

Software Replacement Time Prediction Technique Using the Service Level Measurement and Replacement Point Assessment

Young-Joon Moon[†] · Sung-Yul Rhew^{**}

ABSTRACT

The software is changed according to the changing businesses and the user requirement, it involves increasing complexity and cost. Considering the repetitive changes required for the software, replacement is more efficient than maintenance at some point. In this study, the replacement time was predicted using the service dissatisfaction index and replacement point assessment index by the software group for each task. First, fuzzy inference was used to develop the method and indicator for the user's service level dissatisfaction. Second, the replacement point assessment method was established considering the quality, costs, and new technology of the software. Third, a replacement time prediction technique that used the gap between the user service measurement and replacement point assessment values was proposed. The results of the case study with the business solutions of three organizations, which was conducted to verify the validity of the proposed prediction technique in this study, showed that the service dissatisfaction index decreased by approximately 16% and the replacement point assessment index increased by approximately 9%.

Keywords : IT Service, Maintenance, Fuzzy Inference, Prediction Technique, Replacement Management

서비스 수준 측정 및 교체점 평가에 의한 소프트웨어 교체시기 예측 기법

문 영 준[†] · 류 성 열^{**}

요 약

소프트웨어는 업무의 변화 및 사용자의 요구사항에 따라서 변경이 수반되므로, 내부 복잡도가 증가하고 비용이 발생한다. 이러한 과정이 반복되면 어느 시점에서는 유지보다는 교체가 더욱 효율적이다. 본 연구에서는 업무단위의 소프트웨어 그룹별로 사용자에게 제공하는 서비스 불만 지수와 교체점 평가 지수에 따라 교체시기를 예측하였다. 첫째, 퍼지추론을 이용하여 서비스 수준의 사용자 불만족도를 평가하기 위한 방법과 지표를 개발하였고 둘째, 소프트웨어의 품질, 비용, 신기술을 반영한 교체점 평가 방법을 수립하였으며 셋째, 사용자 서비스 측정값과 교체점 평가 값과의 간격에 따라 교체시기를 예측하는 기법을 제시하였다. 본 연구에서 제시하는 예측기법의 타당성을 검증하기 위하여 3개 조직의 업무솔루션을 대상으로 실험한 결과, 서비스 불만 지수는 약 16% 하락하였으며 교체점 평가 지수는 약 9% 상승하였다.

키워드 : IT서비스, 유지보수, 퍼지추론, 예측기법, 교체관리

1. 서 론

현재는 어느 조직이나 변화하는 업무환경에 신속히 대응하기 위하여 IT서비스의 지원이 필수적이다. 조직의 기본업무를 수행하는 레거시 시스템만으로는 외부로부터 변화하는 환경에 신속히 대응하기 어렵다. 특히 요즘은 컴플라이언스

이슈, 보안 강화, 효율성을 위한 내부 업무와의 연동 등 다양한 업무 솔루션을 필요로 하고 있다.

업무솔루션은 프로젝트 수행 시, 내부 업무와 연계하여 업무를 효율적으로 수행할 수 있도록 커스터마이징 되고, 조직의 정책을 반영한다. 유지보수 단계에서는 업무환경의 변화에 따른 대응, 운영환경의 편리성을 지원하기 위한 개선, 사용자 요구사항의 반영, 서비스 불만사항 접수에 따른 변경, 결함 및 장애로 인한 변경 등 다양한 채널을 통한 계속적인 변화가 요구된다.

수시로 변화하는 업무환경과 서비스 요구사항의 수준 향상을 위하여 업무솔루션은 지속적인 변경이 발생하며 어느

※ 이 논문은 숭실대학교 교내 연구비 지원에 의하여 연구되었음.
† 종신회원: 숭실대학교 컴퓨터학과 박사
** 종신회원: 숭실대학교 컴퓨터학부 교수
논문접수: 2013년 3월 11일
수정일: 1차 2013년 4월 2일
심사완료: 2013년 4월 10일
* Corresponding Author: Young-Joon Moon(yjmoon@yonsei.ac.kr)

시점에 도달하면 변경보다는 교체가 오히려 업무에 생산성을 높일 수 있다.

대기업 및 금융권에서 외부 전문업체로부터 도입하는 업무솔루션을 대상으로 조사한 결과 감가상각 기간은 보통 5년으로 산정한다. 따라서 TCO(Total Cost of Ownership)도 5년을 기준으로 산정하여 기술검토 단계에 반영하고 있다. 그러므로 도입한 업무솔루션 중에서 매년 약 20%의 교체가 발생하며, 업무 확대로 인한 규모의 증가까지 감안하면 그 이상의 교체비용이 발생한다.

업무솔루션의 교체시기를 결정하는 것은 매우 중요하지만 효율적인 판단 기준이 모호하여 대부분의 조직에서 감가상각 만료를 기준으로 교체의 잣대로 삼는다. 업무솔루션의 특성 및 서비스 품질을 고려하여 감가상각이 지나기 전에 교체하는 것이 더 유리할 수도 있으며, 반대로 감가상각 지나도 교체하지 않고 사용하는 것이 더 유리할 수도 있다.

하드웨어는 전자적 부품의 특성과 마모 등으로 사용기간이 교체 여부의 중요한 결정요인이 되지만 소프트웨어는 무형의 자산이므로 외부요인의 변화만 없으면 무한정으로도 사용이 가능하다. 하지만 업무 요건의 변화는 지속적으로 발생하므로 이에 맞추어 소프트웨어는 변경이 발생하며 처음의 설계보다 내부적인 복잡도는 주로 증가된다. 어느 시점에 도달하면 간단한 변경도 예기치 못한 문제를 발생시킬 수 있으며, 간단한 개선 요구사항인데도 많은 공수가 소요될 수 있다. 그 밖에도 변경으로 인한 유지보수 비용의 발생, 신기술이 반영된 소프트웨어의 출시도 교체를 판단하는데 있어서 중요한 변수가 된다.

본 연구에서는 업무단위의 소프트웨어 그룹인 업무솔루션의 교체를 합리적인 기준으로 수행하는 방법을 제시하였다.

첫째, 시스템 오픈 이후 운영 및 유지보수 단계에서 업무요건의 변경, 사용자의 새로운 요구사항, 업무의 편리성 제한 등으로 소프트웨어는 변경이 발생한다. 이때마다 사용자에게 제공하는 서비스 수준은 변화할 수 있다. 이러한 변화에 따른 사용자 중심의 서비스 불만족도를 평가하기 위한 방법과 지표를 개발하였다. 평가는 객관적이고 합리적인 방법으로 처리하기 위하여 퍼지추론을 이용하여 서비스 수준 측정 지표를 개발하였다. 서비스 수준 측정 지표에 의하여 서비스 불만 지수가 산정되며, 범위는 0부터 1사이이다. 1에 가까울수록 서비스의 불만족이 높아지는 것을 의미하므로 1에 가까울수록 교체대상에서 가까워진다.

둘째, 소프트웨어의 품질, 비용, 신기술을 반영한 교체점 평가 방법을 수립하였다. 업무솔루션별로 품질, 비용, 신기술의 평가 지수는 퍼지 값으로 산정되며, 평가 범위는 0부터 1사이이다. 0에 가까울수록 평가결과가 떨어지는 것을 의미한다.

셋째, 사용자 중심의 서비스 불만 지수와 품질, 비용, 신기술 평가 지수의 간격(거리)에 따라 과거 학습데이터를 기반으로 교체시기를 예측하는 기법을 제시하였다. 여기서 품질, 비용, 신기술 평가 지수를 통틀어 교체점 평가 지수로 칭한다. 서비스 불만 지수의 측정은 매일 수행하고, 교체점 평가 지수의 측정은 매월 수행한다. 따라서 서비스 불만 지

수의 측정은 30일 이동평균 값으로 반영되며, 이 값이 교체점의 임계치를 초과하면 중점관리 대상이 되고, 한계치를 초과하면 즉시 교체 대상이 된다.

본 연구에서 제안하는 교체시기 예측기법은 사용자 불만 수준과 품질, 비용, 신기술을 모두 반영하여 효율적인 교체시기를 예측하였다. 또한 교체시기 예측과정에서 현재 진행 수준 파악이 가능하므로 특정 지수의 변경추이가 일정한 패턴에서 벗어날 경우 근본원인을 분석하여 해결함으로써 불합리하게 교체가 빨리 진행되지 않도록 내부적인 노력을 수행할 수 있는 기반을 마련하였다.

2. 관련 연구

소프트웨어 개발완료 후에 업무환경 및 시스템 환경의 변화가 발생하며 이에 따라 유지보수 단계에서 변경승인, 구현, 사용 및 평가가 이루어지는 반복적인 과정을 통해 소프트웨어를 지속적으로 향상시킨다[1-3]. 하지만 소프트웨어가 변화하는 과정에서 내부 복잡도가 증가하며 나중에는 사용자의 단순한 변경 요구사항도 반영하기 어려운 상황이 된다. 그러므로 사용 중인 소프트웨어의 성능을 측정하여 현재의 서비스 수준을 파악하도록 하는 것이 중요하다. 특히 성능을 측정할 경우에는 실행의 수준이 정의되어야 하고 현재의 수준에서 원하는 수준으로 움직이도록 하는 노력이 필요하며 Fig. 1과 같다[4].

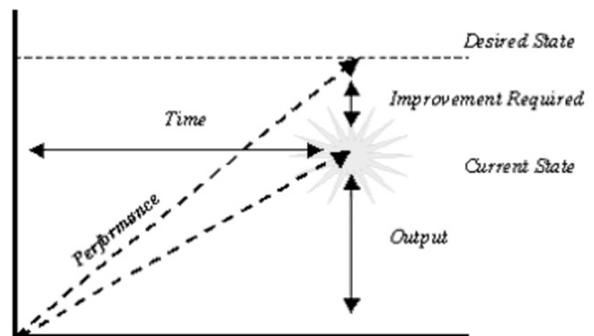


Fig. 1. Measurement System

사용자의 서비스 수준을 측정하는 일은 매우 어려운 일이지만 이를 수행한다면 매년 어렵게 사용자 만족도 설문을 조사하지 않고도 서비스의 수준을 파악할 수 있다. 그러기 위해서는 현장에서 일어나는 상황을 수집하고 실증적으로 입증된 사례를 이용할 수 있도록 벤치마킹을 수행하고 Best Practices를 반영하는 것과 계속적인 혁신활동을 해야 한다[5-8]. 혁신 활동을 통하여 향후에 발생할 상황을 미리 예측하고 준비하는 것은 매우 중요하다.

패턴분석을 통한 예측 연구로는 스마트폰 사용자의 주요 방문 장소 및 경로를 추출하고 패턴 분석 후 개인화에 의한 이동 경로를 예측하였으며[9], 전처리 과정, 특징 추출, 성능 평가를 통한 방광암 제발을 예측하였다[10].

이용자의 반응을 활용한 예측 연구로는 인터넷 토론 게시판의 조회 수 분포, 추천 수 분포, 댓글 수 분포를 통한 이용자의 반응으로 게시물의 인기도를 예측하였다[11].

비용 예측과 관련된 연구로는 시스템 및 컴포넌트의 특성을 결정할 수 있는 연산의 종류를 정의하고 각 연산의 복잡도에 따른 가중치를 활용하여 개발비용을 예측하였으며[12], 대표적인 객체지향 메트릭과 산업체의 실제 소프트웨어 개발과정에서 발생하는 변경 발생 횟수와의 관계를 분석하여 유지보수 비용 및 결함의 가능성을 예측하였다[13].

결함 예측과 관련된 연구로는 소프트웨어의 결함유형 분석 및 측정 지표를 제공하고, 측정된 결함의 빈도가 높은 유형 사례를 분석한 후, 소프트웨어의 변경이 발생할 때 결함 발생확률이 높은 소프트웨어를 예측하여 사전 경고를 제안하는 방법이 연구되었다[14].

장애처리 예측과 관련된 연구로는 장애 접수 건의 문장을 제정된 규칙에 따라 분류하고 기계학습 된 과거 데이터를 활용하여 장애처리 방법을 예측하였다[15].

교체시기 예측과 관련된 연구로는 비용을 기반으로 업무술루선의 수명주기를 예측하였다[16-17]. 하지만 선행 연구에서 사용자 서비스 수준, 품질, 비용, 신기술 반영 등의 여러 가지 복합요인을 측정하여 교체시기를 연구한 사례는 없었다.

본 연구에서의 예측 기법은 업무술루선의 유지보수 단계에서 발생하는 소프트웨어 변경 발생 유형을 조사하고, 사용자와의 커뮤니케이션을 통하여 고객이 피부로 느끼는 현장감 있는 서비스 수준을 즉시 반영하여 서비스 불만 지수를 산출하였다. 또한 업무술루선의 품질, 비용, 신기술 평가 지수로 산출하고 서비스 불만 지수와 교차하는 시기를 계산하여 교체시기를 예측하였다.

3. 소프트웨어 교체시기의 예측 기법

3.1 사용자 서비스 수준 지표의 개발

본 연구에서는 교체시기의 판단이 어려운 소프트웨어 제품을 대상으로 교체시기를 예측하는 기법을 제안하였다.

하드웨어는 사용기간과 장애 발생 건수, 부품교체 등의 비교적 간단한 변수로 쉽게 측정이 가능하다. 하지만 소프트웨어는 업무 환경의 변화에 따라 최초 요구사항에서 변경이 발생하거나 추가 요구사항이 발생한다. 따라서 초기 설계보다 내부적인 복잡도가 증가하는 경우가 많다. 요구사항의 변경이 계속 발생하여, 소프트웨어의 복잡도가 증가하면 나중에는 요구사항에 대한 처리시간도 늦어진다. 결국 사용자는 불만을 토로하게 되고 지속적인 사용이 어려워지므로 이 시점이 도달하기 전에 교체되어야 한다.

교체시기를 판단하기 위한 입력 변수의 수집은 매우 중요하다. 따라서 사용자에게 제공하는 서비스의 불만족도를 교체시기를 산정하기 위한 근본 데이터로 추출하였다. 사용자 불만족도의 반영을 위한 변수를 추출하기 위하여 5개 조직을 대상으로 사용자와 운영자가 커뮤니케이션 하는 경로를 모두 조사하고 유형별로 자료를 구분하여 수집하였다.

은행, 증권, 보험사, 학교, 공기업을 대상으로 사용자와 커뮤니케이션하는 경로를 조사하였으며 브레인스토밍 결과 10개로 조사되었다. 역장분석(Force Field Analysis)[18] 수행 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Force Field Analysis Matrix

No	User communication type	Effort	Effect
1	Action report request in the event of failure	10	10
2	Inquiry about simple error	7	8
3	User Survey	4	7
4	Suggestion to address discomfort	8	9
5	count of user lon-in	10	4
6	Inquiry about how to use	8	8
7	Suggestion for work convenience	9	9
8	Improvement request due to work requirement changes	9	8
9	interview with key Man	4	6
10	Policy change request	7	7

역장분석에 의한 10개 항목의 노력대비 효과 분석은 Fig. 2와 같다.

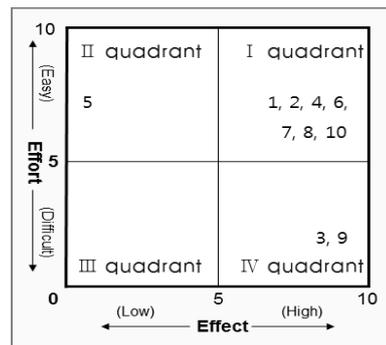


Fig. 2. Pay off Matrix

3번 항목의 사용자 설문조사는 설문항목 작성, 많은 사용자의 참여 등 노력을 많이 필요로 한다. 5번 항목의 사용자 접속 수는 시스템의 이용도를 나타내며 사용자의 만족도와 결부시키기에는 효과가 적은 것으로 나타났다. 9번 항목의 핵심인력 인터뷰는 타지에 떨어져 있는 핵심인력과 만나서 인터뷰하는 것은 노력을 많이 필요로 하며 주관적인 견해가 많이 들어가기 때문에 효과도 높지 않은 것으로 나타났다.

역장분석은 6시그마 improve 단계에서 사용하는 기법으로 노력과 효과에 대한 수치는 최저 0점에서 최고 10점을 기준으로 평가하는 노력대비 효과 분석(Pay off Matrix)이다[19]. 1사분면의 7개 항목은 노력도 쉽고 효과도 높으므로 적극추진 대상으로 분류된다. 2사분면의 1개 항목은 노력은 쉬우나 효과가 부족하므로 보류 대상이다. 3사분면은 노력도 어렵고 효과도 낮으므로 제거 대상이다. 4사분면의 2개 항목은 노력은 많이 소요되지만 효과는 좋으므로 의사결정 후 추진대상이다. 본 연구에서는 적극추진 대상인 7개를 채택하였다.

노력대비 효과분석을 바탕으로 변경발생 관련 사용자와 커뮤니케이션 하는 유형 및 영향도 수집 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. User Communication Type and Impact Related to Changes

User communication type	Impact	Main reception route	Frequency
Action report request in the event of fault	Very High	Fault Management System	Low
Inquiry about simple error	High	Phone inquiry, e-mail	High
Suggestion to address discomfort	Moderate	Phone inquiry, e-mail	Moderate
Inquiry about how to use	Moderate	Phone inquiry, e-mail	Moderate
Suggestion for work convenience	Low	Business Suggestion System	Low
Improvement request due to work requirement changes	Very Low	Service Request	Low
Policy change request	Very Low	Official Document	High

많은 문항을 사용하는 리커트(Likert) 척도의 특징은 각 항목마다 5점 척도를 사용하는 데 있으며, 5점 척도가 가장 일반적으로 사용된다[20]. 이에 따라 영향도를 5점 척도로 분류하였으며 Very High, High, Moderate, Low, Very Low로 구분하였다.

장애가 발생하면 사용자의 문의가 빗발치고 업무수루선에 대한 신뢰도를 떨어뜨린다. 이 유형은 사용자의 불만이 가장 높은 것으로 조사되었으며 영향도가 매우 높다.

단순 오류는 일부 사용자에게만 주로 발생하며 사용자의 PC환경과 업무수루선의 환경이 서로 충돌이 발생하여 나타나는 경우가 많으며 오류의 원인을 찾기가 어렵다. 업무를 처리하는데 큰 불편함을 주지는 않지만 자주 발생하므로 사용자 측면에서는 영향도가 높다. 예를 들어 문서보안 시스템의 복호화 기능이 제대로 작동되지 않아서 일부 사용자의 한글 문서가 정상적으로 보이지 않으면 문의전화화가 온다. 운영자는 간단하게 기능을 작동시키는 방법을 전화로 설명하고 사용자가 따라하면 금방 문제가 해결되는 경우이다. 하지만 이런 경우 발생 빈도가 높아서 전화응대에 많은 시간을 소비하게 된다.

불편함을 해결하기 위한 제안은 서비스를 좀 더 개선하기를 바라는 사용자의 요구사항이다. 조직의 업무 혁신활동을 강화하고 KPI(Key Performance Indicator)에 반영할 경우 제안을 많이 의뢰한다. 예를 들어 어떤 경로를 찾아가는데 바로 가는 기능이 없거나 불필요한 팝업창이 뜨는 경우이다. 또는 특정 기능을 추가함으로써 업무의 편리성을 주는 경우 제안할 수 있다.

사용방법 문의는 사용자가 어떤 업무를 처리하기 위해 조작하는 방법을 잘 모르는 경우이며, 시스템 오픈 이후 사용자 매뉴얼이 너무 두껍고 어려워져 보기 어렵거나 사용자에게 사용법의 교육이나 킷 매뉴얼 등 서비스의 제공이 부족

하기 때문에 나타나는 현상이다. 이를 해결하기 위한 서비스로는 사용자 문의가 많은 내용을 FAQ로 만들어 사용자에게 교육시키는 방법이 있다.

업무 편리성을 위한 제안은 조직의 업무 혁신을 위하여 더 좋은 방법을 제안하는 것으로 서비스 만족도에 미치는 영향은 적다. 현재의 시스템이 해결하지 못하는 문제가 있기 때문에 이를 요구하는 경우가 발생한다. 예를 들어 학사관리시스템에서 신분이 강사이면서, 튜터이면서, 학생인 경우 계정을 3개 만들어야 하지만 이를 개선하면 하나의 계정으로 통합관리가 가능하다. 또는 조직의 그룹 포탈 사용시 로그인 후 포탈 내에서 링크가 걸려있는 다른 시스템으로 이동하기 위해 다시 로그인 하는 경우 싱글 사인 온으로 개선 요청을 할 것이다.

업무 요건 변경으로 인한 사용자의 개선 요청 시, 신속하게 원하는 요구대로 되지 않으면 불만족이 발생한다. 사용자가 피부로 느끼는 불만사항은 매우 적지만 변화에 유연한 시스템은 사용자의 개선 요청을 신속히 처리해 준다.

정책변경 요청은 사용자 그룹에서 특정 사용자 그룹의 권한을 변경해 달라고 요청하는 경우이다. 예를 들어 개인 PC에는 망분리에 의하여 인터넷이 차단되어 있는 경우나 조직에서 특정 사이트의 접속을 막는 경우가 있지만 업무상 이를 해제해 달라고 요청이 오는 경우이다. 사용자의 불만족 요소는 매우 적지만 발생 건수가 높다. 이런 경우 별도의 사용자 요청 없이 시스템의 의하여 승인 절차를 거친 후 자동으로 해제한다면 사용자의 불편함이 적어진다.

앞의 7개 유형은 사용자와 직접 커뮤니케이션 하면서 수집되는 정량적 데이터를 바탕으로 하였다.

7개 유형별 각 발생 건에 대하여 교체에 영향을 주는 데이터를 수집하기 위한 방법으로 사용자의 의견을 조사하여 5점 척도로 평가를 수행하였다. Table 2의 유형에 따라 교체에 영향을 주는 척도가 다르다. 영향도는 사용자에게 주는 불만을 주는 가장 높은 유형에 5점을 부여하였으며, 가장치는 실제 사건이 발생할 때마다 사용자의 불만족도가 다르므로 각 사건이 발생할 때마다 객관적이면서 합리적으로 평가하기 위하여 퍼지추론을 이용하였다. 퍼지 값의 범위는 0부터 1사이의 값이며, 영향도와 가중치의 평가 척도는 Table 3과 같다.

영향도와 가중치의 평가 기준에 따라 사용자의 불만족 정도의 평균값과 서비스 수준을 측정할 수 있으며 측정지표는 Table 4와 같다.

Table 3. Impact and Weight Assessment Scale

Impact Assessment		Weight Assessment	
Very High	5	Causing Complaint	1
High	4	Very Complaint	0.75
Moderate	3	Complaint	0.5
Low	2	Little Complaint	0.25
Very Low	1	Not Complaint	0

Table 4. Development of the Service Dissatisfaction Indicator

AUD : Average user dissatisfaction SDI : Service dissatisfaction index Im : Impact, W : Weight, AT : Allowable times $\cdot \text{AUD} = \frac{\sum_{i=1}^n (Im_i * W_i)}{\sum_{i=1}^n Im_i}$ $\cdot \text{SDI} = \frac{(\sum_{i=1}^n (Im_i * W_i) - \sum_{k=1}^7 (AT_k * Im_k))}{\sum_{i=1}^n Im_i}$
--

사용자의 불만족 정도의 평균값을 측정하기 위하여 사용자와의 커뮤니케이션 과정에서 발생하는 불만의 정도를 5점 척도의 객관적인 기준으로 평가하고 가중치에 반영시킨다. 가중치에 발생 사건의 유형별 영향도를 반영하여 누적하고 전체의 영향도를 누적 값으로 나누면 순수한 사용자 불만족 정도의 평균 지표가 측정된다. 측정값의 최고값은 1이며 최저값은 0이다. 만일 측정값이 0.7이면 하나의 사건 당 발생하는 고객의 불만 정도가 매우 높다는 것에 가까워짐을 의미한다. 이러한 측정을 통하여 조직에서는 서비스를 개선할 필요를 느낄 수 있다.

서비스 불만 지수는 사용자가 감내할 수 있는 수준을 조사하고 Table 2의 7개 유형별 허용 회수를 반영하여 사용자가 요구하는 기준을 반영하여 측정한다.

조직에서 SLA(Service Level Agreement)는 보통 1개월 주기로 측정되고 반기별로 조직 평가에 반영되므로 서비스 불만 지수 측정의 반영 기간은 최근 6개월로 하였다. 서비스 불만 지수의 측정값이 1에 가까워지면 교체시기도 가까워짐을 의미한다.

3.2 교체점 산정 방법

조직에서 서비스, 품질, 비용, 스피드는 기업의 핵심부분이고 적시적인 성과 지표이다[21].

앞에서는 사용자 의견 중심의 서비스 불만 지수를 측정하였다. 이와 함께 조직의 성과를 위한 품질, 비용, 스피드를 평가에 반영하는 것은 매우 중요하다.

소프트웨어 제품의 품질은 ISO/IEC 9126-1 국제표준에서 제시하는 여섯 가지 품질특성을 반영하였다[22]. 비용은 순수 유지보수 비용과 고객으로부터의 추가 요구사항 발생으로 인한 개발비용으로 구분하였다. 스피드는 신기술이 반영된 신제품으로 교체함으로써 변화에 빠르게 대응하고 고객의 만족도까지 향상되므로 품질, 비용, 신기술의 세 가지 평가는 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 세 가지 평가 기준을 정하였다.

품질의 평가는 조직 내의 업무 전문가에 의하여 실시되며 전문가의 평가는 공정성을 기하기 위하여 최고점과 최저점을 제외한 산술평균으로 산출하며 최소 5명 이상의 전문가가 참여해야 한다.

전문가는 기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성, 유지보수성, 이식성의 여섯 가지 품질특성 항목에 대한 진단을 실시하며 각각의 항목은 조직에 따라 중요도의 비중이 다를 수 있다.

본 연구에서는 균일하게 비중을 주었지만 조직의 특성에 따라서 조정은 가능하다. 평가는 매월마다 서비스 수준 측정값이 기준선 이상인 업무솔루션을 대상으로 해당 분야의 전문가에 의해서 각각의 항목을 5점 척도로 평가한다.

전문가의 주관적 평가를 견제하기 위하여 사용자 서비스 불만 지수의 측정 시 발생하는 정량적 데이터도 같이 반영 되도록 하였으며 Table 5와 같이 제공한다.

Table 5. Quality characteristics and relevant indices

Quality Characteristics	Relevant Indices	Weighted Rate
Functionality	Suggestion to address discomfort	30%
Reliability	Action report request in the event of failure Inquiry about simple error	50%
Usability	Inquiry about how to use	30%
Efficiency	Suggestion for work convenience	20%
Maintainability	Improvement request due to work requirement changes	10%
Portability	Policy change request	10%

평가반영 비율은 사용자 서비스 수준 측정 시 사용한 변수인 영향도를 반영하였다. 신뢰성, 기능성, 사용성은 사용자의 서비스 수준과 밀접하기 때문에 실증적인 데이터를 최대한 활용하도록 하였다. 그리고 전문가의 고유 영역의 평가가 필요하므로 평가반영 비율은 최대 50%가 넘지 않도록 하였다.

비용 및 신기술은 정량적 측정으로 평가한다. 업무솔루션 오픈 이후, 유지보수 비용 외에도 추가적인 기능 요구사항 발생으로 별도의 개발비가 발생한다. 유지보수 비용과 개발비를 통틀어 유지비용이라고 정하고, 업무솔루션 도입 당시 발생한 총 비용을 구입비용이라고 정한다.

비용 평가 지수는 구입비용 대비 유지비용이며 업무솔루션 오픈 이후 발생한 유지비용이 구입비용 이상이면 비용의 평가 지수는 0이 된다.

신기술은 계속해서 출시되지만 사용하는 업무솔루션은 신기술 출시 이전에 이미 도입되었으므로 시간이 지날수록 신기술 평가 지수는 떨어진다. 신기술 평가 지수는 조직의 표준정의서에서 명시하는 사용기능수 대비 신기술 반영 기능수로 평가하였다.

비용 평가 지수와 신기술 평가 지수의 평가 범위는 0부터 1사이이며 평가지표는 Table 6과 같다.

Table 6. Cost and new technology assessment index

Item	Assessment Index
Cost	1 - (Maintain cost / Purchasing cost)
New Technology	Number of new technology functions / Number of total functions

매월마다 품질, 비용, 신기술의 평가가 업무솔루션 별로 수행되며, 평가 지수가 사용자 서비스 불만 지수와 만나면 교체 기준이 되므로 교체점이라고 칭하였다.

사용자 서비스 불만 지수가 품질, 비용, 신기술의 세 가지 지수중에서 가장 낮은 지수와 제일 먼저 만나게 된다. 제일 먼저 만나는 교체점을 임계치라고 하며, 제일 나중에 만나는 가장 높은 교체점을 한계치라고 한다. 임계치에 도달하면 중점관리 대상이 되고, 한계치에 도달하면 교체대상이 된다.

업무솔루션 오픈 이후 품질, 비용, 신기술 지수의 초기 값은 1이지만 업무환경의 변화, 사용자의 요구사항 반영, 소프트웨어 복잡도 증가, 타 시스템과의 연동, 유지보수 비용의 과다 발생, 관련 시스템의 신기술 적용수준 저하 등 시간이 지나면서 평가 지수의 곡선은 떨어지는 추이를 보이며 서비스 불만 지수와 가까워진다. 이는 교체시기도 가까워지고 있음을 의미한다.

3.3 교체시기의 예측 기법

본 연구에서는 서비스 불만 지수와 교체점 평가 지수의 곡선이 만나는 점을 교체점이라고 정하고, 1개의 교체점과 만나면 중점관리 대상으로 정하고, 3개의 교체점과 만나면 교체대상으로 분류하였다. 3개의 교체점 중에서 가장 위에 있는 점의 곡선이 한계선이 되고 가장 아래에 있는 점의 곡선이 임계선이 된다. 기준선은 업무솔루션별 사용자 불만 지수의 평균이다. 기준선을 초과하면 해당 업무솔루션이 평균에 미치지 못함을 의미하므로 서비스에 질이 떨어지지 않도록 더 신경을 쓸 수 있다.

사용자에게 제공하는 서비스 불만 지수는 0부터 시작해서 시간이 지나면서 1의 방향으로 상승하고 전문가의 의견이 반영된 교체점 평가 지수는 1부터 시작해서 시간이 지나면서 0의 방향으로 하락한다. 그러면 서비스 불만 지수의 곡선과 품질, 비용, 신기술의 교체점 평가 지수와 만나게 된다. 서비스 불만 지수가 임계선에 도달하면 중점 관리대상이 되어 교체를 준비하고, 한계선에 도달하면 즉시 교체 대상이 되며 Fig. 3과 같다. 그림에서 A시기가 중점관리 대상이 되며, B시기가 교체시기가 된다. 조직마다 중점관리 최대 기간을 정하고, 이 기간을 초과하면 교체대상으로 한다. 그러므로 품질, 비용, 신기술 중 어느 한 가지 평가 지수의 하락이 장기화 되는 것을 방지할 수 있다.

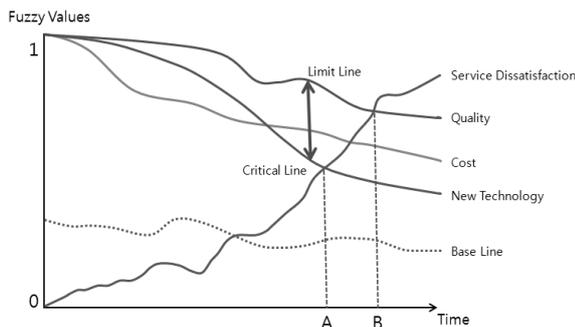


Fig. 3. Replacement time prediction

품질, 비용, 신기술 곡선은 업무단위의 업무솔루션별로 다르게 평가된다. 업무솔루션들을 대상으로 임계선과 한계선의 높이 간격별로 기준선에서 임계선으로 이동하는 일수, 기준선에서 한계선으로 이동하는 일수, 임계선에서 한계선으로 이동하는 일수와외의 관계를 기계학습하여 교체시기를 예측할 수 있다. 그러므로 조직에서는 교체를 사전에 준비할 수 있다. 특히 임계선에 도달했을 때는 중점관리 대상으로 분류하고 서비스에 더 만전을 기해야 한다. 교체시기 예측 알고리즘은 Table 7과 같다.

Table 7. Replacement time prediction algorithm

```

MLg() : Machine learning function that stores the gap value between the upper and lower curves
MLd() : Machine learning function that stores the number of days passed for the gap value between the upper and lower curves
MLcf : Machine learning modification factor

SORT() : Sorting function

Curve_Gap(1) : Gap between the reference curve and critical curve
Curve_Gap(2) : Gap between the reference curve and limit curve
Curve_Gap(3) : Gap between the critical curve and limit curve
Curve_Day(1) : Duration between the reference curve and critical curve (Number of days)
Curve_Day(2) : Duration between the reference curve and limit curve (Number of days)
Curve_Day(3) : Duration between the critical curve and limit curve (Number of days)

n : Number of business solutions
gap : Gap between the two curves
RP_time : Replacement time

< Machine learning >
for(i=0; i<3; i++){
    MLg(i,j) = sum_{j=0}^{n-1} Curve_Gap(i)
    MLd(i,j) = sum_{j=0}^{n-1} Curve_Day(i) + MLcf
}
SORT(MLg(i,j));
SORT(MLd(i,j));

< Replacement Time Prediction >
scanf("%d",&i); /* i=1: Between the reference curve and critical curve,
                i=2: Between the reference curve and limit curve,
                i=3: Between the critical curve and limit curve */
scanf("%f",&gap);
for(j=0; j<n; j++){
    if(MLg(i,j) >= gap) RP_time = MLd(i,j);
}
    
```

교체시기 예측 알고리즘을 살펴보면 과거에 발생한 업무 솔루션별 서비스 불만 지수를 기준선과 임계선, 기준선과 한계선, 임계선과 한계선으로의 이동 일수를 기계학습 하고 정렬하여 테이블에 저장한다. 기계학습의 정확성을 유지하기 위하여 보정계수를 두었다. 보정계수는 예측일과 실제 도달일과의 차이를 학습하고, 오차의 간격이 일정 상태를 유지할 때 그 차이만큼을 보정하여 예측의 정확도를 높이기 위한 계수이다. 현재 사용중인 업무솔루션의 교체시기를 예측하기 위하여 두 곡선의 차이를 입력하면 과거에 기계학습한 데이터를 기반으로 교체시기를 예측하여 준다.

4. 검증 및 실험

검증 및 실험을 위하여 5,000억원 이상의 IT자산을 보유하고 있으며 25,000명 이상의 계열사 직원들을 대상으로 토달 아웃소싱 사업을 수행하는 A사의 업무솔루션을 대상으로 하였다.

A사가 IT서비스를 수행하는 조직 중에서 규모가 큰 3개 계열사를 대상으로 실험을 수행하였으며 사용자와 커뮤니케이션이 많이 발생하는 10개 업무솔루션을 대상으로 하였다.

각 업무솔루션에 대하여 본 연구에서 제안하는 기법을 적용하고 교체시기를 예측하였다. 업무솔루션별로 교체점이 모두 다르게 평가되었으며 품질, 비용, 신기술의 교체점 위치가 서로 다르게 나타났다. 10개의 업무솔루션별로 서비스 수준 및 교체점을 평가하였으며 그 중 5개 솔루션의 서비스 불만 지수와 품질, 비용, 신기술의 평가 지수는 Fig. 4와 같다.

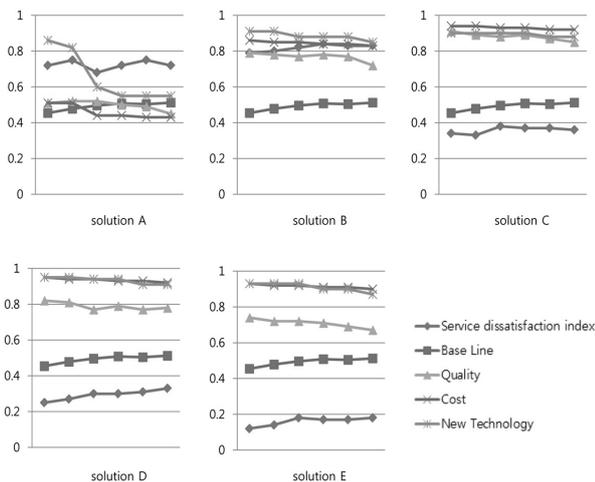


Fig. 4. Service level and replacement point

Fig. 4에서 Solution A는 교체대상이며, Solution B는 중점관리 대상이다. 교체시기 예측 결과에 대한 교체시기 반영 시뮬레이션 결과 서비스 불만 지수는 16% 하락하였고, 교체점 평가 지수는 9% 상승하였다. 교체점 평가 지수는 품질, 비용, 신기술을 반영한 종합지수를 의미하며 10개 솔루션의 실험결과는 Fig. 5와 같다.

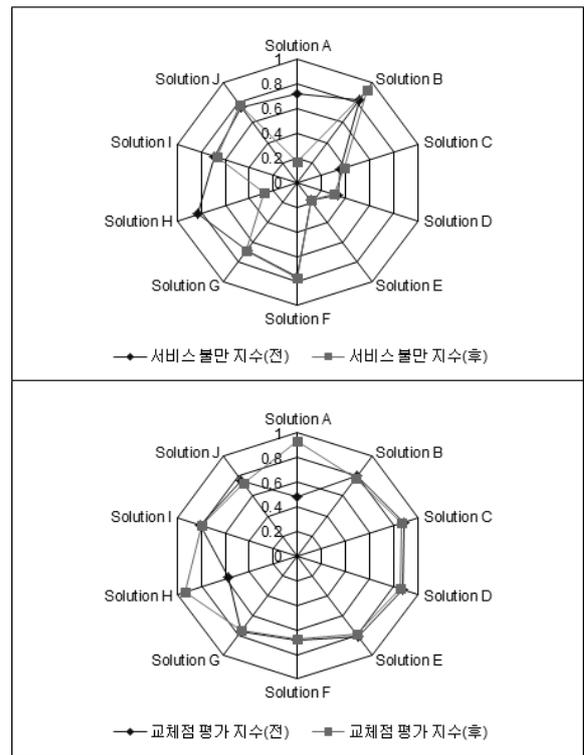


Fig. 5. Test Results

5. 결론 및 향후 연구

현재의 수준을 파악하고 미래를 예측하기 위해서는 핵심 지표에 대한 측정이 매우 중요하다. 소프트웨어는 사용 시작부터 폐기까지 업무환경의 변화, 시스템 환경에 적응, 타 시스템과의 연동 등 많은 변화를 가져온다. 사용자는 서비스를 요구하고 이에 따른 소프트웨어의 변경이 수반되며 변화의 과정에서 문제가 발생하면 사용자의 만족도는 떨어진다. 또한 변화의 과정에서 소프트웨어의 대부분은 내부 복잡도가 증가하고 품질이 떨어진다. 또한 비용이 발생하거나 신기술의 미적용 정도에 따라 소프트웨어는 교체하는 쪽이 유리해질 수 있다. 이렇게 여러 가지 변경 요인들을 핵심 변수로 하여 측정을 실시하고 평가를 수행하면 현재의 상황을 파악하고 개선의 노력을 수행할 수 있는 바탕이 마련된다.

본 연구에서는 사용자에게 제공하는 서비스의 수준을 실증적인 데이터를 기반으로 측정하고, 품질, 비용, 신기술의 평가 방법을 수립하였고, 서비스 불만 지수와 교체점 평가 지수의 교차 곡선의 만나는 부분을 교체점으로 정하고 교체시기를 예측하였다.

제안하는 교체시기의 타당성을 검증하기 위하여 교체시기 예측에 의한 교체 시뮬레이션 결과 서비스 불만 지수는 16% 하락하였고, 교체점 평가 지수는 9% 상승하였다.

본 연구의 한계점으로는 서비스 불만 지수 측정에서 사용자가 불편하더라도 운영자에게 알리지 않고 스스로 문제를 해결하는 경우에는 데이터 확보가 어려우므로 측정에 반영하지 못하였다.

향후 연구과제로 명시적인 데이터뿐만 아니라 발생하지 않는 사용자의 암묵적인 요구사항 데이터를 반영하기 위하여 사례를 조사하고, 반영시키는 방법의 연구가 필요하다. 또한 본 연구에서 제시하는 측정값을 활용하여 교체시기 뿐만 아니라 서비스 만족도, 품질, 비용, 신기술의 지표를 상호 비교하고 지표의 결과가 미흡한 부분을 개선하여 교체시기를 조금이나마 늦추는 방법의 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Thomas M.Pigoski, "Practical Software Maintenance(Best Practices for Managing Your Software Investment)", JohnWiley&Sons, 2000.

[2] Macario Polo, Mario Piattini, and Francisco Ruiz, "Advances in Software Maintenance Management: Technologies and Solutions", IdeaGroupPublishing, 2002.

[3] Penny Grubb, Armstrong A. Takang, "Software Maintenance (Concepts and Practice)_2nd edition", World Scientific, 2003.

[4] Daryl Mather, "The Maintenance Scorecard", Industrial Press, 2005.

[5] Ralph Peters, "Maintenance Benchmarking and Best Practices", McGraw-Hill, 2006.

[6] Alain April and Alain Abran, "Software Maintenance Management: Evaluation and Continuous Improvement (Practitioners)", BookworldServices, 2007.

[7] Tom Mens and Serge Demeyer, "Software Evolution", SpringerVerlag, 2008.

[8] Stanislaw Jarzabek, "Effective Software Maintenance and Evolution (A Reuse-Based Approach)", CRCPrILlc, 2008.

[9] Min-Oh Heo, Myung-Gu Kang, Byoung-Kwon Lim, Kyu-Baek Hwang, Young-Tack Park, Byoung-Tak Zhang, "Real-time Route Inference and Learning for Smartphone Users using Probabilistic Graphical Models", Journal of KISS, pp.425-435, 1738-6322, 2012.

[10] Dong-Hyok Suh, Dong-Mun Shin, Ho-Sun Shon, Won-Jae Kim, Won-Tae Kim, Keun-Ho Ryu, "Prediction of Bladder Cancer Recurrence Using Classification Methods", Journal of KISS, pp.193-201, 1738-6322, 2012.

[11] Yun-Jung Lee, In-Jun Jung, Gyun Woo, "A Model to Predict Popularity of Internet Posts on Internet Forum Sites", KIPS Transactions on Part D, pp.113-120, 1598-2866, 2012.

[12] Sun-Kyung Lee, Dong-Won Kang, Doo-Hwan Bae, "Software Effort Estimation based on Use Case Transaction", Journal of KISS, pp.566-570, 1738-6322, 2010.

[13] Mi-Jung Lee, Heung-Seok Chae, Tae-Yeon Kim, "A Prediction Model for Software Change using Object-oriented Metrics", Journal of KISS, pp.603-615, 1738-6322, 2007.

[14] Young-Joon Moon, Sung-Yul Rhew, "A Study on Software Fault Analysis and Management Method using Defect Tracking System", KIPS Transactions on Part D, pp.321-326, 1598-2866, 2008.

[15] Young-Joon Moon, Sung-Yul Rhew, Il-Woo Choi, "Machine Learning Process for the Prediction of the IT Asset Fault Recovery", KIPS Transactions on Software and Data Engineering, Vol.2, No.4, pp.281-290, 2287-5905, 2013.

[16] Sung-Sik Park, "An Empirical Study on the Establishment of the Optimal Economic Life Span Model for the Information Systems", Ph.D Dissertation of the KonKuk University, 2012.

[17] Heoung-Keun Moon, "Study on Development of Cost Based Optimal Life cycle Model for Financial Information Systems", Ph.D Dissertation of the KonKuk University, 2012.

[18] Andersen Bjorn, Fagerhaug Tom, Andersen Bjrn, Fagerhaug Rom, "Root Cause Analysis", Asq Pr, 2006.

[19] Hui-Jae Park, Bong-Woo Lee, "Executive Master of Six Sigma", KMI Consulting, 2010.

[20] Young-Bok Go, "Sociology Dictionary", Center for Society & Culture, 2000.

[21] Jae-Kyu Park, "Supply Chain Management", BOOK21, 2010.

[22] IEEE Std. 9126-1, ISO/IEC 9126-1. Software Engineering - Product Quality-Part 1 : Quality model. IEEE Computer Society, 2001.



문 영 준

e-mail : yjmoon@yonsei.ac.kr

2004년 한국방송통신대학교 컴퓨터과학과 (학사)

2006년 연세대학교 컴퓨터공학과(석사)

2013년 숭실대학교 컴퓨터학과(박사)

2006년~현 재 한국방송통신대학교 Tutor 및 출석수업 교수

관심분야 : 유지보수, IT자산관리, 기계학습, 형상관리, 정보보호



류 성 열

e-mail : syrhw@ssu.ac.kr

1976년 숭실대학교 컴퓨터학과(학사)

1980년 연세대학교 컴퓨터공학과(석사)

1997년 아주대학교 컴퓨터공학과(박사)

1981년~현 재 숭실대학교 컴퓨터학부 교수

1982년~1995년 숭실대학교 전자계산원장 및 중앙전자계산소장

1998년~2001년 숭실대학교 정보과학대학원장

2006년~2010년 공정거래위원회, 기획재정부, 보건복지부 정보화 위원

관심분야 : 요구공학, 유지보수, 오픈소스, IT정책경영