

TOC-CCPM과 EVM을 통합한 Synchro-EVM 시스템 개발 연구

이도현* · 장길상**

*울산대학교 산업경영공학부 · **울산대학교 경영정보학과

Development of Synchro-EVM System Integrating TOC-CPM and EVM

Do-Hern Lee* · **Gil-Sang Jang

*Department of Industrial Engineering, University of Ulsan

**Department of Management Information Systems, University of Ulsan

Abstract

Recently, many business and government organizations have benefitted by executing projects using TOC-CCPM(Theory of Constraints-Critical Chain Project Management). In parallel, Earned Value Management(EVM) metrics have also become popular. Many organizations like US government requires that all large projects measure and report project progress status using EVM. Thus, project management in business fields such as plant construction, IT development, ship building need to integrate TOC-CCPM and EVM in order to keep and reduce the delivery date of projects for improvement of customer satisfaction and enlargement of business opportunity. This paper proposes the scheme and case of developing the Synchro-EVM system which TOC-CCPM and EVM are connected.

Keywords : Project Management, TOC(Theory of Constraints), CCPM(Critical Chain Project Management), EVM(Earned Value Management)

1. 서론

최근 기업의 경쟁역량은 경제위기 이후 시장수요의 민첩 대응과 경제적 부가가치 중심의 경영체제가 강조되고 있으며, 경영 효율성에 대한 내·외부 요구가 증대되고 있고, 따라서 최근 책임경영제 정착을 통해 전략경영부문 평가의 중요성이 대두되고 있다. 그러나 현재 국내 플랜트 업체 및 프로젝트 기반의 산업들은 원가 기반의 관리가 잘 이루어지지 않고 있어서 실질적인 프로젝트 이익 산출 및 예산의 Risk관리 등이 잘 이루어지지 않고 있다. 기타 건설 업종의 경우는 일부 대기업에서 해외 소프트웨어를 사용하고 있으나 국내 회계체계에 잘 부합되지 않고 있어서 실질적인 관리가

잘 되지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 경제적 가치를 고려한 실시간 조기경보 프로젝트관리(프로젝트형 산업의 공정관리) 시스템, 즉 Synchro-EVM 시스템을 개발하고, 이를 기반으로 기업의 가치 중심의 자율 경영체 구현을 그 목표로 한다. 본 연구에서 목표로 하는 Synchro-EVM 시스템은 프로젝트의 계획, 진행관리, 원가관리, Risk관리를 그 목적으로 하며, TOC-CCPM(제약경영 프로젝트 관리) 방법론과 EVM(Earned Value Management) 방법론의 융합으로 가치경영을 통한 획득가치의 실시간 분석과 CCPM의 조기경보 시스템을 활용하여 즉각적인 Risk관리가

† This paper is supported by the industry-academy-research cooperation technology development business of the small and medium business administration(SMBA).

† Corresponding Author : Gil-Sang Jang, Dept. of MIS, University of Ulsan, 93, daehak-ro, Nam-gu, Ulsan, M-P : 010-5307-0683, E-mail: gsjang@ulsan.ac.kr

Accepted November 18, 2017.

가능할 수 있는 시스템이다. 기업의 경영자들은 본 시스템을 활용하여 수많은 프로젝트를 통한 Throughput을 실시간으로 확인 할 수 있으며, 각 부서는 자율적으로 책임경영을 통해 부서의 성과관리 및 Risk관리에 집중 할 수 있게 함으로써 기업의 경영 효율성을 증대시키고 기업의 가치를 높일 수 있다.

2. 이론적 배경

2.1 TOC-CCPM

1980년대에 세계적으로 생산시스템 운영의 원리로 JIT가 주도하였다면, 1990년대부터는 미국과 유럽을 중심으로 TOC(Theory of Constraints) 방식이 새로운 패러다임으로 자리 잡고 있다. 제약은 전체 시스템의 성과 달성을 결정하는 가장 취약한 부분으로 모든 시스템에는 반드시 제약이 존재한다. 제약에는 설비 능력과 같은 물리적 제약뿐만 아니라, 의사결정 정책, 성과적도, 경영철학 등의 방침 제약이 있다. TOC는 시스템 제약에 집중함으로써 목표달성을 최소의 노력으로 달성하는 전체 최적화를 추구한다. TOC의 연구 분야로는 생산관리 분야의 DBR(Drum-Buffer-Rope), 사고프로세스의 TP(Thinking Process), 관리회계의 TA(Throughput Account), 프로젝트관리의 CCPM(Critical Chain Project Management)으로 구분되며, 본 연구에서는 CCPM 분야의 이론을 기반으로 한다.

2.2 EVM

1990년대 들어 미국의 주요 컨설팅 업체들은 그들이 개발한 새로운 기업성과 측정지표를 컨설팅 시장에 경쟁적으로 내놓으며, 제각기 자기들의 지표가 우월하다고 주장하고 있다. 컨설팅 시장에 대한 쟁탈전은 심지어 법적인 싸움으로까지 번지게 된다. 세계적으로 명성이 있는 두 컨설팅 회사, KPMG(KPMG Peat Marwick)와 스텐 스투어트 (Stern Stewart Co.)사가 바로 자기들이 개발한 지표의 정통성을 주장하고 나선 것이다. 컨설팅 회사에 의해서 개발된 기업성과 측정지표로 스텐 스투어트(Stern Stewart & Co.)사의 경제적 부가가치 (Economic Value Added, EVA), 보스턴 컨설팅 그룹 산하 홀트 벨류 어소시에이트(HOLT Value Associates)의 현금흐름 투자수익율 (Cash-Flow Return on Investment, CFROI), 알카 (Alcar)사의 현금흐름 할인분석(Discounted Cash-flow Analysis, DCA), 마라콘 어소시에이트

(Marakon Associates)의 경제적 이익 할인 (Discounted Economic Profits, EP), KPMG 피트 마윅(KPMG Peat Marwick)의 경제적 가치 경영 (Economic Value Management, EVM) 등이 있다.

그러나 위 지표들은 컨설팅 회사가 주장하는 차이점만큼이나 유사성도 많다. 새로운 지표들은 전통적 성과 측정지표인 주당이익(EPS), 자기자본수익율(ROE), 투자수익율(ROI) 등을 대체하기 위해 개발되었다. 마이 어스(Myers, 1996)는 “새로운 지표들은 모두 기본 개념에 기초를 두고 있다” 고 주장하였다. 즉 기업들은 회계 처리 방법 또는 주관성에 크게 의존하는 회계이익에 초점을 두어서는 안 되며, 기업수익율이 자본비용을 얼마나 초과하는지에 관심을 두어야 한다는 것이다. 새로이 개발된 모든 지표들은 현금흐름 할인(DCF)의 기본 원리에서 출발하고 있다.

이러한 유사성에도 불구하고 EVM가 지표 전쟁에서 다소 우세한 위치를 차지하고 있는 것 같다. 전 세계 수많은 신문 및 경영관련 잡지 등에서 EVM은 긍정적인 평가를 받아왔다. 특히 포춘지는 많은 기사를 통해 EVM을 지지해오고 있으며 매년 스텐 스투어트사의 ‘기업성과 1000(Stern Stewart Performance 1000)’을 발표하고 있다. 더구나 미국 유수의 기업 AT&T, IBM, 코카콜라, 브릭스 앤 스트라톤(Briggs & Stratton), 엘리 릴리(Eli Lilly)를 포함해 수많은 기업들이 EVA를 기업성과 측정지표 또는 인센티브 시스템으로서 도입해 오고 있다. 또한 CPA 협회 (American Institute of Certified Public Accountants)가 주관한 ‘재무관리의 미래에 대한 워크숍’에서는 EVM이 주식시장에서 널리 이용되는 EPS 뿐만 아니라 월스트리트 저널에 보도되는 기업이익을 대체할 것으로 예측하고 있다.

2.3 TOC-CCPM과 EVM의 통합

최근, 많은 기업 및 정부 기관에서 CCPM을 사용하여 프로젝트를 실행함으로써 이익을 얻어 왔다. 예를 들어, Realization의 고객은 CCPM을 수행하여 최소 \$ 35억 달러의 이익이 났고, 프로젝트는 20-50% 단축되었다고 보고 하였다. 이와 함께 EVM(Earning Value Management) 메트릭도 널리 보급되었다. 미국 정부는 모든 대규모 프로젝트가 EVM을 사용하여 진행 상태를 측정하고 보고 할 것을 요구하고 있다. 대부분의 연구자들은 CCPM과 EVM의 개념이 상충된다고 생각하고 있다. 사실 CCPM이나 EVM은 개별적으로 완벽한 해결책이 아니며, 프로젝트를 적시에, 예산에 맞

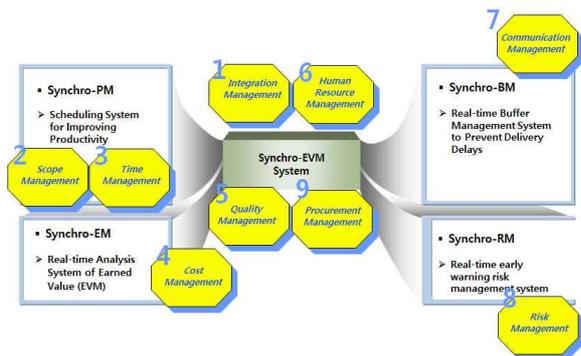
취 제공하고 전체 범위를 제공하기 위해 두 개념이 통합되어야 한다.

예를 들면, 소프트웨어 개발 프로젝트에서 납기 준수, 납기단축은 고객 만족도 향상, 비즈니스 기회의 확대 등의 중요한 요인이 될 것이다. CCPM 기법은 이러한 과제를 해결하기 위한 하나의 방법이지만, 반드시 전체적인 최적해는 아닌 것이다. 본 연구에서는 프로젝트 관리에 있어서 최적의 해결책을 제공하기 위하여 CCPM법에 의한 일정계획 수립과 EVM에 의한 비용관리를 동시에 수행하는 경제적 가치를 고려한 실시간 조기경보 프로젝트관리 시스템의 구축 방안을 제안하고자 한다.

3. Synchro-EVM 시스템의 개념

지금까지 프로젝트 관리는 PERT/CPM 기법이 주로 사용되었으나, 자원의 능력을 감안하지 못하고, 작업의 순서에만 의존하여 스케줄링을 하게 되어 비현실적이고 실행할 때 많은 문제가 발생하였다. 또한 기존의 프로젝트관리 시스템은 EVM 솔루션까지 구현이 가능하지만, 프로젝트의 실시간 관리 및 원가관리, 납기관리, 일정관리를 한꺼번에 수행하기가 힘들었다. 본 논문에서 제시하는 Synchro-EVM 시스템은 TOC-CCPM 방법론을 통해 일정을 단축하고, Risk 관리를 통해 조기에 Risk를 해결하며, 일정의 진행 상황에 따라 함께 눈에 보이는 원가관리 및 기업의 이윤을 실시간으로 확인 가능 하도록 되어있다.

[Figure 1] Conceptual diagram of Synchro-EVM system

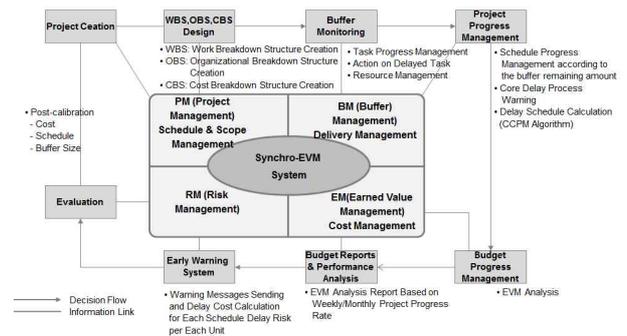


[Figure 1]과 같이, Synchro-EVM 시스템은 크게 Synchro-PM, Synchro-BM, Synchro-RM, 그리고 Synchro-EM 4가지 모듈로 구성 되어 있다. 여기서 Synchro-PM 모듈은 생산성 향상을 위한 일정관리 기능을 제공하고, Synchro-BM 모듈은 납기 지연 예방을

위한 실시간 버퍼 관리(Buffer Management) 기능을 제공하며, Synchro-RM 모듈은 실시간 조기경보 Risk 관리 기능을 제공하고, 끝으로 Synchro-EM 모듈은 획득가치(Earned Value)의 실시간 분석 기능을 제공한다. 또한 Synchro-EVM 시스템은 위의 4가지 모듈을 기반으로 미국 프로젝트관리협회(PMI)가 제시하는 프로젝트관리 표준 권고안인 프로젝트관리지식체계(PMBOK: Project Management Body of Knowledge)의 9가지 관점을 [Figure 1]과 같이 제공한다.

상술하면, Synchro-EVM 시스템은 크게 4개의 모듈로 구성이 되어 있는데, Synchro-PM으로는 작업의 우선순위 선정과 시간과 비용이 관리기능을 구현하고, Synchro-BM으로 프로젝트의 Lead time관리와 재고 재고 관리를 구현이 가능하며, Synchro-EM으로는 획득 가치(Earned Value)의 실시간 분석 시스템으로 프로젝트를 예측하고, Synchro-RM의 실시간 조기경보 시스템을 이용하여 프로젝트의 Risk관리 기능을 제공한다. 세부적인 Synchro-EVM 시스템의 모듈은 다음의 [Figure 2]와 같다.

[Figure 2] Schematic diagram by module of Synchro-EVM system



[Figure 2]의 Synchro-EVM 시스템 구성도를 바탕으로 프로젝트 관리 프로세스를 설명하면 다음과 같다: Synchro-PM 모듈에서는 프로젝트를 생성하고, WBS(Work Breakdown Structure: 작업분류체계), OBS(Organization Breakdown Structure: 조직분류체계), CBS(Cost Breakdown Structure: 비용분류체계)를 설계하며, Synchro-BM에서는 버퍼를 모니터링하고, 버퍼 잔량에 따른 일정 진척도 관리를 수행하고, Synchro-EM 모듈에서는 획득가치 분석을 통하여 예산 진척도 관리를 수행하고 예산보고서 작성 및 성과 분석을 수행하며, Synchro-RM 모듈에서는 각 단위별 일정지연 위험도에 따른 조기경보 메시지 발령 및 평가를 수행한다.

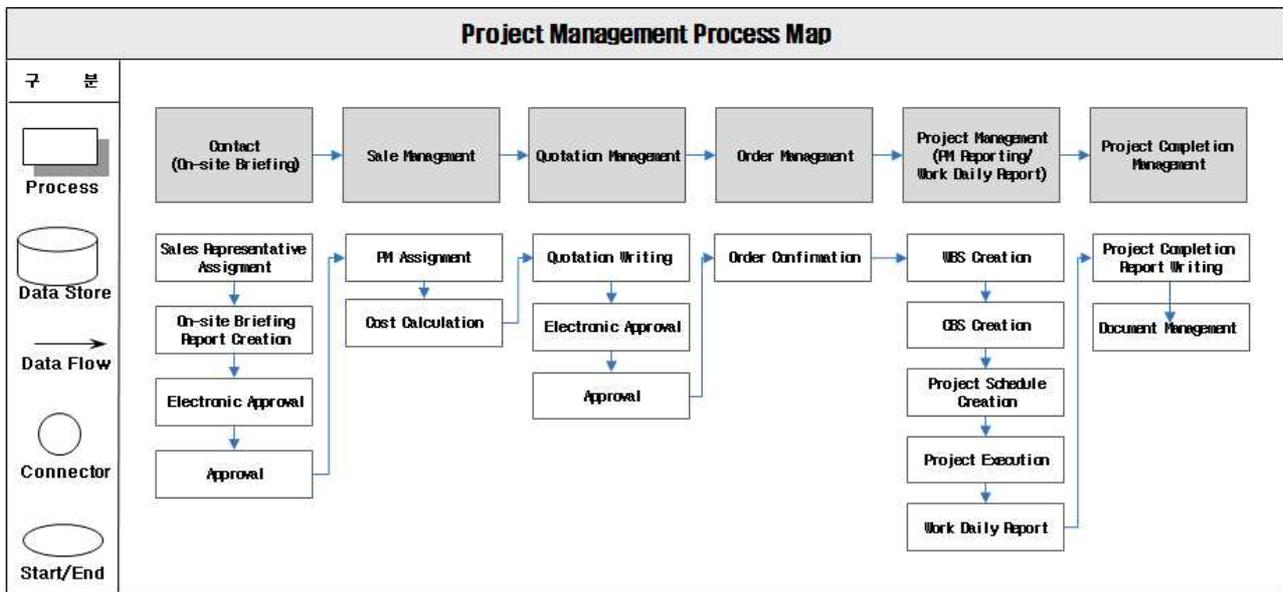
4. Synchro-EVM시스템의 설계 및 개발

Synchro-EVM 시스템의 개발 과정은 크게 요구사항 분석, 기능 설계, 알고리즘 설계, 인터페이스 설계, 시스템 구현, 그리고 테스트 및 운영 순으로 구성된다.

플랜트, 소프트웨어 개발, 조선, 건설 등 프로젝트 산업을 위한 프로젝트관리 시스템의 요구사항은 프로세스 맵(Process Map)을 이용하여 분석한다. 다음의 [Figure 3]은 Synchro-EVM 시스템의 요구사항 분석의 산출물인 프로세스 맵이다.

4.1 요구사항 분석

[Figure 3] Process map of Synchro-EVM system



4.2 기능 분석

Synchro-EVM 프로젝트관리 시스템의 기능 설계는

기능계층도(Function Hierarchy Diagram)를 이용한다. [Figure 4]은 Synchro-EVM 시스템의 기능 설계의 산출물인 기능계층도이다.

[Figure 4] Function Hierarchy Diagram of Synchro-EVM system

Division	Menu	Func. Name	Sub Menu 1	Sub Menu 2	Explanation	
Project Management	Project Planning Management	PLAN	Project Planning Management		Planning & Execution Status Change, Project Aggregation, Interlinked Resources	
		-	-	Project Creation	Project Creation	
		-	-	WBS Management	WBS Registration /Update/Delete by Project	
		-	-	Cost Registration	WBS Registration /Modification/Deletion by Project	
		-	-	Project Scheduling Management	Project Schedule Creation and Gantt Chart View	
	Project Execution Management	EXECUTION	Project Execution Management			Planning & Execution Status Change, Project Aggregation, Interlinked Resources
		-	-	Project Performance Management	Project Performance Management	Performance(Including Expenses) Registration/Modification/Deletion, Performance Report, Electronic Approval
		-	Buffer monitoring			Progress Rate Management by Task, Expression with buffer graph
	Project Archive	RESOURCE	Project Archive			Project-specific Archive (Only Assigned Project Data View)
	Project Criteria Information	BASE	Resource Management			Resources Registration/Modification/Deletion
Work Calendar Management					Task Time Registration/Modification/Deletion	
Organization Management(OBS)					Organizational Break-down Structure Creation	
System Baseline Information	STANDARD	Cost Management(CBS)			Cost Breakdown Structure Creation	
		Customer Management			Buyer, customer management	
		User Management			User Registration	
		Base code management				
		Menu Permissions Management				

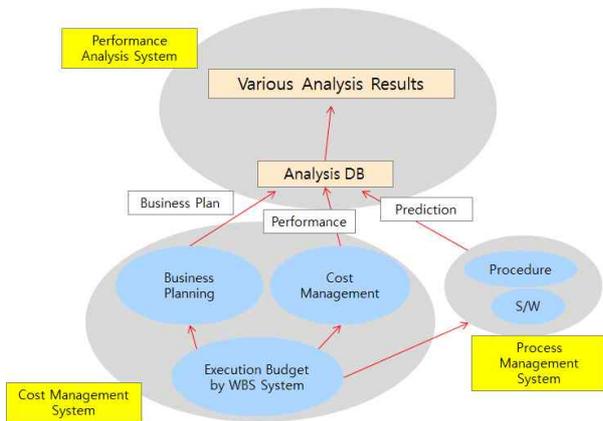
4.3 알고리즘 설계

Synchro-EVM 프로젝트관리 시스템의 주요 알고리즘으로는 공정(Task)와 공사비(Cost)의 연계 알고리즘, 일정 진척도 관리를 위한 TOC-CCPM 알고리즘, 그리고 예산 진척도 관리를 위한 EVM 기법 등의 3가지이다.

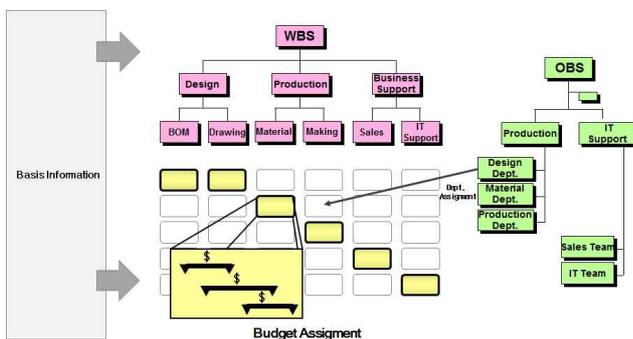
4.3.1 공정와 공사비의 연계 방안

개념적인 공정(Task)과 공사비(Cost)의 연계 개념은 다음의 [Figure 5]와 같다. 이를 위하여 Manufacturing BOM 구성 시 WBS-CBS-OBS의 통합되어야 하는데, 이 통합의 개념적 구성은 [Figure 6]과 같다.

[Figure 5] Connection of task and cost



[Figure 6] WBS-CBS-OBS integration

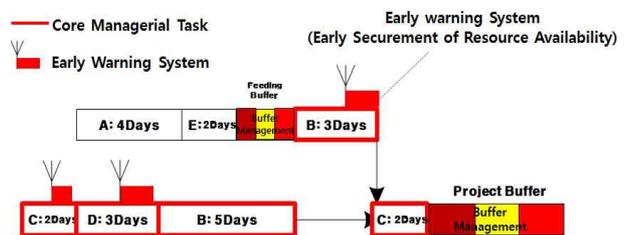


4.3.2 TOC-CCPM 알고리즘

본 시스템에서는 TOC-CCPM 방법론을 통하여 일정을 단축하고, Risk 관리를 통해 조기에 Risk를 해결하며, 일정의 진행 상황에 따라 눈에 보이는 원가관리

및 기업의 이윤을 실시간으로 확인 가능 하도록 한다. 또한, 기존의 시스템의 경우 해당 작업자가 현재 Task에서 다음 Task로 작업을 이관할 경우 다음 작업자에게 조기에 준비 할 수 있도록 경보를 주지 않으며, 전체 프로젝트의 지연에 대한 경보시스템이 미흡하다. 본 시스템에서는 [Figure 7]와 같이 조기경보 시스템을 통하여 프로젝트의 조기 경보를 위해 전체 작업자에게 단계의 진행 상황에 대해 실시간으로 관리 할 수 있도록 하며, 프로젝트 전체 Risk를 조기에 보완 할 수 있도록 해주며, 외주 공정관리의 경우 동기화된 의사소통이 가능하게 함으로써 업무의 시간과 비용을 획기적으로 절감할 수 있도록 해준다.

[Figure 7] Early alarm system based on TOC-CCPM concept



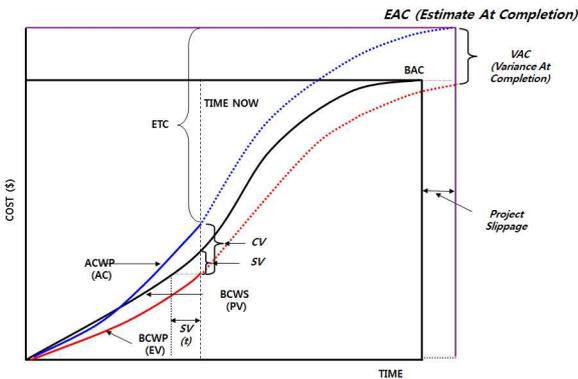
위의 [Figure 7]의 TOC-CCPM의 개념을 기반으로 일정계획을 작성하는 알고리즘은 다음과 같다.

- 0) 임시 카렌다 테이블로 특정 날짜 사이의 카렌다 데이터를 복사한다.(실제 작업일수)
- 1) 동적 쿼리를 활용하여 수주내역을 취합하여 남기일 순 및 자원별로 그룹핑한다.
- 2) 자원별 당일 자원 할당 부하는 다음과 같이 계산한다.
 while 자원별로 루프를 돈다.
 해당자원에 남기일자를 정렬한다.
 if 현재 남기일 기준으로 할당된 자원의 부하가 자원의 능력을 초과하지 않으면,
 작업일이 휴일이 아닌 값을 가지고 온다.
 작업일을 할당한다.
 if 현재 남기일 기준으로 할당된 자원의 부하가 자원의 능력을 초과하면,
 작업일이 휴일이 아닌 값을 가지고 온다.
 작업일에 Max 부하를 할당한다.
 총작업량에서 작업부하를 초과하는 양을 백워드 스케줄한다.
 end
- 3) 확정된 스케줄을 재 정렬한다.
- 4) 스케줄된 작업별 여유시간을 계산하여 프로젝트 버퍼를 생성한다.
- 5) Critical Chain을 생성한다.
- 6) 피딩 버퍼를 생성한다.
- 7) 자원 버퍼를 생성한다.

4.3.3 EVM 알고리즘

본 시스템에서는 [Figure 5]의 개념을 바탕으로 EVM Report를 생성하여 프로젝트의 원가를 관리함으로써 공사별 납기 지연 및 Cost 낭비 제거를 수행하게 된다. 다음의 [Figure 8]은 EVM 개념을 활용한 Project 진척관리 Report를 나타낸다.

[Figure 8] Project progress report based on EVM



위의 [Figure 8]에서 EVM 관련 비용 성과도 분석 지표들을 설명하면 다음과 같다:

-BCWS(Budgeted Cost of Work Scheduled): PV(Planned Value)라고 하고, 일정상의 작업 예산 비용이며, 작업, 배정, 자원에 대한 초기비용관점에서 볼 때 지출되었어야 할 예산비용이며, 상황 보고 날짜나 현재 날짜까지의 누적된 시간대별 초기 비용을 말한다.

-BCWP (Budgeted Cost of Work Performed): EV(Earned Value)라고 하고, 수행된 작업의 예산 비용, 진척 상황 값이며, 현재까지 수행된 작업량과 작업, 배정, 자원에 대한 초기비용 관점에서 볼 때 지출되었어야 할 예산비용으로 작업 완료율에 따라 계산되는 비용이다. 상황 보고 날짜나 현재 날짜까지의 작업, 배정, 자원에 대한 시간대별 초기 비용을 곱한 값을 말한다.

-ACWP (Actual Cost of Work Performed): AC(Actual Cost)라고 하고, 수행된 작업의 실제 비용을 의미한다.

$$\text{실제 비용} = (\text{정규작업시간} \times \text{표준작업시간급여}) + (\text{실제 초과작업시간} \times \text{초과작업시간급여}) + \text{자원기본 사용비용} + \text{고정비용}$$

즉, 실제 비용은 배정된 모든 자원이 프로젝트 상황 보고 날짜나 현재 날짜까지 작업을 실제로 수행한

작업 시간에 대한 시간대별 비용을 말한다.

-BAC(Budgeted At Completion): 작업 완료 시 예산 비용, 초기 비용, Baseline Cost라고 하고, 작업에 대해 계획된 전체 비용을 의미한다.

$$\text{초기 비용} = (\text{정규작업시간} \times \text{표준작업시간급여}) + (\text{초과작업시간} \times \text{초과작업시간 급여}) + \text{자원기본 사용 비용} + \text{작업고정비용}$$

-EAC(Estimate At Completion): 작업 완료 시 추정 비용이며, 배정에서 남은 작업 시간에 대해 계획된 비용과 작업에 배정된 모든 자원이 수행한 작업 시간에 대해 이미 발생된 비용을 기준으로 작업 일정상의 비용과 계획된 시간대별 비용을 의미한다.

$$EAC = ACWP + ETC$$

-ETC(Estimate To Completion): 남은 작업 비용을 말한다.

$$ETC = (BAC - BCWP) / CPI$$

-VAC(Variance At Completion): 작업 완료 시 차이를 의미한다.

$$VAC = EAC - BAC$$

- SV(Schedule Variance, 일정차이)와 CV(Cost Variance, 비용차이)를 비교하여 설명하면, 다음의 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Comparison of SV and CV

SV = BCWP - BCWS	CV = BCWP - ACWP
<ul style="list-style-type: none"> - Progress schedule difference - The difference between the budget cost of the work performed up to the status date or the current date and the work budget cost on schedule - Difference in cost between current progress and initial plan for work - Make sure that the cost of assignments is being used on a regular basis 	<ul style="list-style-type: none"> - Progress cost difference - The difference between the budget cost of the work performed up to the status date or the current date and the actual cost of the work performed - Reporting the cost and situation needed to complete the task to the current level - Difference in actual costs used to complete the current level by date or current date
<ul style="list-style-type: none"> - SV > 0 : Ahead of Schedule - SV < 0 : Behind Schedule 	<ul style="list-style-type: none"> - CV > 0 : Under Cost - CV < 0 : Over Cost

- SPI(Schedule Performance Index, 일정성과지수)와 CPI(Cost Performance Index, 비용성과지수)를 비교하여 설명하면, 다음의 <Table 2>와 같다.

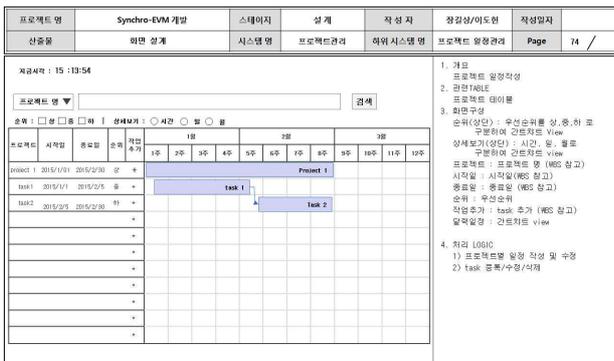
<Table 2> Comparison of SPI and CPI

SPI = BCWP / BCWS	CPI = BCWP / ACWP
- Schedule performance index	- Cost performance index
- The ratio of the budget cost of the work performed to the work budget cost on schedule	- The ratio of the budget cost of the work performed to the actual cost of the work performed
- SPI > 1 : Ahead of Schedule	- CPI > 1 : Under Cost
- SPI < 1 : Behind Schedule	- CPI < 1 : Over Cost

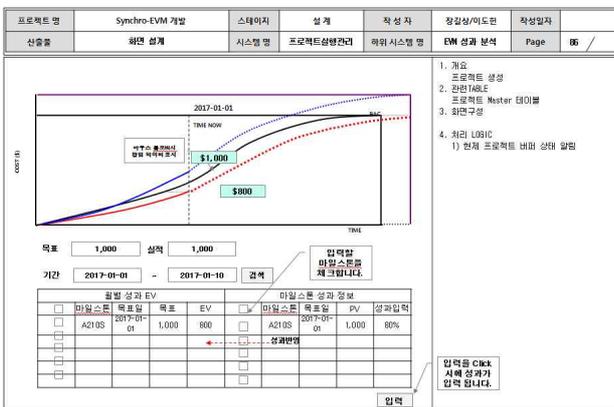
4.4 인터페이스 설계

이 단계에서는 Synchro-EVM 시스템의 유저 인터페이스, 화면(Form)과 보고서(Report)를 설계한다. [Figure 9]는 일정관리 관련 유저 인터페이스 설계의 예시이고, [Figure 10]은 EVM 관련 유저 인터페이스 설계의 예시이다.

[Figure 9] User interface design related to TOC-CCPM



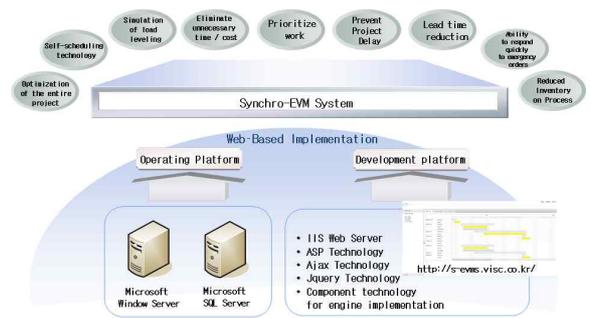
[Figure 10] User interface design related to EVM



4.5 시스템 구현

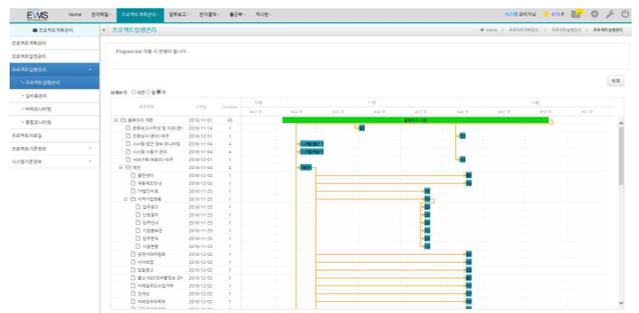
Synchro-EVM 시스템은 Microsoft의 Window Server 2012 및 SQL Server 2012를 기반으로 IIS Web Server, C#.Net 기술, Ajax, JQuery 기술, 그리고 엔진구현을 위한 컴포넌트 기술 등을 사용하여 웹 기반으로 구현된 되었고, 구체적인 내용은 [Figure 11]과 같다.

[Figure 11] Infrastructure of Synchro-EVM system

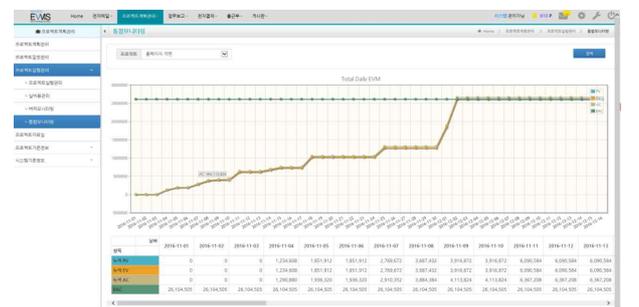


TOC-CCPM 기반의 일정관리 및 비용분석을 위한 EVM 분석 관련 개발된 화면 예시는 [Figure 12]와 [Figure 13]과 같다.

[Figure 12] Developed user interface related to TOC-CCPM



[Figure 13] Developed user interface related to EVM



4.6 테스트 및 운영

Synchro-EVM 시스템에 대한 테스트 방법으로는 단위 테스트, 통합 테스트, 시스템 테스트, 그리고 인수 테스트를 거쳐서 검증이 되었고, 다음의 <Table 3>은. 주요 모듈별 성능(실행시간)과 오류발생율에 대한 시스템 테스트를 수행한 결과이다.

<Table 3> Results of system test

Metrics	Plan	Performance	Accomplishment(%)
Schedule module	10sec	9.285sec	100
EVM Analysis Module	10sec	7.244sec	100
Early warning module	10sec	2.18sec	100
Error rate	95%	100%	100

5. 결론 및 기대효과

본 논문의 의의는 작업 우선순위 선정 및 불필요한 시간/비용관리를 통한 일정관리, 버퍼관리를 통한 납기관리 및 자원관리를 최적으로 수행하는 TOC-CCPM 기법과 실시간 기업의 획득가치 분석과 프로젝트 비용 예측을 수행하는 EVM 기법을 통합하는 방안을 제시하였다는 것과, 이러한 TOC-CCPM 기법과 EVM 기법의 통합 알고리즘을 기반으로 TOC 기반의 Synchro-EVM 시스템을 구현하였다는 것이라고 사료된다. 개발된 시스템은 크게 4개의 모듈로 구성되어 있다: Synchro-PM으로는 작업의 우선순위 선정과 불필요한 시간 및 비용 제거를 통한 시간과 비용 관리가 가능하고, Synchro-BM으로 프로젝트의 Lead time 관리를 통한 납기관리와 제공재고 관리를 통한 자원관리를 구현하였으며, Synchro-EM으로 기업의 획득가치(Earned Value)의 실시간 분석으로 프로젝트의 비용을 예측하고, Synchro-RM의 실시간 조기경보 시스템을 이용하여 프로젝트의 지연방지 및 긴급 오더 대응 등의 프로젝트 Risk 관리를 구현하였다.

현재 국내 플랜트 업체 및 프로젝트 기반의 산업들은 원가 기반의 관리가 잘 이루어지지 않고 있어서 실질적인 프로젝트 이익 산출 및 예산의 Risk 관리 등이 잘 이루어지지 않고 있다. 또한, 기타 건설 업종의 경우는 일부 대기업에서 해외 소프트웨어를 사용하고 있으나 국내 회계체계에 잘 부합되지 않고 있어서 실질적인 관리가 잘 되지 않고 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 Synchro-EVM 시스템을 통해 국내 플랜트 업계의 프로젝트 관리 및 프로젝트 예산 관리에 기여

하고 추가적인 프로젝트 산업으로의 확장을 고려할 때 경제적 효과는 클 것으로 사료된다.

6. References

- [1] Bae, D.H. and Cho, C.Y.(2000), "Samsung construction EVMS case.", *Construction Engineering and Management*, 1(2):8-10.
- [2] Hong, S.Y.(2013), "Comparative study on feeding buffer estimation in plant construction project with CCPM." Dept. of Project Management, Graduate school of Engineering, Hanyang University.
- [3] Peng, W. and Huang, M. (2013), "A critical chain project scheduling method based on a differential evolution algorit." *International Journal of Production Research*, 52(13): 3940-3949.
- [4] Shin, K.Y.(2009), "A study on the method of applying CCPM to shipbuilding industry", Department of Naval Architecture and Ocean engineering Graduate School, Pusan National University.
- [5] Song, J.H.(2014), "A study on the reflection of actual man hour using earned value management system for the production project management.", *Institute Of e-Vehicle Technology*, University of Ulsan.
- [6] Shin, M.S.(2013), "A study on the application method of EVMS control account to construction projet of thermal power plant & nuclear powerplant." Department of Project Management, Graduate School of Soongsil University.
- [7] Sharma, V.K.(2013), "Earned Value Management : A tool for project performance.", *Advances In Management*, 6(5):37-42,
- [8] Tatebe, K. and Seki, T.(2006), "On an EVM Application in CCPM-scheduled projects.", *Journal of the Society of Project Management*, 8(1):29-32.
- [9] Realization Technologies, Inc.(2012), "Integrating Earned Value Management with Critical Chain Execution.",

저 자 소 개

장 길 상



울산대학교 산업공학과 학사 취득. KAIST 산업공학과 석사 취득. KAIST 경영정보공학과 박사 취득. 현재 울산대학교 경영정보학과 교수로 재직 중.
관심분야 : 생산정보시스템, 사례기반추론시스템, DB응용, 시스템개발방법론, ERP/6시그마

경영혁신, 빅데이터 등

이 도 현



현재 울산대학교 대학원 산업공학과 박사과정 수료, 조선/플랜트 물류 생산 분야 컨설팅
관심분야 : TOC, EVM, APS, 조선/플랜트 물류 및 일정관리