 : 국립기상연구소 정책연구과장
<관심분야> : 기상·기후 통계분석, 기상기술 전략·정책, 기상경제·경영기법

이 기 광(Ki-Kwang Lee) 정회원



- 2005년 2월 : KAIST 산업공학과 (공학박사)
- 2000년 3월 ~ 2005년 2월 : LG 전자 정보통신사업부 마케팅전략그룹 과장
- 2005년 3월 ~ 2009년 2월 : 인제대학교 경영학부 조교수

• 2009년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 경영학부 부교수
<관심분야> : 기상기후경영, SCM, 의사결정론