

# 기술적 분석을 이용한 프로젝트 비용 산정 보정 기법

( An Adjusting Method on Project Cost Estimation  
based on Technical Analysis )

양희문<sup>0,a</sup>, 유준범<sup>b</sup>, 차성덕<sup>a</sup>

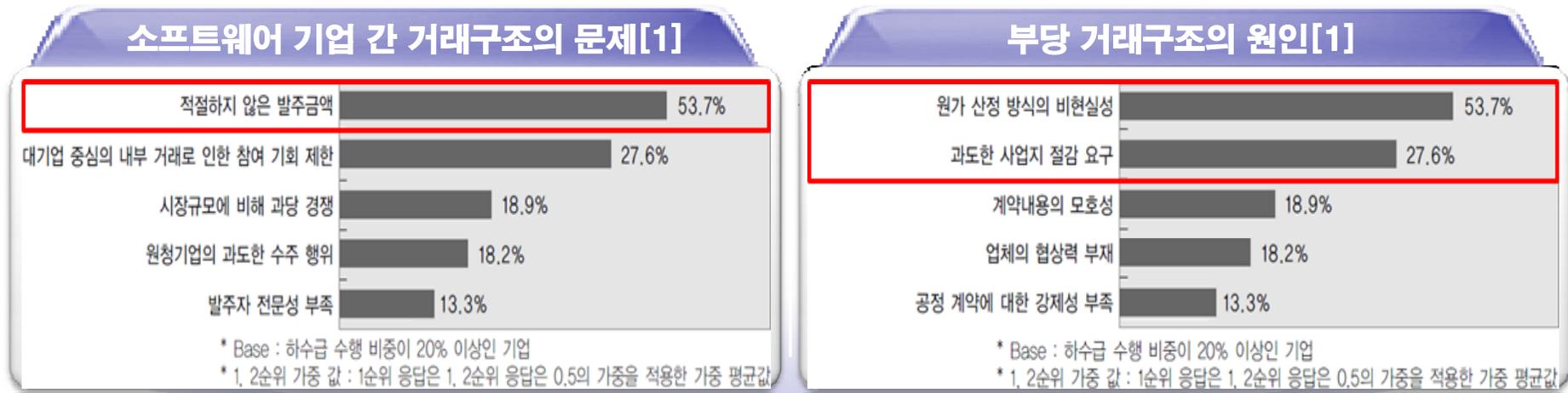
<sup>a</sup>고려대학교 컴퓨터정보통신대학원 소프트웨어공학과, <sup>b</sup>건국대학교 컴퓨터공학부  
yanghm77@korea.ac.kr, jbyoo@konkuk.ac.kr, scha@korea.ac.kr

# □ 목 차

---

1. 서론
    - 1.1 연구 배경 및 목적
    - 1.2 비용 보정 개선안
  2. 관련연구
  3. 기술적 분석을 이용한 보정 기법
    - 3.1 기술적 분석(특성과 분류 정의)
    - 3.2 보정 기법(참조 모델과 예측 알고리즘 정의)
  4. 실험
    - 4.1 실험 데이터 추출
    - 4.2 보정 기법 실험(참조 모델과 예측 알고리즘)
    - 4.3 실험 결과
  5. 결론
- 참고문헌

# 1.1 서론 - 연구 배경 및 목적



\* 조사 대상: 총 445개 기업( IT서비스기업 315개, 패키지SW기업 130개)

## 배경

### <소프트웨어 기업 간 불공정 거래 실태>

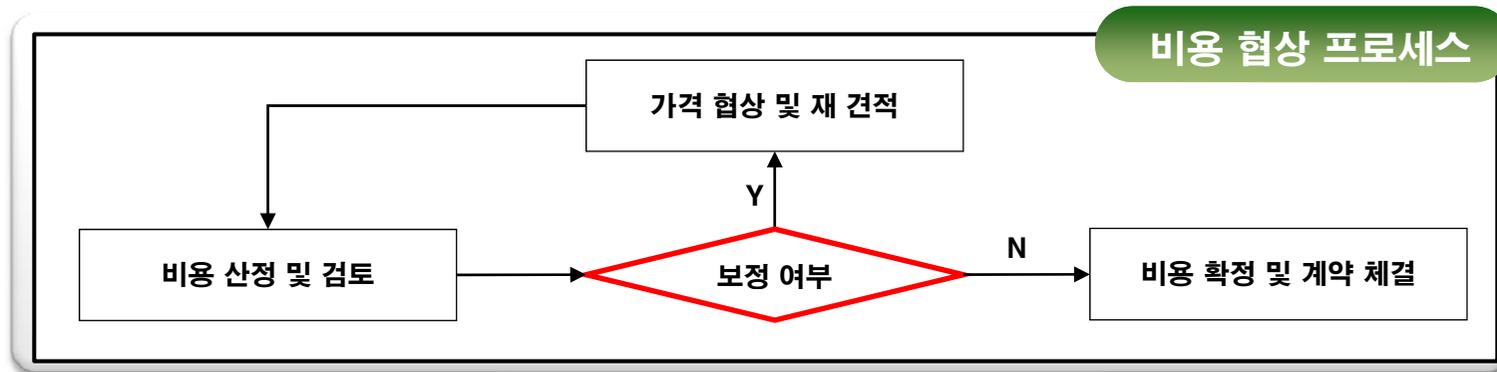
- 부당한 비용 산정이 소프트웨어 기업 간 거래 구조의 가장 큰 문제임
- 발주자의 과도한 비용 절감 요구와 수주자의 과당 경쟁이 주요 원인임

## 목적

### <객관적이고 합리적인 비용 보정의 협상 기준 제시>

- Stakeholder 간의 신뢰성 향상과 상호 이익 극대화 추구
- 프로젝트의 성공률 증대와 건전한 IT 산업의 발전 방향 기대

# 1.2 서론 - 비용 보정 개선안



## 보정 기준 (As-Is)

- ① 발주자의 요구 우위 (다수 수주자 존재) [2]
- ② 수주자의 요구 우위 (단독 수주자 존재) [2]

- 비용 보정에 영향을 미치는 Stakeholder의 견해차 [3]
  - 발주자는 최대한의 요구사항을 반영하면서, 최소한의 시간과 자원 투입을 원함
  - 수주자는 최소한의 요구사항을 반영하면서, 최대한의 비용적 이익을 원함
  - PM은 시간과 자원을 적절히 투입하여, Risk가 최소화 되기를 원함

## 보정 기준 (To-Be)

### 기술적 분석을 이용한 보정 기법

- ▶ 특성과 분류, 참조 모델, 예측 알고리즘

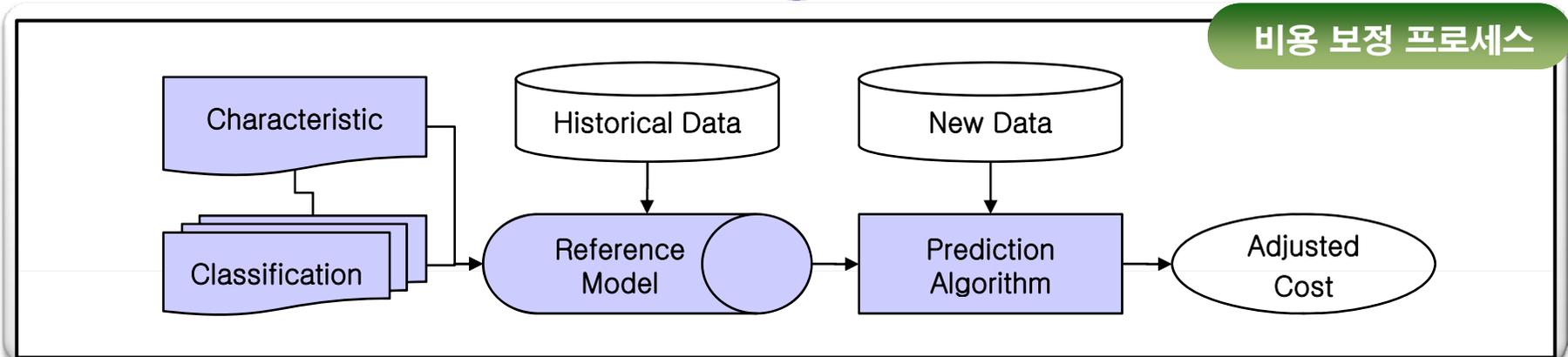
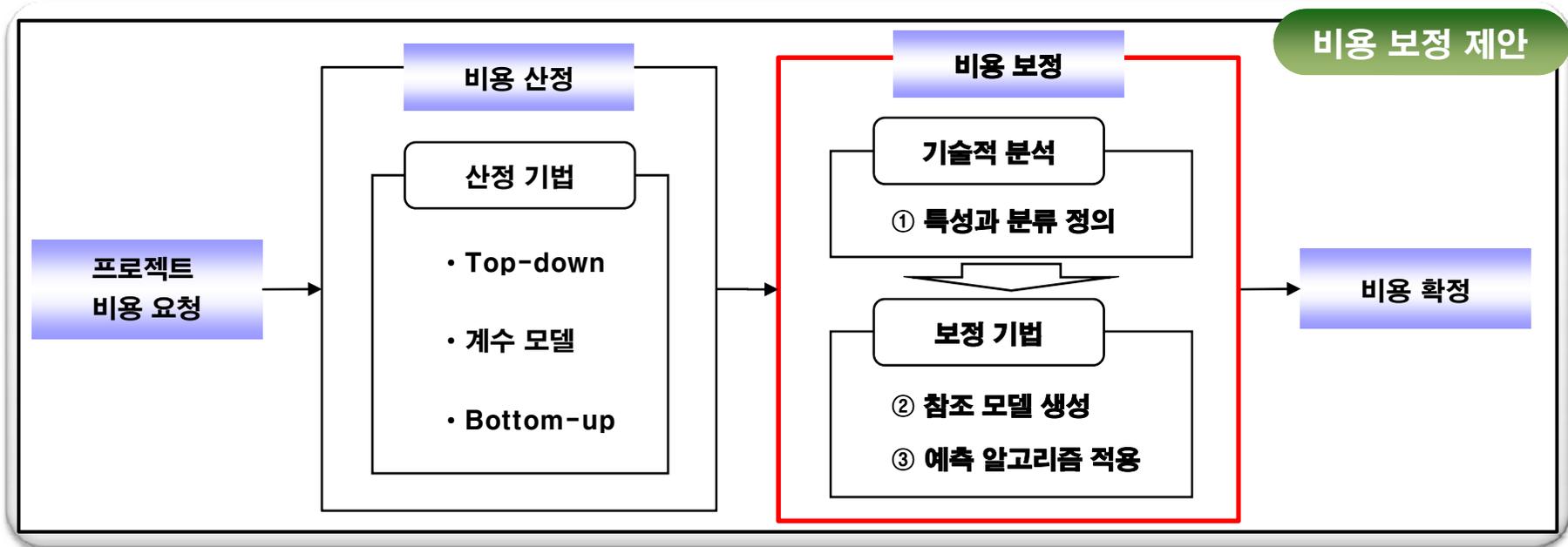
- 비용 보정을 위한 기준 수립
  - 기술적 분석은 특성과 분류 정의를 통하여, 객관적인 보정 기준 수립.
  - 보정 기법은 참조 모델 생성과 예측 알고리즘 적용을 통하여, 합리적인 기준 수립.

※ 참고문헌: [2] Eamonn Butler, The Best Book on the Market: How to Stop Worrying and Love the Free Economy , Wiley, 2008.  
 [3] Kessler Carl / Sweitzer John, Outside-in Software Development, 2007.

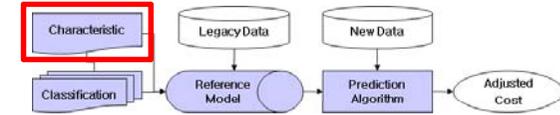
## 2 관련연구

산정 기법[4]	특징	종류	설명
Top-down	과거의 사례나 경험에 근거하여 전체 규모나 공수를 산정하고 작업 단위로 배분하는 기법으로써, 정밀도는 낮지만 가장 간단하게 빠르게 비용을 산출할 수 있는 방법이다.	유추법	유추법은 과거에 실시한 유사 프로젝트의 실적 데이터에 근거하여 신규 프로젝트와의 차이를 고려하는 것으로 공수나 비용을 산정한다. 이러한 유추법은 대상 시스템에 관한 상세한 실적 데이터를 축적하고 있을 필요가 있다.
		델파이 (Delphi)	델파이법은 다수의 전문가가 같은 조건에서 Analogy법에 근거하여 비용을 산정하고 그 결과를 바탕으로 토의하여 결과를 도출한다. 델파이법을 이용하면 개인의 감이나 경험에 의지하기 쉬운 유추법의 결점을 보완할 수 있다.
계수 모델	계수 모델은 기준치나 수식 등 모델을 사용하여 규모나 공수를 산정하는 기법으로써, 정밀도와 산정 시간은 다른 기법에 비해 상대적으로 우수하다.	LOC (Line of Code)	LOC법은 소스코드의 단계 수를 기초로 하여 시스템 전체의 비용 규모를 산정한다. 이러한 LOC법은 시스템의 기능 수와 소스코드의 단계 수가 거의 비례하여 증가한다는 개념에 근거한 비용 산정 기법이다.[7]
		FP (Function Point)	FP는 사용자 요구에 대해 5개 기능(ILF, EIF, EI, EO, EQ)을 추출하고 복잡도나 환경요인을 고려하여 비용을 산정한다[5]. IFPUG(International Function Point User Group)에서는 FP CPM(Function Point Counting Practice Manual)을 발간하고 있으며, FP는 ISO-14143-1과 소프트웨어 사업대가 기준에서 표준으로 채택되어 쓰이고 있다[6-7].
		COCOMO (Constructive Cost Model)	COCOMO는 Boehm에 의해 제안된 비용 산정 모델로 소프트웨어의 비용 또는 자원 투입량을 평가하는 비용 산정 기법이다. 이 기법은 개발모드(이용자나 시스템의 종류 등), 조정계수(개발팀의 기술, 설계기법의 이용빈도 등)에서 공수와 기간을 산정한다[8].
		COCOMO II	COCOMO II는 개발 프로젝트의 다양화에 대응하기 위해 COCOMO의 수정판으로 발표된 비용 산정 기법이다. 이 기법은 개발 공수를 3개의 단계로 나누는 것 외에 5개의 규모 요인과 17의 비용 요인을 가미하여 공수나 기간을 산정한다[9].
Bottom-up	Bottom-up은 각각의 작업 단위로 규모나 공수를 산출하고 합병하여 전체를 산정하는 기법으로써, 산정 시간은 오래 걸리지만, 정밀도는 높다.	WBS (Work Breakdown Structure)	WBS법은 전체 프로젝트를 작업 단위별로 관리하기 쉽게 분할하여 필요한 공수나 비용을 산정한다. 이러한 WBS법은 분할한 작업단위의 공수나 비용을 더해 전체 공수나 비용을 산정한다.
		표준 태스크	표준 태스크 법은 작업에 요구되는 표준 공수나 비용을 미리 설정해 두고 해당하는 작업 내용에 할당한다. 이러한 표준 태스크 법은 WBS법과는 달리 현실적인 조건을 고려하지 않고 공수나 비용을 산정한다.

### 3. 기술적 분석을 이용한 보정 기법



# 3.1 기술적 분석 (특성 정의)



Project Factors[10-11]		b: % of Responses	가중치 (a*b/100)	CF
Success ( a: 32% )	사용자의 참여	15.9	5.09	2
	경영층의 지원	13.9	4.45	3
	명확한 요구사항 명세서	13.0	4.16	1
	적절한 프로젝트 계획	9.6	3.07	4
	현실적인 기대감	8.2	2.62	5
	적은 수의 프로젝트 마일스톤	7.7	2.46	8
	능력 있는 조직 구성원	7.2	2.30	10
	주인 의식	5.3	1.70	2
	명확한 비전과 목표	2.9	0.93	9
Challenge d ( a: 44% )	근면한 자세, 조직구성원 위주	2.4	0.77	10
	사용자 조연 부족	12.8	5.63	2
	요구사항 및 사양의 불완전	12.3	5.41	1
	요구사항 및 사양의 변경	11.8	5.19	1
	경영층의 지원 부족	7.5	3.30	3
	기술 부적격	7.0	3.08	6
	자원 부족	6.4	2.82	7
	비현실적인 기대감	5.9	2.60	5
	불명확한 목표	5.3	2.33	9
Impaired ( a: 24% )	비현실적인 일정 계획	4.3	1.89	4
	신 기술 적용	3.7	1.63	6
	불완전한 요구사항	13.1	3.14	1
	사용자 참여 부족	12.4	2.98	2
	자원 부족	10.6	2.54	7
	비현실적인 기대감	9.9	2.38	5
	경영층의 지원 부족	9.3	2.23	3
	요구사항 및 사양의 변경	8.7	2.09	1
	프로젝트 계획 부족	8.1	1.94	4
Impaired ( a: 24% )	제품이 더 이상 필요치 않음	7.5	1.80	4
	정보기술관리의 부족	6.2	1.49	8
	기술 부족	4.3	1.03	6

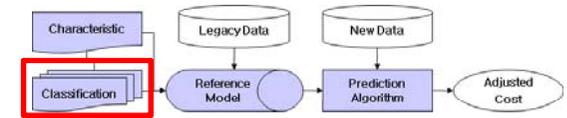
**프로젝트 특성과 가중치**

CF	특성	가중치
1	요구사항 명확도	20.00
2	사용자 참여도	15.39
3	경영층 지원도	9.98
4	계획 적절성	8.71
5	기대감 현실성	7.60
6	기술 보유도	5.74
7	자원 지원	5.36
8	관리 기술	3.95
9	목표 명확성	3.26
10	구성원 능력	3.07

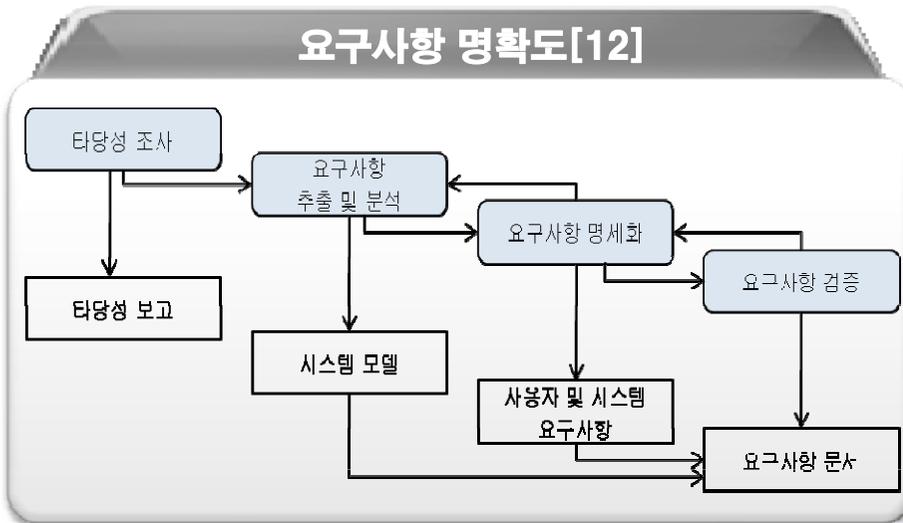
**\*CF: Critical Factors**

※ 참고 문헌:  
 [10] The Standish Group, Reprinted here for sole academic purposes with written permission, 1995.  
 [11] The Standish Group International, CHAOS REPORT 2009.

# 3.1 기술적 분석 (분류 정의)



**요구사항 명확도[12]**



**고객 PM 참여도[13]**

특성	조직구조	기능 조직	매트릭스 조직			전담 조직
			약한	중간	강한	
프로젝트 관리자의 권한	적거나 없음	제한적	낮음-보통	보통-높음	높음-거의전체	
자원 가용성	적거나 없음	제한적	낮음-보통	보통-높음	높음-거의전체	
프로젝트 예산 통제자	기능 관리자	기능 관리자	혼합형	프로젝트 관리자	프로젝트 관리자	
프로젝트 관리자의 역할	시간제	시간제	종일제	종일제	종일제	
프로젝트 관리업무 담당자	시간제	시간제	시간제	종일제	종일제	

**Others1[14]**

No.	Likert 5점 척도
0	해당사항 없음 (관련없음)
1	매우 불만족 (전혀 그렇지 않다, 매우나쁘다)
2	불만족 (그렇지 않다, 나쁘다)
3	보통 (보통이다, 평균)
4	만족 (그렇다, 좋다)
5	매우 만족 (매우 그렇다, 매우 좋다)

**특성 별 척도 분류**

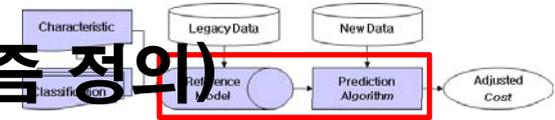
특성	요구사항 명확도	고객PM 참여도	Others
분류	1. 타당성 조사 2. 추출과 분석 3. 명세화 4. 검증	1. 기능조직 2. 약매트릭스 3. 중매트릭스 4. 강매트릭스 5. 전담조직	0. 해당사항 없음 1. 매우 불만족 2. 불만족 3. 보통 4. 만족 5. 매우 만족

※ 참고 문헌: [12] Ian Sommerville, Software Engineering(8/E), Addison-Wesley, 2007.

[13] Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Third Edition.

[14] Likert, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. New York: Archives of Psychology, 1932.

# 3.2 보정 기법 (참조 모델과 예측 알고리즘 정의)



## 1) 참조 모델

PJT	산정가 (천원)	확정가 (천원)	비율 (%)	요구사항 명확도				고객PM 참여도				
				1.타당성 조사	2.추출과 분석	3.명세화	4.검증	1.기능 조직	2.약 매트릭스	3.중 매트릭스	4.강 매트릭스	5.전담 조직
A	1,000	1,000	1.00	1.00				1.00				
B	2,000	1,400	0.70				0.70					0.70
C	1,000	800	0.80			0.80				0.80		
D	3,000	2,700	0.90		0.90				0.90			
E	2,000	1,500	0.75			0.75					0.75	
VC(Valid Count)				1	1	2	1	1	1	1	1	1
Average (SUM/VC)				1.00	0.90	0.78	0.70	1.00	0.90	0.80	0.75	0.70
Weight				20.00				15.39				

## 2) 예측 알고리즘

$$PV = \sum_{i=1}^n A_i \cdot W_i / \sum_{i=1}^n W_i$$

n: Characteristic Count, A: Average, W: Weight

\* PV(Prediction Variable)

## 3) 참조 모델과 예측 알고리즘 적용한 PV

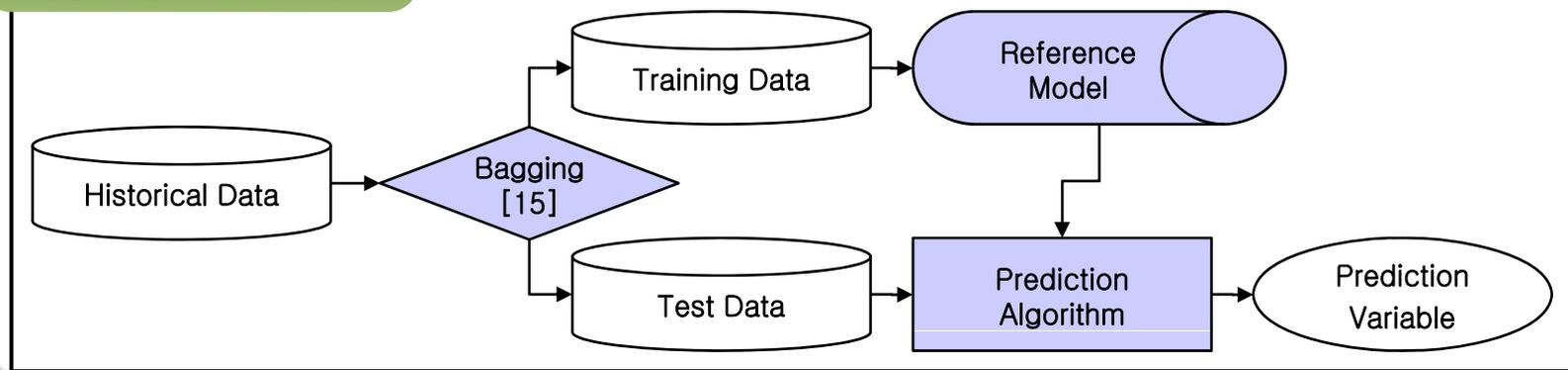
신규 (프로젝트 Z) 비용 보정		
특성별 항목	요구사항 명확도 => 3.명세화	고객PM 참여도 => 2.약매트릭스
수식 적용(%)	((0.78*20.00) + (0.90*15.39)) / 35.39 = 0.83	

# 4. 실험

## 수집 자료 근거

대상: 2개 SI(System Integration) 업체	수행 기간: 2005~2008년
수량: 총 46건 (I사:30건, T사:16건)	설문 조사: 해당 프로젝트 수행 PM

## 비용 보정 실험 프로세스



## Bagging Example[16]

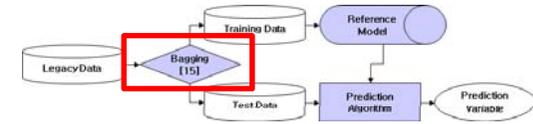
\* 평균적으로 0.37의 Test data가 추출됨

Original data	1	2	3	4	5	6	7	8	Test data		
Training set 1	2	7	8	3	7	6	3	1	4	5	
Training set 2	7	8	5	6	4	2	7	1	3		
Training set 3	3	6	2	7	5	6	2	2	1	4	8
Training set 4	4	5	1	4	6	4	3	8	2	7	

※ 참고 문헌: [15] Breiman, L. Bagging Predictors. Machine Learning, 24(2): 123-140, 1996.

[16] Liu Bing, Web Data Mining, pringer Verlag 2006.

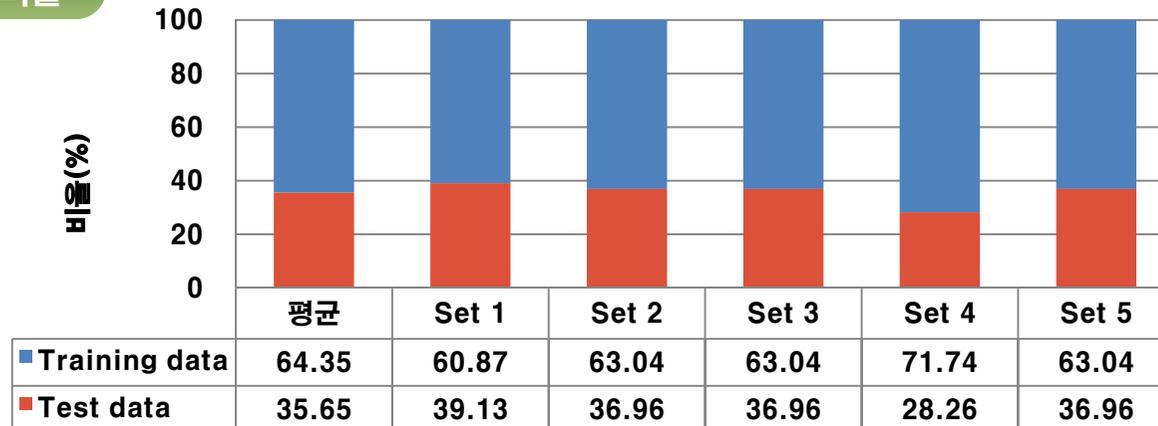
# 4.1 실험 데이터 추출



## Training Data와 Test Data 추출

Data	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5
Training	2, 5, 8, 10, 11, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46	1, 2, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 46	2, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 46	1, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 45
Test	1, 3, 4, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 27, 29, 30, 31, 37, 40	3, 4, 7, 8, 10, 14, 22, 23, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 38, 43, 44	1, 3, 4, 9, 10, 12, 17, 21, 26, 27, 29, 31, 33, 34, 36, 38, 45	2, 10, 18, 24, 26, 29, 32, 37, 40, 42, 43, 44, 45	2, 5, 7, 8, 19, 21, 22, 25, 26, 32, 33, 34, 40, 42, 43, 44, 46

## 실험 데이터 추출 비율



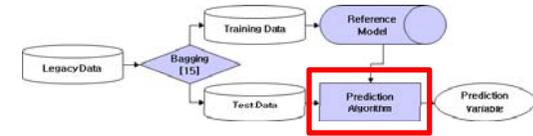
## 4.2 보정 기법 실험 (참조 모델)



참조 모델의 평균 비율 생성

Training Data Set				특성	분류	평균	가중치
특성	분류	평균	가중치				
요구사항 명확도	1. 타당성 조사	1.05	20.00	기술 보유도	1. 매우 불만족	0.92	5.74
	2. 추출과 분석	0.87			2. 불만족	0.85	
	3. 명세화	0.79			3. 보통	0.80	
	4. 검증	0.66			4. 만족	0.72	
					5. 매우 만족	0.65	
고객PM 참여도	1. 기능조직	1.03	15.39	자원 지원	1. 매우 불만족	0.98	5.36
	2. 약매트릭스	0.87			2. 불만족	0.83	
	3. 중매트릭스	0.82			3. 보통	0.78	
	4. 강매트릭스	0.74			4. 만족	0.77	
	5. 전담조직	0.63			5. 매우 만족	0.59	
경영총 지원도	1. 매우 불만족	0.95	9.98	관리 기술	1. 매우 불만족	0.93	3.95
	2. 불만족	0.87			2. 불만족	0.84	
	3. 보통	0.79			3. 보통	0.76	
	4. 만족	0.72			4. 그렇다	0.77	
	5. 매우 만족	0.56			5. 매우 만족	0.65	
계획 적절성	1. 매우 불만족	0.89	8.71	목표 명확성	1. 매우 불만족	0.95	3.26
	2. 불만족	0.87			2. 불만족	0.85	
	3. 보통	0.79			3. 보통	0.76	
	4. 만족	0.78			4. 만족	0.75	
	5. 매우 만족	0.62			5. 매우 만족	0.73	
기대감 현실성	1. 매우 불만족	0.98	7.60	구성원 능력	1. 매우 불만족	0.90	3.07
	2. 불만족	0.87			2. 불만족	0.87	
	3. 보통	0.79			3. 보통	0.79	
	4. 만족	0.78			4. 만족	0.78	
	5. 매우 만족	0.66			5. 매우 만족	0.67	

# 4.2 보정 기법 실험 (예측 알고리즘)

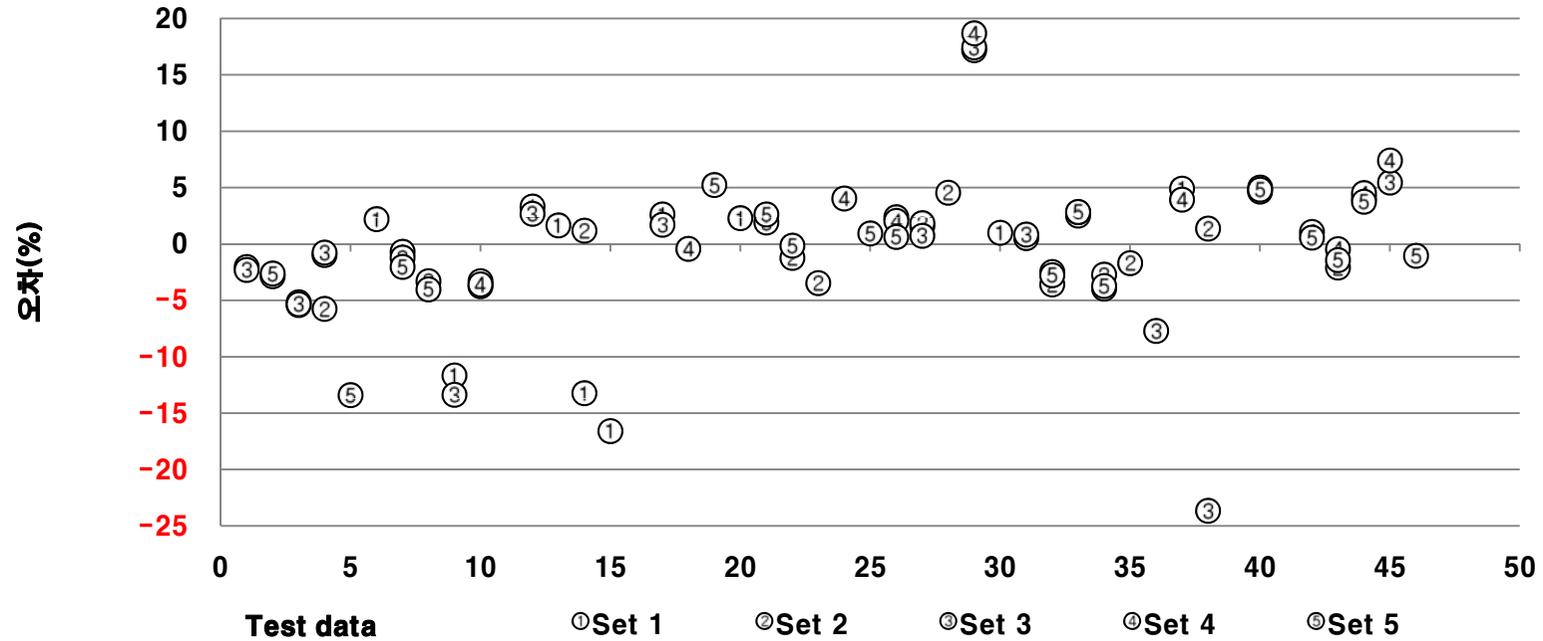


PV(Prediction Variable)와 TV(Target Variable)의 오차

Set 1		Set 2		Set 3		Set 4		Set 5	
PJT	오차(%)	PJT	오차(%)	PJT	오차(%)	PJT	오차(%)	PJT	오차(%)
1	-2.04	3	-5.16	1	-2.29	2	-2.86	2	-2.62
3	-5.41	4	-5.75	3	-5.33	10	-3.58	5	-13.39
4	-0.97	7	-1.20	4	-0.75	18	-0.43	7	-2.02
6	2.21	8	-3.29	9	-13.38	24	4.03	8	-4.03
7	-0.68	10	-3.29	10	-3.74	26	2.06	19	5.24
9	-11.66	14	1.18	12	2.68	29	18.69	21	2.62
12	3.32	22	-1.23	17	1.71	32	-2.48	22	-0.14
13	1.66	23	-3.46	21	1.91	37	3.94	25	0.95
14	-13.23	27	1.86	26	2.39	40	5.01	26	0.63
15	-16.60	28	4.55	27	0.73	42	1.07	32	-2.77
17	2.63	32	-3.58	29	17.45	43	-0.46	33	2.84
20	2.30	33	2.53	31	0.84	44	4.53	34	-3.72
27	1.60	34	-2.71	33	2.83	45	7.41	40	4.83
29	17.19	35	-1.70	34	-3.95			42	0.57
30	1.01	38	1.37	36	-7.71			43	-1.42
31	0.52	43	-2.09	38	-23.66			44	3.75
37	4.91	44	4.09	45	5.45			46	-1.04
40	4.66								

# 4.3 실험 결과

PV와 TV 오차 분포도



PV와 TV 평균 오차

※ 오차율(%)= 실제값-실험값/실제값 \*100

오차(%)	평균	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5
	+ 3.79	+ 3.82	+ 2.60	+ 4.00	+ 5.84	+ 2.68
	- 4.66	- 7.23	- 3.04	- 7.60	- 1.96	- 3.46
	± 4.23	± 5.14	± 2.89	± 5.69	± 4.35	± 3.09

## 5. 결론

### 연구 결과 및 기대 효과

- 기술적 분석을 이용한 프로젝트 비용 보정 기법을 제안하고, 그 유효성은 실험을 통해 검증하였다. 검증 결과 실제 데이터와 예측 데이터의 평균 오차가  $\pm 4.23\%$ 로 유효성이 높음을 확인하였다.
- 기술적 분석을 이용한 보정 기법은 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.
  - 객관적이고 합리적인 비용 보정 수행
  - Stakeholder의 비용 보정에 대한 견해차를 없애 신뢰성 향상과 상호 이익 극대화 추구
  - 프로젝트 성공률 증대와 건전한 IT 산업의 발전 방향 등의 효과를 기대

### 시사점 및 향후 연구 방향

- 제안한 보정 기법을 적용하기 위한 기술적 분석 데이터의 부적합 요인을 발견 할 수 있었다.
  - Historical 데이터의 기술적 분석을 판단하는 응답자 능력에 따른 정확도의 차이
  - 기술적 분석과 상관없는 비즈니스적 상황 때문에 미리 확정된 예산
- 부적합 요인을 개선하여 유효성을 높이기 위한 향후 연구가 필요하다.
  - 응답자들이 기술적 분석을 판단하는 차이를 줄이기 위한 분류 항목들의 정량화에 대한 연구
  - 프로젝트 수행 전 비용이 확정되어 보정이 필요 없는 예외적인 사항들을 분리하기 위한 연구

## 참고문헌

<End of Document>

- [1] 한국소프트웨어진흥원 정책연구센터 정제호, 소프트웨어 산업구조 선진화 방안, 정책연구 08-17, 2008.12.
- [2] Eamonn Butler, The Best Book on the Market: How to Stop Worrying and Love the Free Economy , Wiley, 2008.
- [3] Kessler Carl / Sweitzer John, Outside-in Software Development : A Practical Approach to Building Successful Stakeholder-based Products, Prentice Hall, 2007.
- [4] 심기보, 소프트웨어 견적기술, 어드북스, 2007.
- [5] IFPUG, Function Point Counting Practice Manual Release 4.1.1, International Function Point User Group, 2000.
- [6] ISO-IEC, International ISO/IEC Standard 14143-1, Information Technology – Software measurement – Functional size, Part 1: Definition of Concepts, 1998.
- [7] 지식경제부, 한국소프트웨어진흥원, 소프트웨어 사업대가의 기준 해설, 2008.
- [8] B. Boehm, Software Engineering Economics, Prentice Hall, 1981.
- [9] B. Boehm, COCOMO-II Model Definition Manual, Univ. of Southern California, 1998.
- [10] The Standish Group 1995, Reprinted here for sole academic purposes with written permission from The Standish Group.
- [11] The Standish Group International, CHAOS REPORT 2009.
- [12] Ian Sommerville, Software Engineering(8/E), Addison-Wesley, 2007.
- [13] Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Third Edition.
- [14] Likert, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. New York: Archives of Psychology, 1932.
- [15] Breiman, L. Bagging Predictors. Machine Learning, 24(2): 123-140, 1996.
- [16] Liu Bing, Web Data Mining, pringer Verlag 2006.
- [17] Dietterich, T. Ensemble method in Machine learning. In J. Kittler and F. Roli (Ed.) First International Workshop on Multiple Classifier Systems, Lecture Notes in Computer Science, 1-15, 2000.