

# 시계열분석을 이용한 건설기술 정보서비스 성과 목표 설정에 관한 연구

정성윤\*, 김진욱  
한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부

## A study on the setting of construction technology information service performance targets using time series analysis

Seong-Yun Jeong\*, Jin Uk Kim  
Department of Future & Smart Construction Research,  
The Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

**요약** 정부는 2002년 3월에 「전자정부 성과관리 지침」을 시행하였다. 누구나 무료로 사용할 수 있도록 서지정보와 원문 자료를 제공하는 건설기술정보시스템도 성과관리 체계 도입이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 시계열분석을 이용한 건설기술 정보서비스 성과 목표 설정에 관한 연구를 수행하였습니다. 이를 위해 전자도서관의 서비스 품질 평가에 사용되었던 SERVQUAL, LibQUAL+ 및 DigiQUAL™ 모델을 준용하여 활용빈도, 제공물량 및 제공품질 등 정보서비스 영역을 설정하였습니다. 그리고 설정한 영역을 토대로 7종의 정보에 대해 2015년부터 매년 이용자 만족도를 조사하였습니다. 또한, 조사 결과를 기초자료로 하여 연도별로 응답자의 인구통계적 특성과 서비스 영역별 이용자 만족도를 분석하였으며, 분석된 자료를 시계열자료로 사용하여 자기상관계수를 추정하였습니다. 자기상관함수와 편자기상관함수가 서로 일치하는지를 비교하여 시계열자료가 적합함을 확인하였다. 모형적합통계량을 측정하여 연구모형의 적합도가 높다는 것을 검증하였다. ARIMA 모형 기반의 시계열분석을 통해 2016년부터 2028년까지 관측치를 추정하였다. 이러한 관측치는 성과 목표를 설정하는 데 활용할 수 있을 것으로 확인하였다.

**Abstract** The Korean government implemented the "e-Government Performance Management Guidelines" in March 2002. The construction technology information system provides bibliographic information and original data for anyone to use for free, but it needs to introduce a performance management system. We conducted a study on setting performance goals for construction technology information services using time series analysis. To this end, the SERVQUAL, LibQUAL+, and DigiQUAL™ models were used to evaluate the service quality of electronic libraries to set information service areas such as frequency of use, quantity provided, and quality provided. Based on the set areas, user satisfaction was surveyed for every year since 2015 for 7 types of information. In addition, using the survey results as basic data, the demographic characteristics of respondents and user satisfaction area were analyzed by service and by year. The autocorrelation coefficient was estimated using time series data. We checked whether the time series data were appropriate by comparing whether the autocorrelation function and partial autocorrelation function matched each other. The model fit statistics were measured to verify that the research model had a high degree of fit. Observations were estimated from 2016 to 2028 through time series analysis based on the ARIMA model. It was confirmed that these observations could be used to set performance goals.

**Keywords** : Time Series Analysis, ARIMA Model, Quantity of Provision, Quality of Provision, Frequency of Use

이 논문은 2023년도 정부(국토교통부)의 출연금으로 한국건설기술연구원이 수행한 "23 건설기술정보 DB 및 서비스 시스템 운영" 과제의 연구임.

\*Corresponding Author : Seong-Yun Jeong(KICT)

email: syjeong@kict.re.kr

Received September 5, 2023

Revised October 4, 2023

Accepted December 8, 2023

Published December 31, 2023

## 1. 서론

한국건설기술연구원에서는 「건설기술진흥법」 제18조(건설기술정보체계의 구축)에 근거하여 2000년부터 건설기술정보시스템을 구축, 운영하고 있다. 이 시스템은 국내 건설 및 엔지니어링 산업의 기술경쟁력을 강화하기 위한 일환으로, 건설 현장에서 필요로 하는 자료를 수집, 가공하여 누구나 사용할 수 있도록 서지정보와 원문 자료를 무료로 서비스하는 시스템이다. 한편, 정부는 2002년 3월에 전자정부 사업 및 지역 정보화 사업의 사전협의와 성과 분석 및 진단의 운영에 필요한 제반 사항을 정한 「전자정부 성과관리 지침」을 시행하였다. 이 지침이 시행되면서 정보화 사업의 성과 목표 및 평가에 관한 관심이 높아지고 있다. 「전자정부 성과관리 지침」을 대비하기 위해 건설기술정보시스템에 적합한 성과 목표가 필요하였다. 하지만, 건설기술정보시스템처럼 불특정 사람을 대상으로 무료 서비스되는 시스템은 객관적이고 정량적인 성과 목표 설정이 쉽지 않다. 다만, 한국건설기술연구원에서는 건설기술정보시스템을 통해 얻는 성과를 평가하고, 서비스 개선에 필요한 요구사항을 수렴하기 위해 2015년부터 매년 정보 종류별로 이용자가 느끼는 만족도를 조사하였다. 조사자료를 토대로 2015년부터 2023년까지의 표본의 인구통계적 특성과 활용빈도, 제공물량 및 제공품질 등 정보서비스 영역별로 만족도 수준을 파악하였다. 본 연구는 수집된 사용자 만족도 수준을 기초자료로 하여 시계열분석을 통해 향후 5년 동안 정보서비스 영역별로 다시 7종의 정보마다 만족도 수준 변화 추이를 예측한 결과를 성과 목표로 설정할 수 있는지를 확인하고자 하였다. 이를 위해 시차 간의 영향을 미치는지를 확인하는 자기상관의 독립성을 분석하였다. 미래 예측모형인 ARIMA를 이용하여 2015년부터 2028년까지의 만족도 수준을 예측하였다. 추정된 예측치와 실제치 간의 차이를 분석하는 성과 목표 모형을 제시하였다. 제시한 성과 목표 모형이 적합한 모형인지를 검증하기 위해 모형 적합 통계량을 추정하였다. 본 연구는 새로운 이론보다는 시계열분석을 이용한 연구이다. 하지만 본 연구 결과를 응용한다면 불특정 이용자를 대상으로 하는 정보시스템의 성과 목표를 설정할 때 본 연구모형을 적용한다면 객관적이고 정량적인 성과 목표를 설정하는 데 일조할 수 있을 것으로 사료된다. 끝으로, 다음과 같은 흐름으로 연구를 진행하였다. 2장에서는 시계열 회귀분석과 ARIMA 모형에 대한 이론과 시계열분석 및 정보서비스 품질과 관련한 선행연구사례를 살펴보았다. 3

장에서는 7종의 정보서비스 만족도 파악을 위해 2015년부터 매년 실시한 설문조사에 참여한 표본의 인구통계적 특성과 정보 이용 만족도 수준을 분석하였다. 4장에서는 2015년부터 2023년까지의 독립변수의 자기상관계수 분석을 통해 연구모형의 예측값이 자가상관 여부를 검증하였다. ARIMA 모형을 진단하기 위한 모형적합통계량을 측정하였다. 계속해서, ARIMA 모형을 이용하여 관측치와 실제치와 비교하여 예측치를 분석하였고, 예측치의 활용 방안을 제시하였다. 끝으로 5장에서는 연구내용을 정리하고, 연구의 한계점과 추가로 필요한 연구내용을 제안하였다.

## 2. 이론 및 선행연구사례 고찰

### 2.1 시계열 회귀분석

미래 예측 기술은 과거 또는 현재에 주어진 상황을 기초로 하여 미래에 일어날 가능성 정도를 예상하는 것을 말한다. 이를 통계학적으로 시간의 흐름에 따라 일정한 시차에서 관측되는 자료가 다음 시차에 예측되는 자료에 영향을 미치는 인과관계의 정도를 분석하여 미래의 예측치를 추정하는 것을 시계열분석이라 한다. 시계열분석을 통해 미래의 예측치를 추정하는 방법으로 자기회귀통합이동평균(AutoRegressive Integrated Moving Average, ARIMA) 모형을 가장 많이 사용한다. ARIMA 모형을 이용하여 미래의 예측치를 추정하기 위한 기본적인 절차는 Fig. 1과 같다.

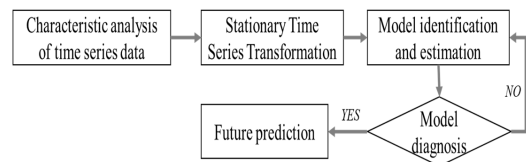


Fig. 1. ARIMA Based Time Series Regression Flow

먼저, 시계열분석에 사용되는 표본의 특성을 빈도, 구성비 등으로 분석한다. 필요에 따라 명목, 서열, 등간, 비율 등의 척도를 사용하여 표본의 특성을 수치로 나타낸다. 본 연구에서는 표본으로 참여한 응답자의 인구통계적 특성에 대해서는 명목척도를 적용하였다. 만족도 수준에 대해서는 서열척도로 5점 배점의 리커트(Likert) 척도를 적용하였다. 두 번째로, 시계열자료는 시간 흐름에 따라 일정하게 오르내림으로 바뀌는 규칙과 우연히 발생

하는 불규칙한 파동을 갖는다. 전자는 장기적으로 추세선을 따라 오르내림을 반복하거나 일정한 파동으로 유지하려는 정상성(stationary)을 갖는 경향이 있다. 반대로, 후자는 단기적으로 예측이 쉽지 않은 변동을 갖는 비정상성 추세 특성을 보인다. 정확한 예측을 위해서는 비정상성 추세를 정상성으로 변환해야 한다. 이 단계에서는 정상성과 비정상성 시계열을 식별하고 자기상관함수(AutoCorrelation Function, ACF)와 편자기상관함수(Partial ACF, PACF)가 서로 일치하는지를 비교하여 시계열자료가 적합한지를 확인한다. 추정단계에서는 ACF와 PACF를 통해 자기회귀(AutoRegressive, AR) 모형, 이동평균(moving average, MA) 모형, 자기회귀이동평균(ARMA) 모형 중 적합한 모형을 선택하여 과거의 실제치나 오차값을 기초자료로 하여 미래의 예측치를 추정한다. 또는 과거의 실제치와 오차값을 종합적으로 계산하여 미래의 예측치를 추정한다. 다음으로, 진단단계에서는 추정한 모형이 적합한지를 진단하기 위해 모형적합통계량을 추정한다. 모형적합통계량으로는 정상  $R^2$ , 평균 제곱근오차(Root Mean Square Error, RMSE), 평균 절대 퍼센트 오차(Mean Absolute Percentage Error, MAPE), 평균 절대 오차(Mean Absolute Error, MAE), 최대 절대 퍼센트 오차(Max Absolute Percentage Error, MaxAPE), 최대 절대 퍼센트 오차(MaxAE), 정규화된 BIC(Normalized Bayesian Information Criterion) 등 척도를 사용한다. 끝으로, 미래 예측단계는 시계열자료에 대해 통계적 예측에 많이 사용되는 ARIMA 모형을 통해 전달되는 예측치를 토대로 최소평균자승오차(Minimum Mean Square Error), 최적 예측, 예측 오차 등을 이용하여 예측력을 평가한다.

## 2.2 선행연구사례 고찰

본 연구는 시계열분석을 통해 건설기술정보시스템에서 제공되는 정보서비스 품질에 대해 이용자 만족도를 기초로 성과 목표 모형을 마련하고자 하였다. 이를 위해 다음과 같이 유사한 연구사례가 있는지를 확인하였다. 먼저, DeLone and McLean[1]은 정보시스템의 성공모델로, 시스템 품질, 정보 품질, 시스템 이용, 사용자 만족, 개인적 영향, 조직적 영향 등 6가지의 지표를 제시하였다. 국내에서 많은 연구논문이 이 지표를 준용하여 정보시스템뿐만 아니라 조직 특성, 특정 업무의 성공 요인을 평가하는데 응용하였다. 예를 들어, 공공도서관의 서비스 품질을 평가하기 위해 SERVQUAL, LibQUAL+ 및 DigiQUAL<sup>TM</sup>, DL-SQI, E-Metric, EQUINX, Library

E-SERVQUAL을 여러 유형의 연구모형으로 발표하였다. 대표적으로 SERVQUAL은 경영 분야의 서비스 품질 평가를 위해 고안되었고, 접근성, 의사소통, 경쟁력, 공손함, 신용도, 신뢰성, 반응성, 안정성, 유형성, 고객에 대한 이해 등 10가지의 서비스 품질 지표가 제시되었다[2,3]. LibQUAL+은 SERVQUAL의 서비스 품질을 근간으로 하여 서비스 영향, 도서관 장소 및 정보 통제의 대표영역을 두었고, 다시 영역에 따라 도서관의 특성을 반영한 19개의 세부 평가항목을 설정하였다[4,5]. DigiQUAL<sup>TM</sup>도 SERVQUAL과 LibQUAL+의 기본 개념을 계승하여 전자도서관의 특성을 고려한 접근성, 탐색성, 상호운용성, 컬렉션 구축, 자원 사용, 컬렉션 평가, 이용자/개발자/검토자를 위한 소통, 저작권, 협회 역할, 지속 가능한 디지털도서관 등을 평가항목으로 사용한 서비스 품질 모형을 제시하였다[6-8]. 한편, 시계열분석을 이용한 도서관의 서비스 품질과 관련해서는 이경진 외[9]는 2014년부터 6년간에 공공도서관의 방문자와 자료실 이용자 규모가 미치는 문화 및 도서 프로그램 요인, 도서관 운영 요인, 이용자 활동 요인, 시설 규모 등 영향 요인을 시계열 모형으로 분석하였다. 우경숙 외[10]는 시계열분석을 통해 국내 보건복지 분야의 91건의 논문을 대상으로 논문 추세 현황을 파악하였다. 한편, 황재영 외[11]의 국가과학기술전자도서관 고객만족지수 측정, 김선애[12]의 대학 도서관의 이용자 만족도와 충성도 측정, 이용성[13]의 신규 전자도서관 시스템의 만족도 조사에 관한 연구, 박상욱 외[14]는 전문도서관의 문화행사에 대한 이용자의 도서관 만족도 및 인식도 분석 등처럼 많은 연구논문은 시계열분석보다는 다중회귀모형을 이용하여 이용자 만족도에 미치는 영향 요인과 강도를 측정하였다. 앞의 연구 사례처럼 시계열분석을 통한 건설기술정보시스템과 같이 전문 정보서비스를 위한 성과 목표 설정에 관한 연구사례는 아직 국내에서는 없는 것으로 사료된다.

## 3. 표본의 특성 분석

### 3.1 응답자의 인구통계적 특성

한국건설기술연구원에서는 2015년부터 2023년까지 매년 300명의 모집단을 표본으로 하여 설문조사를 실시하였다. 설문에 참여한 응답자의 인구통계적 특성에 관한 정보를 수집하였다. Table 1은 연차별 응답자의 인구통계적 특성을 정리한 것이다. 기관 유형으로는 중소기업의 종사자가, 업무 분야에는 엔지니어링이, 연령으로

는 40대가, 건설 경력으로는 10년에서 20년 사이가 응답자가 가장 많이 설문에 응하였다.

Table 1. Respondent Characteristics Survey Results

Division	Items	Percentage by year(%)										Mean
		'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23		
Type of agency (A)	A-1	63.1	70.3	72.3	58.0	64.4	67.7	67.0	63.3	52.3	64.3	
	A-2	19.9	14.3	12.0	15.7	12.0	9.7	8.0	8.0	14.3	12.7	
	A-3	11.2	10.7	11.4	12.3	8.0	5.3	6.3	10.7	12.3	9.8	
	A-4	0.0	0.0	0.0	7.3	10.3	4.0	12.0	8.7	10.3	5.8	
	A-5	0.0	0.0	0.0	6.7	5.3	12.3	5.0	8.0	8.7	5.1	
	A-6	5.8	4.7	4.3	0.0	0.0	1.0	1.7	1.3	2.0	2.3	
Field of work (B)	B-1	43.6	44.3	31.3	42.3	34.3	41.3	33.3	18.7	59.0	38.7	
	B-2	23.4	19.0	27.7	19.4	10.0	15.3	5.3	11.3	14.0	16.2	
	B-3	19.2	27.0	37.3	32.3	34.4	22.7	35.4	28.0	12.3	27.6	
	B-5	13.8	9.7	3.7	6.0	21.3	20.7	26.0	42.0	14.7	17.5	
Age (C)	C-1	11.9	9.0	11.0	11.3	16.3	19.0	15.7	15.7	11.0	13.4	
	C-2	30.1	32.7	29.7	26.0	20.7	21.3	19.0	19.0	30.3	25.4	
	C-3	32.1	33.7	34.0	41.7	41.0	28.7	45.3	45.3	42.0	38.2	
	C-4	26.0	24.7	25.3	21.0	22.0	31.0	20.0	20.0	16.7	23.0	
Construction career (D)	D-1	24.7	28.0	20.3	22.7	26.0	34.3	35.7	28.3	37.3	28.6	
	D-2	17.6	17.3	24.7	19.7	15.7	16.7	12.7	20.3	36.7	20.2	
	D-3	27.6	32.3	33.7	32.3	35.3	20.7	42.7	35.7	9.0	29.9	
	D-4	30.1	22.3	21.3	25.3	23.0	28.3	9.0	15.7	17.0	21.3	

(A-1(Small business), A-2(Major company), A-3(Public institutions), A-4(Self-employment), A-5(Educational institution), A-6(Others), B-1(Engineering), B-2(Construction), B-3(General management), B-5(Others), C-1(Under 30), C-2(31-40 years old), C-3(41-50 years old), C-4(51+), D-1(5 years or less), D-2(6-10 years), D-3(11-20 years), D-4(21+ years))

### 3.2 이용자 만족도 특성

설문조사 과정에서 설문 항목이 많거나 설문 내용이 어려우면 응답을 회피하는 것을 방지하기 위해 응답자가 느끼는 만족도 수준에 따라 1(매우적음/매우낮음), 2(적음/낮음), 3(보통), 4(많음/적합), 5(매우많음/매우적합) 등 5점 서열척도 중 하나를 써넣도록 하였다. 시계열자료에는 빠진 정보가 없어야 한다. 이를 보완하기 위해 자료 전처리 과정에서는 2016년부터 2018년까지 건설공사기준, 훈령예규지침/행정규칙, 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가 등 3종의 정보에 대한 만족도 조사가 이루어지지 않아 전년도의 만족도 수준을 그대로 사용하였다. 더불어 2015년부터 2018년까지는 건설안전/재난재해, 중소기업지원정보, 코로나19 대응정보, 건설기술동향 등이 추가되었고, 이를 기타 정보로 묶었다. 조사 연도에서 빠진 기타 정보에 대해서는 나머지 연도의 기타 정보의 평균치를 적용하였다. Table 2에서 보면 활용빈도에 대한 전체 만족도가 3.9 수준으로 파악되었다. 또한, 건설공사기준과 훈령예규지침/행정규칙의 만족도가 상당히 높았다.

Table 2. Level of satisfaction with frequency of use by year

Division	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	Mean
I-1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.1	4.0	4.2	4.4	4.1
I-2	3.4	3.4	3.4	3.4	4.0	3.9	4.0	4.1	4.4	3.8
I-3	3.4	4.0	4.1	3.7	4.1	3.7	4.2	4.4	4.2	4.0
I-4	3.6	3.9	4.0	3.8	4.0	4.0	4.0	4.2	4.3	4.0
I-5	3.3	3.7	3.9	3.6	3.9	4.0	4.2	4.3	4.1	3.9
I-6	3.3	3.7	3.9	3.6	4.0	3.9	4.2	4.3	4.3	3.9
I-7	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	3.7	4.0	4.2	4.1	4.0
I-8	3.5	3.8	3.9	3.7	4.0	3.9	4.1	4.2	4.2	3.9

(I-1(Construction Standards), I-2(Orders and Regulations Guidelines/ Administrative Rules), I-3(Standard Standards/New Technology Standards/Standard Market Unit Price), I-4(Technical Case Information), I-5(Construction construction cost reduction), I-6(construction/business/ policy/technical report), I-7(Others), I-8(Mean by year))

다음으로, 제공물량에 대한 전체 만족도는 활용빈도와 같이 3.9 수준으로 파악되었고, 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가가 가장 높은 만족도를 보였다. 건설공사기준과 건설공사원가절감가는 그다음으로 만족도가 높았다.

Table 3. Level of satisfaction with the quantity of provision by year

Division	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	Mean
I-1	3.8	3.8	3.8	3.8	4.0	4.1	4.1	4.5	4.4	4.0
I-2	3.6	3.6	3.6	3.6	4.0	4.1	4.2	4.4	3.9	3.9
I-3	3.7	3.9	3.4	3.8	4.0	4.1	3.9	4.5	4.5	4.0
I-4	3.1	3.7	3.2	3.7	3.9	3.9	4.2	4.4	4.1	3.8
I-5	3.0	3.5	3.2	4.1	3.9	3.9	3.8	4.4	4.4	3.8
I-6	3.0	3.6	3.1	3.6	3.9	3.9	4.2	4.1	3.8	3.7
I-7	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	3.9	4.1	4.1	3.8	3.9
I-8	3.4	3.7	3.5	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.1	3.9

제공품질에 있어서는 전체는 4.1로 매우 적합한 수준으로 파악되었으며 정보 종류별로도 모두 적합한 수준이라고 응답하였다.

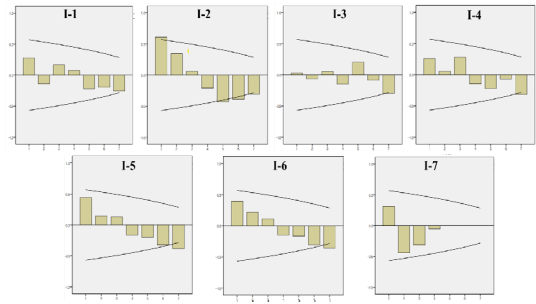
Table 4. Level of satisfaction with the quality of provision by year

Division	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	Mean
I-1	3.88	3.88	3.88	3.88	4.25	4.32	3.94	4.46	4.48	4.1
I-2	3.78	3.78	3.78	3.78	4.21	4.27	4.14	4.36	4.26	4.0
I-3	3.72	4.03	4.16	3.86	4.19	4.27	3.84	4.54	4.48	4.1
I-4	3.57	3.94	4.04	3.84	4.13	4.25	4.05	4.52	4.28	4.1
I-5	3.44	3.78	4.03	3.73	4.04	4.29	3.77	4.42	4.47	4.0
I-6	3.49	3.85	4.03	3.78	4.09	4.34	4.08	4.33	4.27	4.0
I-7	4.18	4.18	4.18	4.18	4.06	4.26	4.01	4.29	4.26	4.2
I-8	3.7	3.9	4.0	3.9	4.1	4.3	4.0	4.4	4.4	4.1

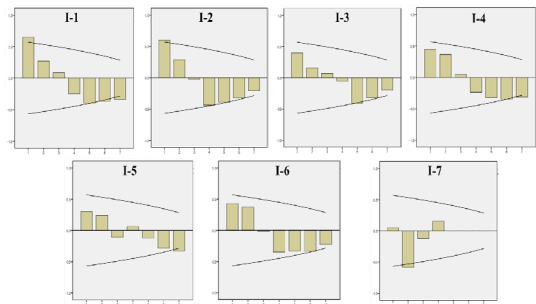
### 4. 시계열 모형 검증

#### 4.1 자기상관계수 분석

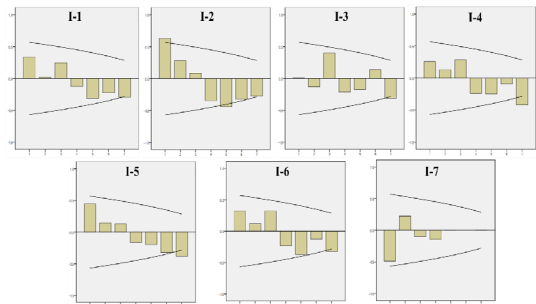
시계열분석에서 자기상관계수(AutoCorrelation Coefficient, ACC)는 주어진 변수에서 정해진 시차 간에 특성을 모형화하여 현재 시점의 값과 이전 또는 다음 시차 간에 연관관계의 밀접한 정도를 수치로 나타내는 모형이다[15]. 즉, 특정 시차에서 시계열자료의 변수와 상관관계가 있는 경우에 ACC를 추정할 수 있다. ACC가 없는 경우를 백색잡음(white noise)이라고 한다. 백색잡음은 정상성 시계열을 갖는다. 또한, Ljung-Box Q 통계량은 시차 1에서 마지막 시차(m)까지에 모든 ACC가 0인가를 판단하는 척도를 말한다. 백색잡음은 보통 Ljung-Box Q 통계량에서 유의수준인 0.05를 초과하면 해당 시차에 외부적인 영향을 받더라도 다음 시차에 영향을 미치지 않아 백색잡음의 독립성 측면에서 만족스러운 모형이라고 본다. 본 연구에서는 Ljung-Box Q 통계량의 유의수준의 범위는 0.12에서 0.98 사이에 존재하므로 유의수준인 0.05보다 크기 때문에 다음 시차에 영향을 주지 않는 백색잡음의 독립성이 있는 모형이라고 해석할 수 있다. 한편, 어느 시차까지 ACC가 영향을 미치지지를 함수 형태로 나타낸 것을 ACF라 하고, 특정 시차에서의 ACF를 그래프로 나타낸 것을 상관도표(correlogram)라고 한다. ACF와 상관도표는 0 값을 기준으로 대칭적으로 표시된다. Fig. 2~ Fig. 7은 7종의 정보에 대해 활용빈도, 제공물량 및 제품품질 관점에서 연차별 상관도표를 나타낸 것이다. 상관도표에서 X축은 연차를, Y축은 ACF와 PACF를 의미한다. 막대 모양은 ACF의 크기를, 그래프 곡선은 신뢰한계의 상한과 하한을 표시한 것이다. 이들 상관도표를 보면 모든 신뢰한계선이 시간이 흐를수록 점진적으로 0(영)에 근접한 형태를 보인다. 이러한 그래프 형태는 자기회귀 프로세스의 특징을 가지고 있다고 본다. 비록 I-2에서 I-6까지 일부 연차에서는 그래프 곡선이 신뢰한계선 범위 밖으로 나왔다. 이는 비정상 시계열자료임을 의미한다[16]. 하지만, Fig. 5, Fig. 6 및 Fig. 7에서는 PACF가 신뢰한계를 넘지 않았음을 알 수 있다. 따라서 시계열자료가 연차별로 영향을 받지 않으므로 본 연구의 모형 예측값은 자기상관이 없다고 해석할 수 있다.



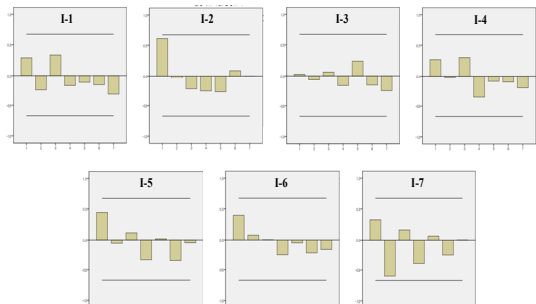
※ X-axis: annual leave, Y-axis: ACF, unit: score  
Fig. 2. ACF for utilization frequency



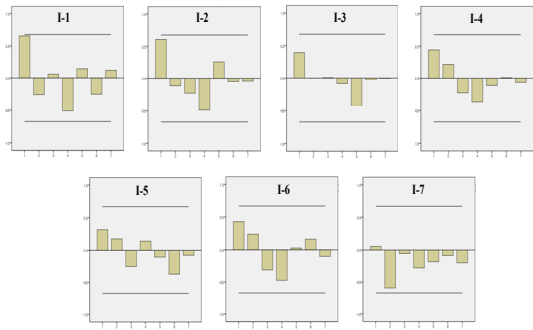
※ X-axis: annual leave, Y-axis: ACF, unit: score  
Fig. 3. ACF for provision quantity



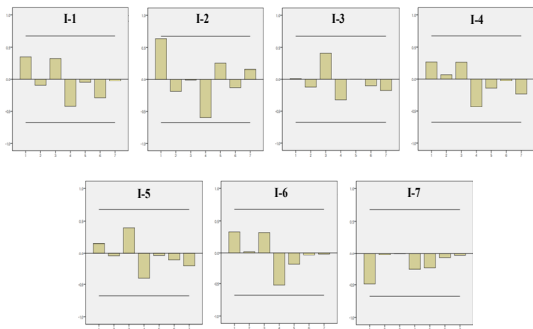
※ X-axis: annual leave, Y-axis: ACF, unit: score  
Fig. 4. ACF for provision quality



※ X-axis: annual leave, Y-axis: PACF, unit: score  
Fig. 5. PACF for utilization frequency



※ X-axis: annual leave, Y-axis: PACF, unit: score  
 Fig. 6. PACF for provision quantity



※ X-axis: annual leave, Y-axis: PACF, unit: score  
 Fig. 7. PACF for provision quality

다음으로, 서정민[16]에서 정리한 시계열분석 진단을 위한 모형 검증 지표를 적용하여 Table 5, 6 및 7과 같이 자기회귀통합이동평균(AutoRegressive Integrated Moving Average, ARIMA) 모형을 진단하기 위한 모형 적합통계량을 얻었다. 정상  $R^2$ 는 시차에 상관없이 시계열 특성이 일정한 정도를 나타내는 척도로서, 양의 값을 가지면서 1에 가까울수록 해당 모형은 기준선 모형보다 적합도가 좋다고 본다. 이들 Table에서 보면 모두 양의 값을 가졌고, 제공물량의 기타 정보를 제외하곤 모두 0.5 이상이므로 설명력이 있다고 볼 수 있다. RMSE는 실제치와 관측치 간의 편차가 얼마인가를 알려주는데 사용되는 척도를 말한다. RMSE 값이 작을수록 잘못된 편차도 작아지고 그만큼 예측력은 높아진다고 해석할 수 있다. 반대로, RMSE 값이 매우 커지면 이상치가 있다고 본다. 본 연구에서는 0.05%에서 0.43% 사이로 이상치가 존재하지 않아 예측력은 높다고 볼 수 있다. MAPE는 관측치에 대한 상대적 예측치의 오차를 측정하는 척도로서 예측치의 적절성을 판단하는 데 사용한다. MAPE 값이 작을수록 관측치와 예측치 간의 차이가 작아지므로 적합도가 좋은 모형임을 측정한다. MAPE 값이 10% 이내이면

적절한 모형이라고 본다[16]. 본 연구에서는 0.6%에서 4.89% 사이에 존재하므로 적절한 모형으로 볼 수 있다. MAE는 실제치와 예측치 간의 차이를 절댓값의 평균을 계산하여 예측 수준에서 얼마나 달라지는지에 대한 척도를 의미한다. 본 연구에서 MAE는 0.02에서 0.18 사이에 있어 매우 작은 값을 가지므로 적절한 모형이라 해석할 수 있다. MaxAPE는 퍼센트로 표현되는 최대 예측 오차를 말하고, MaxAP는 절대 오차의 최댓값을 의미한다. MaxAPE와 MaxAP는 최악의 상황을 설정한 후에 예측치를 추정하는 데 유용하게 사용된다. 끝으로, NBIC는 정규화된 Bayesian 정보 기준으로, 모형의 전반적인 적합도를 판단하는 척도를 말한다. MBIC가 작은 값을 가질수록 적합한 모형이라고 판단한다[14].

Table 5. Model Statistics of Utilization Frequency

Division	Model adjusted statistics						
	Stationary $R^2$	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	MBIC
I-1	0.87	0.16	1.88	0.08	4.47	0.18	-2.23
I-2	0.91	0.20	2.61	0.10	5.58	0.22	-1.75
I-3	0.55	0.34	4.22	0.16	12.13	0.41	-0.72
I-4	0.78	0.16	1.93	0.07	5.10	0.18	-2.14
I-5	0.58	0.33	4.35	0.16	11.58	0.38	-0.73
I-6	0.72	0.29	3.67	0.14	10.25	0.34	-1.00
I-7	0.44	0.16	1.91	0.08	4.07	0.16	-2.26

Table 6. Model statistics of provision quantity

Division	Model adjusted statistics						
	Stationary $R^2$	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	MBIC
I-1	0.87	0.16	1.88	0.08	4.47	0.18	-2.23
I-2	0.63	0.32	4.27	0.17	7.56	0.28	-0.82
I-3	0.87	0.20	2.45	0.10	4.47	0.17	-1.80
I-4	0.88	0.24	4.89	0.18	9.99	0.37	-2.37
I-5	0.87	0.29	3.13	0.10	14.94	0.44	-1.02
I-6	0.60	0.43	4.81	0.16	21.51	0.65	-0.21
I-7	0.11	0.15	1.70	0.07	3.82	0.16	-2.40

Table 7. Model statistics of provision quality

Division	Model adjusted statistics						
	Stationary $R^2$	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	MBIC
I-1	0.80	0.19	2.11	0.09	5.01	0.22	-1.83
I-2	0.76	0.20	2.44	0.10	4.90	0.21	-1.72
I-3	0.89	0.16	1.90	0.08	4.27	0.16	-2.25
I-4	0.72	0.24	3.04	0.12	7.78	0.28	-1.41
I-5	0.79	0.26	3.28	0.13	7.26	0.25	-1.25
I-6	0.66	0.27	3.35	0.13	9.00	0.31	-1.15
I-7	0.87	0.05	0.59	0.02	1.72	0.07	-4.35

이처럼 모형적합통계량을 종합적으로 볼 때 본 연구의 모형은 적합도가 높다고 볼 수 있다.

### 4.2 예측치 분석

예측치를 추정하기 위해서는 시계열자료가 정상적인 지를 확인해야 한다. 이를 위해 보편적으로 ARIMA 모형을 사용한다. 이 모형은 50개 이상의 시계열자료를 권장하나 선일석 외[17]처럼 본 연구에서는 9개의 변량을 가지고서 시계열을 분석하는 단순한 변량 모델이므로 시계열 예측이 가능하다고 보았다. Table 8, 9 및 10은 2023 까지 관측치를 나타낸 것이다. 이 관측치와 Table 2, 3 및 4의 실제치와 비교하면 약간의 차이는 있으나 대체로 인접한 범위에 존재하는 것을 볼 수 있다. 또한, Table 11, 12 및 13은 2024년부터 향후 5년간의 예측치를 나타낸 것이다. 예측치는 상한과 하한 신뢰한계 내에 존재하였다. 전체적으로 예측치는 증가하는 추세를 갖는다. 따라서 성과 목표를 설정할 때 Table 11, 12 및 13을 기준으로 목표를 상향으로 잡는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 다만, 만족도 수준이 5점 배점의 서열척도를 사용하였는데 제공물량의 표준편차/표준시장단가의 예측치와 일부 정보의 상한 신뢰한계가 5점을 초과한 경우가 있다. 최대 상한선을 지정하지 않아 나타난 현상으로 볼 수 있다.

Table 8. Prediction results of utilization frequency by 2023

Division	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
I-1	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.2	4.1	4.2
I-2	3.49	3.56	3.63	3.71	3.88	4.03	4.17	4.3
I-3	3.47	3.75	3.95	4.06	4.07	4.16	4.15	4.23
I-4	3.61	3.78	3.91	4.02	4.03	4.11	4.18	4.21
I-5	3.38	3.6	3.79	3.93	3.98	4.09	4.18	4.29
I-6	3.39	3.58	3.78	4.01	3.99	4.18	4.19	4.32
I-7	3.98	3.99	3.99	3.99	3.94	3.87	3.97	4.11

Table 9. Prediction results of provision quantity by 2023

Division	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
I-1	3.86	3.9	3.95	3.99	4.09	4.18	4.25	4.38
I-2	3.67	3.72	3.77	3.82	3.95	4.06	4.18	4.3
I-3	3.81	3.95	3.91	3.97	4.07	4.17	4.26	4.35
I-4	3.25	3.47	3.86	3.76	3.88	4.13	4.16	4.29
I-5	3.11	3.39	3.66	3.63	3.98	4.17	4.34	4.34
I-6	3.13	3.45	3.55	3.63	3.79	3.95	4.08	4.25
I-7	3.92	3.93	3.92	3.93	3.73	3.94	4.17	4.00

Table 10. Prediction results of provision quality by 2023

Division	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
I-1	3.96	4.00	4.05	4.1	4.15	4.26	4.38	4.38
I-2	3.86	3.9	3.94	3.97	4.13	4.23	4.28	4.38
I-3	3.79	3.94	4.07	4.19	4.18	4.26	4.42	4.3
I-4	3.65	3.79	3.97	4.19	4.13	4.21	4.44	4.29
I-5	3.53	3.71	3.88	4.07	4.08	4.16	4.41	4.31
I-6	3.58	3.76	3.92	4.08	4.09	4.17	4.35	4.38
I-7	4.19	4.19	4.19	4.2	4.23	4.15	4.25	4.14

Table 11. Prediction of utilization frequency for the next 5 years

Division		'24	'25	'26	'27	'28
I-1	Prediction	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5
	UCL	4.63	4.67	4.71	4.75	4.79
	LCL	3.98	3.99	4.03	4.07	4.11
I-2	Prediction	4.44	4.58	4.72	4.86	4.99
	UCL	4.94	5.08	5.22	5.35	5.49
	LCL	3.94	4.08	4.22	4.36	4.50
I-3	Prediction	4.34	4.4	4.47	4.54	4.61
	UCL	5.09	5.15	5.23	5.30	5.36
	LCL	3.59	3.65	3.71	3.78	3.86
I-4	Prediction	4.28	4.35	4.41	4.48	4.54
	UCL	4.63	4.71	4.77	4.83	4.90
	LCL	3.93	4.00	4.06	4.12	4.18
I-5	Prediction	4.45	4.48	4.6	4.7	4.8
	UCL	4.96	5.00	5.12	5.21	5.32
	LCL	3.93	3.97	4.08	4.18	4.29
I-6	Prediction	4.49	4.54	4.67	4.77	4.88
	UCL	4.92	5.00	5.14	5.24	5.35
	LCL	4.05	4.08	4.20	4.30	4.41
I-7	Prediction	4.05	4.05	4.06	4.07	4.08
	UCL	4.45	4.50	4.52	4.53	4.55
	LCL	3.64	3.60	3.60	3.61	3.62

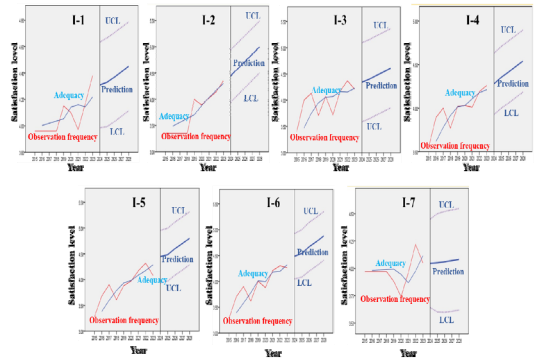
Table 12. Prediction of provision quantity for the next 5 years

Division		'24	'25	'26	'27	'28
I-1	Prediction	4.47	4.56	4.65	4.74	4.83
	UCL	4.83	4.93	5.02	5.11	5.20
	LCL	4.10	4.19	4.28	4.37	4.46
I-2	Prediction	4.37	4.45	4.55	4.65	4.74
	UCL	5.05	5.13	5.22	5.32	5.41
	LCL	3.70	3.78	3.88	3.97	4.07
I-3	Prediction	4.47	4.58	4.68	4.78	4.88
	UCL	5.13	5.24	5.33	5.43	5.53
	LCL	3.81	3.92	4.02	4.12	4.22
I-4	Prediction	4.68	4.53	4.85	4.88	5.08
	UCL	5.22	5.13	5.48	5.52	5.73
	LCL	4.15	3.94	4.21	4.24	4.44
I-5	Prediction	4.54	4.7	4.85	5	5.15
	UCL	5.27	5.46	5.62	5.78	5.93
	LCL	3.80	3.94	4.07	4.22	4.37
I-6	Prediction	4.4	4.44	4.58	4.7	4.82
	UCL	5.24	5.28	5.42	5.54	5.66
	LCL	3.55	3.60	3.74	3.86	3.98
I-7	Prediction	3.68	3.66	3.64	3.62	3.59
	UCL	3.99	4.32	4.51	4.66	4.78
	LCL	3.37	3.01	2.77	2.57	2.40

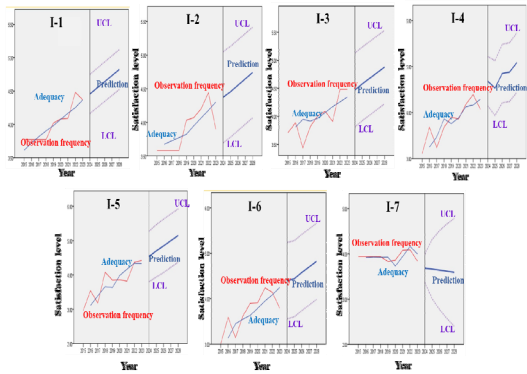
Table 13. Prediction of provision quality for the next 5 years

Division		'24	'25	'26	'27	'28
I-1	Prediction	4.48	4.57	4.65	4.73	4.81
	UCL	4.99	5.08	5.16	5.24	5.32
	LCL	3.97	4.06	4.14	4.22	4.29
I-2	Prediction	4.44	4.52	4.61	4.69	4.77
	UCL	4.86	4.95	5.03	5.11	5.19
	LCL	4.02	4.10	4.18	4.26	4.35
I-3	Prediction	4.43	4.53	4.59	4.66	4.72
	UCL	5.07	5.18	5.25	5.32	5.38
	LCL	3.79	3.88	3.93	4.00	4.07
I-4	Prediction	4.57	4.52	4.68	4.72	4.83
	UCL	4.96	4.96	5.15	5.19	5.31
	LCL	4.17	4.08	4.21	4.24	4.35
I-5	Prediction	4.44	4.58	4.66	4.76	4.85
	UCL	5.09	5.24	5.33	5.43	5.53
	LCL	3.79	3.92	3.98	4.09	4.18
I-6	Prediction	4.5	4.54	4.64	4.73	4.81
	UCL	4.98	5.03	5.14	5.22	5.30
	LCL	4.03	4.06	4.15	4.23	4.32
I-7	Prediction	4.17	4.22	4.21	4.22	4.22
	UCL	4.44	4.50	4.49	4.50	4.50
	LCL	3.91	3.94	3.92	3.93	3.94

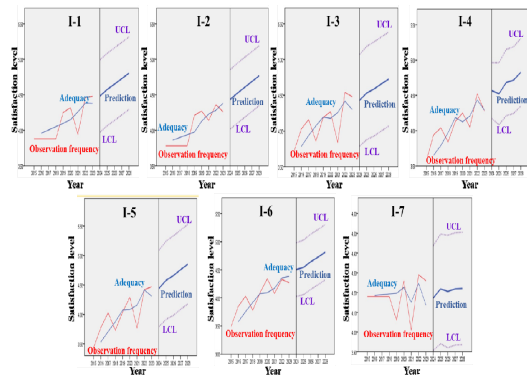
Fig. 8, Fig. 9 및 Fig. 10은 Table 8에서 Table 13을 기초자료로 하여 ACF에 영향을 받는 2016년부터 2028년까지 관측치와 예측치의 시차 변화에 따른 만족도 추세 그래프이다. 추세 그래프에서 X축은 연차를, Y축은 만족도 수준을 나타낸 것이다. 2016년부터 2023년까지는 적절성과 관측 주기를 추세선으로 표시하였다. 2024년부터 5년간은 예측치와 신뢰한계 상한/하한(UCL/LCL)에 대한 추세선을 나타낸 것이다. 이 추세 그래프를 보면 모든 만족도 수준이 일정한 추세로 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한, 적절성과 관측 주기는 변동성 차이는 있으나 중첩되어 있다. 향후 5년간의 예측치는 대부분 증가 추세를 보이거나 기타 정보는 일정한 수준을 유지하거나 다소 감소하는 추세를 보였다. 따라서 기타 정보의 성과 목표는 전년도와 비슷하게 설정하고, 나머지 정보는 늘어난 목표를 설정하는 것이 바람직하다. 이처럼 추세선을 성과 목표로 설정한다면 전문 지식을 갖지 않은 이해관계자도 쉽게 실제치 및 예측치를 쉽게 이해할 수 있을 것으로 본다. 이처럼 Table 11~13과 Fig. 8~10과 같이 시계열분석을 통해 얻은 예측치를 「전자정부 성과관리 지침」에서 권장하는 성과 목표로 설정한다면 보다 객관적인 목표치로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.



※ X-axis: annual leave, Y-axis: satisfaction level  
Fig. 8. Trends in Observed and Predicted Values of Utilization Frequency



※ X-axis: annual leave, Y-axis: satisfaction level  
Fig. 9. Trends in Observed and Predicted Values of provision quantity



※ X-axis: annual leave, Y-axis: satisfaction level  
Fig. 10. Trends in Observed and Predicted Values of provision quality



## 5. 결론

2002년 3월에 시행한 「전자정부 성과관리 지침」에 대비하여 건설기술정보시스템에서 제공되는 정보서비스 품질에 대해 이용자 만족도를 기초로 성과 목표 모형을 마련하고자 하였다. 이를 위해 전자도서관의 서비스 품질 평가에 사용되었던 SERVQUAL, LibQUAL+, 및 DigiQUAL™ 모형을 준용하여 성과평가에 필요한 항목으로 활용빈도, 제공물량, 제공품질 등 3가지 영역을 설정하였다. 설정한 항목을 기초로 하여 2015년부터 2023년까지 매년 설문조사를 실시하였다. 응답자의 인구통계적 특성과 7종의 정보에 대한 만족도 수준을 분석하였다. 대체로 만족도나 적합도가 높은 수준에 있는 것으로 보였다. 이러한 분석자료를 시계열자료로 사용하여 ACC, ACF, PACF, Ljung-Box Q 통계량과 유의수준을 추정하여 해당 시차에 외부적인 영향을 받더라도 다음 시차에 영향을 미치지 않아 시계열자료는 백색잡음의 독립성을 갖는 것으로 확인하였다. 또한, 정상 R2, RMSE, MAPE, MAE, MBIC 등 모형적합통계량을 통해 연구모형의 적합도가 높다고 진단하였다. 시계열자료가 정상적 인지를 확인하기 위해 ARIMA 모형을 사용하였다. 그리고 2016년부터 2028년까지의 관측치와 예측치를 추정하였다. 기타 정보를 제외한 나머지는 예측치가 증가하는 추세를 보였다. 이러한 예측치는 성과 목표를 설정하는 데 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구 결과는 새로운 이론을 제시하기보다는 불특정 이용자를 대상으로 하는 정보시스템의 성과 목표를 설정할 때 본 연구모형을 통해 얻은 예측치를 적용한다면 객관적이고 정량적인 성과 목표를 설정할 수 있다는 점에서 본 연구의 의의를 두고 있다. 또한, 본 연구와 같이 시계열분석을 통한 예측치를 성과 목표로 설정하는 연구사례는 국내에서 아직 없는 것으로 판단된다.

끝으로, 본 연구는 다음과 같은 제약과 추가적인 연구 등 향후 연구 방향이 필요할 것으로 판단된다. 먼저, 평가항목에 있어서 본 연구에는 응답자의 설문 누락을 고려하여 3가지 영역만을 설정하였다. 하지만 좀 더 현실적인 만족도를 파악하기 위해서는 평가항목을 좀 더 구체화할 필요가 있다. 두 번째로는 본 연구에서 만족도 수준을 5점 배점의 서열척도를 사용하였고, 대체로 만족도 수준이 높은 것으로 확인하였다. 이러한 사유로 일부 정보의 예측치와 상한 신뢰한계가 만점을 초과하는 경우가 있다. 이를 개선하기 위해서는 5점 배점보다는 7점, 9점 등 배점 간격을 세분화할 필요가 있다. 더불어, 본 연구

는 활용빈도, 제공물량, 제공품질 등의 영역을 독립적으로 추정하였으나 영역 간의 중요도가 다를 수 있다. 이를 반영하기 위해서는 계층화 분석(Analytic Hierarchy Process) 기법을 사용할 필요가 있다. 또한, 본 연구에서는 성과 목표로 삼은 예측치는 전문 지식을 갖지 않은 사람에게는 여전히 이해가 쉽지 않다. 따라서 예측치를 누구나 쉽게 이해하기 위해서는 금전적으로 표시하는 것도 고려할 필요가 있다. 이를 위해서 조건부 가치평가법(Contingent Valuation Method)을 이용한 지불의사액(Willingness To Pay)으로 만족도 수준을 화폐가치로 환산하는 연구가 추가로 필요할 것으로 사료된다.

## References

- [1] DeLone, W. H., E. R. McLean, "The DeLone and McLean of Information System Success: A Ten-Year Update", *Journal of Management Information Systems*, vol. 19, no. 4, pp. 9-30, 2003.
- [2] A. Parasuraman, V. A. Zeithaml, L. L. Berry, "A conceptual model of service quality and Its implications for future research", *Journal of Marketing*, vol. 49, no. 4, pp. 41-50, 1985.  
DOI: <https://doi.org/10.2307/1251430>
- [3] Jaeyi You, Suna La, "Investigating the Superiority across Service Quality Models: Focusing on SERVQUAL, Grönroos', and Three-Dimensional Quality Models", *Service Marketing Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 91-126, 2011.  
DOI: <https://www.earticle.net/Article/A170466>
- [4] C. Cook, F. M. Heath, "User's perceptions of library service quality: A LibQUAL+ qualitative study", *Library Trends*, vol. 49, no. 4, pp. 548-584, 2001.
- [5] W. S. Shim, E. C. Lee, "Service Quality Assessment of University Libraries in Korea using LibQUAL+ : A Case Study", *Journal of the Korean society for information management*, vol. 30, no. 2, pp. 245-268, 2013.
- [6] M. Kyrillidou, et al., "DigiQUAL™: a Digital Library Evaluation Service", 7th international conference on performance measurement in libraries and information services, August, 2007.
- [7] J. H. Kang, "A Study on the Evaluation of a Digital Library in field of Science using DigiQUAL", Sung Kyun Kwan University, Master Thesis of Library and Information Library, 2006.
- [8] S. Y. Jeong, "A Study on the Measurement of Service Quality of Construction Technology Digital Library System", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 19, no. 12, pp. 709-716, 2018.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.12.709>

- [9] K. J. Lee, Myunggyu Song, "A Time-series Analysis of the Influence Factors on Public Library Patron Number", Journal of the Korean Society for Library and Information Science, vol. 54, no. 4, pp. 195-220, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2020.54.4.195>
- [10] K. S. Woo, Youngjeon Shin, "A systematic review of studies using time series analysis of health and welfare in Korea", Journal of the Korean Society for Library and Information Science, vol. 25, no. 3, pp. 579-599, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.7465/ikdi.2014.25.3.579>
- [11] E. B. Lee, H. N. Choi, "An Analysis on Measurement of Customer Satisfaction Index of NDSL", Journal of Korean Library and Information Science Society, vol. 37, no. 4, pp. 247-270, 2006.  
UCI: G704-000014.2006.37.4.005
- [12] S. A. Kim, "A Study on the User Satisfaction and Loyalty of University Library Users", Journal of the Korean Society for Library and Information Science, vol. 42, no. 3, pp. 281-299, 2008.  
DOI: <https://doi.org/10.4275/KSLIS.2008.42.3.281>
- [13] Y. S. Lee, "A Study on the User Satisfaction and Loyalty of University Library Users", Journal of the Korean Association of Private University Libraries, Vol.7, pp. 73-83, 2006.  
ISSN 1598-1355
- [14] S. U. Park, Y. J. Nam, "A Study on the Users' Levels of Satisfaction and Recognition after Participating in Cultural Events in the Special Library: Focusing on K Special Library", The Journal of Korean Biblio Society for Library and Information Science, vol. 31, no. 2, pp. 27-51, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14699/kbiblia.2020.31.2.027>
- [15] IBM, IBM SPSS Forecasting V28, Version V28 of SPSS@ Statistics, USA.
- [16] J. M. Seo, "Constructing Demand and Supply Forecasting Model of Social Service using Time Series Analysis : Focusing on the Development Rehabilitation Service", The Journal of the Korea Contents Association, vol. 15, no. 6, pp. 399-410, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.06.399>
- [17] I. S. Sun, S. H. Park, "Prediction of Information Service Industry & Analysis of Its Causal Relation with Wholesale & Retail Industries using Time Series Analysis", The e-Business Studies, vol. 15, no. 6, pp. 101-120, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.15719/geba.15.6.201412.101>

---

정 성 윤(Seong-Yun Jeong)

[정회원]



- 1992년 2월 : 한양대학교 전자계산학과 (공학학사)
- 1994년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2018년 2월 : 서울과학기술대학교 산업정보시스템전공 (공학박사)

• 1994년 3월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 연구위원

〈관심분야〉

건설정보화, 텍스트 마이닝, 투자공학

---

김 진 욱(Jin-Uk Kim)

[정회원]



- 1988년 2월 : 충남대학교 계산통계학과 (이학학사)
- 1991년 2월 : 충남대학교 계산통계학과 (이학석사)
- 1999년 2월 : 충남대학교 컴퓨터과학과 박사과정 수료

• 1991년 10월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 연구위원

〈관심분야〉

건설정보화, 데이터베이스, 빅데이터