OPEN ACCESS

건설기술정보의 활용 빈도 만족도에 대한 기대 목표치 설정에 관한 연구*

A Study on Setting Expected Targets for Satisfaction with the Frequency of Use of Construction Technology Information

정 성 윤 (Seong-Yun Jeong)**

목 차

1. 서 론
2. 이론적 배경
3. 이용자 만족도의 기대 목표치 추정
4. 시뮬레이션 결과 해석
5. 결 론

초 록

최근에 「전자정부 성과관리 지침」이 시행되면서 정보시스템의 성과 지표 설정에 대한 요구가 커지고 있다. CODIL과 같이 대국민을 대상으로 정보서비스를 하는 시스템은 성과 지표 설정이 쉽지 않다. 본 연구는 객관적인 근거에 준하여 CODIL을 통해 얻을 수 있는 성과의 기대 목표치를 설정하기 위해 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하는 연구모형을 제시하였다. 2015년부터 2023년까지 실시한 설문조사 내용 중 CODIL에서 제공하는 건설기술정보의 활용 빈도에 관한 이용자 만족도의 통계적 특성을 입력변수로 지정하였고 2024년부터 2026년까지의 미래의 기대 목표치와 신뢰구간을 결과변수로 지정하였다. 5개의 시뮬레이션 대안과 대안별로 1,000회의 난수를 발생하여 기대 목표치를 측정하였다. 다음으로 측정한 기대 목표치를 해석하였고, 선행연구에서 측정한 시계열 회귀분석 결과와 비교하였다. 비록 선행연구처럼 연차 간에 연관관계를 고려하는 시계열 회귀분석을 기반으로 기대 목표치를 예측하지는 못하였다. 하지만 본 연구는 5,000회의 입력변수를 기초로 하여 기대 목표치를 예측하였기 때문에 선행연구에 비해 좀 더 정확한 분석 결과라고 볼 수 있다.

ABSTRACT

Recently, with the implementation of the "e-Government Performance Management Guidelines," there is a growing demand for setting performance indicators for information systems. For systems that provide information services to the public, such as CODIL, it is not easy to set performance indicators. This study presented a research model that applies Monte Carlo simulation to set expected performance targets that can be achieved through CODIL based on objective evidence. Among the survey contents conducted from 2015 to 2023, the statistical characteristics of user satisfaction regarding the frequency of use of construction technology information provided by CODIL were designated as input variables. Future expected targets and confidence intervals from 2024 to 2026 were designated as outcome variables. The expected target value was measured by generating 5 simulation alternatives and 1,000 random numbers for each alternative. Next, the measured expected goals were interpreted and compared with the results of time series regression analysis measured in previous studies. Although, as in previous studies, the expected target value could not be predicted based on time series regression analysis that considers the correlation between years. However, compared to previous studies, this study can be considered a more accurate analysis result because it predicted the expected target value based on 5,000 input variables.

키워드: 건설기술정보시스템, 몬테카를로 시뮬레이션, 이용자 만족도, 활용 빈도, 기대 목표치 측정
Construction Technology Digital Library, Monte Carlo Simulation, User Satisfaction, Frequency Of Use, Measure Expected Targets

* 논문은 국토교통부의 재원으로 국토교통부 출연사업인 "24 건설기술정보시스템 DB 확충 및 유지보수" 과제의 지원을 받아 수행되었음.

** 한국건설기술연구원 연구위원/공학박사(syjeong@kict.re.kr / ISNI 0000 0004 7640 9363)
논문접수일자: 2024년 4월 22일 최초심사일자: 2024년 4월 30일 게재확정일자: 2024년 5월 12일
한국문헌정보학회지, 58(2): 251-268, 2024. http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2024.58.2.251

※ Copyright © 2024 Korean Society for Library and Information Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that the article is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

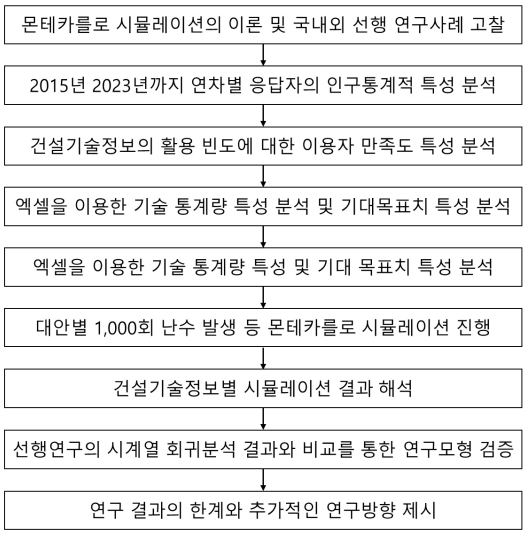
1. 서 론

1.1 연구 필요성 및 목적

한국건설기술연구원은 국내 중소·중견 건설 및 건설엔지니어링 업체의 기술경쟁력 강화를 위해 지속해서 건설기술 자료의 디지털화 및 기술정보를 제공하는 건설기술정보 유통 체계 구축을 목표로 건설기술정보시스템(Construction Technology Digital Library, CODIL)을 구축하여 운영 중이다. CODIL은 건설기준/건설실무/건설연구개발 등 건설기술에 관한 자료 및 정보의 종합적인 유통 체계를 갖추고, 그 보급과 확산을 통하여 모든 정보를 한 곳에서 찾아볼 수 있도록 하는 건설기술정보 포털플랫폼을 말한다. 이를 위해 CODIL은 건설 현장에서 필요로 하는 자료를 수집, 가공하여 누구나 이용할 수 있도록 서지정보와 원문 자료를 무료로 서비스하고 있다. 한편, 정부는 2002년 3월에 「전자정부 성과관리 지침」을 시행하였다. 이 지침은 전자정부 사업 및 지역 정보화 사업의 사전협의와 성과 분석 및 진단의 운영에 필요한 제반 사항을 정하고 있다. 보통 금년(전년) 대비 차년(금년)에 대한 목표치를 설정하고 설정한 목표치를 달성하였는지에 따라 성과를 측정한다. 따라서 CODIL은 이러한 지침을 준용할 수 있는 대책 마련이 필요하였다. 하지만 CODIL처럼 불특정 이용자를 대상으로 무료 서비스되는 시스템은 객관적이고 정량적인 성과 목표 설정이 쉽지 않다. 본 연구는 이러한 상황을 고려하여 CODIL을 통해 얻을 수 있는 성과의 기대 목표치를 객관적인 근거에 준하여 설정하는 연구모형을 제시하고자 하였다.

1.2 연구 방법

본 연구에서 제시한 연구모형을 통해 성과의 기대 목표치를 설정하기 위해 〈그림 1〉과 같은 절



〈그림 1〉 연구 진행 프로세스

차와 방법으로 연구를 진행하였다. 먼저, CODIL에서 제공하는 건설기술정보와 객관적인 목표치 측정을 위한 방법으로 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo simulation)의 이론을 살펴보았다. 또한, 국내외에서 발표된 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한 정보서비스의 만족도에 관한 유사 선행연구 사례도 조사하였다. 두 번째로, CODIL을 이용하면서 느꼈던 사용자 만족도와 개선 사항을 파악하기 위해 2015년부터 2023년까지 매년 실시한 설문조사 내용 중 응답자의 인구 통계적 특성을 연차별로 분석하였다.

CODIL에서 제공하는 건설기술정보의 활용 빈도에 관한 이용자 만족도의 통계적 특성을 파악하였다. 9년 치의 설문조사 결과의 통계적 특성만으로 미래의 기대 목표치를 추정하기에는 데이터가 부족하다고 판단되었다. 다음으로 엑셀을 이용하여 건설기술정보의 활용 빈도의 만족도에 관한 기술 통계량과 2025년부터 3년간의 기대 목표치에 관한 특성을 분석하였다. 계속해서, 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한 연구모형을 설계하였다. 구현하기 위해 건설기술정보의 활용 빈도의 만족도에 관한 기술 통계량을 몬테카를로 시뮬레이션의 입력변수 값으로 지정하였다. 활용 빈도의 통계적 데이터를 통해 측정한 2024년부터 3년간의 예측값과 낮은 신뢰 한계치와 높은 신뢰 한계치를 시뮬레이션의 결과변수 값으로 지정하였다. 좀 더 객관적인 몬테카를로 시뮬레이션 결과 추정을 위해 5개의 대안으로 시뮬레이션을 지정하였다. 대안에 따라 각각 1,000회의 난수를 발생시켰다. 이러한 시뮬레이션 과정을 통해 목표치의 통계적 특성과 민감도를 분석하였다. 계속해서 제시한 연구모형을 검증하기 위해 유사한 선행연구와 비교하였다. 끝으로 본 연구 결과가 갖는 한계를 제시하였다.

2. 이론적 배경

2.1 건설기술정보 소개

CODIL을 통해 건설공사기준, 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가, 기술사례, 건설공사원가절감, 건설/사업/정책/기술보고서 및 정보광장과 같은 기타 정보 등 각종 건설 기술 관련 정보를 한 곳에서 찾아볼 수 있도록 관련 정보에 대해 더블린코어 기반의 색인정보 및 원문 자료를 제공하고 있다. 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가, 건설공사원가절감 등 정보는 건설기술자 혹은 사업관리 실무자가 공사를 시행하면서 참조하거나 건설 기술 개발에 도움이 될 수 있는 각종 계획서, 절차서, 기술개발·적용 사례, 표준품셈, 시장 단가, 한국도로공사의 건설공사 원가절감사례 등을 담고 있다. 건설공사기준, 기술 사례 및 건설/사업/정책/기술보고서 정보는 건설사업의 설계・시공・유지관리에 필요한 기술 사항을 기술한 각종 절차서, 지침서, 기술 지도서 등을 일컫는 정보와 자료를 말한다. 기술 사례정보와 건설공사 원가절감사례 정보는 건설 현장에서 생성하는 각종 시공계획서, 현장 시공 사례, 건설공사지 등 사례 위주의 색인정보와 자료를 말한다. 특히, 원가절감에는 2014년부터 한국도로공사의 건설공사 원가절감사례를 비롯하여 건설사업의 설계・시공 과정에서 수집한 원가절감 및 가치 엔지니어링(value engineering) 사례를 기술한 정

보와 원문을 의미한다(정성윤, 김진욱, 2022). 이외에도 공종별 공사기준, 중소기업지원정보, 코로나19 대응정보, 건설기술동향을 비롯하여 국토교통과학기술진흥원의 건설신기술, 한국학술정보의 학술/논문, 국가과학기술정보서비스의 논문/보고서, 한국특허정보원의 특허정보 등 타 기관에서 서비스하는 정보를 연결하여 CODIL을 통해 서비스하고 있다.

2.2 몬테카를로 시뮬레이션 이론

몬테카를로 시뮬레이션은 컴퓨터를 이용해 반복적인 임의 표본(random sampling)을 통해 미래의 불확실한 상황에서 확률적 시스템을 이용한 모의실험 기법을 말한다. 이 시뮬레이션은 다수의 입력변수의 값으로 구성된 모집단의 확률 분포로부터 무작위 값을 발생하는 표본 추출 과정을 통해 입력변수 값의 변동성에 대한 확률적 근사치를 구하는 데 주로 활용한다. 이런 사유로 인공지능, 산업 및 공학, 자연 과학 연구, 환경 및 생태계 문제와 사회적 현상, 교통 수송 시스템, 금융공학, 통계학 등 여러 분야에서 활용되는 통계적 방법이다. 몬테카를로 시뮬레이션으로 기댓값을 측정하기 위해서 수식(1)을 적용하여 확률변수 X의 μ 기댓값을 알 수 있다.

$$E(X) = \mu \tag{1}$$

수식(1)의 사실을 몬테카를로 시뮬레이션으로 확인하기 위해 확률변수 X에 대해 서로 독립적이고 같은 분포를 따르는 확률변수 X_1, X_2, · · · X_n 값을 생성한다. 수식(2)과 같이 생성된 X_1, X_2, · · · X_n 값에 대해 평균을 구한 후에 μ 기댓값의 추정값인 $\hat{\mu}$을 구할 수 있다(장철원, 2023).

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_1 \tag{2}$$

확률변수의 기댓값을 구하기 위해서는 임의의 난수(random numbers)가 필요하다. 즉, 몬테카를로 시뮬레이션은 넓은 의미로 난수를 이용한 모든 시뮬레이션을 말한다. 이러한 난수는 일양성(uniformity)과 독립성(independence)이라는 특성을 동시에 갖는다. 전자는 개별 난수의 발생 가능성이 모두 같음을 말한다. 후자는 각 난수는 이전에 발생한 난수나 이후에 발생한 난수와 관련성이 없어야 한다는 의미가 있다. 시뮬레이션 대안 수와 난수의 횟수를 결정하고, 난수를 이용해서 문제의 수요량 분포의 확률변수 값을 결정한다. 이때 불확실한 입력변수의 확률 분포 특성을 고려하여 정규분포, 로그 정규분포, 삼각 분포, 균일분포, 지수분포, 카이자승(chi-square) 분포 등을 적용할 수 있다. 다음으로 미래의 예상 또는 기대모수(population parameter)에 대한 구간 추정과 신뢰구간의 폭, 신뢰구간 하에서의 최대 허용 오차(maximum probable error)와 비교대안의 수를 결정한 후에 시뮬레이션을 실행한다. 끝으로 대안 간의 비교와 적합도(goodness of fit), 민감도(simulation sensitivities) 등을 통해 연구모형을 검정한다(민재형, 2018).

2.3 선행연구 고찰

본 연구를 진행하기에 앞서 정보 활용에 관한 만족도를 측정하기 위해 몬테카를로 시뮬레

이션을 활용한 국내 연구 사례가 있는지를 파악하고자 하였다. 이에 따라 국회 전자도서관에서('몬테카를로 시뮬레이션'으로 검색하였을 때는 약 680건의 문헌이 검색되었다. 다시, 국회 전자도서관과 네이버의 학술정보에서('몬테카를로 시뮬레이션' + '만족도'), ('몬테카를로 시뮬레이션' + '정보서비스'), ('몬테카를로 시뮬레이션' + '활용 빈도')를 검색어로 주었을 때 유사 선행연구가 없는 것으로 검색되었다. 다만, ('몬테카를로 시뮬레이션' + '정보시스템')으로 검색하였을 때는 윤현석(2012)의 학위논문이 검색되었다. 이 논문은 비용・편익 변수를 가지고서 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 이용하여 버스정보관리시스템의 경제성 평가 모형을 구축하였다. 이 논문은 장래 불확실성 변수로 비용과 편익 설명변수를 입력값으로 지정하였고, 미래의 추정값을 정규 확률 분포로 설정하였다. 시뮬레이션을 통해 비용/편익 비율에 대한 확률 분포를 도출하였다. 이러한 경제성 측정을 위한 연구모형을 본 연구에 적용하는 데에는 적합하지 않는다고 판단되었다. 이용택, 남두희(2005)는 교통투자사업을 진행하는 동안에 발생하는 사업성의 변동성을 파악하기 위해 미래의 불확실성에 따른 위험도를 분석하는데 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한다. 이 논문에서는 몬테카를로 시뮬레이션 분석 절차를 제시하였다. 배유진, 정재우(2017)는 가정용 천연가스 수요의 평균과 수요의 분포를 추정하여 수요의 변동성을 예측하는데 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하였다. 특히, 최근의 변동성을 잘 반영할 수 있도록 확률 분포 값으로부터 표준편차를 계산하였다. 이처럼 몬테카를로 시뮬레이션과 관련한 많은 선행연구는 새로운 몬테카를로 시뮬레이션 이론을 개발하거나 몬테카를로 시뮬레이션 이론에 대한 실증적 검증기법을 구축하기보다는 몬테카를로 시뮬레이션 이론을 활용하여 미래의 불확실성에 따른 위험도, 경제성, 변동성 등을 분석 또는 예측하는 데 주로 활용하는 것으로 판단된다. 한편, 해외에서 발표된 유사 연구 논문이 어떤 것이 있는지를 찾아보았다. 구글의 학술검색에서 'Monte Carlo simulation'와 'frequency of use'로 검색어를 주었을 때 검색된 논문은 없었다. 계속해서 'Monte Carlo simulation'와 함께 'user satisfaction', 'information service', 'information system' 등 검색어로 검색하였을 때 다수의 연구 사례를 검색할 수 있었다. 검색된 연구 사례 중 본 연구와 유사성을 갖는 논문을 선정하여 다음과 같이 연구 사례를 살펴보았다. Garcia(2011)은 물류정보시스템 설계가 시스템 운영의 가용성에 미치는 영향에 대한 인과 분석을 위해 시뮬레이션 모형을 개발하였다. 몬테카를로 시뮬레이션을 사용하여 정보시스템 설계가 운영 가용성에 상당한 영향을 미친다는 결론을 제시하였다. Pakash, Jha, Prasad(2012)는 불확실한 생명 보험사업의 서비스 품질 격차를 줄이고자 전략계획개발을 위해 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한 시나리오 계획과 전략적 접근 방식을 제안하였다. 이 논문은 서비스 품질 격차에 영향을 미치는 경우를 최상, 최악 및 가장 가능성이 높은 경우 등으로 구분하여 서비스 품질 격차 특성을 분석하였다. Walkowiak, Mazurkiewicz, Nowak(2012)는 웹 시스템의 가용성을 분석하기 위해 일련의 작업으로 모형화하였다. 시스템 요소, 유지 관리자의 근무 시간과 주말 시간, 자원(호스트 처리 능력) 및 시

간에 따라 변하는 입력 시스템 부하(load)의 확률분포를 설정한 후에 몬테카를로 기반 시뮬레이터로 계산된 시스템 가용성으로 측정하였다. Hossein, Mohammad(2016)은 휴대전화에서 사진 보기 서비스와 같이 대화형 시스템의 사용자가 인지하는 서비스 품질과 사용자 만족도 사이의 관계를 분석하기 위해 사용자의 만족도를 1~5점 척도로 하여 베이지안 데이터 분석을 통해 사용자의 전반적인 만족도를 측정하였다, 특히, 이 논문은 사용자 경험의 질을 평균 의견 점수를 대신하여 의견 점수 분포로 나타낼 수 있다고 제안하였다. Weihua, Cong(2012)는 정보시스템 개발 사업의 타당성 정도를 검증하고 시스템 개발 과정에서 주요 위험 요소를 식별하기 위해 위험 요인을 독립확률변수로 선정하였다. 각 위험 요소에 대한 확률분포를 토대로 몬테카를로 시뮬레이션을 실행하여 위험 요소와 프로젝트의 성과 간의 빈도와 민감도를 분석하였다. 이 연구를 통해 프로젝트 성과의 평균값이 높고, 사용자 참여, 프로젝트 의사소통, 인사 갈등이 프로젝트 성과에 가장 큰 영향을 미친다고 하였다. Santos, Esteves(2007)은 고객 만족도 측정의 틀에서 언어 또는 수치 척도로 응답의 만족도를 측정할 때 응답 대안의 수에 관한 선택은 측정되는 현상의 성격, 현상에 대한 응답자의 참여, 응답자의 사회 인구학적 특성, 자료수집방법의 특성과 같은 여러 요소에 따라 달라진다고 하였다. Garcia(2011)을 비롯한 앞의 5개의 선행연구에서는 불확실한 사용자의 만족도, 서비스 품질 또는 정보시스템의 성능에 영향을 미치는 요인들의 확률 분포를 기초데이터로 설정하여 몬테카를로 시뮬레이션을 실행하였다. 시뮬레이션의 결과 데이터의 확률적 특성을 측정하거나 예측하였다. 다음으로 Angelo(2010)은 상품이나 서비스에 관한 고객 만족도의 가중치와 등급을 확률변수로 지정한 후에 Logistic Weibull-다변량 정규모형과 Weibull-다변량 정규모형을 기반으로 한 만족도 모형을 제안하였다. 이 논문은 한정된 표본 크기를 늘리기 위한 실제 값과 수렴 속도와 함께 제곱 추정치의 잠재 분포를 몬테카를로 시뮬레이션을 사용하여 설명하였다. Anas et al.(2018)은 모바일 상거래(m-Commerce) 서비스에 대해 사용 용이성, 접근성, 상호 작용성 및 웹 사이트 혁신성이 서비스 품질 및 고객 만족도에 미치는 영향 간의 인과관계를 추정하기 위해 최소 자승 경로 모형화를 사용하였다. 이 모형화를 통해 서비스 품질이 고객 만족도에 영향을 크게 미쳤다고 제시하였다. 이 연구 결과는 요르단의 정책 입안자가 서비스의 성격이 고객에게 더 큰 혜택을 제공할 수 있는 정책 자료로 활용할 수 있다고 하였다. Wang, Lo, Yang(2004)는 서비스 품질(SERVQUAL) 모형을 기반으로 하는 중국 이동통신 시장의 서비스 품질에 영향을 미치는 서비스 품질, 고객 가치 및 고객 만족의 주요 요인 간의 동적 관계, 서비스 품질과 고객 만족 간의 관계에 대한 고객 가치의 조절 효과를 측정하는데 최소 제곱 기법을 사용한 구조 방정식 모형을 제시하였다. Bi, Wang, Guo(2022)은 고객 만족도를 높이기 위해 데이터 분석(D&A)시스템의 성숙도와 효율성을 평가하는 모형을 개발하였다. 이 모형은 7개의 성공 지표와 계층 분석기법인 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용한 지표 간의 상대적 가중치를 결정하였다. 지표와 가중치를 결합하여 시스템 성숙도 척도 구

축을 개발하였다. 다음으로 몬테카를로 시뮬레이션을 사용하여 시스템 성숙도의 최댓값에 해당하는 각 지푯값을 조정하였다. Goel, Liang, Ou(1999)는 분산 시스템의 신뢰성을 평가하기 위해 분산 시스템의 기본부하점(basic load point)과 시스템 성능지수 및 확률분포를 설정하였고 5,000회의 난수를 발생하는 몬테카를로 시뮬레이션을 사용하였다. 이 연구 결과를 통해 서비스 품질을 결정하고 비용/혜택 분석을 수행하여 요금을 책정하는 데 사용될 수 있다고 하였다. Lee, Chung(2011)은 MOCA-CAMS(Monte Carlo-Assisted Causal Mapping Simulation)를 통합하여 한국의 전자조달시스템의 성능을 추정하는 방식을 제안하였다. 이 시뮬레이션은 불확실한 조건에서 전자조달시스템의 성능을 측정하는 데 사용되었다. Angelo(2010)을 포함한 앞의 6개의 선행연구는 서비스 품질, 고객 만족도, 시스템의 신뢰성이나 성능 등에 영향을 미치는 요인 간의 선형적 관계의 정도를 의미하는 자기 상관계수(autocorrelation coefficient, AC) 또는 독립변수의 확률적 변화량이 종속변수에 미치는 정도, 지표 간의 상대적 가중치를 측정하기 위해 몬테카를로 시뮬레이션과 계량 통계학(economic statistics) 또는 회귀분석(regression analysis의 통계량을 접목한 연구 모형을 제시하였다. 다만, 해외의 유사 선행연구에서는 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하여 정보의 활용 빈도에 대한 만족도에 대한 기대 목표치를 측정한 사례와 본 연구와 같이 9년간의 역사적 데이터를 토대로 서비스 품질, 정보시스템의 성능과 가용성이 사용자 만족도에 미치는 영향 요인을 분석한 사례는 없는 것으로 판단된다.

3. 이용자 만족도의 기대 목표치 추정

3.1 응답자의 인구 통계적 특성

본 연구는 2015년부터 2023년까지 매년 열흘 동안 CODIL의 게시판을 통해 300명의 CODIL 이용자를 대상으로 하여 설문조사를 실시하였다. 본 연구의 모집단은 설문조사에 응답한 사람으로 구성하였다. 설문조사 내용은 응답자의 인구 통계적 특성, CODIL에서 제공하는 정보서비스의 만족도 및 CODIL을 이용하면서 느꼈던 애로사항에 관한 내용을 중심으로 조사하였다. 설문조사에 응답한 사람의 인구 통계적 특성으로 응답자에 근무하는 기관(업체)의 유형, 맡고 있는 업무 분야, 연령 및 건설 분야에 참여한 경력 기간으로 인구 통계적 특성을 파악하였다. 〈표 1〉은 응답자의 인구 통계적 특성을 연차별로 정리한 것이다. 응답자가 근무하는 기관(업체)의 유형으로는 중소기업의 종사자가 가장 많았다. 응답자가 맡고 있는 업무 분야로는 엔지니어링 분야가 가장 많았고, 연령으로는 40대가 조사에 가장 많이 응하였다. 끝으로 건설 분야에 참여한 경력 기간으로 10년에서 20년 사이의 응답자가 가장 많았다(정성윤, 김진욱, 2023).

3.2 이용자 만족도 특성

2.1절에서 소개된 건설기술정보 중 타 기관에서 서비스하는 정보를 연결하여 CODIL을 통해 제공되는 국토교통과학기술진흥원의 건설신기술, 한국학술정보의 학술/논문, 국가과학기술정

〈표 1〉 응답자의 인구 통계적 특성

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

(①A-1: 중소기업, ①-2: 대기업, ①-3: 정부부처/공공기관, ①-4: 자영업, ①-5: 교육기관, ①-6: 기타, ②-1: 엔지니어링, ②-2: 시공, ②-3: 관리, ②-4: 기획/발주/영업, ②-5: 기타, ③-1: 30세 이하, ③-2: 31세-40세, ③-3: 41세-50세, ③-4: 51세 이상, ④-1: 5년 이하, ④-2: 6년-10년, ④-3: 11년-20년, ④-4: 21년 이상

보서비스의 논문/보고서, 한국특허정보원의 특허정보는 설문조사 대상에서 제외하였다. 또한, 공종별 공사기준, 중소기업지원정보, 코로나19 대응정보, 건설기술동향 등 정보는 2020년 이후에 본격적으로 서비스가 되었다. 따라서 2019년까지의 설문조사가 수행되지 않았다. 설문조사의 역사적 자료가 존재하지 않아 설문조사 대상에서 제외되었다. 이렇게 조사 대상에 제외한 나머지 건설공사기준, 훈령예규지침/행정규칙, 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가, 기술 사례정보, 건설공사 원가절감, 건설/사업/정책/기술 보고서, 기타(건설정책, 건설뉴스) 등 건설기술정보의 활용 빈도에 대한 이용자 만족도를 표본으로 수집하였다. 수집한 만족도 정도를 정량적 수치로 표현하기 위해 5점 배점의 리커트(likert) 서열척도를 적용하였다. 응답자가 느끼는 만족도에 따라 1점(매우 낮음), 2점(낮음), 3점(보통), 4점(높음), 5점(매우 높음) 등 만족도가 높을수록 5점에 가까운 점수를 주는 방식으로 설문조사를 하였다.

〈표 2〉에서 보듯이 건설기술정보의 활용 빈도에 대한 이용자 만족도는 2020년을 제외하곤 매년 조금씩 높아지는 추세에 있었다. 또한, 건설기술정보별로 활용 빈도에 대한 만족도가 4점이 높다고 응답하였다. 이렇게 만족도가 높은 것은 건설기술정보를 이용할 때 내는 비용이 없어 이에 따른 이용 부담도 없어 만족도가 높은 것으로 판단된다. 더불어 서열척도의 배점 간에

〈표 2〉 이용자 만족도의 특성

구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	평균
2015	4.0	3.4	3.4	3.6	3.3	3.3	4.0	3.5
2016	4.0	3.4	4.0	3.9	3.7	3.7	4.0	3.8
2017	4.0	3.4	4.1	4.0	3.9	3.9	4.0	3.9
2018	4.0	3.4	3.7	3.8	3.6	3.6	4.0	3.7
2019	4.2	4.0	4.1	4.0	3.9	4.0	3.9	4.0
2020	4.1	3.9	3.7	4.0	4.0	3.9	3.7	3.9
2021	4.0	4.0	4.2	4.0	4.2	4.2	4.0	4.1
2022	4.2	4.1	4.4	4.2	4.3	4.3	4.2	4.2
2023	4.4	4.4	4.2	4.3	4.1	4.3	4.1	4.2

(① 건설공사기준, ② 훈령예규지침/행정규칙, ③ 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가, ④ 기술사례정보, ⑤ 건설공사원가절감, ⑥ 건설/사업/정책/기술보고서, ⑦ 기타)

간격이 좁고, 배점 기준을 정확하게 제시하지 않아 응답자의 주관적 판단에 기인한 결과라고 볼 수 있다. 〈표 3〉은 엑셀을 이용하여 만족도의 기술 통계량 특성을 계산한 것이다.

〈표 3〉에서 보면 전체 평균은 3.9점으로 적합에 가까운 보통 수준에 있다. 건설공사기준은 평균 4.1로 가장 만족도가 높았고, 반대로 훈령예규지침/행정규칙이 평균 3.8로 가장 낮았다. 연차별 증감율이 0.2%에서 2.9%로 증감율의 변화는 그리 크지 않았다. 2015년부터 2023년까지 통계적 특성을 기초로 하여 엑셀의 데이터 예측 함수인 FORECAST. ETS를 이용하여 2024년부터 2026년까지의 기대 목표치를 측정하였다. 측정한 기대 목표치가 존재할 것이라고 믿는 수준이 95%인 신뢰구간(confidence interval)의 상한값과 하한값을 계산하였다. 〈표 4〉는 신뢰구간에 대한 미래의 3년간의 예측된 결과를 나타낸 것이다. 이러한 신뢰구간은 기본적으로 예측된 모형의 정확도를 보장한다고 추정할 수 있다.

〈표 4〉에서 알 수 있듯이 건설공사기준을 제외하곤 모든 건설기술정보의 활용 빈도에 대한 이용자 만족도가 증가하는 추세로 예측되었다. 기대 목표치는 상한 신뢰한계 하한 신뢰한계 사이에 존재하였다. 또한, 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가를 제외한 나머지 정보는 상한값과 하한값의 차이가 0.3～0.7 사이에 존재한다. 상한값과 하한값의 차이가 좁을수록 정보로서 가치가 있다고 판단할 수 있다(민재형, 2018).

〈표 3〉 기술 통계량 특성

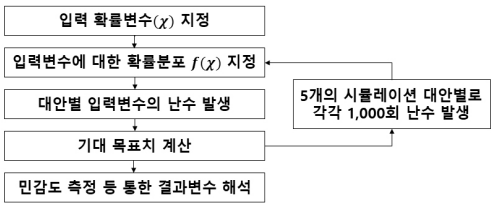
구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	평균
평균	4.1	3.8	4.0	4.0	3.9	3.9	4.0	3.9
표준편차	0.15	0.40	0.31	0.21	0.32	0.34	0.13	0.3
증감률	1.1%	2.9%	2.4%	2.0%	2.5%	2.9%	0.2%	0.0
최댓값	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.2	4.3
최솟값	4.0	3.4	3.4	3.6	3.3	3.3	3.7	3.5

〈표 4〉 향후 3년간의 기대 목표치 특성

구분	연도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	평균
기대 목표치	2024	4.3	4.5	4.3	4.1	4.4	4.4	4.1	4.2
	2025	4.3	4.6	4.4	4.4	4.5	4.5	4.1	4.4
	2026	4.4	4.7	4.5	4.4	4.6	4.7	4.1	4.5
낮은 신뢰 한계	2024	4.1	4.1	3.8	4.0	4.0	4.1	3.8	4.1
	2025	4.1	4.3	3.8	4.2	4.1	4.2	3.8	4.3
	2026	4.2	4.4	3.9	4.3	4.2	4.3	3.8	4.3
높은 신뢰 한계	2024	4.5	4.8	4.9	4.2	4.7	4.8	4.3	4.4
	2025	4.5	4.9	5.0	4.5	4.8	4.9	4.3	4.6
	2026	4.6	5.1	5.1	4.6	5.0	5.0	4.3	4.6

3.3 시뮬레이션 설계

본 연구는 9년이라는 짧은 역사적 데이터를 가지고서 미래의 기대 목표치를 예측하기에는 데이터 수가 충분하지 않다고 생각하였다. 기대 목표치에 영향을 미치는 이용자 만족도 데이터의 확률 분포 모형을 제시하고, 가상적 환경에서 충분하게 많은 데이터를 무작위로 만든다. 만들어진 데이터는 순차적이거나 시간의 흐름에 영향을 받지 않는 개별적인 성격을 갖는다. 이러한 데이터를 반복적이고 독립적인 모의실험의 기초데이터를 사용하여 기대 목표치의 근사치를 측정하고자 하였다. 이처럼 가상적 환경에서 개별적인 많은 수의 이용자 만족도 데이터를 생성하여 조작할 수 있는 무작위 모의실험 기법으로 몬테카를로 시뮬레이션을 본 연구의 연구모형으로 적합하다고 판단하였다. 따라서 몬테카를로 시뮬레이션 이론과 건설기술정보의 활용 빈도에 대한 이용자 만족도의 특성을 기초로 하여 앞으로 3년간의 이용자 만족도의 변화를 예측하는 연구모형으로 설계하였다. 연구모형 설계를 위해 이용택, 남두희(2005)에서 사용한 몬테카를로 시뮬레이션 분석 절차를 준용하여 〈그림 2〉와 같이 연구모형을 설정하였다.



〈그림 2〉 연구모형 절차

몬테카를로 시뮬레이션은 〈표 2〉의 활용 빈도의 만족도 특성과 〈표 3〉의 만족도 특성의 통계적 특성이 〈표 4〉의 2024년부터 2026년까지 미래의 만족도 목표치에 긍정적 또는 부정적으로 영향을 미친다고 연구가설을 설정하였다. 또한, 〈표 2〉와 같이 2015년부터 9년간의 만족도 데이터를 가지고서는 좀 더 객관적인 목표치를 기대할 수 없다고 판단하여 5개의 대안으로 시뮬레이션 환경을 설정하였다. 다음으로 설정한 대안에 따라 대안별로 입력변수의 난수를 1,000회를 발생시켰다. 이처럼 총 5,000회의 난수를 사용하여 기대 목표치를 계산하도록 시뮬레이션 환경을 설정하였다. 이 과정에서 정성윤,

김지표(2014)에서 적용한 것과 같이 모수 평균과 표준편차를 사용하여 신뢰도 ±95% 범위 조건과 로그 정규분포(lognormal distribution)로 설정하여 몬테카를로 시뮬레이션을 실행하였다. 로그 정규분포는 '0'보다 큰 값을 가지고 확률변수에 자연로그(natural logarithm)를 씌운 확률변수는 정규분포를 따른다는 의미로 사용된다(민재형, 2018). 끝으로 〈표 2〉를 입력변수 값으로 지정하였고, 〈표 4〉를 결과변수 값으로 지정하였다.

4. 시뮬레이션 결과 해석

4.1 기대 목표치의 해석

본 연구에서는 정확한 몬테카를로 시뮬레이션 결과를 도출하기 위해 위험 분석용 소프트웨어인 @RISK를 사용하였다. @RISK는 엑셀에 추가(add-in)하여 미래의 불확실한 상황을 통계적 계산 과정을 통해 미래의 발생 가능성을 과학적으로 예측하는 몬테카를로 시뮬레이션을 지원하는 상용 분석 도구이다. @RISK는 미국 Palisade 사에서 개발하였고, 쉽고 편리하게 몬테카를로 시뮬레이션을 수행할 수 있어 Oracle 사의 "Crystal Ball" 소프트웨어와 함께 전 세계에서 가장 많이 사용되고 있다. @RISK를 이용하여 얻은 만족도에 대한 기대 목표치의 변화량을 가지고서 〈표 5〉와 같이 건설기술정보마다 기술 통계량을 얻었다. 이 통계량은 5개의 대안에 대해 각각 1,000회의 난수를 발생하였을 때 측정한 시뮬레이션 결과에 대한 평균치를 계산한 것이다. 5,000회의 난수 중 일부 난수가 5점이 넘는 이상치(outlier)가 발생하였다. 따라서 정확한 분석을 위해 5점을 초과한 기술 통계량은 평균치 계산에서 제외하였다. 연구모형의 절차처럼 7개의 건설기술정보마다 9년간의 연차별 만족도 데이터와 만족도의 기술 통계량을 입력변수로 지정하였다. 〈표 4〉의 향후 3년간의 기대 목표치 특성을 결과변수로 지정하였다. 입력변수와 출력변수에 대해 각각 5,000회의 난수가 발생하도록 조건을 설정하였다. 또한, 신뢰도 ±95% 범위 조건과 로그 정규분포로 설정한 후, @RISK 분석 도구를 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 실행하였다. 시뮬레이션 실행을 통해 건설기술정보마다 5개의 대안별로 그래프의 특징, 최솟값, 최댓값, 평균, 표준편차, 분산, 신뢰도 5%와 95%, 왜도, 첨도 및 기대 목표치를 측정하였다. 끝으로, @RISK 분석 도구를 이용하여 결과변수의 민감도를 계산하였다. 마지막으로 결과변수의 기술 통계량을 해석하였다. 해석된 내용과 시계열 회귀 분석한 선행연구의 결과를 비교하였다. 이러한 절차를 통해 〈표 5〉를 얻었다. 〈표 5〉에서 보면 5,000개의 난수 발생을 통해 얻은 최솟값(ⓐ)과 최댓값(ⓑ)은 3.2～4.7 사이에 존재하였다. 평균값(ⓒ)은 4.0～4.7 사이에 있었다. 추정한 기대 목표치 중 가장 많이 관측된 값을 나타내는 최빈값(ⓓ)은 평균값과 비슷하게 4.1～4.7 사이에 존재하였다. 이러한 수치는 평균값과 최빈값이 거의 같다고 해석할 수 있다. 다음으로 평균값을 기준으로 하여 기대 목표치가 평균값으로부터 얼마나 떨어졌는가를 나타내는 표준편차(ⓔ)와 분산(ⓕ)은 0.0～0.1의 값을 가졌다. 이는 기대되는 만족도의 정도의 기복이 거의 없다고 판단할 수 있다. 기대되는 만족도

〈표 5〉 시뮬레이션 결과의 기술 통계량

① 건설공사기준

구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ	ⓗ
2024	3.9	4.4	4.4	4.4	0.0	0.0	-1.9	12.2
2025	3.6	4.4	4.4	4.4	0.1	0.0	-4.1	44.2
2026	3.2	4.5	4.4	4.4	0.1	0.0	-5.2	57.9
평균	3.6	4.4	4.4	4.4	0.1	0.0	-3.7	38.1

(ⓐ Minimum, ⓑ Maximum, ⓒ Mean, ⓓ Mode, ⓔ Std.Deviation, ⓕ Variance, ⓖ Skewness, ⓗ Kurtosis)

② 훈령예규지침/행정규칙

구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ	ⓗ
2024	4.2	4.5	4.4	4.4	0.0	0.0	-4.9	39.0
2025	4.2	4.6	4.6	4.5	0.0	0.0	-4.1	28.9
2026	4.1	4.7	4.7	4.7	0.1	0.0	-3.8	25.0
평균	4.2	4.6	4.6	4.6	0.0	0.0	-4.3	31.0

③ 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가

구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ	ⓗ
2024	4.0	4.3	4.3	4.2	0.0	0.0	-0.4	4.1
2025	3.8	4.4	4.3	4.3	0.1	0.0	-1.4	10.5
2026	3.6	4.5	4.4	4.4	0.1	0.0	-2.1	14.9
평균	3.8	4.4	4.3	4.3	0.1	0.0	-1.3	9.8

④ 기술사례정보

구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ	ⓗ
2024	4.0	4.3	4.2	4.3	0.1	0.0	0.4	1.3
2025	3.8	4.3	4.3	4.3	0.0	0.0	-3.6	34.8
2026	3.6	4.4	4.4	4.4	0.1	0.0	-2.9	21.6
평균	3.8	4.4	4.3	4.3	0.1	0.0	-2.0	19.2

⑤ 건설공사원가절감

구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ	ⓗ
2024	4.0	4.4	4.3	4.3	0.1	0.0	-1.9	7.7
2025	3.8	4.5	4.4	4.4	0.1	0.0	-2.7	12.7
2026	3.7	4.6	4.5	4.5	0.1	0.0	-2.5	12.2
평균	3.8	4.5	4.4	4.4	0.1	0.0	-2.4	10.9

⑥ 건설/사업/정책/기술보고서

구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ	ⓗ
2024	4.1	4.4	4.3	4.4	0.1	0.0	0.0	1.7
2025	4.0	4.6	4.5	4.5	0.1	0.0	-2.8	14.0
2026	3.9	4.7	4.5	4.6	0.1	0.0	-0.7	5.3
평균	4.0	4.5	4.5	4.5	0.1	0.0	-1.2	7.0

⑦ 기타

구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ	ⓗ
2024	3.8	4.1	4.1	4.1	0.0	0.0	-2.8	16.4
2025	3.6	4.1	4.0	4.1	0.1	0.0	-3.0	18.0
2026	3.3	4.1	4.0	4.1	0.1	0.0	-3.1	18.4
평균	3.6	4.1	4.0	4.1	0.1	0.0	-3.0	17.6

의 정도에 대한 확률 분포의 모양이 뾰쪽한가를 측정하는 첨도(ⓖ)는 2024년의 기술사례정보의 기대 목표치를 제외한 나머지 모든 기대 목표치가 음(陰)의 값을 가졌다. 음(陰)의 값은 표준편차와 평균을 갖는 정규분포보다 편평한 모양을 갖고, 정규분포보다 짧고 얇은 꼬리 분포를 갖는다고 해석할 수 있다(민재형, 2018). 기대되는 만족도 정도의 확률 분포가 얼마나 비대칭성을 갖는지는 측정하는 왜도(ⓗ)은 1.3~57.9로, 편차가 큰 것을 알 수 있다. 모든 기대 목표치의 왜도가 양(陽)의 값을 가졌다. 이는 확률 분포의 오른쪽으로 긴 꼬리 분포의 모양을 가졌고, 평균값이 표준편차보다 높다고 볼 수 있다. 끝으로 기타 정보를 제외하곤 나머지 건설기술정보의 평균 기대 목표치는 〈표 4〉와 비교하면 기대되는 만족도가 다소 높거나 같은 것으로 나타났다.

4.2 기대 목표치의 검증

〈표 6〉은 확률 분포로 설정한 입력변수 값을 일정한 크기로 규칙적으로 증가시켰을 때 결과변수 값에 미치는 영향력의 정도를 파악할 수 있는 민감도(sensitivity)를 나타낸 것이다.

〈표 6〉의 미래의 연차별 평균과 〈표 4〉의 연도별 신뢰한계와의 차이를 비교하면 표준품셈/신기술품셈/표준시장단가는 2024년과 2025년의 하위가 0.1점이 감소한 것을 제외하곤 나머지는 시뮬레이션을 통해 추정한 민감도 측정 결과가 최소 0.1에서 최대 0.9까지 더 높았고, 전체 평균으로는 0.35점이 높은 것으로 계산되었다. 이러한 차이는 〈표 2〉와 〈표 3〉이 9년간의 다소 적은 역사적 데이터를 기초로 하여 데이터 예측 함수를 적용하였고, 〈표 6〉은 5,000회의 난수 데이터를 사용하여 얻는 결과의 차이라고 볼 수 있다. 다음으로 정성윤, 김진욱(2023)은 시계열 회귀분석 기법의 하나인 자기회귀 통합 이동평균(AutoRegressive Integrated Moving Average) 모형을 이용하여 활용 빈도, 제공 물량 및 제공 품질 등 정보서비스에 대한 이용자 만족도에 대해 2028년까지의 예측치를 분석하였다. 본 연구는 선행연구로 수행한 2024년부터 2026년까지의 예측치와의 차이를 비교하여 시뮬레이션을 통해 계산한 기대 목표치를 검정하였다. 〈표 7〉은 ARIMA 분석을 통해 얻은 기대 목표치와의 차이를 계산한 것이다. 이 표에서 기대 목표치의 연도별 평균 표준편차는 0.02~0.07 사이의 값을 가졌다. 이는 평균 표준편차가 그리 크지 않은 것으로 측정되었다. 하한 신뢰한계는 0.06~0.2 사이 존재하였고, 상한 신

〈표 6〉 민감도 측정 결과

구분		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	평균
2024	하위	3.9	4.0	3.9	3.9	3.9	4.0	3.6	3.9
	상위	4.3	4.3	4.1	4.2	4.2	4.3	3.9	4.2
2025	하위	3.7	3.9	3.9	3.8	3.8	4.0	3.3	3.8
	상위	4.2	4.4	4.2	4.3	4.3	4.4	3.9	4.2
2026	하위	3.5	3.8	3.8	3.7	3.8	4.0	3.1	3.7
	상위	4.3	4.5	4.2	4.4	4.4	4.5	3.9	4.3

〈표 7〉 시계열 회귀분석 결과와의 차이 특성

구분		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	평균
2024	평균	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.1
	하위	-0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6
	상위	-0.3	-0.6	-1.0	-0.4	-0.8	-0.6	-0.6	0.0
2025	평균	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
	하위	-0.3	-0.2	0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.3	-0.6
	상위	-0.5	-0.7	-1.0	-0.4	-0.7	-0.6	-0.6	-0.1
2026	평균	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1
	하위	-0.5	-0.4	0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.5	-0.6
	상위	-0.4	-0.7	-1.0	-0.4	-0.7	-0.6	-0.6	-0.3

뢰한계는 0.02~0.06의 값으로 계산되었다. 상한 신뢰한계보다 하한 신뢰한계의 표준편차가 큰 것으로 측정되었다. 따라서, 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하여 계산된 활용 빈도의 만족도에 대한 기대 목표치를 시계열 회귀분석에 적용하더라도 큰 무리가 없을 것으로 사료된다.

5. 결 론

최근에 「전자정부 성과관리 지침」이 시행되면서 정보시스템의 성과 분석과 성과 지표 설정에 관해 관심이 커지고 있다. 특히, 대국민을 대상으로 정보서비스를 하는 CODIL의 경우에는 객관적이고 정량적인 성과 목표 설정이 쉽지 않다. 본 연구는 CODIL을 통해 얻을 수 있는 성과의 기대 목표치를 객관적이고 과학적인 근거에 준하여 설정하기 위해 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하는 연구모형을 제시하였다. 국내에서 지금까지 정보서비스의 만족도에 대한 기대 목표치를 예측하는데 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 적용한 연구 사례는 없는 것으로 생각된다. 또한, 본 연구와 같이 역사적 데이터가 많지 않을 때 이 시뮬레이션을 적용함으로써 좀 더 정확한 결과변수의 값을 얻을 수 있었다. 다만, 본 연구는 새로운 몬테카를로 시뮬레이션 이론이나 검정 분석기법을 개발하기보다는 이 시뮬레이션을 활용한 응용연구이다. 한편, 시뮬레이션을 통해 도출한 〈표 5〉의 향후 3년간의 평균 기술 통계량과 〈표 6〉의 민감도 측정 결과를 종합적으로 고려하여 7개의 건설기술정보마다 CODIL의 성과 목표를 설정하는데 근거자료로 활용될 수 있다. 예를 들어, 종래에서는 지난 연도와 지지난 연도의 만족도 증감 폭을 고려하여 다음 연도의 성과 목표치를 주관적으로 정하였다. 이 과정에서 성과 목표치에 관한 객관적인 근거를 제시하지 못하는 경우가 있었다. 이러한 애로점을 해소할 수 있도록 〈표 5〉의 건설기술정보마다 연도별 최댓값과 최솟값과 〈표 6〉의 건설기술정보마다 연도별 민감도의 상한값과 하한값 내에 포함해야 한다. 동시에 〈표 5〉의 기대 목표치의 평균치와 〈표 6〉의 민감도의 평균치를 다시 평균한 값을 성과 목표치로 사용할 수 있다. 끝으로 본 연구 결과가 갖는 한계와 이런 한계를 해소하는 데 필요한 추가적인 연구 방안은 다음과 같다. 첫

째, 앞에서 살펴보았듯이 시계열 회귀분석 기법과 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 얻은 기대 목표치 간의 표준편차가 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 현상을 고려해 볼 때 몬테카를로 시뮬레이션을 적용한 연구 결과가 시계열 회귀분석 기법보다 우수하다고 볼 수 없다. 게다가, 본 연구 결과는 선행연구에서처럼 시계열 회귀분석에서 입력변수가 갖는 연차마다 현재 연도와 차기 연도 간에 연관관계의 정도를 나타내는 자기 상관계수(AC)를 고려하여 기대 목표치를 예측하지는 못하였다. 하지만, 선행연구에서는 9년 치라는 미래의 기대 목표치를 추정하기에 다소 부족한 만족도 데이터만을 가지고서 기대 목표치를 예측하였다. 이에 비해 본 연구는 5,000회의 난수 데이터를 기초로 하여 기대 목표치를 예측하였기 때문에 선행연구에 비해 좀 더 정확한 분석 결과라고 볼 수 있다. 다만, 연구 결과의 우수성을 정확하게 확인하기 위해서는 〈표 2〉의 이용자 만족도의 연차별 평균 데이터와 함께 연차별 원시 데이터를 시계열 기반의 데이터로 재정리한다. 재정리한 시계열 기반 데이터를 가지고서 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하는 연구모형에 관한 연구가 추가로 필요하다. 다음으로 본 연구에서는 만족도의 정도를 5점 배점의 리커트 척도를 사용하였다. 만족도 정도를 좀 더 구체적으로 표출하 위해서는 10점 이상의 배점을 적용할 필요가 있다. 다음으로 본 연구를 활용 빈도의 만족도에 대해서만 기대 목표치를 분석하였다. 현실감 있는 기대 목표치를 측정하기 위해서 정보 물량, 정보 품질, CODIL 이용 등 여러 관점에서 이용자가 느끼는 만족도에 기대치를 종합적으로 계산할 필요가 있다. 또한, 이들 관점 간의 상대적 중요도를 반영할 수 있는 AHP를 도입하는 것도 고려할 가치가 있다. 이를 위해서는 7종의 건설기술정보 간에 이용자가 느끼는 만족도에 미치는 상대적 가중치를 측정할 수 있는 설문항목 추가와 함께 가상 시나리오 설정 및 연구모형 설계가 선행될 필요가 있다. 끝으로 설문응답자의 주관적 판단에 준하여 응답한 결과를 기초로 하여 기대 목표치를 계산하였다. 좀 더 내실 있는 기대 목표치를 측정하기 위해서는 만족도에 미치는 영향 요인을 도출한 후에 도출한 영향 요인을 독립변수를 하고, 만족도 결과를 종속변수로 하는 다중 회귀분석과 확률변수 간의 상관도 분석을 추가한다면 더욱 객관적인 연구 결과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

건설기술정보시스템 (2024. 4. 15). 출처: http://www.codil.or.kr

민재형 (2018). 몬테카를로 시뮬레이션. 28-257, 경기도: 이레테크.

배유진, 정재우 (2017). 천연가스 수요의 변동성 예측 모형: 가정용 수요를 중심으로. 한국산업경영학회 경영연구 논문집, 32(3), 239-259. http://dx.doi.org/10.22903/jbr.2017.32.3.239

윤현석 (2012). 확률적 시뮬레이션을 이용한 광역버스정보관리시스템의 경제성 평가에 관한 연구. 박사 학위논문, 영남대학교 대학원 도시공학 교통공학전공.
출처: http://www.riss.kr/link?id=T13170103&outLink=K

이용택, 남두희 (2005). 위험도 분석을 활용한 교통투자사업평가의 효율화방안. 교통 기술과 정책, 2(4), 132-151.

장철원 (2023). 몬테카를로 시뮬레이션으로 배우는 확률통계 with 파이썬. 서울: 비제이퍼블릭.

정성윤, 김지표 (2014). 실물옵션 가치평가모형을 이용한 국도건설사업의 경제적 가치 평가. 한국도로학회 논문집, 16(1), 75-89. https://doi.org/10.7855/IJHE.2014.16.1.075

정성윤, 김진욱 (2022). 텍스트마이닝을 활용한 건설실무정보의 특성 분석: 건설기술, 사례, 원가절감 등 정보를 중심으로. 한국문헌정보학회지, 56(4), 205-222.
http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2022.56.4.205

정성윤, 김진욱 (2023). 시계열분석을 이용한 건설기술 정보서비스 성과 목표 설정에 관한 연구. 한국산학기술학회 논문집, 24(12), 861-870. https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.12.861

Anas, A. M. S., Hartini, A., Faisal, Z., & Faruq, M. A. (2018). Relationships between system quality, service quality, and customer satisfaction: m-commerce in the Jordanian context. Journal of Systems and Information Technology, 20(1), 73-102.
https://doi.org/10.1108/JSIT-03-2017-0016

Angelo, Z. (2010). A statistical model for the analysis of customer satisfaction: Some theoretical and simulation results. Total Quality Managemen, 9(7), 599-609.
https://doi.org/10.1080/0954412988299

Bi, Y. N., Wang, N. K., & Guo, H. Y. (2022). The Application of monte marlo method in mystem maturity assessment. Proceedings of the 11th International Conference on Information Communication and Applications (ICICA), 24-26.
https://doi.org/10.1109/ICICA56942.2022.00008

Garcia, N. (2011). Using Simulation Models to Evaluate the Impact of Information System Design Effectiveness on Operational Availability. Available at SSRN 2813211.
http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2813211

Goel, L., Liang, X., & Ou, Y. (1999). Monte Carlo simulation-based customer service reliability assessment. Electric Power Systems Research, 49(3), 185-194.
https://doi.org/10.1016/S0378-7796(98)00121-7

Hossein, N. & Mohammad, K. A. (2016). Impact of service quality on user satisfaction: modeling and estimating distribution of quality of experience using Bayesian data analysis. Electronic Commerce Research and Applications, 17, 112-122.

https://doi.org/10.1016/j.elerap.2016.04.001

Lee, K. C. & Chung, N. (2011). Integration of causal map and monte carlo simulation to predict the performance of the Korea e-procurement system. In N. T. Nguyen, B. Trawinski, & J. Jung eds. New Challenges for Intelligent Information and Database Systems. Studies in Computational Intelligence, 351. Berlin, Heidelberg: Springer, 299-308. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19953-0_30

Pakash, A., Jha, S. K., & Prasad, M. R. (2012). Scenario planning for service quality: a Monte Carlo simulation study. Journal of Strategy and Management, 5(3), 331-352. https://doi.org/10.1108/17554251211247599

Santos, C. P. & Esteves, S. (2007). The Choice between a fivepoint and a ten-point scale in the framework of customer satisfaction measurement. International Journal of Market Research, 49(3), 313-339. https://doi.org/10.1177/147078530704900305

Walkowiak, T., Mazurkiewicz, J., & Nowak, K. (2012). Fuzzy availability analysis of web systems by Monte-Carlo simulation. In Rutkowski, L., Korytkowski, M., Scherer, R., Tadeusiewicz, R., Zadeh, L. A., Zurada, J. M. eds. Artificial Intelligence and Soft Computing. ICAISC 2012. Lecture Notes in Computer Science, 7268. Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29350-4_73

Wang, Y., Lo, H. P., & Yang, Y. (2004). An integrated framework for service quality, customer value, satisfaction: evidence from China's telecommunication industry. Information Systems Frontiers, 6, 325-340. https://doi.org/10.1023/B:ISFI.0000046375.72726.67

Weihua, Y. & Cong, T. (2012). Monte-Carlo simulation of information system project performance. Systems Engineering Procedia, 3, 340-345. https://doi.org/10.1016/j.sepro.2011.11.039

• 국문 참고자료의 영어 표기
(English translation / romanization of references originally written in Korean)

Bae, Yu-Jin & Chung, Jae-Woo (2017). Forecasting demand variability of liquefied natural gas: focused on household demand. Journal of Business Research, 32(3), 239-259. http://dx.doi.org/10.22903/jbr.2017.32.3.239

Chang, Cheol-Won (2023). Probability Statistics Learned Through Monte Carlo Simulation With Python. Seoul: bjpublic.

Construction Technology Digital Library (2024. April 15). Available: http://www.codil.or.kr

Jeong, Seong-Yun & Kim, Jin-Uk (2022). Analysis on the characteristics of construction practice

information using text mining: focusing on information such as construction technology, vases, and cost reduction. Journal of the Korea for Library and Information Science, 56(4), 205-222. http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2022.56.4.205

Jeong, Seong-Yun & Kim, Jin-Uk (2023). A study on the setting of construction technology information service performance targets using time series analysis. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 24(12), 862-870. https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.12.861

Jeong, Seong-Yun & Kim, Ji-Pyo (2014). Economic evaluation of national highway construction projects using real option pricing models. International Journal of Highway Engineering, 16(1), 75-89. https://doi.org/10.7855/IJHE.2014.16.1.075

Lee, Yong-Taek & Nam, Doo-Hee (2005). Efficiency plan for transportation investment project evaluation using risk analysis. Transportation Technology and Policy, 2(4), 132-151.

Min, Jae-Hyeong (2018). Monte Carlo Simulation. 28-257, Gyeonggido: iretech.

Yoon, Hyun-Suk (2012). A Study on the Economic Evaluation of Metropolitan Area Bus Information Management System by Using Probabilistic Simulation. Doctoral dissertation, Yeungnam University, Korea. Available: http://www.riss.kr/link?id=T13170103&outLink=K