

# 데이터 웨어하우스 기술을 활용한 학교시설물의 환경개선예산 분석

- ○○교육청 초·중·고등학교를 중심으로 -

## Analysis of Environment Improving Budget of School Facilities by Using Data Warehouse Technology

- Focused on Elementary, Middle, High School of ○○ Office of Education -

박민규\*      손창백\*\*      류한국\*\*\*  
Pak, Min-kyu,    Son, Chang-Baek    Ryu, Han-Guk

### Abstract

With introduction of amended educational curriculum in 2007, optimizing project of educational environment to accomplish its purposes and goals includes expanding educational facilities and supplying eco-friendly school facilities. However, while the focus of optimizing project of educational environment is quality improvement of educational facilities, aging of these facilities built at th times of quantitative expansion and its management become serious problems. Higher concerns on studies and jobs on management of building caused by serious aging of facilities, management cost of building becomes a very crucial issue. Therefore, this study aims to analyze environment improvement budget of school facilities through building and using data warehouse, by investigating and analyzing the current status of environment improvement budget of school facilities and its cost through questionnaire and interview surveys on officers who are in charge of environment improvement budget of school facilities in educational administrations. This study thus analyzed environment improving budget of school facilities by using data warehouse technology collecting related data to the topic and setting levels by region, school class, establishment year, school facility types and others.

키워드 : 학교시설물, 환경개선예산, 시설물유지관리, 데이터 웨어하우스(DW)

Keywords : school facilities, environment improvement budget, facility management, data warehouse(DW)

### 1. 서론

#### 1-1. 연구의 필요성 및 목적

2007년 개정 교육과정 도입과 더불어 교육시설물 증축과 친환경적인 학교시설 보급 등 교육의 목적과 목표를 달성하기 위해 교육환경 최적화 사업이

수행되고 있다. 그러나 교육환경 최적화 사업의 중점사항은 교육시설의 질적 향상인데 반해 양적팽창 시기에 건립되었던 학교시설의 노후화와 이에 대한 관리 방안이 심각한 문제점으로 나타나고 있다.<sup>1)</sup>

최근 각 시·도교육청을 중심으로 학교시설물 유지관리의 환경개선예산에 대한 관심이 점차적으로 증대되고 있다. 현행 학교시설물의 유지관리는 부족한 예산으로 인해 미리 예방할 수 있는 유지관리방식 보다는 사후처리 유지관리방식으로 진행되고 있는 실정이다.

학교시설물의 환경개선예산 기준에 미치는 요인

\* 창원대학교 일반대학원 건축공학과, 석사

\*\* 세명대학교 건축공학과, 교수, 공학박사

\*\*\* 창원대학교 건축공학과, 부교수, 공학박사

(교신저자 : hgryu@changwon.ac.kr)

이 논문은 2013~2014년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음

1) 민창기, 학교시설의 효율적인 유지관리를 위한 연구, 학교교육시설학회 춘계학술발표대회 논문집, 1997.

들은 지역별, 연도별, 공정별 등에 따라 다양하다. 그러나 다양한 요인들 중에서 어떤 요인이 어떻게 얼마만큼의 환경개선예산에 영향을 미치는지에 대한 데이터의 기준이 미흡하다.

예컨대, “어떤 지역의 어떤 급별의 공정별 단가 및 물량은 어떻게 되는가?”, “어떤 학교 및 연도별 물량, 단가 및 환경개선예산은 얼마인가?”, “설립경과별 학교의 유지관리비용은 얼마인가?” 등에 대한 다양한 질문에 대한 정보를 제공하지 못하고 있다.

따라서 이러한 비정형 또는 정형의 데이터를 가공하여 정보를 제공하는 것은 실무적으로 매우 효과적이며 효율적이라고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 수많은 학교시설물의 환경개선 예산편성금액의 데이터를 분석하기 위해 윌리엄 인먼(William Inmon)이 개발한 데이터 웨어하우스(DW: Data Warehouse)<sup>2)</sup>를 이용하고자 한다.

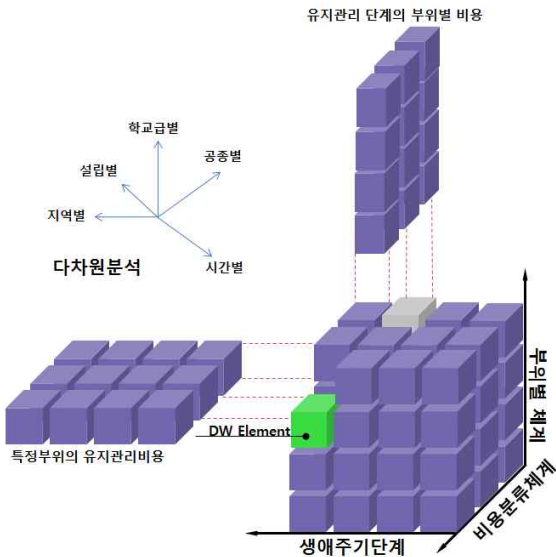


그림1. 데이터 웨어하우스의 다차원 분석 큐브

예컨대, 그림 1과 같이 환경개선예산을 다양한 차원별로 비용을 분석해볼 수 있다. 즉, 환경개선예산을 생애주기 단계와 부위별로 비용분류체계에 따라 비용을 다양한 차원에 따라 다차원적으로 분석할 수 있다. 이에 본 논문은 학교시설물 ○○교육청에 근무하고 있는 예산편성과 시설관리 전문가의 설문과 면담조사를 통하여 현행 학교시설물의 환경개선 예산 실태를 조사·분석하고 학교시설물의 지역별, 학교급별, 설립별, 건물 내·외부, 시설 부위별, 공정

별 등의 차원을 설정하여 데이터 웨어하우스를 구축하고 학교시설물의 환경개선예산을 분석하는 데 활용가능성을 제시하는 것을 목적으로 한다.

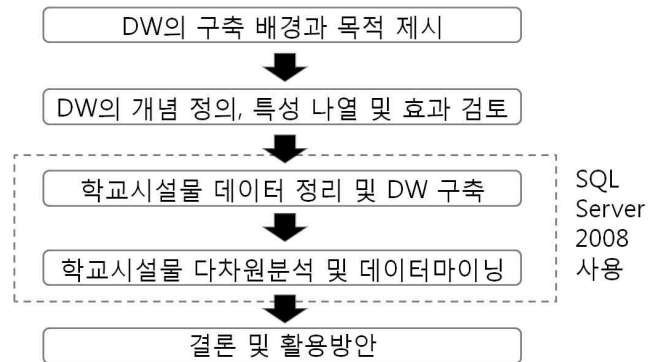


그림2. 연구의 방법 및 절차

## II. 이론적 고찰

### II-1. 데이터 웨어하우스의 개요

데이터 웨어하우스는 1980년대 중반 IBM이 처음으로 도입했던 개념으로, IBM은 Information Warehouse라는 용어를 사용하였다. 이후 이 개념은 많은 하드웨어, 소프트웨어 및 툴 공급업체 들에 의해 이론적, 현실적으로 발전하였으며, 1980대 후반 Inmon이 데이터 접근 전략으로 데이터 웨어하우스 개념을 사용함으로써 많은 관심과 집중을 받게 되었다<sup>3)</sup>. Inmon은 데이터 웨어하우스를 “기업의 의사결정 과정을 지원하기 위한 주제 중심적이고 통합적이며 시간성을 가지는 비휘발성 자료의 집합”으로 정의하였다.

데이터 웨어하우스는 매일 수집되는 수많은 관측된 데이터(사실)로부터 통찰력과 의미를 생산하며 의사결정에 효과적이고 효율적인 정보를 제공한다. 데이터 웨어하우스는 사용자의 의사결정을 지원하기 위해 많이 축적된 데이터를 사용자 관점에서 주제별로 통합하여 운영시스템과 사용자 사이의 별도의 장소에 저장해 놓은 데이터베이스로 이해할 수 있다.

데이터 웨어하우스는 의사결정을 위한 통합적이고 기업 전반에 걸친 과거 데이터의 확고한 기반에 필요한 정보를 지원하고, 기존의 통합되지 않은 애플리케이션 시스템의 데이터를 통합하기 위한 기초

2) William Inmon, Data Warehouse Performance. Second edition, New York: John Wiley & Sons, 1999.

3) 류한국, 건설공사 자재관리를 위한 데이터 웨어하우스 개발, 한국건축시공학회 논문, 11권 3호, 2011.06.

를 제공한다.

## II-2. 데이터 웨어하우스의 특성

데이터 웨어하우스는 의사결정에 필요한 정보처리 기능을 효율적으로 지원하기 위한 통합된 데이터를 가진 양질의 데이터베이스로서 아래 7가지 특성<sup>4)</sup>으로 정의할 수 있다.

### 1) 의사 결정 지원

데이터 웨어하우스가 존재하는 가장 일차적인 이유는 사용자의 의사결정을 지원하기 위한 것이다.

### 2) 운영시스템과 분리

기업의 운영시스템과 분리되며, 운영시스템으로부터 많은 데이터가 공급된다.

### 3) 전사적 통합

전사적 모델에 기초하여 내부 데이터가 통합된다. 데이터 웨어하우스 내의 데이터는 주로 운영시스템으로부터 공급되지만 다양한 외부정보의 통합 역시 매우 중요하다.

### 4) 시간성

시간성 혹은 역사성을 가진다. 즉 일, 월, 년, 회계기간 등과 같은 정의된 기간과 관련되어 저장된다.

### 5) 주제 중심적

데이터 웨어하우스는 전통적인 데이터베이스와 근본적으로 구분된다. 고객, 제품 등과 같은 주요한 주제를 중심으로 그 주제와 관련된 데이터들로 조직된다.

### 6) 쉬운 접근

컴퓨터 시스템 혹은 자료 구조에 대한 지식이 없는 사용자들이 쉽게 접근할 수 있어야 한다.

### 7) 비휘발성

데이터 웨어하우스는 읽기 전용 데이터베이스로서 갱신이 이루어지지 않는다.

## II-3. 시스템 구성

본 연구에서 데이터 웨어하우스 기술의 다차원 분석을 적용하기 위하여 Microsoft SQL 2008과 Microsoft Business Intelligence(BI) 2008을 사용하였다. Microsoft BI 솔루션은 Business Intelligence Platform, Information Worker Platform과

Performance Management 영역으로 구분할 수 있다.

Business Intelligence Platform은 데이터 추출 및 적재 자동화를 위한 SQL Server Integration Services, 다차원 분석 엔진인 SQL Server Analysis Services, 고정형 및 비고정형 리포트를 위한 SQL Server Reporting Services로 구성<sup>5)</sup>되어 있다. 본 연구는 다차원 분석을 할 수 있는 SQL Server Analysis Service 엔진을 사용하였다.

## II-4. 데이터 관계도

Ms SQL Server 2008에서 Business Intelligence(BI)의 데이터를 사용하면 단일 데이터 원본을 기반으로 Analysis Service 프로젝트나 데이터베이스에 새 데이터 관계도를 정의할 수 있다.

데이터 원본은 데이터 저장소의 모든 테이블 및 뷰가 포함되는 데이터 저장소에 대한 연결을 나타낸다. 테이블 및 뷰와 같은 특정 데이터베이스 개체를 선택하거나 개체 간 새 관계를 추가하는 기능 등의 기능은 데이터 원본 대신 데이터 원본 뷰를 사용한다. 데이터 원본 뷰를 사용하면 MS SQL Server 2008 데이터베이스 개체가 기본 데이터 원본의 기본 물리적 개체에 직접 바인딩 되는 것이 아니라 데이터 원본 뷰에 포함된 세부적인 개체에 바인딩 되므로 MS SQL Server 2008에서의 개체 생성 작업이 용이하다.

즉, 데이터 원본에서는 Management Studio(SQL Server Analysis Service 내에 모든 구성 요소를 관리, 검색하는데 사용하는 프로그램)에 저장되어 있는 파일을 불러와서 사용자의 이름과 암호를 입력한다. 데이터 원본을 생성하였다면 그 생성된 데이터들의 차원에서 주키를 설정하고 차원간의 관계도를 작성한다.

## II-5. 학교시설물 환경개선예산 분석 대상사례

학교시설물 환경개선예산 분석을 위한 대상 사례의 현황은 표 1과 같다. 세부 지역으로 도시(6지역), 산간(9지역), 해안(4지역) 총 20지역을 대상으로 분석하였다. 20지역의 각각의 지역코드를 생성했다. 사례조사 대상인 학교 수는 1269교이며, 지역별로는

4) 송유진, 데이터 모델링을 통한 데이터 웨어하우스 구축, 연세대학교 산업대학원 논문, 2000.

5) 권오주, BI 구축을 위한 SQL Server 2008 Analysis Services 포켓가이드, 한국마이크로소프트(유), 2008.

도시지역은 631교, 산간지역은 386교, 해안지역은 252교를 대상으로 분석하였다.

표1. 지역, 학교, 급별, 설립별 사례조사현황

세부 지역	지역 코드	사례 학교수	급별	설립별	
도시 (6지역)	R104	93교	유치원	공립	
	R106	121교			
	R110	56교			
	R112	130교			
	R113	74교			
산간 (9지역)	R115	157교	초등학교		
	R102	31교	중학교		
	R103	38교			
	R107	53교			
	R109	14교	고등학교		
	R111	29교			
	R114	44교			
	R117	75교			
	해안 (4지역)	R118	34교	특수학교	사립
R119		24교			
R120		44교			
R101		107교			
총	R105	28교	5급별	2분류	
	R108	53교			
	R116	64교			
총	20지역	1269교			

표 2. 공정별 분류현황

대공정	소공정
방수	건물외벽방수 교실동육상방수 등
외부환경개선	급식소진입로개선 녹색학교조성 등
천정보수	교실천정교체 다목적실천정설치 등
기타시설개선	담웨이트철거 도서실 환경개선 등
전기시설개선	동력분전반교체 변전실변압기교체 등
교실바닥보수	교실바닥교체(PVC) 교실바닥교체(목재) 등
복도바닥보수	복도바닥교체(PVC) 복도바닥교체(목재) 등
외부창호개선	본관창호코킹 이중창설치 등
화장실보수	직원화장실증축 체육관화장실보수 등
교실출입문 및 중창교체	출입문과 중창교체(PVC) 현관출입문 교체(스텐) 등
내·외벽개선	건물도색(외벽) 교실내벽 리모델링 등
계단실보수	본관계단실보수 외부계단보수 등
소방시설개선	소화전설비 소방배관교체 등

사례조사 대상의 학교급별은 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교, 특수학교 5급으로 분류하였고, 설립별은 공립, 사립 2개의 설립별로 구분하였다.

표 2의 공정별 분류현황을 보면 크게 대공정, 소공정으로 분류하였다. 대공정은 방수, 외부환경개선, 천정보수, 기타시설개선, 전기시설개선, 교실바닥보수, 복도바닥보수, 외부창호개선, 화장실보수, 교실출입문 및 중창교체, 내·외벽개선, 계단실보수, 소방시설개선 13개 항목으로 분류하였다. 소공정은 대공정에 따른 대표적인 항목을 나열하였다. 표 2는 대공정, 소공정에 따른 분류현황을 나타낸 표이다.

### III. 학교시설물 환경개선예산 다차원분석 및 데이터 마이닝

#### III-1. 학교시설물 환경개선예산 다차원분석 시스템 프로토타입

##### 1) 다차원큐브 구조

큐브는 측정값과 차원으로 정의할 수 있는 데 큐브는 하나 이상의 차원 테이블을 기반으로 하는 차원과 하나 이상의 측정값 테이블을 기반으로 하는 측정값으로 구성된다. 큐브는 데이터 원본 뷰에서 차원간의 관계도를 작성한 것에 보고자하는 차원 및 측정값을 설정한다. 측정값 및 차원 테이블 내의 해당 값을 식별하고 각각의 차원별로 해당하는 특성 및 계층을 큐브를 통해 정의할 수 있다. 측정값은 사용자가 계량화된 데이터들을 파악하기 위한 값이다. 차원은 측정값에서 보고자하는 데이터들과의 관계를 나타내고 측정값과 차원은 그림 3 큐브 구조의 데이터 원본 뷰에서 확인할 수 있다.

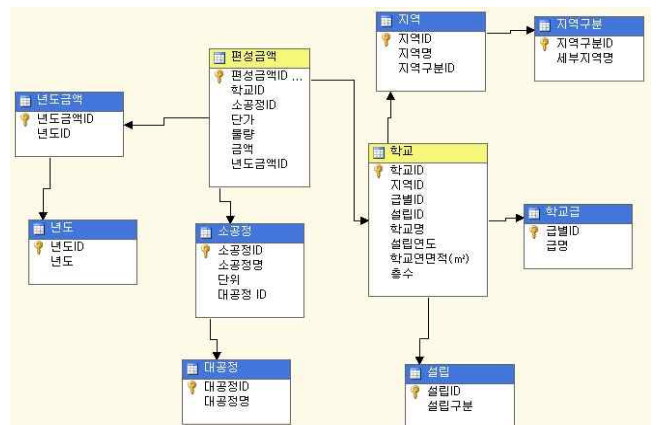


그림 3. 학교시설물 환경개선예산 다차원큐브 구조

그림 3은 학교시설물 환경개선예산의 다차원큐브 구조이다. 예컨대, 측정값 테이블은 노란색부분의 테이블인 편성금액과 학교가 해당된다. 편성금액의 측정값은 단가, 물량, 금액이고 학교에 해당하는 측정값은 설립연도, 연면적, 층수가 해당된다. 차원 테이블은 파란색부분의 테이블인 학교, 지역, 급별, 설립별, 소공정, 연도금액이다.

측정값 테이블에 해당하는 편성금액과 학교 테이블에서 연도, 설립, 급, 지역 등 차원테이블과의 관계를 나타낸다. 예컨대, 어떤 지역의 어떤 학교의 몇 년간의 공정별 환경개선예산을 확인할 수 있다.

#### 2) 차원 및 측정값 그룹의 차원용도 정의

차원용도는 하나의 큐브 안에 여러 개의 측정값 그룹과 차원이 있다. 여러 개의 측정값 그룹 중 편성금액과 학교 측정값의 데이터를 파악한다. 이러한 측정값 그룹과 차원들은 서로 관계가 다르고 세분화 되어있다. 차원용도 탭에서는 차원과 측정값 그룹간의 관계를 정의할 수 있다. 차원은 행으로, 측정값 그룹은 열로 나열된다. 차원과 측정값 그룹의 관계유형은 관계없음, 일반, 팩트, 참조, 다 대 다 5가지의 관계 유형을 선택할 수 있다.



그림 4. '편성금액'의 차원용도 정의

그림 4는 측정값 그룹의 편성금액과 차원의 학교는 일반 관계유형을 선택하고 차원 테이블을 학교, 측정값 테이블을 편성금액을 선택하여 학교에 관계된 차원들을 볼 수 있게 설정하였다. 소공정, 연도금액도 일반 관계 유형을 선택하였다.

측정값 그룹의 편성금액과 지역은 참조 관계 유형을 선택하고 참조 차원은 지역, 중간 차원은 학교를 선택해서 학교→지역을 참조할 수 있는 경로가 되는 것이다. 역시 학교급과 설립 또한 학교→학교급, 학교→설립으로 정의할 수 있다.

마지막으로 측정값 그룹의 학교와 차원의 학교의

관계유형은 팩트로 설정하였다. 학교 테이블에 측정값과 차원이 모두 포함되어 있어서 차원 테이블도 학교, 측정값 그룹 테이블도 학교로 설정하여 학교에 해당하는 세분화된 특성들을 측정값으로 볼 수 있다. 측정값 그룹과 차원 간에 정의된 관계가 없을 때는 차원용도의 해당하는 상자가 비어 있다. 학교와 소공정, 연도금액은 관계가 없다.

### III-2. 다차원분석

#### 1) 큐브 뷰

그림 5의 측정값 그룹에는 크게 편성금액과 학교 테이블이 있다. 편성금액에는 단가, 물량, 금액의 측정값의 그룹이 있고 학교에는 설립연도, 학교연면적, 층수가 측정값 그룹에 속한다.

측정값 그룹	
편성금액	MeasureGroup
단가	Measure
물량	Measure
금액	Measure
학교	MeasureGroup
설립연도	Measure
학교연면적 m²	Measure
층수	Measure

그림 5. 큐브 뷰 - 측정값 그룹

차원	
학교	CubeDimensi...
특성	
학교ID	CubeAttribute
지역ID	CubeAttribute
급별ID	CubeAttribute
설립ID	CubeAttribute
설립연도	CubeAttribute
소공정	CubeDimensi...
특성	
소공정ID	CubeAttribute
대공정ID	CubeAttribute
단위	CubeAttribute
연도금액	CubeDimensi...
특성	
연도금액ID	CubeAttribute
연도ID	CubeAttribute
지역	CubeDimensi...
특성	
지역ID	CubeAttribute
지역구분ID	CubeAttribute
학교급	CubeDimensi...
특성	
급별ID	CubeAttribute
설립	CubeDimensi...
특성	
설립ID	CubeAttribute
계산	
면적당단가(천원)	CalculatedM...

그림 6. 큐브 뷰 - 차원별 특성

그림 6의 차원 그룹에는 학교, 소공정, 연도금액, 지역, 학교급, 설립, 계산이 있다. 학교 차원 특성에는 학교ID, 지역ID, 급별ID, 설립ID, 설립연도가 있고, 공정 차원 특성에는 대공정ID, 소공정ID, 단위가 포함되어 있다. 지역 차원 특성에는 지역ID, 지역구분ID가 있고, 학교급 차원 특성에는 급별ID, 설립 차원에는 설립ID가 있다. 연도금액 차원에는 2008~2012년까지의 연도ID와 연도금액ID가 포함되어 있다. 계산 차원에는 IV-3에서 분석할 내용인 데이터 마이닝에서 면적당단가에 영향을 미치는 요인들을 파악하기 위해서 계산 탭에서 면적당단가를 '학교연면적/단가'로 따로 테이블을 생성하였다.

2) 환경개선예산에 대한 다차원분석

다차원 분석은 데이터 웨어하우스 구축을 하는데 있어서 필요한 다양한 차원들을 설정하고 조합하여 큐브의 셀 정보를 활용하여 학교시설물의 지역별, 급별, 공종별, 연도별 등 차원들을 분석한다.

5년간(2012년~2008년)의 축적된 데이터로 다음과 같이 지역, 학교, 급별, 설립별, 공정별 현황을 통하여 다차원분석을 실시하고 학교시설물의 유지관리 비용 분석에 활용할 수 있는 다양한 데이터들을 도출할 수 있다.

그림 7은 도시지역 중 R104지역에 공립 S107의 공정을 나타냈다. 대공정에는 방수, 외벽환경개선, 기타시설개선, 교실바닥보수, 화장실보수, 계단실보수를 실시하였고 그에 따른 소공정은 외벽방수, 아스콘포장, 화장실보수 등이 있다.

예컨대, 2012년의 방수공사에는 37,500(단위: 천원)의 금액이 사용되었고 2009년에는 43,736(단위: 천원)의 금액이 사용되었다. 이와 같이 지역별, 설

립별, 공정별 등 다양한 차원별로 데이터를 요약하여 파악할 수 있다.

세부지역ID	지역ID	설립ID	급별ID	학교ID	학교연면적㎡	단가-천원	면적당단가(연회)금액-천원
도시					2,853,168.8	₩158,784,746.0	₩0.02
신간					986,489.9	₩51,181,953.0	₩0.02
해안					120,921.1	₩68,982,285.0	₩0.00
	R101	공립	유		60,423.4	₩4,480,631.0	₩0.01
		공립	중		21,057.6	₩13,905.0	₩1.51
		공립	고		S694	₩4,404.3	₩1.53
					S695	₩13,244.9	₩0.04
					S697	₩10,448.3	₩0.39
					S698	₩12,685.6	₩0.02
					S699	₩12,580.1	₩0.11
					합계	₩8,420.8	₩0.06
					합계	₩25,765.3	₩0.00
					합계	₩93,312.0	₩0.04
					합계	₩29,077.2	₩0.00
	R105				96,963.3	₩5,304,103.0	₩0.02
	R108				204,866.8	₩6,853,501.5	₩0.03
	R116				184,270.5	₩19,895,881.0	₩0.01
					합계	₩15,177.9	₩0.01
					합계	₩18,561,173.5	₩0.01
총합계					4,654,837.5	₩320,527,878.5	₩0.01

그림 8. '지역', '학교' 차원의 면적당단가 분석

그림 8에서 해안지역 중 R101지역에 공립 고등학교 S694는 학교 연면적당 단가가 1,510원을 나타내는 반면에 S697은 390원을 나타내고 있다. 이렇게 면적당단가가 차이가 나는 원인은 여러 가지가 있을 수 있다. 세부지역, 지역, 설립, 급별, 학교별에 따라 차이가 날 수 있다.(IV-3 참고) 이러한 데이터가 축적되면 지역별, 학교별로 환경개선예산을 분석하고 측정하는데 있어서 유용한 데이터가 된다.

지역ID	설립ID	급별ID	학교ID	설립연도	년도ID					총합계
					2012년	2011년	2010년	2009년	2008년	
R101					₩71,587,330.0	₩71,395,049.0	₩70,647,792.0	₩75,538,743.0	₩76,361,674.0	₩367,130,528.0
R102					₩3,425,714.0	₩3,382,312.0	₩3,425,862.0	₩4,115,165.0	₩3,430,867.0	₩17,880,817.0
R103					₩3,538,283.0	₩3,517,982.0	₩3,454,911.0	₩3,442,830.0	₩3,451,840.0	₩17,425,598.0
R104	공립	유			₩134,500.0	₩131,703.0	₩144,423.0	₩141,576.0	₩141,391.0	₩689,598.0
		공립	중		₩12,076,862.0	₩12,512,355.0	₩12,212,453.0	₩12,365,353.0	₩12,207,007.0	₩61,772,283.0
		공립	고		₩14,728,947.0	₩14,962,242.0	₩15,790,050.0	₩15,121,812.0	₩15,659,950.0	₩76,263,041.0
	S593	2003			₩21,000.0	₩22,332.0	₩20,800.0	₩21,984.0	₩19,384.0	₩106,700.0
	S513	1995			₩1,288,665.0	₩1,283,225.0	₩1,262,938.0	₩1,243,244.0	₩1,210,413.0	₩6,288,477.0
	S514	2005			₩5,000.0	₩5,000.0	₩5,000.0	₩5,000.0	₩5,000.0	₩25,000.0
	S515	2006			₩13,400.0	₩13,400.0	₩13,400.0	₩13,400.0	₩13,400.0	₩67,000.0
	S518	2011			₩8,000.0	₩8,000.0	₩8,000.0	₩8,000.0	₩8,000.0	₩40,000.0
	S521				₩28,000.0	₩28,000.0	₩28,000.0	₩28,000.0	₩28,000.0	₩140,000.0
	S522				₩126,000.0	₩126,000.0	₩126,000.0	₩126,000.0	₩126,000.0	₩630,000.0
	S524				₩10,000.0	₩10,000.0	₩10,000.0	₩10,000.0	₩10,000.0	₩50,000.0
	S526				₩233,505.0	₩244,446.0	₩250,967.0	₩267,895.0	₩268,098.0	₩1,284,937.0
	S528				₩108,800.0	₩107,810.0	₩109,350.0	₩115,574.0	₩121,330.0	₩593,258.0
	S532				₩25,048.0	₩23,150.0	₩25,048.0	₩27,227.0	₩24,695.0	₩125,120.0
	S533				₩76,500.0	₩77,220.0	₩75,386.0	₩76,495.0	₩61,555.0	₩387,195.0
	S536				₩21,000.0	₩18,200.0	₩20,020.0	₩22,920.0	₩23,484.0	₩116,517.0
	S540				₩265,788.0	₩287,572.0	₩316,443.0	₩304,177.0	₩324,285.0	₩1,493,245.0
	S584				₩104,594.0	₩113,334.0	₩108,699.0	₩107,425.0	₩107,468.0	₩539,540.0
	방수				₩13,000.0	₩12,078.0	₩12,548.0	₩12,036.0	₩11,526.0	₩61,208.0
	외벽				₩29,485,342.5	₩30,173,167.0	₩32,722,038.0	₩30,387,487.0	₩31,546,518.0	₩151,454,559.5
	합계				₩472,530.5	₩463,728.0	₩447,728.0	₩437,234.0	₩441,539.0	₩2,278,520.6
	R105				₩29,957,873.0	₩30,636,896.0	₩31,178,124.0	₩31,094,721.0	₩30,994,457.0	₩153,773,071.0
	R106				₩2,547,887.0	₩2,547,177.0	₩2,591,132.0	₩2,503,417.0	₩2,600,003.0	₩12,811,588.0
	R107				₩5,036,184.9	₩4,845,884.0	₩4,889,371.0	₩4,776,480.0	₩4,745,908.0	₩24,333,827.9
	R108				₩5,633,891.0	₩5,684,589.0	₩5,862,791.0	₩5,915,148.0	₩5,631,717.0	₩28,533,946.0
					₩1,289,665.0	₩1,263,225.0	₩1,262,930.0	₩1,243,244.0	₩1,210,413.0	₩6,269,477.0

그림 9. '학교', '연도' 차원의 환경개선예산 분석

지역구분ID	지역ID	설립ID	학교ID	대공정ID	소공정ID	년도ID					총합계
						2012년	2011년	2010년	2009년	2008년	
도시	R104	공립	S102			₩21,000.0	₩22,332.0	₩20,800.0	₩21,984.0	₩19,984.0	₩106,700.0
			S103			₩44,600.0	₩35,162.0	₩35,417.0	₩32,810.0	₩32,521.0	₩180,510.0
			S107			₩37,500.0	₩43,746.0	₩39,864.0	₩43,746.0	₩36,918.0	₩201,774.0
				방수		₩37,500.0	₩43,746.0	₩39,864.0	₩43,746.0	₩36,918.0	₩201,774.0
				외부환경개선	외벽방수	₩55,000.0	₩57,036.0	₩57,510.0	₩55,792.0	₩59,952.0	₩285,290.0
					합계	₩55,000.0	₩57,036.0	₩57,510.0	₩55,792.0	₩59,952.0	₩285,290.0
				기타시설개선	다목적강당외벽보수	₩75,000.0	₩67,950.0	₩65,708.0	₩60,254.0	₩64,171.0	₩333,083.0
					다목적실내벽 흠몰채설치	₩14,000.0	₩14,148.0	₩13,552.0	₩13,097.0	₩13,312.0	₩69,109.0
					다목적실내취관발지붕교체	₩50,000.0	₩50,715.0	₩49,735.0	₩40,664.0	₩40,222.0	₩231,336.0
					다목적실내등중하강기구교체	₩36,000.0	₩35,152.0	₩37,648.0	₩38,112.0	₩39,624.0	₩186,536.0
					합계	₩175,000.0	₩167,965.0	₩166,643.0	₩153,127.0	₩157,329.0	₩820,064.0
				교실바닥보수	다목적실내바닥교체(이종바닥재,1층)	₩51,900.0	₩50,811.0	₩53,556.0	₩58,536.0	₩54,498.0	₩269,301.0
					합계	₩51,900.0	₩50,811.0	₩53,556.0	₩58,536.0	₩54,498.0	₩269,301.0
				화장실보수	화장실보수(전면보수)	₩334,000.0	₩334,400.0	₩346,745.0	₩325,837.0	₩319,168.0	₩1,660,150.0
					합계	₩334,000.0	₩334,400.0	₩346,745.0	₩325,837.0	₩319,168.0	₩1,660,150.0
				계단실보수	계단실보수	₩20,000.0	₩21,060.0	₩19,692.0	₩18,176.0	₩17,922.0	₩96,850.0
					합계	₩20,000.0	₩21,060.0	₩19,692.0	₩18,176.0	₩17,922.0	₩96,850.0
	S109					₩73,400.0	₩75,018.0	₩69,010.0	₩65,214.0	₩64,578.0	₩333,429.0
	S111					₩20,000.0	₩20,780.0	₩19,886.0	₩20,562.0	₩20,398.0	₩101,626.0
	S114					₩65,780.0	₩65,815.0	₩63,661.0	₩63,631.0	₩63,034.0	₩321,921.0
	S117					₩25,000.0	₩23,175.0	₩23,082.0	₩22,459.0	₩24,323.0	₩118,039.0
	S118					₩339,000.0	₩326,078.0	₩305,890.0	₩280,891.0	₩251,519.0	₩1,503,378.0
	S119					₩131,436.0	₩123,144.0	₩125,380.0	₩129,480.0	₩122,818.0	₩632,258.0
	S120					₩113,656.0	₩126,486.0	₩120,701.0	₩119,376.0	₩112,922.0	₩593,141.0
	S101					₩1,289,665.0	₩1,263,225.0	₩1,262,930.0	₩1,243,244.0	₩1,210,413.0	₩6,269,477.0

그림 7. '지역', '설립별', '공정', '연도' 차원의 환경개선예산 분석



그림 9는 학교별로 2008~2012년까지의 환경예산 금액을 나타낸 값이다. R104지역의 공립 고등학교의 학교별로 환경개선예산 금액이다. 학교별로 환경개선예산 금액이 차이가 나는 것을 알 수 있다.

예컨대, S513 학교는 2012년 1,289,665(단위: 천원)의 환경개선비용이 들어간 반면 S518는 8,000(단위: 천원)의 환경개선비용이 사용되었다. 이렇게 많은 금액이 차이가 나는 이유는 학교의 S513의 경우 설립연도가 1955년인 반면에 S518의 학교는 2011년에 설립이 된 학교이다. 결과적으로 설립연도의 차이도 환경개선예산에 큰 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있다.

그림 10은 각 지역별 공립 고등학교의 공정별 환경개선예산이다. R110은 도시 지역 공립 고등학교 S710 학교의 공정이다. R111은 산간 지역 공립 고등학교 S736의 공정이다.

지역ID	설립ID	급별ID	학교ID	대공정ID	소공정ID	금액
R101						₩367,130,528.0
R102						₩17,090,587.0
R103						₩17,405,559.5
R104						₩153,773,071.1
R105						₩12,961,366.0
R106						₩24,393,827.9
R107						₩29,328,646.0
R108						₩148,765,406.5
R109						₩14,567,588.5
R110	공립	초				₩18,851,016.5
		고				₩2,574,230.0
			S710	방수	독상방수(비노출)	₩919,047.0
				합계		₩919,047.0
				외부환경개선	아스콘포장	₩174,008.0
				합계		₩155,855.0
				기타시설개선	기숙사천정형방탄방기(교원)	₩329,861.0
				합계		₩329,861.0
				교실출입문및중창교체	합계	₩359,053.0
				합계		₩644,493.0
			S718	합계		₩2,252,454.0
				합계		₩208,548.0
				합계		₩2,461,002.0
	사립					₩23,886,248.5
	합계					₩7,763,192.0
R111	공립	초				₩4,441,888.0
		고				₩1,425,970.0
			S736	외부환경개선	급수대설치	₩97,693.0
				합계		₩97,693.0
				합계		₩97,693.0
				합계		₩1,334,882.0
				합계		₩7,300,433.0
				합계		₩422,056.0
				합계		₩7,722,489.0
R112						₩57,351,874.7
R113						₩10,345,972.0
R114						₩75,072,884.4
R115						₩206,451,816.0
R116						₩38,341,582.0
R117						₩24,086,403.5
R118						₩9,872,942.0
R119						₩159,202,333.0
R120						₩15,825,151.0
총합계						₩1,421,339,468.5

그림 10. '학교', '공정' 차원의 환경개선예산 분석

앞의 분석의 경우와 마찬가지로 그림 11을 분석해보면 S710은 방수(비노출) 금액이 919,047(단위: 천원), 외부환경개선 금액은 329,861(단위: 천원)이다. 반면, S736은 외부환경개선 금액이 97,693(단위: 천원)이다. S710과 S736의 환경개선예산이 차이가 나는 이유는 도시 지역의 학교와 산간 지역의 학교 유지관리비용이 차이가 원인인 것을 알 수 있다.

S710과 S736의 환경개선예산이 차이가 나는 원인은 도시 지역의 학교와 산간 지역의 학교 유지관리

비용이 차이가 나기 때문이다. 이와 같이 데이터 웨어하우스의 다차원 분석 기술을 활용하면 다양한 차원별로 사용자의 목적에 맞게 필요한 정보를 다양하게 파악하기가 용이하다.

### III-3. 학교시설물 환경개선예산의 데이터 마이닝을 위한 의사결정 트리(Decision Trees)

데이터 마이닝 기술은 데이터에서 패턴 및 경향을 찾아서 면적당 단가에 영향을 미치는 요인이 무엇이며, 지역별, 급별, 설립별, 학교별 등에 대한 요인들이 얼마만큼 적용 되는지 파악이 가능하도록 한다. 데이터 마이닝은 마이닝 모델이 해결할 기본 문제 정의, 데이터 준비, 데이터 탐색, 모델 작성, 모델 탐색 및 유효성 검사, 작업 환경으로의 모델 배포에 이르는 모든 작업을 포함하는 대규모 프로세스<sup>6)</sup>의 일부이다.

면적당단가(단위: 천원)와 관련된 영향 요인들을 파악하기 위하여 의사결정 트리 구조로 모델을 구축하였다. 의사결정 트리 구조는 데이터 마이닝 분석이 대표적인 분석방법이다. 이미 알고 있는 답을 이용하면 의사결정 트리 모델을 생성할 수 있고 답이 주어지지 않은 경우에는 예측을 할 수 있다. 의사결정 트리는 주어진 데이터를 분류하는 목적으로 사용한다.

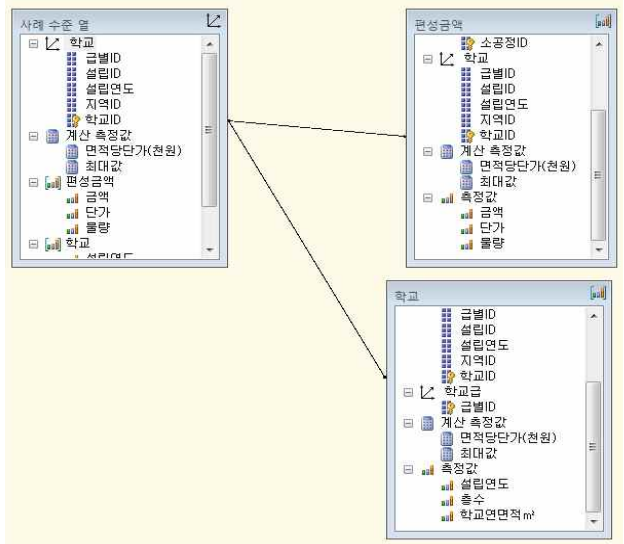


그림 11. 면적당단가와 관련된 요인 파악을 위한 마이닝 모델

6) 류한국, 공간시간 영향요인에 따른 생산성의 OLAP 분석과 의사결정트리 분석, 한국건축시공학회 논문, 11권 2호, 2011.04.

그림 11은 면적당단가에 관련된 요인 파악을 위한 데이터 마이닝 모델이다. 사례 수준 열에서 기존에 구축한 큐브를 기반으로 면적당단가와 관련된 차원들이 생성되면 그중에 관련성이 있다고 판단한 학교 차원을 선택하고 학교 차원의 속성(급별ID, 설립ID, 설립연도, 지역ID)이 나타난다. 사례 수준 열과 관련 있는 팩트 테이블인 편성금액 그룹 테이블과 학교 그룹 테이블이 생성된다.

구조	학교 3
급별ID	Microsoft_Decision_Trees
면적당단가 천원	Input
설립ID	Predict
지역ID	Input
학교ID	Input
	Key

그림 12. 면적당단가 요인 파악을 위한 의사결정 트리

그림 12는 데이터 마이닝 기법 중에 의사결정 트리 구조를 선택하면 면적당단가에 영향을 미치는 입력 요인이 급별ID, 설립ID, 지역ID가 자동으로 생성되고 결과적으로 그림13과 같이 면적당단가의 의사결정트리가 생성된다. 그 결과 면적당단가(단위: 천원) 차원과 관련된 영향 요인을 파악하기 위한 데이터 마이닝의 성향습득 사례의 데이터 수는 493개이다. 면적당 단가에 영향을 미치는 요인이 다양할수록 수준이 늘어나는 데 본 사례에서는 28수준이 나타났으며 그림 13은 5수준까지의 의사결정 트리 수준의 결과를 확인하였다. 각 수준은 요인에 많은 영향을 미치는 상위수준부터 하위수준으로 확인할 수 있다. 493개의 사례 중 5수준에서 지역ID=R108이 가장 큰 영향을 받는 요인이고 R108이 아니면 지역ID=R114가 요인을 많이 받는 지역이다. 지역ID=R110은 초등학교가 영향을 미치는 요인으로 나타났다.

영향의 정도 즉 링크의 연결 강도로 면적당단가에 미치는 영향요인을 파악할 수 있다. 지역(20개 지역), 급별(초, 중, 고), 설립별(공립, 사립)이 면적

당 단가에 얼마만큼 강력한 링크로 연결되어 있는지 그림 14와 같이 확인할 수 있다.

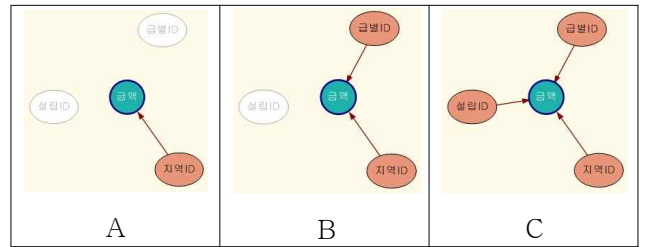


그림 14. 면적당단가 영향 요인의 종속성 네트워크

그림 14의 A가 가장 강력한 링크로 설정했을 경우로 그림 13에서도 알 수 있듯이 면적당단가에 지역이 관련된 영향요인이 가장 크다는 것을 종속성 네트워크에서도 알 수 있다. 그림 14의 B는 지역 다음으로 급별이 영향을 받았다는 것을 알 수 있다. 그림 13에서도 급별 '초'가 면적당단가에 영향 요인을 받았다. 그림 14의 C는 링크를 최소로 하였을 때의 종속성 네트워크이다. 즉, 면적당단가에 영향을 미치는 요인의 종속성 네트워크에서 지역, 급별, 설립별 순서로 면적당단가에 영향을 미치는 것을 파악할 수 있다.

#### IV. 결론

본 연구는 학교시설물 환경개선 예산 편성금액의 데이터 내용을 주제 중심으로 통합하여, 비휘발성의 자료를 축적하고 활용함으로써 학교시설물의 환경개선비용에 대한 의사결정을 신속하고 정확하게 지원할 수 있는 가능성을 제시하였다.

데이터 웨어하우스 기술은 기존의 건축물과 관련된 수많은 데이터를 정제하고 이를 따로 저장하여 학교시설물의 유지관리 업무의 의사결정에 필수적인 핵심정보를 제공할 수 있다. 학교시설물의 최고 관리자와 하위관리자 모두가 의사결정 및 관리업무

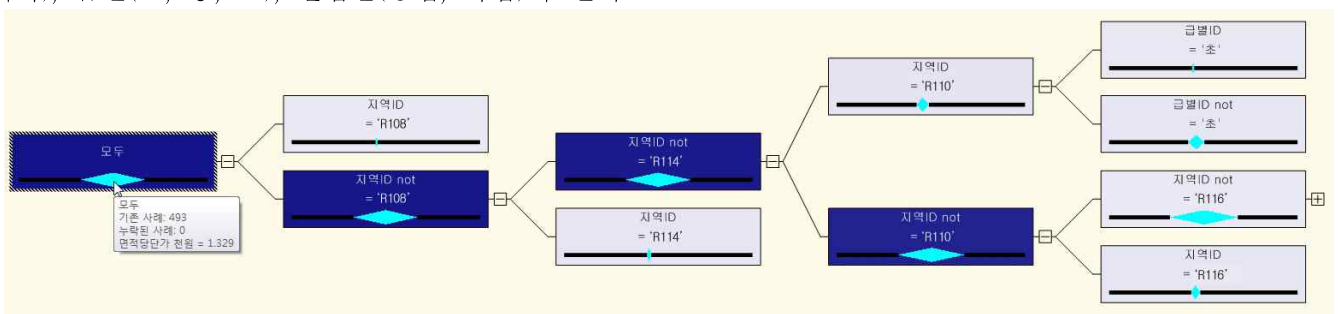


그림 13. 의사결정 트리로 예측한 영향요인 결과(5수준)



의 필요에 의해서 학교시설물 데이터 웨어하우스에 접근하여 축적된 수년간의 지역별, 급별, 설립별 등 학교시설물 유지관리에 드는 비용에 대한 정보를 제공할 수 있다.

이러한 데이터로 지역에 따른 학교시설물의 유지관리비가 얼마만큼 어떻게 차이가 나고 어떤 지역에 많은 유지관리비용이 들었는지 등을 확인할 수 있다. 또한 각 공정에 따른 유지관리비용의 단가가 ○○교육청에서 지정한 연도별 시설사업비 예산단가가 기준과 맞는지 확인할 수 있는 기초 정보로써 역할을 할 수 있다.

의사결정 트리를 통해 면적당단가 금액에 영향을 미치는 요인들은 어떠한 것들이 있는지에 대한 데이터 마이닝을 실시한 결과 493개의 사례 중에서 가장 많은 영향을 미치는 지역별, 급별, 설립별로 나타났으며 향후 교육청 등에서 예산편성시에 고려할 수 있는 자료가 될 수 있을 것이다.

이와 같이 학교시설물과 관련한 데이터 웨어하우스의 구축과 활용은 주제 중심으로 정보를 제공할 수 있는 가능성을 제공하고 있으나 아직까지 구체화된 실현 사례는 없는 분야이다. 따라서 향후 본 연구를 실용화한다면 교육청과 일선 학교에서 학교시설물에 대한 예산수립과 객관적이고 체계적인 유지관리의 집행이 가능할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 권오주, BI 구축을 위한 SQL Server 2008 Analysis Services 포켓가이드, 한국마이크로소프트(유), 2008.
2. 대전광역시 서부교육청 학교시설물의 관리에 대한 효율화 방안, 2007.
3. 류한국, 건설공사 자재관리를 위한 데이터 웨어하우스 개발, 한국건축시공학회 논문, 11권 3호, 2011.06.
4. 류한국, 공가기간 영향요인에 따른 생산성의 OLAP 분석과 의사결정트리 분석, 한국건축시공학회 논문, 11권 2호, 2011.04.
5. 민창기, 학교시설의 효율적인 유지관리를 위한 연구, 학교교육시설학회 춘계학술발표대회 논문집, 1997.
6. 송유진, 데이터 모델링을 통한 데이터 웨어하우스 구축, 연세대학교 산업대학원 논문, 2000.

7. 이춘경 외, 건축물 유지관리 효율화를 위한 지원 체계구축 방안 연구, 대학건축학회 논문집(구조계), 2007.

8. 임진홍, 정보체계변혁을 위한 Data warehouse의 도입과 향후 발전 모습, 삼성 SDS 논문, 2000.

9. 조재희 외, 데이터 웨어하우징과 OLAP, 대청, 1996.

10. Oracle Korea, DW연구 책자, 2003.

11. William Inmon, Data Warehouse Performance. Second edition, New York: John Wiley & Sons, 1999.

(논문투고일 : 2014.02.20, 심사완료일 : 2014.03.21, 게재확정일 : 2014.03.28)