The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)
Vol. 18, No. 3, pp.1-7, Jun. 30, 2018. pISSN 2289-0238, eISSN 2289-0246

https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.3.1
JIIBC 2018-3-1

모바일 포털들의 응답시간 비교 및 분류에 관한 연구

A Study on Comparison and Classification of Response Time of Mobile Portals

류귀열*

Gui-Yeol Ryu*

요 약 연구의 목적은 3개 모바일 포털사이트의 응답시간을 분포를 이용하여 비교하고 분류하는 것이다. 연구대상은 Naver, Daum, Nate의 모바일 포털 사이트 접속페이지이며, 실험기간은 모바일 포털들이 활성화되기 시작되던 즈음인 2012년 4월 18일에서 2018년 4월 17일까지 6년간이다. 그리고 실험횟수는 4,060회이다. 분포비교를 위해 히스토그램과 백분율을 이용하였으며 이론적인 비교를 위해 모수적 방법인 카이스케어 검정과 비모수적 방법인 콜모고로프-스미르노프 검정을 실시하였다. 네가지 방법 모두 Naver가 가장 빨랐고, 다음이 Nate, Daum이 가장 느렸다. 평균 응답시간 면에서도 같은 결과를 낳았다. 이러한 결과는 유선 포털의 결과와 정반대로서, Naver는 매체 특성에 맞게 유선에서는 많은 콘텐츠를 무선에서는 응답시간을 높이는 전략이고, Daum은 무선에서 응답시간을 희생하면서 콘텐츠를 중시하는 전략을 구사하고 있음을 알 수 있다. 분류에서는 응답시간에 따라 “Comfortable"과 "Tolerable", "Feedback", "Leave"로 나누었으며, 이용자들이 떠날 수 있다는 7초 이상인 ”Leave"의 비율이 Naver는 1.18%, Daum이 11.70%, Nate가 1.5%로 Daum이 압도적으로 높아서 Daum의 응답시간은 개선이 매우 절실한 수준임을 알 수 있다. 또한 분류 결과에 의하면 3개 모바일 포털들이 응답시간을 줄이는 것이 필요하다는 것을 밝혔다. 본 논문의 결과가 모바일 포털들의 응답시간을 줄이는 기술경쟁을 촉진할 수 있기를 기대한다.

Abstract The purpose of this study is to compare and analyze the response time of three mobile portal sites in Korea using distributions. The research subjects are the mobile portal site of Naver, Daum, and Nate. The experiment period is six years from April 18, 2012 when mobile portals started to activate, to April 17, 2018. The number of experiments is 4,060. Histograms and percentages were used for the distribution comparisons. For the theoretical comparison, Chi-Square test is adopted as a parametric method, and Kolmogorov-Smirnov test is as a nonparametric method. Naver was the fastest of all four methods, the next was Nate, the next was the slowest. The same result was obtained in terms of average response speed. These results are in contradiction to the results of the wired portal. Naver is a strategy to increase the response speed in accordance with the characteristics of media. Daum is a strategy to increase the contents at the cost of response speed. As for classification, we divide the response time into "Comfortable", "Tolerable", "Feedback", "Leave" according to response time. The ratio of more than 7 seconds that users leave called as "Leave" is 1.18% for Naver, 11.70% for Daum, and 1.5% for Nate. As Daum is overwhelmingly high, the response time is very much in need of improvement. In addition, we show the response time of three mobile portals needs to be reduced We hope that the results of this paper will facilitate technology competition to increase the response speed of mobile portals.

Key Words : Chi-Square test, Firebug, Kolmogorov-Smirnov test, Paired t-test, Response time

*정회원, 서경대학교 컴퓨터과학과
접수일자: 2018년 5월 21일, 수정완료: 2018년 6월 6일
게재확정일자: 2018년 6월 8일

Received: 21 May, 2018 / Revised: 6 June, 2018
Accepted: 8 June, 2018
*Author: gyryu@skuniv.ac.kr
Dept. of Computer Science, Seokyeong University, Korea.

Ⅰ. 서 론

인터넷에서 사용되는 HTTP (hypertext transfer protocol) 프로토콜은 FTP (file transfer protocol)에서의 파일전송의 비효율성을 줄이기 위해 제안된 것으로 지금까지 널리 사용되고 있으며, 현재는 교통이나 홈서비스 등 다양한 분야에서 활용되는 프로토콜이다.[8][13] Touch et al. (1998)은 HTTP에서 데이터 수신의 구조를 설명하였다.[21] 웹서비스의 응답시간은 서버의 성능과 웹페이지의 성능, 네트워크의 성능, 서버의 위치, 이용자의 컴퓨팅 성능 등에 영향을 받으므로 매우 복잡한 구조에 의해 결정된다. 따라서 응답시간에 관한 연구는 웹서비스에서 중요한 주제이다. 그러나 응답시간에 관한 연구는 주로 서버의 성능에 관한 연구로 수행되었고, Chiew (2009)는 웹페이지의 성능을 연구하였다.[1] 개발자관점에서 연구는 많이 진행되었으나 이용자 관점에서의 연구는 부족한 실정이다.

Hoxmier과 DiCesare (2000)는 웹페이지의 응답시간은 사용자 만족도를 측정하는 가장 솔직한 방법이라고 주장하였다.[5] Kim (2012)은 “웹서비스는 빠를수록 좋다. 비즈니스 측면에서 보면 시간은 바로 금이다.”라고 주장하였다.[9] 웹서비스가 1초 느려지면 매출은 3% 떨어진다는 마이크로소프트(Bing)의 통계도 있다. “웹서비스는 0.1초라도 빠를수록 좋다.” 수천만 이용자가 모이면 이러한 시간이 모여 이용자에게도 사업자에게도 낭비가 된다.”라고 주장하였다. 응답시간에 대한 이용자들의 심리를 분석한 Seow (2008)는 응답시간을 분류하였다.[19] 상세 내용은 표 1에 나와 있다.

표 1. Seow의 응답시간 분류
Table 1. Seow's category for response time

Category	Response time	Guidelines for software design
Instantaneous	0.2 Second	Response time for input button: 5~100ms Time for displaying menu: 200ms
Immediate	0.5~ 1 Second	Time for turning page Expected time for page up or down
Continuous	2~ 5 Second	Need alert information of system periodically Must give feedback if response time is over 5 second
Captive	7~ 10 Second	Users leave the web pages

Ⅱ. 연구 설계

1. 응답시간 측정방법

무선포털 접속은 웹브라우저로 사이트로 접속하는 웹방식과 애플리케이션을 다운받아 앱으로 접속하는 앱방식이 있다. 두 방법 모두 유선인터넷 포탈사이트의 콘텐츠와 화면 등을 무선 환경에 맞게 조정하여 구성된 화면을 보여 준다.

무선포털사이트들의 주소는 m.naver.com과 m.daum.net, m.nate.com이다. 응답패킷 측정은 네스케이프사에서 개발한 Firefox 브라우저의 도구인 Firebug에서 제공하는 네트워크 모니터링 도구를 이용하였다.[15][16][18] 그림 1은 Firebug가 Naver 무선포털의 응답패킷을 측정하는 화면이다.

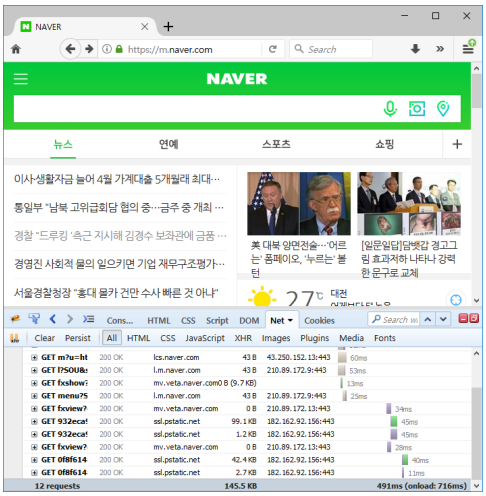


그림 1. Naver 무선포털의 응답시간
Fig. 1. Response time of Naver's Mobile portal

2. 분포비교 및 이용분류 방법

응답시간을 비교하기 위해 응답시간들의 분포를 비교하여야 한다. Hong (2000), Song (2002), Hur (2011) 등에서 분포에 관한 설명이 있다.[3][20][6] 분포를 표현하기 위해서 일반적으로 Jiang et al. (2010)과 같이 확률밀도함수를 이용하는 방법과 Kim (2011)과 같이 누적 확률을 이용하는 방법이 있다.[7][10] 우리는 확률밀도함수의 형태인 히스토그램 형태로 분포를 표현하고, 분포를 비교하기 위해서 누적확률을 이용하는 방법인 백분위수를 이용할 것이다.

분포를 비교하는 이론적인 연구로서 모수적 방법과

비모수적 방법이 있다. Press et al. (2002)에 설명되어 있는 바와 같이 모수적 방법은 카이스케어 검정을 실시할 수 있다.[14] 알려지지 않은 모집단의 분포 F와 G에서 독립적으로 얻은 랜덤 표본 $X_1, X_2, \ldots X_n$과 $Y_1, Y_2, \ldots Y_n$에 대하여 두 분포의 동일성을 검정하기 위한 카이스케어 검정통계량은 식 (1)과 같다.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{B} \frac{(R_i - S_i)^2}{R_i + S_i} \quad (1)$$

여기서 B는 구간의 수이며, R_i와 S_i는 각각 $X_1, X_2, \ldots X_n$와 $Y_1, Y_2, \ldots Y_n$ 중에서 i번째 구간에 속하는 자료의 개수이다. 이는 두 모집단의 분포가 동일하다면 근사적으로 카이스케어 분포를 한다는 사실에 기초하고 있다. 비모수적 검정에는 Kim and Oh (2003), Hong and Kim (2003) 등에서 설명되어 있는 바와 같이 이표본 콜모고로프-스미르노프 (K-S) 검정을 사용할 수 있다.[11][4] 이표본 콜모고로프 스미르노프 검정통계량은 식 (2)와 같다.

$$D_{n,m} = \sup_x |F_{1,n}(x) - G_{2,m}(x)| \quad (2)$$

여기서 $F_{1,n}(x)$와 $G_{2,m}(x)$는 표본의 수가 n개와 m개인 두 모집단 분포의 경험적 누적 분포함수이다. $Z = D_{n,m}\sqrt{\frac{nm}{n+m}} > K_\alpha$이면 두 분포가 동일하다는 귀무가설은 기각된다. 여기서 K_α는 유의수준 α하에서 귀무가설을 기각할 수 있는 기각값이다. 또한 Han et al. (2012), Lee et al. (2012) 등에서 설명된 바와 같이, 대응 t검정 등 모집단 평균을 비교하는 방법이 있다.[2][12]

응답시간 분류에서 Seow는 2초가 넘어가면 시스템이 멈추지 않았음으로 주기적으로 알려 줄 필요가 있고, 5초가 넘어가면 반드시 피드백을 주어야 하고, 7초 이상이면 사용자들이 떠난다고 주장하였다. 따라서 이를 기반으로 우리는 응답시간을 분류하였다. 시스템으로부터 추가적인 정보를 제공받지 않고 편안하게 사용하는 2초 이하를 “Comfortable”로, 2초~5초를 참고 사용할 만 하기 때문에 ”Tolerable”로, 5초~7초를 피드백이 필요하기 때문에 “Feedback”, 7초 이상은 사용자들이 떠날 수 있기 때문에 ”Leave”로 분류하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 분포와 평균비교

본 연구를 위해 Naver, Daum, Nate의 모바일 포털 응답시간을 모바일 포털들이 활성화되기 시작되던 즈음인 2012년 4월 18일에 측정하기 시작하여 2018년 4월 17일까지 6년간 측정하였으며, 측정횟수는 4,060회이다.

먼저 그림 2, 그림 3, 그림 4에 나와 있는 히스토그램을 이용하여 구현된 응답시간의 분포를 보면 Naver 무선포털이 가장 빠른 응답시간을 보이고 있으며 Daum 무선포털이 가장 느린 응답시간을 보이고 Nate 무선포털이 중간 응답시간을 보이는 것으로 나타났다.

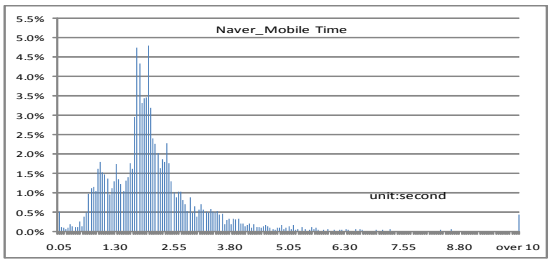


그림 2. Naver 무선포털의 응답시간 분포
Fig. 2. Distribution of response time of Naver's Mobile portal

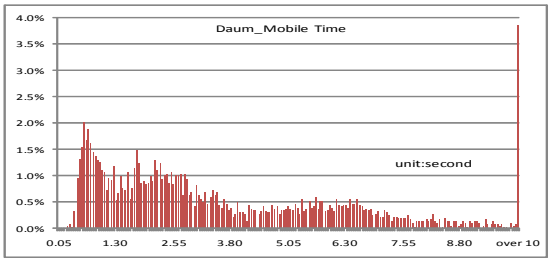


그림 3. Daum 무선포털의 응답시간 분포
Fig. 3. Distribution of response time of Daum's Mobile portal

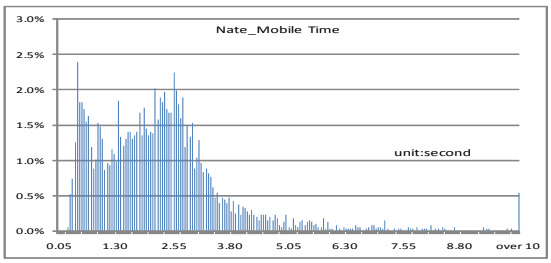


그림 4. Nate 무선포털의 응답시간 분포
Fig. 4. Distribution of response time of Nate's Mobile portal

이들의 기본통계량으로 비교해 보면, 표 2에 나타난 것과 같이 Daum은 Naver의 평균 1.76배 Nate의 평균 1.3배, Nate는 Naver의 평균 1.36배 시간이 많이 소요되어 Daum이 가장 느렸고, 다음으로 Nate이고, Naver가 가장 빨랐음을 알 수 있다. 이는 Ryu (2014) 유선포털의 응답시간과 정반대 결과임을 알 수 있다.[17]

표 2. 무선포털들의 응답시간에 관한 기본통계량 (단위:초)
Table 2. Descriptive statistics for response time of mobile portals (unit:second)

Descriptive Statistics	Naver	Daum	Nate
Average	2.18	3.85	2.97
Minimum	0.02	0.23	0.3
Maximum	74	400	89
Standard Deviation	1.95	7.25	2.32

응답시간을 백분위수로 비교한 결과는 표 3에 나와 있다. 백분위수로 비교한 결과, Naver가 Daum의 백분위수 중 큰 비율이 27%, Nate에 큰 비율은 39%이고, Daum이 Nate에 큰 비율은 100%로서, 백분위수로도 Naver의 분포가 가장 작고, Daum이 가장 크고 Nate는 중간 수준임을 알 수 있다.

표 3. 빽분위수 중 A가 B에 큰 비율
Table 3. Proportions that A is greater than B using percentile

A \ B	Daum mobile	Nate Mobile
Naver mobile	27%	39%
Daum Mobile		100%

다음으로 모바일포털 사이트의 분포를 이론적으로 비교하기 위해, 먼저 모수적 방법인 카이스케어 검정을 실시하였다. 카이스케어 검정을 위해 구간을 31개로 분할하였다. 검정결과는 표 4에 나와 있다. 카이스케어 검정에 따르면 3개 모바일 포털들의 응답 패킷량의 분포는 유의수준 1%하에서 귀무가설을 기각하여 세 분포 모두 다르다는 사실을 알 수 있다.

표 4. 카이스케어 검정
Table 4. Chisquare tests

A \ B	Daum mobile	Nate Mobile
Naver mobile	1777.456**	765.523**
Daum Mobile		1097.410**

**means the null hypothesis can be rejected under α=0.01
**는 귀무가설을 유의수준 1%하에서 기각할 수 있음을 말한다.

비모수적 검정을 위해 이표본 K-S 검정을 실시하였다. 검정결과는 표 5에 나와 있다. K-S 검정에 따르면 Naver, Daum, Nate의 모바일포털의 응답시간의 분포가 유의수준 1%하에서도 다름을 알 수 있다. 따라서 모수적 방법과 비모수적 방법의 결과가 모두 3개 모바일포털들의 응답패킷 분포가 다르다는 사실을 알 수 있다. 검정의 결과로 볼 때 Naver의 응답시간분포가 가장 빠르며, 다음은 Nate, 마지막으로 Daum임을 알 수 있다. 이는 히스토그램과 백분위 수를 이용한 결과와 동일하고 Ryu (2014)의 유선 포털의 결과와 정반대이다.[17] 이는 Naver는 유선포탈에서는 콘텐츠를 많이 보여주어 느리지만 무선포탈에서는 무선의 특성을 고려하여 속도를 최대한 빠르게 구현하는 전략을 구사하고 있고, Daum은 이와 반대로 속도의 희생을 무릅쓰고 모바일 포털의 콘텐츠를 중시하는 전략을 구사하고 있음을 알 수 있다.

표 5. 이표본 콜모고로프-스미르노프 검정
Table 5. Two sample Komogorov-Smirnov test statistics

Two samples	Test statistic	Significance
Naver vs Daum	14.094	<0.0001
Naver vs Nate	6.259	<0.0001
Daum vs Nate	12.485	<0.0001

다음으로 중심위치를 비교하기 위해 평균을 비교하였다. 자료를 같은 시간에 측정하였기 때문에, 대응 t검정을 실시하였다. 결과가 표 6에 나와 있다. 결과를 보면 유의수준 5%하에서 Naver, Daum, Nate의 모바일포털의 응답시간의 평균이 다름을 알 수 있다. 평균시간에서도 가장 빠른 응답은 Naver이고 다음이 Nate, 마지막으로 Daum임을 알 수 있다.

표 6. 대응 t 검정
Table 6. Paired t tests

Mobile portals	Test statistic	Significance
Naver - Daum	-14.816	<0.001
Naver - Nate	-1.999	0.046
Daum - Nate	15.303	<0.001

2. 응답시간 분류결과

표 7은 Seow의 분류에 따르는 무선포털의 응답시간 분류결과이다. 응답시간이 가장 늦은 7초 이상에서 10초 사이인 Captive에 속하는 비율이 Naver는 0.74%, Daum이 7.81%, Nate는 0.96%로 Daum이 압도적으로 높아서 Daum의 모바일 포털의 응답속도는 개선이 매우 필요한 수준임을 사실을 알 수 있다.

표 7. Seow의 분류에 따르는 무선포털의 이용 분류결과
Table 7. Use result of mobile portals according to Seow's classification

Category	Response time	Naver	Daum	Nate
Instantaneous	~ 0.2 Second	0.79%	0%	0%
Immediate	0.5~ 1 Second	10.02%	15.30%	14.36%
Continuous	2~ 5 Second	40.89%	35.67%	49.31%
Captive	7~ 10 Second	0.74%	7.81%	0.96%

우리는 Seow의 분류에 기초하여 2초 이하를 “Comfortable"로, 2초~5초를 ”Tolerable"로, 5초~7초를 “Feedback", 7초 이상을 ”Leave"로 분류하였다. 우리의 분류에 따르는 실험결과가 표 8에 나와 있다. Comfortable 비율에서는 Naver가 55.98%, Daum은 35.94%, Nate는 46.73%이므로 추가적인 정보를 수신하면서 사용해야 하는 비율이 Naver가 44.01%, Daum은 64.06%, Nate는 53.28%로 높은 수준을 보이고 있으므로 모바일 포털들이 응답시간을 줄이는 것이 중요한 이슈임 알 수 있다. Feedback 비율에서는 Naver가 1.95%, Daum은 16.70%, Nate는 2.46%로 Daum이 Naver의 8.56배, Nate의 6.78배에 이르러 압도적으로 높아서 Daum은 응답시간 문제가 훨씬 중요함을 말해주고 있다. 특히 Leave 비율에서도 Daum은 11.70%로 10%를 넘었다. 따라서 Daum은 이용자들이 떠나가지 않게 하려면 다른 문제보다 응답시간을 줄이는 문제가 시급한 문제임을 말해 준다.

표 8. 응답시간 분류에 따르는 무선포털의 이용 분류결과
Table 8. Classification of use of mobile portal according to response time classification

Category	Response time	Naver	Daum	Nate
Comfortable	< 2 Second	55.98%	35.94%	46.73%
Tolerable	2~5Second	40.89%	35.66%	49.31%
Feedback	5~7 Second	1.95%	16.70%	2.46%
Leave	> 7 Second	1.18%	11.70%	1.50%

Ⅳ. 결 론

본 논문은 3개의 모바일 포털의 응답시간을 비교하는 논문으로서 자료는 모바일 포털들이 활성화되기 시작되던 즈음인 2012년 4월 18일에 측정하기 시작하여 2018년 4월 17일까지 6년간 측정하였으며, 측정횟수는 4,060회이다. 히스토그램으로 구현한 분포를 보면 Naver가 가장 빠른 응답시간을 Daum이 가장 느린 응답시간을 보이고 있음을 알 수 있다. 백분율로 비교하여도 같은 결과를 보였다. 이론적 검정을 위해 모수적 검정인 카이스케어검정과 비모수적 검정인 K-S 검정 모두 세 분포가 다르다는 결론을 유의수준 1%하에서 내릴 수 있다. 또한 평균들도 유의한 차이가 존재하는 가를 검정하기 위해 대응 t검정을 실시한 결과도 유의수준 5%하에서 Naver가 가장 빠르고, 다음이 Nate, Daum이 가장 느렸다. 이는 유선포털과 정반대 결과로서 Naver는 유선포탈에서는 콘텐츠를 많이 보여주어 느리지만 무선포탈에서는 무선의 특성을 고려하여 속도를 최대한 빠르게 구현하는 전략을 구사하고 있고, Daum은 이와 반대로 속도의 희생을 무릅쓰고 모바일 포털의 콘텐츠를 중시하는 전략을 구사하고 있음을 확인할 수 있었다.

응답시간 분류에서 시스템으로부터 추가적인 정보를 수신하면서 사용해야 하는 비율이 Naver가 44.01%, Daum은 64.06%, Nate는 53.28%로 높은 수준을 보이고 있으므로 모바일 포털들이 응답시간을 줄여야하는 것이 중요한 이슈임 알 수 있다. Leave 비율에서도 Daum은 11.70%로 10%를 넘었다. 따라서 Daum은 이용자들이 떠나가지 않게 하려면 다른 문제보다 응답시간을 줄이는 문제가 시급한 문제임을 알 수 있다.

본 논문은 이용자 관점에서 모바일 포털들의 응답시간을 측정하고 비교하였다. 유선 포털의 결과와 정반대

결과가 나왔으며 Daum의 응답시간이 가장 컸으며 개선이 매우 필요한 수준임을 알 수 있었다. 또한 우리나라의 3개 모바일 포털들의 응답시간은 Seow의 관점으로 볼 때 42% 이상이 피드백이 필요할 정도로 매우 불만족스러운 수준으로 나타나 개선이 시급한 것으로 나타났다. 본 논문의 결과가 3개 모바일 포털들이 응답속도를 높이려는 기술경쟁을 촉진할 수 있기를 기대한다.

References

[1] T. K. Chiew,. Web page performance analysis, PhD Thesis, University of Glasgow, 2009.

[2] J. Han, K. Lee and J. Yang, The effects of the 16-weeks' combined exercise program on metabolic syndrome and autonomic nerve system of low-level physical strength group. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, 23, 895-904, 2012.

[3] J. Hong, *Statistical probability distribution*, Freeacademy, Kyeonggi, 2000.

[4] J. Hong and J. Kim, Nonparametric homogeneity tests of two distributions for credit rating model validation. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, 20, 261-272, 2009.

[5] J. Hoxmeier and C. DiCesare, "System response time and user satisfaction: an experimental study of browser-based applications," *Proceedings of the 4th CollECTeR Conference on Electronic Commerce*, Breckenridge 11 April 2000.

[6] M. H. Hur, *Mathematical statistic*, Parkyoungsa, Seoul, 2011.

[7] Z. Jiang, J. Kim and S. Yoon, The analysis of inequality of firm size distribution. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 12, 2185-2194, 2010.

[8] W. Jin, and D. Kim, "A Design and Implementation of Indoor IoT Resource Control Service using Web-based IETF CoAP Protocol," *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 16(1), pp. 72-82, 2016.
DOI: http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.1.77

[9] I. H. Kim, "Web service, the faster the better," *Proceedings of the DEVIEW* 2012.

[10] T. Kim, Visualization analysis of small and medium enterprises survival distribution after IMF. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 13, 441-455, 2011.

[11] D. Kim and K. Oh, On the equality of two distributions based on nonparametric kernel density estimator. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, 14, 247-255, 2003.

[12] S. Lee, Y. Cho and J. Yang, A study on the effects of a 12-week compound exercise program on obese middle school girls' leptin and insulin levels *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, 23, 787-796, 2012.

[13] C. Park, H. Park and Y. Hong, "Traffic Safety System based on WEB," *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 14(3), pp. 81-88, 2014.
DOI: http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.3.81

[14] W. Press, S. Teukoisky, W. Vettering and B. Flannery, *Numerical recipes in C*. Cambridge University Press, Cambridge, 2002.

[15] G. Y. Ryu, "A study on distribution comparison of response packets for major portal sites." Journal of the Korean Data & Information Science Society, 24:23-3, 2013.

[16] G. Y. Ryu, "A study on comparing response times between Wibro and wired internet using portals." *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, 24:437-444, 2013.

[17] G. Y. Ryu, A study on quality of portals based on probability distributions of response time. *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 44, 33-41, 2014..

[18] G. Y. Ryu, A study on analysis of packet amount of Naver's mobile portal. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, 27, 701-710, 2016.

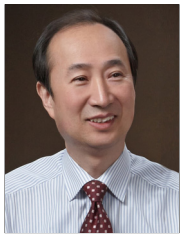
[19] S. C. Seow, Designing and engineering time. Addison-Wesley, Boston, 2008.

[20] M. S. Song, *Mathematical statistic*, Parkyoungsa, Seoul, 2002.

[21] J. Touch, J. Heidemann, and K. Obraczka, "Analysis of HTTP performance," *USC/ISI Research Report* 98-463:1-10, 1998.

저자 소개

류 귀 열(정회원)



- 1991년 : 서울대학교 계산통계학과 박사
- 1992년 : KT 경영연구소 선임연구원
- 1995년 ~ 현재 : 서경대학교 컴퓨터과학과 교수

※ 본 연구는 2016학년도 서경대학교 교내연구비 지원에 의하여 이루어 졌음.