KIGAS Vol. 24, No. 2, pp 50~55, 2020 https://doi.org/10.7842/kigas.2020.24.2.50
(Journal of the Korean Institute of Gas)

빅데이터 분석을 통한 소방관의 경험법칙 검증 및 화재예방 활용

박소현 · 박정훈* · †신동일**
명지대학교 재난안전학과 석사과정, *경기도 소방재난본부, **명지대학교 화학공학과 교수
(2020년 2월 17일 접수, 2020년 4월 20일 수정, 2020년 4월 21일 채택)

Verification of firefighters' heuristics through big data analysis

Sohyun Park · Jeong-Hoon Park* · Eun-Ji Shin · †Dongil Shin**
Dept. of Disaster and Safety, Myongi Universit, 116, Myeongji-ro, Chuin-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea
**Gyeonggi Provincial Fire And Disaster Headquarters, 286 Dongwuson-ro, Gwonsun-go, Suwon-city, Gyeonggi-do, Korea*
(Received February 17, 2020; Revised April 20, 2020; Accepted April 21, 2020)

요 약

소방관들의 현장 활동에서 활용도가 높은 축적된 경험법칙을 경기도내 화재발생 빅데이터와의 비교분석을 통해 신뢰성을 검토하고, 시기별, 요일별, 대상별로 보다 적절하게 화재 예방 활동에 활용될 수 있도록 개선된 정량적 모델화를 연구하였다. 소방관들의 직접 면담을 통해 공감도가 높은 경험법칙을 수집하였으며, 그 중 화재 모니터링 및 발생시점의 예측 관점에서 가장 중요하다 판단된 "금요일이 가장 화재 발생률이 높다"는 경험법칙을 대상으로, 경기도에서 2018년에 발생한 화재건수, 피해내역 등 빅데이터 비교분석을 실시하였다. 더 나아가 지역별, 시간대별, 건물유형별 요일과의 화재발생 패턴을 도출하였다. 연구를 통해 실효성이 확인된 경험법칙에 대해, 화재발생 빅데이터를 반영한, 지자체와 시기별 인자가 포함된 개선된 정량적 예측모델화 및 경험법칙의 구체화를 통해, 상대적으로 경험이 적은 소방관들도 의사결정에 효과적으로 활용할 수 있는 방안을 제시하였다.

Abstract - The heuristics accumulated in the field activities of firefighters were reviewed through big data analysis of fire occurrences in Gyeonggi-do and researched to be utilized for proper fire prevention activities according to time, day, and target through quantitative modeling. Empirical rules with high sympathy were collected through direct interviews with firefighters. Among them, the rule of thumb that "Friday is the most fire-prone" is considered to be the most important in terms of fire monitoring and prediction. A big data comparison analysis was conducted, including the number of fires and damages that occurred in Gyeonggi-do in 2018. Furthermore, fire occurrence patterns by region, day of the week, time of day, and building type were derived. Regarding empirical rules that have been validated through research, relatively inexperienced firefighters also can make decisions by relying on refined quantitative predictive modeling and empirical rules including local government and time-based factors that reflect big fire occurrence data.

Key words : firefighters, rule of thumb, fire, fire monitoring, Gyeonggi-do

†Corresponding author:dpshin@gamil.com
Copyright ⓒ 2020 by The Korean Institute of Gas

Ⅰ. 서 론

소방인력은 화재 · 구조 · 구급 현장 활동 위주로 근무하는 소방공무원과 소방행정 분야에서 근무하는 소방공무원을 포함한다. 하지만 서울의 경우에는 기존 대비 9.6%, 강원 31%, 제주 37% 그리고 전남은 거의 40% 가깝게 인력 부족 현상이 나타나, 시도의 재정 자립도가 낮은 지역은 상대적으로 소방 인력 부족 현상이 심하다. 따라서 해당 지역 주민들은 소방 서비스의 질이 대도시보다 낮아질 수밖에 없는 것이 현실이다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 적은 소방 인력으로 최대의 효과를 낼 수 있는 경험법칙을 이용할 수 있다.

소방관의 경험법칙은 화재의 예방, 대비, 대응단계에서 적절히 활용되면 Fig. 1에서 볼 수 있듯, 적은 시간과 자원을 활용해서도 소방 활동의 정확도와 신속성 향상에 크게 기여할 수 있다. 다만 경험법칙의 특성상 수년간의 경험이 요구되고, 소방관별로 편차가 있을 수 있기에, 본 연구에서는 화재 빅데이터를 활용해 소방관 경험법칙의 객관화와 필요한 경우 경기도내 지자체별로 특화된 경험법칙의 상세화를 통해 경험법칙의 정확도를 향상하고 활용도를 제고하고자 하였다.

Ⅱ. 분석을 위한 데이터 및 Rule 확보

2.1. 국가화재정보시스템 중 관련 데이터 확보

경기도 화재통계연보[2]와 국가화재정보시스템[3]에 축적된 화재조사보고서(Fig. 2 참고) 중 경기도내 화재발생데이터를 추출해 분석대상으로 하였다.

2.2. 분석을 위한 rule 확보

본 연구에서 빅데이터 분석을 통해 비교 · 분석한 rule은 경기소방재난본부 소방관들을 대상으로 인터뷰를 통해 확보하였다. 확보된 주요 rule은 7개로 구성되어 있으나, 본 연구에서는 우선순위가 높은 rule을 대상으로 먼저 연구를 시도하였다.

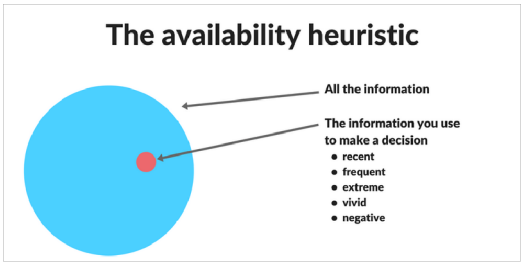

Fig. 1. The importance of the rule of thumb when instant judgment is required.[1]

2.3. 연구방법

기본적으로 R을 활용한 가설검정법이 사용된다. 가설검정(Test of hypothesis)이란 표본을 추출하여 얻은 표본통계량으로 모집단의 모수에 대한 새로운 예상과 가설 등이 옳다고 판단할 수 있는지를 평가하는 것을 말한다. 본 연구에서 모집단이 국가

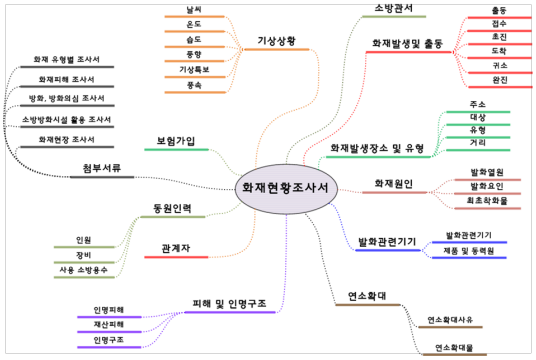

Fig. 2. NFIS : National Fire Classification System Fire Status Survey.

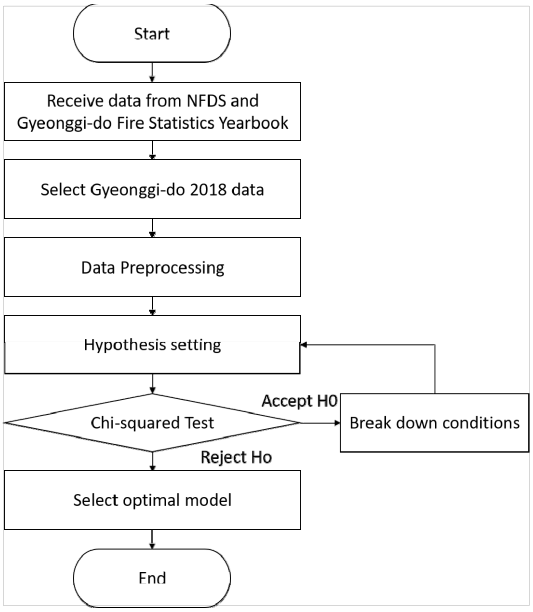

Fig. 3. Flowchart of research

화재정보시스템에 축적된 화재조사보고서라면, 표본은 경기도의 2018년 화재조사보고서이다. 가설은 소방관의 경험법칙이다. 유의수준은 0.05로 설정한다. Fig. 3은 본 연구의 흐름도이다.

2.4. 1년 기간에 대해서만 시험 분석한 사유

2008년부터 2018년까지 11년간의 데이터를 사용하여 분석하면 더욱 풍부한 연구가 가능하지만, 시간적인 제약으로, 우선 실험적으로 1년 기간에 대한 선행연구를 진행하였으며, 11년 데이터 분석은 진행 중에 있다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

3.1. 단순 발생 건수 비교 시 금요일이 가장 화재 발생률이 높은 요일인가?

2018년 경기도의 화재건수에 대해 '모든 요일의 화재 발생률이 같다'는 귀무가설에 대한 Chi-squared test 결과, p-value=0.0017로 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각한다. 즉, 통계적으로 유의미하게 화재 발생률이 높거나 낮은 요일이 존재한다.

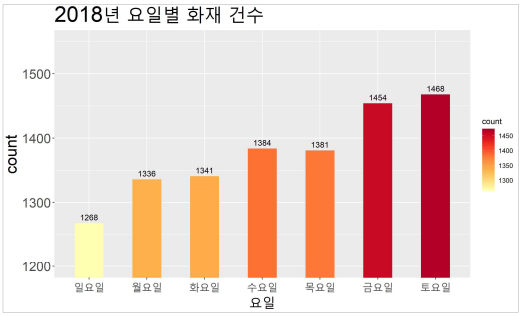

Fig. 4. The number of fires per day in Gyeonggi-do 2018.

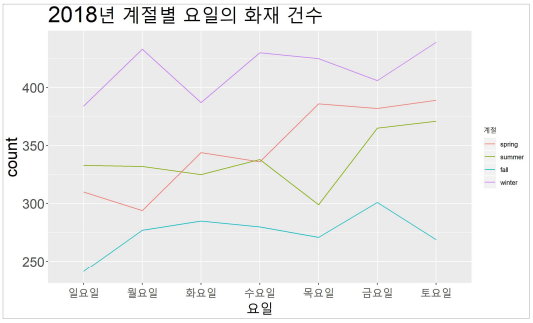

Fig. 5. Graph of number of fires by season.

Fig.4를 통해 금요일과 토요일의 화재가 많음을 알 수 있다. 가장 화재 발생률이 높은 요일은 토요일이지만, 금요일과의 차이는 무시 가능한 수준이다. 세분화된 경험법칙을 얻기 위해, 국소적인 관점에서 경험법칙이 성립할 수 있는 다른 조건에 대해 생각해보게 되었다.

3.2. 특정 시기별 경험법칙 성립 여부 검증

모든 계절의 화재 발생률이 같다'는 귀무가설에 대한 Chi-squared test 결과, p-value=2.2e-16로 귀무가설을 기각한다. 따라서 모든 계절의 화재 발생률이 같지 않다. Fig. 5를 통해 겨울의 화재발생률이 가장 높고 가을의 화재발생률이 가장 낮음을 확인할 수 있다.

각 계절의 요일별 화재 건수를 비교한 결과, 가을을 제외한 봄, 여름, 겨울은 모두 토요일의 화재 발생률이 일주일 중 가장 높게 나타났다. 가을만 금요일 301건, 토요일 269건으로 금요일의 화재 건수가 일주일 중 가장 높게 나타났다.

	일요일	월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일
봄	310	294	344	336	386	382	389
여름	333	332	325	338	299	365	371
가을	241	277	285	280	271	301	269
겨울	384	433	387	430	425	406	439

Fig. 6. The number of fires in each day of the season.

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  table_fire_spring
X-squared = 25.228, df = 6, p-value = 0.0003098


        Chi-squared test for given probabilities

data:  table_fire_summer
X-squared = 10.569, df = 6, p-value = 0.1027


        Chi-squared test for given probabilities

data:  table_fire_fall
X-squared = 7.3233, df = 6, p-value = 0.292


        Chi-squared test for given probabilities

data:  table_fire_winter
X-squared = 7.354, df = 6, p-value = 0.2893
```

Fig. 7. Verification that the fire rate is the same for each day of the week.

계절과 요일의 상관관계의 유의성을 Pearson's Chi-squared test를 통해 검증해본 결과, p-value=0.04413으로 계절과 요일은 관련성이 있었다.

사계절 중 어떤 계절이 요일과 관련이 있는지 같은 방식으로 검증해본 결과 봄은 p-value=0.0003908로 요일별 화재발생률이 달랐다.(Fig. 7) 즉, 여름, 겨울에는 토요일 화재발생률이 가장 높고, 가을에는 금요일 화재발생률이 가장 높지만 통계적으로 유의미한 수준이 아니기에 경험법칙이 성립한다고 볼 수 없다. 하지만 봄에는 월요일의 화재발생률이 낮고 토요일의 화재 발생률이 높다 할 수 있다.

3.3. 시간대별 경험법칙의 성립 여부 검증

시간대별로 나눈 데이터의 요일별 화재 건수를 비교한 결과, p-value=0.3879로 시간대와 요일은 관련성이 없었다.

3.4. 지역별 경험법칙의 성립 여부 검증

시군구와 요일의 관련성을 검정하면 p-value=0.3021로 시군구와 요일은 관련성이 없다.

세분화된 경험법칙을 얻기 위해, 각 시군구별로 나눈 데이터의 요일별 화재 건수를 비교한 결과, 일요일 화재건수가 가장 많은 곳이 2곳, 월요일 5곳, 화요일 6곳, 수요일 4곳, 목요일 2곳, 금요일 12곳, 토요일 11곳으로 금요일에 화재가 가장 많이 발생한 지역이 28.57%로 가장 많았다.

연간 금요일 화재건수가 가장 많았던 12곳 중에서 금요일에 화재가 많이 발생한다는 경험법칙을 만족하는 곳이 있는지 확인해보았다. 그 결과, 금요일 화재건수가 통계적으로 유의미하게 많았던 곳은 남양주시 한 곳이었다. 따라서 남양주시는 금요일 화재 발생률이 높다는 경험법칙이 성립한다고 볼 수 있다.

3.5. 장소별 경험법칙의 성립 여부 검증

장소와 요일별 화재 건수의 상관관계를 분석한 결과, p-value=0.000141로 장소와 요일은 관계가 있었다.

어떤 장소가 요일과 상관관계가 있는지 확인해본 결과 기타, 산업시설, 임야, 자동차철도차량, 판매업무시설은 요일별 화재발생률이 유의미하게 달랐다.

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_city4
X-squared = 20.175, df = 6, p-value = 0.002578
```

Fig. 8. Namyangju City's Fire Rate Equivalence Verification by Day.

유의미한 결과가 있는 장소에 대해 어떤 요일의 화재가 많거나 적은지 확인해보았다. Fig. 12를 통해 임야에서는 주말 화재 발생에 유의하고 자동차, 철도차량은 금요일의 화재 발생에 유의해야한다. 또 판매, 업무 시설은 월, 목요일 화재에 유의해야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_place2
X-squared = 12.904, df = 6, p-value = 0.04459


        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_place4
X-squared = 25.181, df = 6, p-value = 0.0003161


        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_place10
X-squared = 22.247, df = 6, p-value = 0.001092


        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_place11
X-squared = 27.157, df = 6, p-value = 0.0001353


        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_place14
X-squared = 13.087, df = 6, p-value = 0.04167
```

Fig. 9. Places with significantly different fire rates by day.

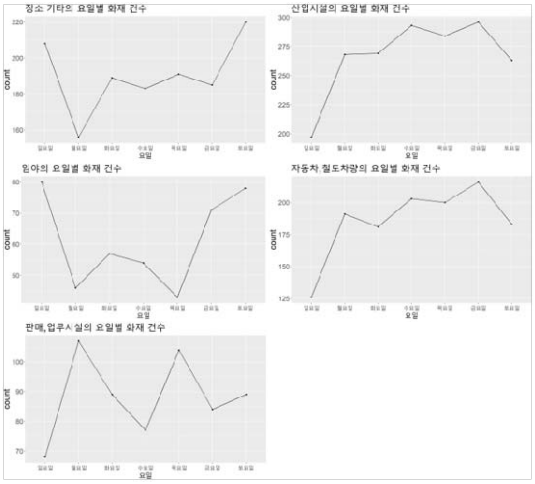

Fig. 10. Number of days of fire by location.

3.6. 기온별 경험법칙의 성립 여부 검증

기온과 요일별 화재 건수의 상관관계를 분석한 결과, p-value=0.0009326으로 관계가 있었다.

2018년의 최저 기온인 -22.6℃부터 최고 기온인 39℃를 10도씩 나누어, 그 중 어떤 범위일 때 요일과 상관관계가 있는지 확인해보았다.

Fig. 13를 통해 -10℃ 미만일 때는 목요일, 금요일 화재에 유의해야 한다는 결론을 얻을 수 있다. 또, 20℃ 이상 30℃ 일 때는 토요일 화재를 조심해야한다는 것을 확인 했다.

3.7. 발화요인별 경험법칙의 성립 여부 검증

발화요인과 요일별 화재 건수의 상관관계를 분석한 결과, p-value=6.202e-06로 발화요인과 요일은 관계가 있었다.

발화요인 중 기계적 요인, 기타, 부주의, 자연적 인 요인은 요일별 화재 건수가 유의미하게 달랐다.

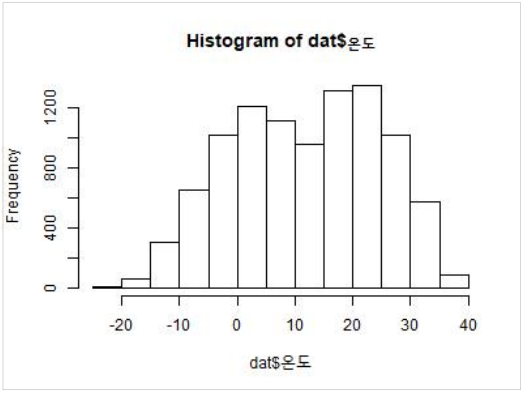

Fig. 11. Temperature histogram

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  x_tem1
X-squared = 50, df = 6, p-value = 4.701e-09


        Chi-squared test for given probabilities

data:  x_tem2
X-squared = 38.025, df = 6, p-value = 1.111e-06


        Chi-squared test for given probabilities

data:  x_tem5
X-squared = 28.848, df = 6, p-value = 6.499e-05
```

Fig. 12. Temperature with significantly different fire rates by day.

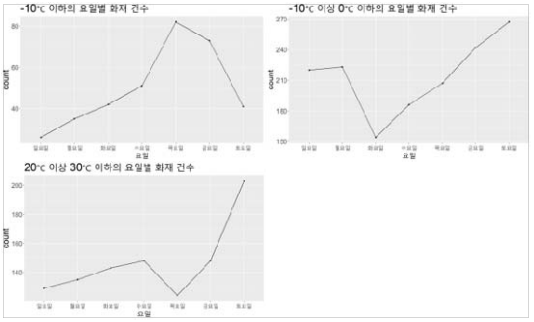

Fig. 13. Number of days of fire by temperature.

```
        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_IF3
X-squared = 22.914, df = 6, p-value = 0.0008258


        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_IF4
X-squared = 13.494, df = 6, p-value = 0.03583


        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_IF8
X-squared = 26.499, df = 6, p-value = 0.0001797


        Chi-squared test for given probabilities

data:  y_IF9
X-squared = 21.284, df = 6, p-value = 0.001631
```

Fig. 16. Ignition Factors with significantly different fire rates by day.

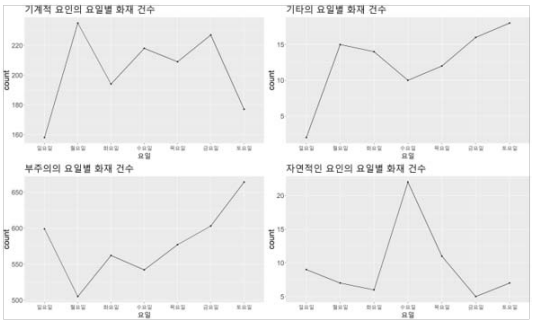

Fig. 17. Number of days of fire by Ignition Factors.

위의 4개의 발화요인에 대해 요일별 화재건수를 비교해보았다.

Fig. 17을 통해 기계적 요인으로 화재가 발생할 수 있는 곳은 월요일 화재에 유의하며 주말에는 부주의에 의한 화재를 유의해야 한다. 또 수요일은 자연적인 요인에 의한 화재를 유의해야한다는 결론을 얻을 수 있다.

Ⅳ. 결 론

소방관의 경험법칙은 화재의 예방, 대비, 대응단계에서 적절히 활용되면 적은 자원을 활용해서도 소방 활동의 정확도와 신속성 향상에 크게 기여할 수 있다. 다만 경험법칙의 특성상 수년간의 경험이 요구되고 소방관별로 편차가 있을 수 있기에, 본 연구에서는 화재발생 빅데이터를 활용해 소방관 경험법칙의 객관화와 필요한 경우 경기도내 지자체별로 특화된 경험법칙의 상세화를 통해 경험법칙의 정확도 향상과 활용도를 제고하고자 하였다.

경험법칙의 특성 상 100%의 정확도를 갖기는 불가능하기에 지자체별 또는 시기별로 경험법칙을 특정했을 때, 경험법칙의 적용 가능성을 높일 수 있는지에 대해서도 검토하였다. 계절별로 분석한 결과, 계절과 요일 사이의 화재발생률에는 유의미한 상관관계가 있었고 그 중, 봄에는 월요일 화재발생률이 낮고 토요일 화재발생률이 높다는 새로운 경험법칙을 추출 할 수 있었다. 시간대와 요일은 화재발생률에 상관관계가 없음을 확인했다. 지역별 분석했을 때는, 남양주시에 대해 금요일 화재가 많다는 경험법칙이 성립한다는 것을 확인했다. 화재 장소별 경험법칙 검증 결과, 모든 장소에서 금요일 화재가 많다는 경험법칙은 성립하지 않지만, 주말에는 임야 화재를 조심해야하고, 자동차 철도차량은 금요일 화재를, 판매 업무 시설은 월, 목요일 화재에 유의해야 한다는 각 장소별로 주의해야할 요일에 대한 통계적 결과를 얻었다. 기온별 경험법칙 검증 결과, -10℃ 미만일 때는 목요일과 금요일 화재가 많아, 경험법칙이 성립했다. 또, 20℃ 이상 30℃ 미만일 때는 토요일 화재를 유의해야한다는 새로운 경험법칙을 얻을 수 있었다. 마지막으로 발화요인별 경험법칙 검증의 경우 기계적 요인으로 화재가 발생할 수 있는 곳은 월요일 화재에 유의해야하고, 주말에는 부주의에 의한 화재를, 수요일은 자연적인 요인에 의한 화재를 조심해야한다는 경험법칙을 새롭게 얻을 수 있었다.

결론적으로 금요일의 화재발생률이 높다는 경험법칙은 항상 맞지는 않았지만 세분화된 조건에서는 일부 맞았다. 또한 데이터 분석을 통해 통계적으로 유의미한 새로운 경험법칙을 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 스마트디지털엔지니어링전문인력양성사업의 연구비지원(P0008475-G02P04570001901)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

REFERENCES

[1] Kent Hendricks, The availability heuristic: Why your brain confuses “easy” with “true”, 2018. https://kenthendricks.com/availability-heuristic/

[2] Gyeonggi-do Fire and Disaster Headquarters, Gyeonggi-do Fire Statistics Yearbook, (2018)

[3] Fire Department, National Fire Information System. http://www.nfds.go.kr/