

QFD를 활용한 통합된 개발프로젝트 정의 방법 연구

김진훈*, 박영원

국방과학연구소, 에스이테크놀로지(주)

A Study on the Definition Method for Integrated Development Project using QFD

Kim Jin Hoon, Park Young Won

Agency for Defence Department, SETechnology

Abstract : For the definition of development project, this paper proposes an integrated design model for the project 3P's(Products, Process, and People) architecture solutions balancing the originating requirements as well as the design targets of product, process, and IPDT. The model is suggested to develop the integrated design method with trade-off analysis and alternatives evaluation of products, processes, and IPDT using QFD.

Key Words : Project 3P's, QFD(Quality Function Deployment), Integration, KPP(Key Performance Parameter),

* 교신저자 : jinhoon@gmail.com

1. 연구 필요성 및 목표

제품개발의 복잡성이 제품의 복잡도에만 있지 않고, 개발 생명주기에서의 프로세스와 조직에 함께 존재하며, 이중 어느 하나만을 최적화한다고 개발프로젝트 전체가 성공한다고 보장할 수 없다. 이러한 복잡한 개발프로젝트 환경에서 제품(Product), 프로세스(Process), 그리고 조직(People)간의 유기적인 복잡한 관계를 하나의 문제로 다루어야 할 필요가 있다(김진훈, 2007; Buede, 2000; Kasser, 1995; Blanchard, 1990). 이러한 복잡한 문제를 풀기 위해서는 문제의 본질에 중심을 맞추어서 문제 해결을 단순화(Simplify)시키는 것이 중요하다. 즉, 목표를 확정하고 단순화시키며, 본질적인 것에 집중하고, 가능한 한 상위 수준에서 시스템을 모델링 또는 추상화하여, 이후 점차적으로 추상화 수준을 감소시키는 것이 중요하다(Reifer, 1993).

본 연구의 목적은 개발프로젝트에서의 복잡성을 다루기 위해 제품뿐만 아니라 관련된 프로세스와 통합팀을 하나의 시스템으로 통합하는 것이다. 여기서 통합이라는 의미는 요구사항을 단순히 기능적/물리적 해결방안을 식별하여 할당하거나 인터페이스를 정의하는 것만을 의미하진 않는다. 요구사항 및 해결방안들의 상충된 목표가 절충(Trade-off)되고, 최종의 제품, 프로세스, 및 조직의 대안들이 최초 목적에 맞도록 평가되어 최선의 방안이 정의되어, 시스템 개발목적에 부합된다고 판단되어야, 비로서 통합(Integration)되었다고 확신할 수 있다.

본 연구에서는 개발프로젝트를 통합하여 설계하기 위한 통합개념과 구체적인 프로세스, 방법 및 도구를 제시한다. 또한, 저자의 자동차 개발경험을 바탕으로 본 연구 결과에 대한 자동차개발 프로젝트 적용 예를 제시한다. 이들이 적절하게 구현될 수 있는 통합 방안에 대한 연구목표를 다음과 같이 제시한다.

- 제품, 프로세스, 그리고 통합팀(IPDT, Integrated Product Development Team)을 동시에 고려하여 논리적으로 타당한 목표를 갖도록 통합개

념 수립.

- 전산지원도구(CORE[®])를 활용한 모델기반 설계 및 절충된 목표수립 방안을 연계하여 수행하는 방법 제시.
- 개발프로젝트의 대안들을 평가하여, 선호하는 대안을 선택하는 QFD 및 PUGH방법 제시.
- 자동차 개발프로젝트 정의를 위해, 제시된 통합방법 적용 예 제시.

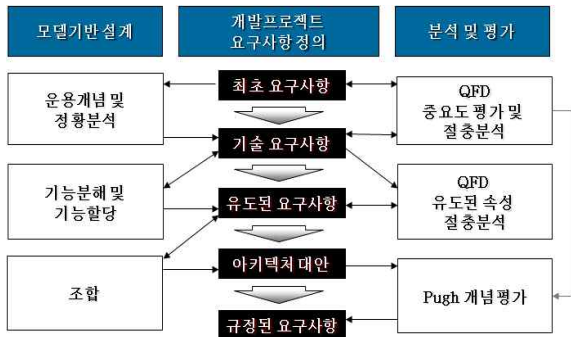
2. 개발프로젝트 통합

2.1 통합 개념

MIL-STD-499등 시스템엔지니어링 표준에서 정의된 시스템은 제품 그 자체만이 아닌, 프로세스와 조직과 긴밀한 관계에서 요구되는 목적을 달성할 수 있는 통합체로 정의하고 있다. 제품개발은 요구된 제품과 이를 생명주기에 걸쳐 지원하는 프로세스 및 관련된 조직들의 통합체에 의해 시스템 전체의 목표, 즉 요구되는 목표를 달성하기 위한 노력이다. 이러한 시스템 개념으로부터 개발프로젝트가 하나의 시스템으로 인식되어 개발될 수 있으며, 개발프로젝트의 구성요소가 제품, 개발 프로세스와 이와 관련된 인력 또는 조직으로 정의할 수 있음을 알 수 있다.

이와 같이 제품과 개발관련 프로세스 및 조직으로 구성된 개발프로젝트는 목적적 행위를 수행하기 위해 개발프로젝트의 기능들이 명확히 정의되어야 하며, 그 기능이 도달 가능한 목표와 목적을 갖도록 통합되어야 할 것이다(Blanchard, 1990). 이러한 통합을 위해 시스템엔지니어링에서의 일반적 접근법은, 요구사항을 만족하기 위하여 시스템이 만족해야 할 행위 또는 기능으로 고객의 요구를 분해하는 것을 포함하고 있다. 이러한 하부의 기능적 요구사항들은 시스템의 특정 구성요소에 할당된다. 이렇게 할당된 기능은 설계팀이 만족시켜야 하는 최소한의 속성들로 구성된 성능 요구사항으로 변환되고 설계 제약과 결합된다. 이러한 요구사항들은 하나 이상의 설계 개념으로 조합되며, 개념 대안들은 선호하는

항정의 프로세스와 통합된 프로세스이다.



[그림 3] 통합설계 프로세스

1) “최초요구사항”으로부터 “모델기반 시스템설계”과정을 통해 제품, 개발프로세스, 그리고 통합팀 각각에 대한 운용개념을 정의하고 정황분석 (Context Analysis)을 통해 프로젝트의 경계 (Boundary)를 정의하여 개발프로젝트의 수행범위를 명확히 한다. “QFD 중요도 평가 및 절충분석”과정을 통해, 최초요구사항에 대한 중요도 평가와 프로젝트 노력의 방향을 결정한다. 최초요구사항으로부터 개발대상으로 정의된 최종제품, 관련프로세스, 그리고 통합팀에 대한 모델링을 통해 정의된 운용개념에서 “기술 요구사항”을 식별한다. 기술 요구사항은 고객의 언어로 작성된 최초요구사항을 프로젝트에 사용되는 전문 용어로 표현하여 전환한 요구사항이다.

2) 도출된 “기술 요구사항”의 주요성능파라미터 (KPP)에 대하여, QFD를 통해 중요도 평가 및 기술 요구사항간의 절충분석을 수행한다. 기술 요구사항간의 목표가 절충될 수 있도록 기술 요구사항을 분석하여 목표를 조정함으로써, 최초 요구사항을 만족할 수 있는 타당한 기술 요구사항의 목표가 수립된다. 또한, 최초요구사항과 기술 요구사항을 분석하는 과정에서 누락되거나 불필요한 요구사항들이 보완된다.

3) 기술 요구사항을 표현하고 있는 운용개념 모델로부터 최종제품, 관련프로세스, 그리고 통합팀에 대한 각각의 기능적 모델링 하부기능으로 분해되어 기

술 요구사항을 충족하는 “유도된 요구사항”이 식별된다. 이러한 하부기능들은 물리적 해결방안에 할당되어 프로젝트 시스템의 하부 구성요소를 정의한다.

4) 구축된 기능적/물리적 모델로부터 유도된 요구사항의 주요파라미터를 도출한다. 2번째 QFD에서의 기술 요구사항과 유도된 요구사항과의 상관관계 분석과 유도된 요구사항의 해결방안 속성에 대한 절충분석이 이루어진다. 기술 요구사항에 대한 목표결과와 동일한 방법으로, 유도된 요구사항의 절충분석을 통해 타당한 목표가 결정된다. 이와 함께, 기능적, 물리적 모델링으로부터 개발프로젝트의 가능한 “아키텍처 대안”들도 생성한다.

5) 최종으로 Pugh 개념평가를 통해 아키텍처 대안들을 평가하여 최초요구사항을 가장 잘 만족시킬 수 있는 최선의 개발프로젝트 아키텍처를 선택한다. 이 선택된 아키텍처에 해당되는 요구사항들이 “규정된 요구사항”으로 확정된다.

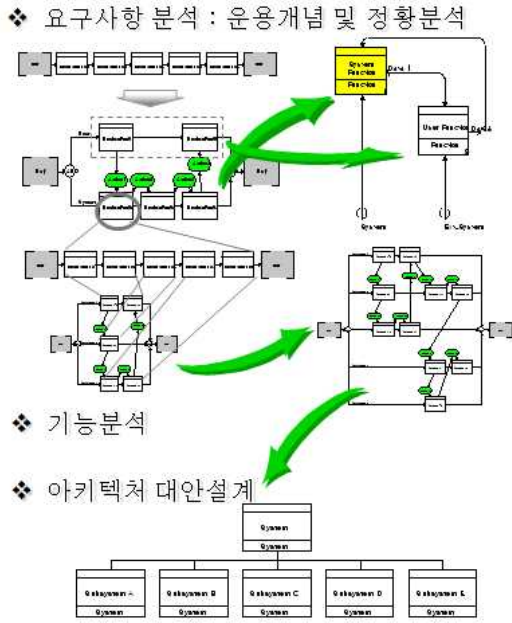
2.3 통합 방법

제품과 프로세스 및 통합팀에 대하여 전형적인 시스템엔지니어링 프로세스에 따라 그림 4와 같이 모델링을 각각 수행하였다. 최초 요구사항으로부터 운용개념과 개발프로젝트의 정황을 분석하여 정의하고, 운용개념에 부합하도록 기능 및 인터페이스를 정의하는 기능분석과 이를 통해 물리적 아키텍처를 정의하는 과정까지 모델링된다.

제품, 개발프로세스 및 통합팀에 대한 운용개념을 각각 모델링해왔던 기존방법(Loureiro,2004)보다는 통합적 관점에서 제품, 개발프로세스 및 통합팀 모두를 하나의 운용개념 모델로 표현하는 것이 바람직하다.

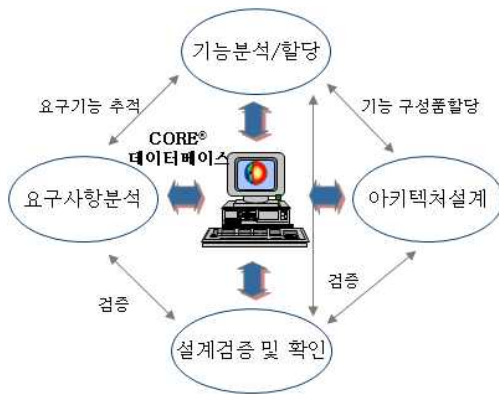
이러한 모델링을 통한 시스템설계 과정을 전문도구 지원없이 수행한다는 것은 불가능하므로 전문 시스템엔지니어링 도구를 활용하는 것이 좋다. 본 연구에서는 시스템엔지니어링 전문도구 중 하나인 CORE[®]를 활용하였다.

그림 5는 CORE[®]의 시스템 설계 구조를 나타내고 있다. 시스템 설계를 위해, (1)요구사항 분석에



[그림 4] 내부적 통합 : 모델기반 시스템설계

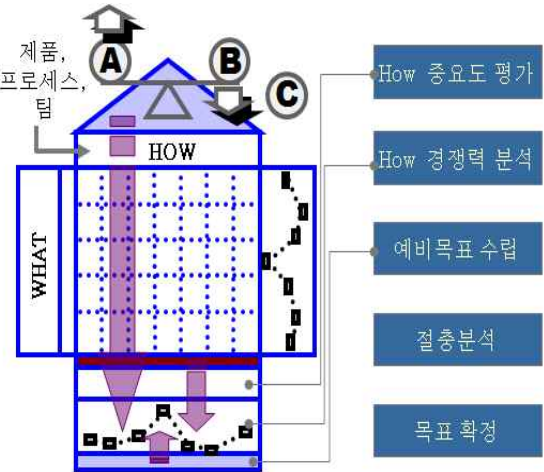
서 (2)기능 분석/할당 및 (3)시스템 아키텍처 설계 과정을 본 도구에서 지원하며, 각 과정을 검증하고 확인하는 기능을 지원하고 있다.



[그림 5] CORE®의 시스템설계 기능

그림 4에서 프로젝트 요구사항에 부합되는 제품, 관련프로세스 및 필요한 팀 각각의 요소에 대한 아키텍처 대안이 수립되었지만, 각 요소의 목표가 전체 목표를 충족할 수 있는지는 확신할 수 없다. 부분이 최적화되었다고 전체가 최적화되었다고 볼 수 없기 때문이다. 따라서, 개발프로젝트의 각 요소에

대한 핵심 속성들(주요성능파라미터)에 대해 그림 6에서 제시된 QFD방법의 중요도분석, 경쟁력분석과 절충분석 프로세스를 수행하여 각 요소들의 핵심 속성의 목표를 조율함으로써 개발프로젝트 전체 관점에서의 타당한 목표를 결정하게 된다.



[그림 6] 외부적 통합 : 절충분석 및 목표 설정

본 연구는 절충분석을 통한 목표설정 방법으로 QFD를 제시한다. QFD방법의 일반사항은 관련연구(김진훈,2007, Loureiro,2004)에서 참고할 수 있으며, 본 연구에서는 연구 목적에 필요한 부분만 발췌하여 설명한다.

그림 6은 QFD 방법을 활용한 절충분석의 개념 및 절차를 나타내고 있다. ‘WHAT’, 즉 요구사항에 대한 ‘HOW’ 해결방안의 관계 매트릭스에서 중요도를 평가하고 이들 각각에 대한 경쟁력을 분석함으로써, 중요하고 경쟁력이 낮은 해결방안에 대한 목표를 수립할 수 있다.

그러나 이들 해결방안들간에 상충되는 모순이 존재함으로써 인해 단순히 경쟁력분석으로 수립된 목표가 타당하다고 판단하기는 어렵다. 예를 들면, 비용적 제약이나 시간적 제약에서 성능을 마냥 높게 설정할 수 없을 것이며, 반대로 높은 성능을 달성하기 위해 더 많은 비용이나 시간을 필요로 할 것이다. 바로 이와 같이 상충되는 모순을 찾아 해결하는 것이 절충분석이다. 이러한 상충되는 요구사항을 찾아

조정함으로써, 논리적으로 타당한 목표를 수립할 수 있다. 이러한 과정 중에 ‘WHAT’ 및 ‘HOW’에 대한 경쟁력분석은 요구사항과 해결방안의 현황 및 개선방향에 대한 지표를 제공한다. 요구사항에 대한 경쟁력을 확보하기 위해 얼마만큼의 노력이 필요한지를 비교적으로 분석할 수 있으며, 이에 대한 해결방안의 노력을 얼마만큼 기울여야 하는지를 결정하는 기준으로 삼을 수 있다.

본 연구와 관련하여, QFD방법은 제품, 프로세스, 통합팀에 대한 요구사항 및 속성을 분석하여 타당한 목표수립을 가능하게 한다. 그 주요 내용은 다음과 같다.

- 1) 최초요구사항과 기술요구사항간의 연관관계
- 2) 기술요구사항과 해결방안속성간의 연관관계
- 3) 최초요구사항의 중요도 평가
- 4) 최초요구사항의 중요도 평가에 따른 기술요구사항, 그리고 해결방안속성의 중요도 산출
- 5) 최초요구사항과 기술요구사항, 그리고 해결방안속성의 경쟁력 비교분석
- 6) 기술요구사항간의, 그리고 해결방안속성간의 상관관계
- 7) 상관관계에 따른 부작용영향 및 리스크 분석

위의 7가지 단계들은 모두 타당한 목표를 수립하는데 있어서 모두 고려되어야 할 중요한 부분들이다. 이들 7가지 단계는 시스템엔지니어링 설계프로세스와 강하게 연계하여 진행된다. 최초요구사항과 기술요구사항 그리고 해결방안속성간의 추적관계는 시스템설계에 따른 모델링과정에서 정의된 요구사항 추적관계를 기본적으로 표현한다. 예를 들어, 최초요구사항과 추적관계를 갖는 기술요구사항 ‘A’와 ‘B’가 있다면, QFD 매트릭스에서도 이들과의 관계가 나타나도록 표현한다. 또한, 모델링을 지원하는 도구에서 표현하기 어려운 관계의 정도 즉, 강한 관계인지 약한 관계인지를 QFD 매트릭스에서는 구분하여 나타낸다. 이러한 강약의 관계는 최초요구사항의 중요도에 따라 기술요구사항의 중요도를 그리고 이어서 해결방안 속성의 중요도를 결정하는 기준을 제공한다. 이렇게 각 단계에서 정의된 중요도는 목

표를 수립하는 우선순위와 절충의 대상을 결정하는데 활용된다.



[그림 7] 상관관계 분석 기능

시스템엔지니어링 도구와 마찬가지로 QFD방법 또한 적절한 도구가 적용되면 QFD 매트릭스 작성 및 분석이 편리하다. 본 연구에서 사용된 QFD 도구는 국내 개발된 CUPID 제품을 사용하였다. 본 제품에서 제시된 기능 중, 본 연구에서 유용하게 활용된 부분은 절충을 위해 분석되는 HOW(기술적 요구사항 및 해결방안 속성)간의 상관관계 분석으로, 상관관계에 대한 HOW의 개선비율(%), 상관관계 영향(%) 및 부정적 영향 정도를 나타내는 기능으로 [그림 7]과 같이 표현되며, 계산식은 아래와 같다.

$$SC_i = \left[\sum_{j=1}^k (C_{ij} \times I_j) \right] - (C_{ii} \times I_i)$$

여기서,

SC_i : i번째 상관관계 영향

I_i : i번째 개선비율

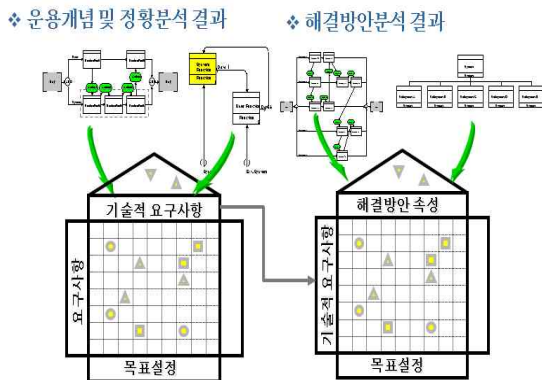
C_{ij} : C_i와 C_j의 상관관계

단, i = j = 1, 2, 3, ..., k 이고 C_{ij} = C_{ji} 이다.

그림 7에서 개선 비율(I_i)은 HOW의 경쟁력분석 결과에 따른 현 수준대비 개선 폭을 의미한다. C_{ij}는 C_i와 C_j의 상관관계로 강한 양의 상관관계, 양의 상관관계, 음의 상관관계, 강한 음의 상관관계에 따라, +3, +1, -1, -3 점으로 계산식에 적용하였다. 이러한 방식의 계산결과로 부정적 상관관계의 영향을 받는 항목들이 ‘부정적 영향’에 표시되어 나타난

다. 이러한 부정적 영향이 본 연구에서의 절충 분석 대상이 된다. 부정적 영향을 제거시키거나 완화시키기 위해서는 상관관계에 있는 항목들과 절충되도록 목표 조정이 필요하다. 이와 같이 조정되어 확정된 결과는 상충된 모순이 제거된 목표로 확정되며, 만약 제거되지 않은 모순이 있는 경우에는 리스크로 정의하여 다음과정에서 다시 검토할 수 있다.

지금까지 CORE[®]를 활용한 시스템모델링 결과로부터 주요 속성을 도출하고, 다시 이를 QFD방법을 통해서 타당한 목표를 결정하는 개념을 그림 8에 나타내었다.

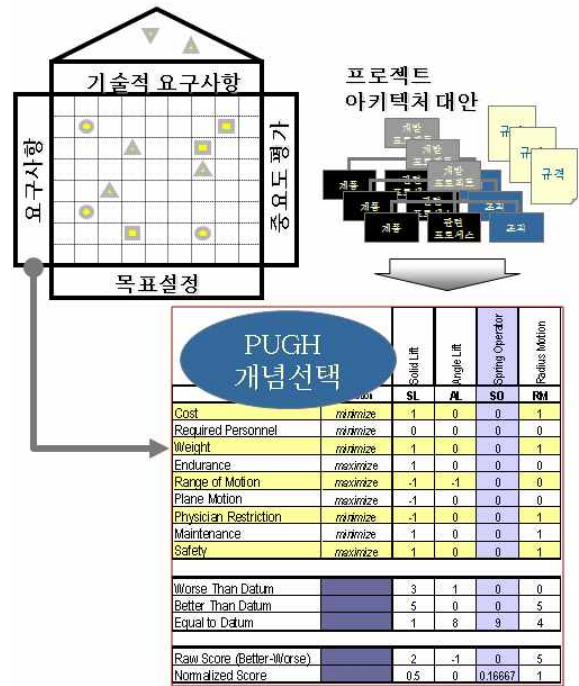


[그림 8] 시스템모델링과 QFD 연계 개념

그림 8에서와 같이, 본 연구는 개발프로젝트에 대한 제품, 개발프로세스, 그리고 통합팀을 통합하는 방안으로 시스템엔지니어링 도구를 활용한 모델링 방법과 QFD 방법을 제시한다.

이 두 가지 방법의 공통적인 특징은 고객 및 이해당사자 사이에 의사소통을 도울 수 있는 가시적 형태를 제공하고 있다. 또한, 설계 활동들과 연계하여 요구사항과 해결방안에 대한 구체적인 속성 및 목표를 통해 설계를 지원하며 의사결정을 돕는다.

이와 같은 과정을 통해 통합되어 정의된 몇 개의 개발프로젝트 아키텍처 후보들이 대안으로 만들어진다. 이러한 후보들로부터 최선의 방안을 선택하기 위한 방법으로 그림 9과 같이 PUGH 개념선택 방



[그림 9] 아키텍처 대안 선택

법을 제시한다.

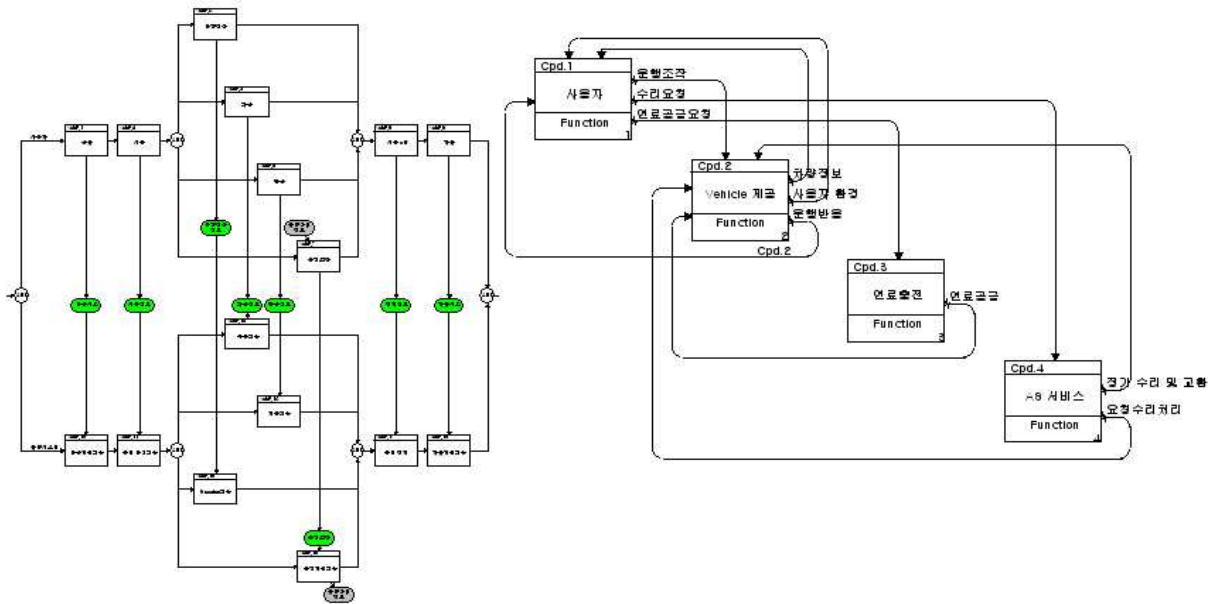
PUGH 개념선택(Creveling et al., 2003) 방법은 시스템수준의 개념을 선택하는데 주로 사용된다. 본 연구에서는 그림 9에서와 같이, 최초 요구사항을 평가기준으로 하여 프로젝트 아키텍처 대안을 평가하여 최초요구사항에 부합되는 프로젝트 아키텍처를 선택할 수 있도록 활용하였다.

2.4 적용 예시 및 평가

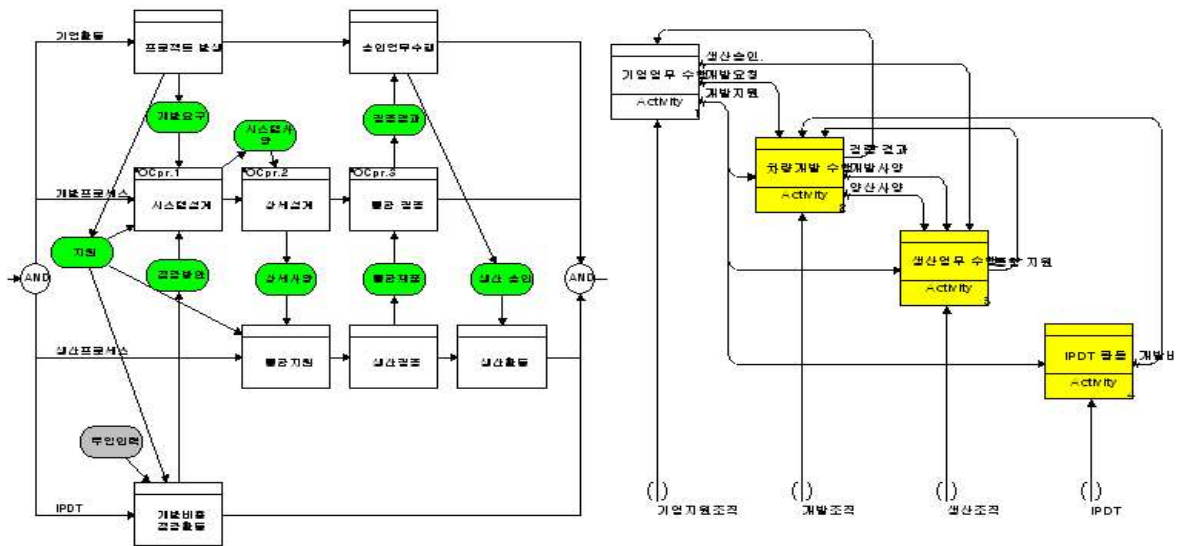
개발프로젝트 정의를 위해, 본 연구에서 제시된 통합프로세스 및 방법론을 자동차개발프로젝트에 간략하게 적용된 예시를 통해, 본 연구목표에서 제시된 통합방법의 타당성과 효과성을 확인할 수 있다.

먼저 고객요구사항 및 기타 이해당사자의 요구사항을 식별하였으며, 이로부터 개발프로젝트의 기본 구조인 제품, 개발프로세스 및 통합팀에 대한 운용 개념 및 정황분석을 시스템엔지니어링 도구인 CORE[®]를 활용하여 수행하였다.

그림 10에 자동차제품과 그림 11에 개발프로젝트 및 통합팀에 대해 FFBD(기능블럭다이아그램)와



[그림 10] 자동차 제품에 대한 운용개념 및 정황 모델링(예시)



[그림 11] 자동차 프로세스 및 통합팀에 대한 운용개념 및 정황 모델링(예시)

IDEFO(Integrated DEFINITION)를 활용하여 모델링을 실시하였다. 이의 결과로 자동차의 시동, 주행, 제동과 같은 주요기능과 동력정보와 가속신호간 인터페이스 등을 식별할 수 있었으며, 개발프로세스 및 관련 프로세스 활동과 통합팀 활동과의 인터페이스를 식별할 수 있었다.

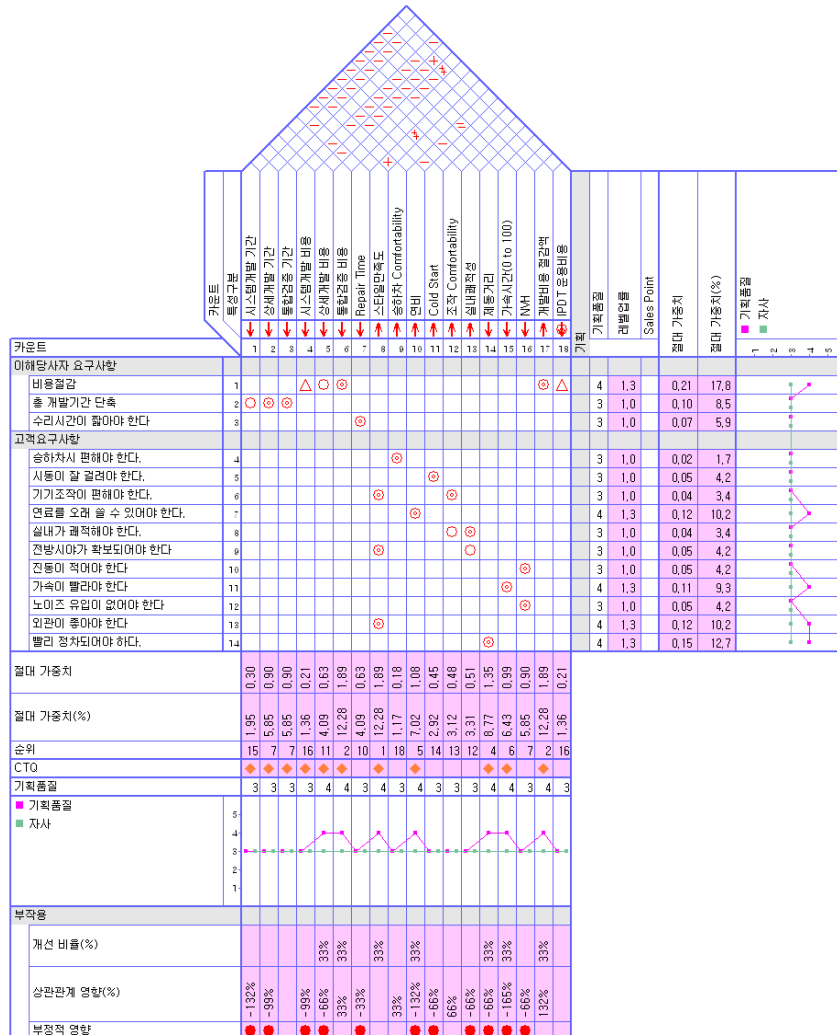
그림 10,11의 기능모델링에서 식별된 주요기능에 대한 기술적요구사항을 정의하여, QFD 매트릭스의 기술적요구사항(그림 6의 'HOW')에 그리고, 식별된 주요기능간 인터페이스의 관계성은 QFD 매트릭스의 기술적요구사항간 상관관계(그림 6의 'HOW' 상관관계)에 나타낼 수 있는데, 이의 결과

를 그림 12에 나타내었으며, QFD 프로세스에 따라, 중요평가 및 경쟁력분석을 통해 기술적요구사항의 목표를 수립하였다. 그러나, 그림 12의 “부정적영향”에 나타나 있듯이 기술 요구사항간의 상호관계의 부정적 영향으로 많이 나타나고 있어 절충분석을 통해 부정적 영향을 감소시키고자 했다. 우선, 중요도가 낮으면서, 상호관계가 높은 항목들을 찾아 목표를 하향 조정하고, 상호관계성이 낮으면서, 목표를 개선하는데 영향이 큰 항목은 상향 조정하였다. 이를 표 1에 요구사항에 영향을 미치는 기술요구사항에 대해 절충분석 전과 후를 비교하여 나타내었는데, 절충 후 기술요구사항의 부정적영향이 11항목에서 6항목으로 개선되는 예를 보여준다.

<표 1> 기술요구사항에 대한 목표설정 예

요구사항	순위	기술요구사항 초기목표 (절충분석 전)	기술요구사항 목표 조정 (절충분석 후)
비용절감	1	상세개발비용 절감(-66%) 통합검증비용 절감(+33%)	시스템설계기간 증가(-132%) 시스템개발비용 증가(-66%) 상세개발비용 절감(-66%) 통합검증비용 절감(0%) 상세설계 및 통합검증기간 단축기대
연료를 오래 사용할 수 있어야 한다	3	연비향상(-132%)	연비향상(-66%)
가속이 빨라야 한다	5	가속시간 단축(-166%)	가속시간단축(-99%)
외관이 좋아야 한다	3	스티일링 만족도 향상(0%)	스티일링 만족도 향상(+33%)
빨리 정차되어야 한다	2	제동거리 단축(-66%)	제동거리 단축(+33%)
기술요구사항(14항목)간의 부작용 영향		11항목	6항목

표 1에서 순위가 가장 높은 “비용절감”요구사항에 대해, 연관관계가 높은 기술 요구사항인 “상세개발비용”과 “통합검증비용”의 절감을 추진하였으나,



[그림 12] 최초요구사항과 기술요구사항 QFD 결과

이로 인한 부정적영향이 높은 것으로 분석되어, “통합검증비용”의 절감은 포기하고, 대신에 개발초기의 개념설계를 강화하기 위한 목적으로 “시스템설계기간” 및 “시스템개발비용”을 증가시켰다. 나머지 기타 요구사항에 대해서도 해당 기술요구사항의 목표를 조정하여 절충한 결과를 표 1에서 확인 할 수 있다. 절충분석 후 남아있는 “부정적영향”이 6항목은 해결방안 정의 과정에서 재검토가 이루어진다.

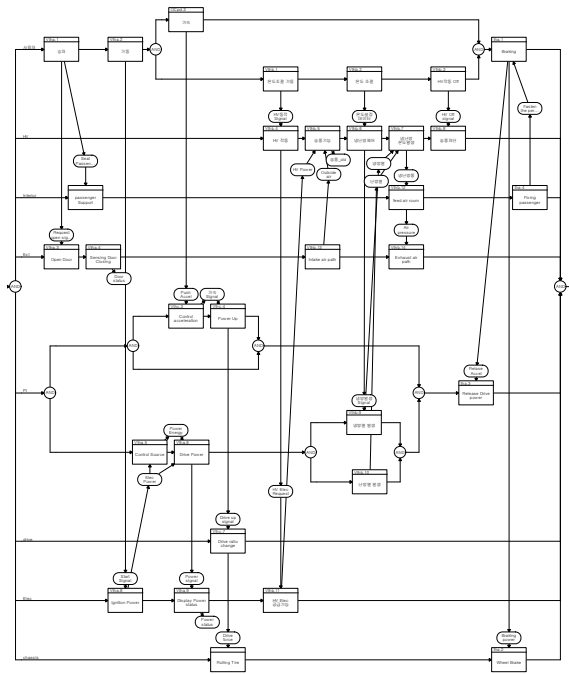
이와 같은 과정을 통해, 최초요구사항에 대한 기술적 요구사항이 정리되고 목표가 확정되었다. 다음은 기술적 해결방안을 도출하기 위하여, 기능 모델링과 QFD 분석을 기술 요구사항에 대하여 실시한다. 기술 요구사항을 정의할 때와 동일한 방법으로, 제품, 프로세스, 통합팀의 운용개념 상위기능을 분해하여 하부기능을 식별한다. 그림 10,11에서 식별된 제품, 프로세스, 통합팀의 주요기능인 가속, 제동, 시스템설계, 개념설계 등이 각각 하부 기능모델로 표현이 된 후, 제품모델과 프로세스 및 통합팀 모델로 통합한다. 이의 결과를 그림 13,14에 예시하였다.

통합된 기능모델은 CORE®의 시계열 분석 기능을 활용하여 모델의 적절성과 완전성을 검증하였다.

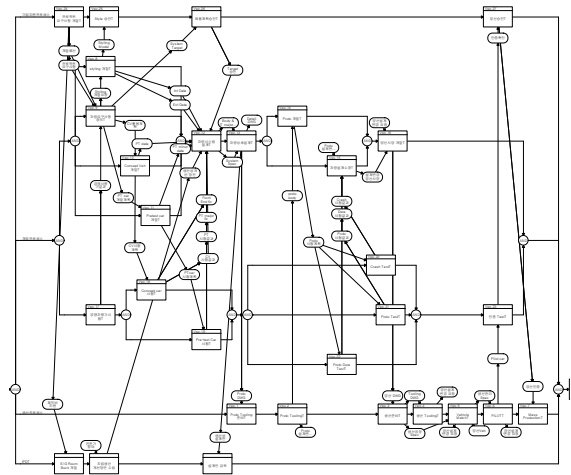
기능모델은 물리적 해결방안을 수립하는 기초가 되는데, 그림 13,14의 제품 및 제품개발 통합팀이 포함된 프로세스에 대한 기능적 모델로부터 정의된 물리적 모델을 그림 15에 예시하였다. 이와 같이 정의된 물리적 요소에 기능그룹 및 기능을 할당하였으며, 지금까지 개발된 모델과 식별된 요구사항 및 분석결과와 모든 추적성은 CORE® 데이터베이스에 저장하였다.

제품, 프로세스, 그리고 통합팀의 기능적 물리적 모델들의 각 요소들에 대해 유도된 요구사항을 정의하고, 이들로부터 기술 요구사항 목표에 부합되는 속성을 식별하였다. 식별된 기능적 물리적 속성들을 QFD 매트릭스에 표현하여 그림 16과 같이 나타내었다.

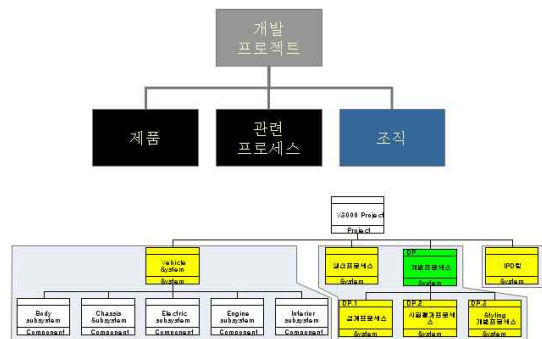
그림 16에서 보듯이 해결방안 속성에 대한 목표를 수립한 결과, “부정적영향”이 6항목이 도출되었다. 이에 대해 기술요구사항에 대한 절충분석과 동



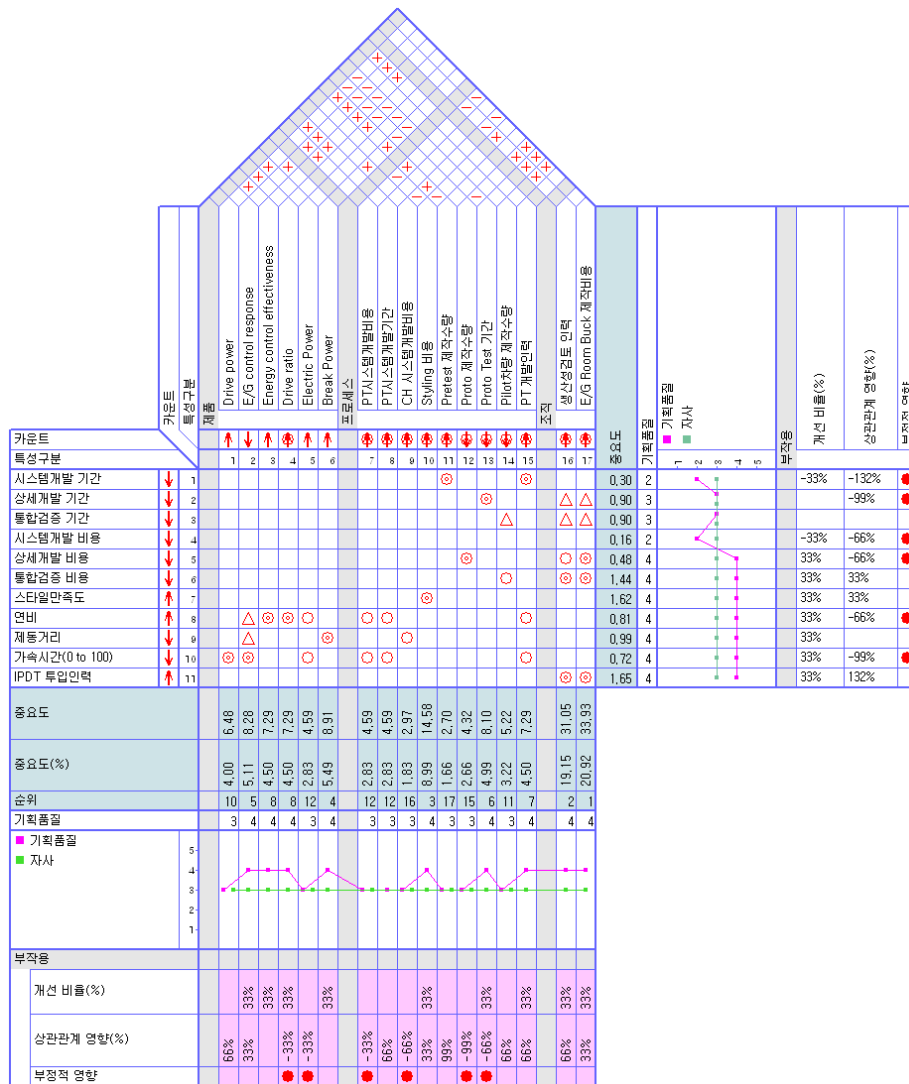
[그림 13] 자동차 기능 통합모델



[그림 14] 개발프로세스 및 통합팀 기능 통합모델



[그림 15]. 제품, 프로세스, 통합팀의 물리적 모델



[그림 16] 기술요구사항과 해결방안 속성에 대한 QFD 결과

일한 방법으로 해결방안 속성에 대한 절충분석을 실시하였다. 그림 16의 “HOW”의 상관관계에서 부정적 영향을 가장 많이 주는 특성은 “Proto Test 기간”으로 이 특성의 목표값을 조정할 경우에 많은 부정적 영향이 개선될 여지가 크다. 반면, 상세개발 기간이 늘어날 위험성이 증가하게 되었다. 이에 대한 보완책으로 “Pretest 제작수량”을 다소 늘려 Proto단계의 시험을 Pretest에서 앞당겨 실시하는 방법으로 목표를 조정하였다. 그 결과, 표 2에서 보듯이 이러한 절충결과로 “부정적영향”이 6항목에서 3항목으로 감소된 결과를 얻게 되었다.

이의 결과로 표 2에 제시된 바와 같이, “Drive Ratio”를 증가시켜 연비향상에 대한 목표 달성을 기대할 수 있게 되었으며, “부정적영향”에 의해 “Elec Power”의 성능저하가 우려되었으나, 성능저하 없이 “가속시간” 목표 달성이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 제품개발 통합팀(IPDT)을 개발 프로젝트의 최상부 조직으로 설정하였다.

<표 2> 해결방안에 대한 절충분석 결과

기술요구사항	순위	해결방안 초기목표 (절충분석 전)	해결방안 목표 조정 (절충분석 후)
IFDT 투입인력	1	생산성검토인력 증가(+66%) E/G Room Buck 제자비 증가(+33%)	생산성검토인력 증가(+33%) E/G Room Buck 제자비 증가(0%)
스타일민족도	2	스타일링 비용 증가(+33%)	좌동
통합검증비용	3	생산성검토인력 증가(+66%) E/G Room Buck 제자비 증가(+33%)	생산성검토인력 증가(+33%) E/G Room Buck 제자비 증가(0%)
제동거리	4	Break Power 향상(0%)	Break Power 향상(+66%)
연비	7	E/G 제어성능 향상(0%) Drive Ratio 향상(-33%) P/Train 개발비용 유지(-33%)	E/G 제어성능 향상(+66%) Drive Ratio 향상(+33%) P/Train 개발비용 유지(0%)
가속시간	8	P/Train 구동력 유지(66%) E/G 반응속도 향상(33%) Elec Power 유지(-33%)	P/Train 구동력 유지(+132%) E/G 반응속도 향상(+99%) Elec Power 유지(0%)
상세개발비용	9	Proto 제작수량 유지(-99%) 생산성검토인력 증가(+66%) E/G Room Buck 제자비 증가(+33%)	Proto 제작수량 유지(-66%) 생산성검토인력 증가(+33%) E/G Room Buck 제자비 증가(0%)
해결방안 11 항목간의 부작용 영향		6항목	3항목

이에 대한 효과성을 파악하기 위해, 그림 15의 물리적 모델에서 제품개발 통합팀을 제거하였을 때와 제거하지 않았을 때를 비교하였다. 추가적으로 통합팀을 제거했을 때에 대한 QFD방법에서의 목표 분석을 추가적으로 수행하여 절충분석에 따른 최종 결과를 표 3에 비교하였다.

<표 3> 개발프로젝트 대안 비교

IFD가있는 프로젝트	IFD가있는 프로젝트 (절충전)	IFD가없는 프로젝트 (절충후)
PROTO제작수량 유지(-66%) PROTO TEST 기간유지(-66%) 사스팀개발비용(-33%)	PROTO제작수량 유지(-132%) PROTO TEST 기간유지(-132%) 사스팀개발비용(+33%)	PROTO제작수량 유지(-66%) PROTO TEST 기간유지(-66%) 사스팀개발비용(+0%)
Brake Power 성능 개선(+66%) E/G Control 반응 성능 개선(+99%)	Brake Power 성능 개선(+66%) E/G Control 반응 성능 개선(+99%)	Brake Power 성능 유지(+33%) E/G Control 반응 성능 유지(+66%)

제품개발 통합팀이 있는 프로젝트에서 제품개발 통합팀의 속성을 제거하였을 경우에 'Proto 제작수량'이나 'Proto Test 기간'의 부정적 영향이 크게 증가하였다. 통합팀이 있는 경우, 시스템개발 단계에서의 상세단계에서 나타날 수 있는 문제를 예방하는 통합팀 활동으로 비용적 손실을 감소시킬 수 있지만, 통합팀이 없는 경우, 걸러지지 않는 많은 문제들이 상세설계단계에서 설계변경으로 나타날 수 있기 때문이다. 통합팀이 없는 프로젝트에서 이

러한 “부정적영향”을 감소시키기 위해 절충분석을 실시하여, 표 3과 같은 결과를 얻었다. 즉, 통합팀이 없는 프로젝트에서는 제동력과 가속력과 관련된 엔진제어성능의 개선이 어렵다는 결과를 얻었다. 그러나, 성능을 낮추는 것이 본 프로젝트의 요구사항에 적합하지, 아니면 개발비용을 절감하는 방안으로 가는 것이 적절한지는 정확한 판단이 필요하다.

따라서, 최종 대안 선택을 위한 PUGH 개념선택 방법을 통해 제품개발 통합팀이 포함된 아키텍처 대안 1과 통합팀이 포함되지 않은 대안 2를 그림 12에서 정리된 최초요구사항을 기준으로 비교하여 평가하였으며, 그 결과는 표 4와 같다.

<표 4> 프로젝트 아키텍처 대안 평가 결과

평가항목	가중치	(Datum)	프로젝트 대안1 (W/IPDT)	프로젝트 대안2 (WO/IPDT)
비용절감	0.21	0	0	1
총 개발기간 단축	0.1	0	1	1
수리시간이 짧아야 한다	0.07	0	0	0
승하차시 편해야 한다.	0.02	0	0	0
시동이 잘 걸려야 한다.	0.05	0	0	0
기기조작이 편해야 한다.	0.04	0	0	0
연료를 오래 쓸 수 있어야 한다.	0.12	0	1	1
실내가 쾌적해야 한다.	0.04	0	0	0
전방시야가 확보되어야 한다.	0.05	0	-1	-1
진동이 적어야 한다.	0.05	0	0	0
가속이 빨라야 한다.	0.11	0	1	0
노이즈 유입이 없어야 한다	0.05	0	0	0
외관이 좋아야 한다	0.12	0	0	0
빨리 정착되어야 한다.	0.15	0	1	0
합 계		0	0.43	0.38

비록 사례로 개발되었지만, 결과적으로 제품개발 통합팀이 포함된 개발프로젝트가 포함되지 않은 개발프로젝트보다 우세한 평가를 받았으며, 이로서 대안 1의 개발프로젝트 아키텍처 선택이 타당함을 판단할 수 있다. 지금까지 개발된 모델과 식별된 요구사항 및 분석결과와 모든 추적성은 CORE® 데이터 베이스에 저장되었으며, 이의 결과로 개발프로젝트에 대한 시스템규격서를 정의할 수 있게 되었다.

3. 결 론

개발프로젝트의 구성요소인 3P's(제품, 프로세스, 통합팀)에 대한 기능적 모델링을 통해 각 구성요소의 기능과 인터페이스를 식별하여 완전한 기능적 모델을 구현하는 내부적 통합 프로세스와, 식별된 3P's의 기능적 속성인 주요성능파라미터를 QFD 방법에서 중요도분석과 절충분석을 통해 현실화된 목표값을 갖도록 하는 외부적 통합 프로세스의 결과로 최초요구사항에 부합되는 최선의 개발프로젝트를 결정할 수 있는 연구결과를 제시하였다.

본 연구의 성과는 개발프로젝트를 정의하기 위해, 제품뿐만 아니라, 개발관련 프로세스와 통합팀을 전체적으로 통합하였다. 특히 통합적 의미에서 단순히 인터페이스적 관계성만을 통해 통합하고자하는 기존 연구(Loureiro, 2004)에 비해, 개발프로젝트의 기능적 속성을 파악하여 타당한 목표를 갖도록 통합되었다는 점이 본 연구의 성과이다. 특히, 시스템 엔지니어링 설계프로세스와 QFD의 분석적 방법을 프로세스적으로 연결시킴으로써, 상호보완적 시너지 효과가 창출되었다. 외부적 통합방법으로 제시된 QFD방법은 프로젝트 구성요소의 주요성능파라미터에 대한 목표를 조율하고 확정하는 방법으로 제시되었으며, 개발프로젝트의 3P's에 대해 구체적이고 현실적으로 통합하는 방법으로 제시하였다.

향후, 본 연구의 내부적/외부적 통합을 위한 QFD 방법 및 CORE[®] 도구 활용방법이 하나의 전산지원 도구에서 구현될 경우, 더욱 복잡한 시스템 통합 문제를 다루기가 수월해질 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 김진훈, 복잡한 개발프로젝트를 위한 제품, 프로세스 및 팀 통합설계 모델, 박사학위논문, 아주대학교, 2007.
2. 유일상, 개발 프로젝트 시스템의 기술관리 설계모델, 박사학위논문, 아주대학교, 2004.

3. Blanchard, B. S., Fabrycky, W.J., Systems engineering and analysis, 2nd ed. Prentice Hall, 1990.
4. Buede, D., The Engineering Design of Systems, John Wiley & Sons, Inc., N.Y, pp. 8, 59-73, 125-128, 182-183, 303, 2000.
5. Creveling C. M., Slustsky J. L., Antriss, Jr. D., Design for Six Sigma - In technology And product Development, Prentice Hall, pp. 123, 365, 399-410, 2003.
6. Electronic Industries Alliance(EIA), EIA-632: Processes for Engineering a System, Electronic Industries Alliance, USA, 1998.
7. Grady, J. O, System Integration, CRC Press, pp. 4-8, 42, 1994.
8. Joe Kasser, Appling Total Quality Management to Systems Engineering, ARTECH HOUSE, INC, pp101~102, 1995.
9. Loureiro G., Leaney P.G., A System Engineering Framework for Integrated Automotive Development, Systems Engineering, Issue 2, pp 153-166, 2004.
10. Rehtin. E, Maier. M. W, The art of systems architecting, CRC Press, pp.7~8, 1997.
11. Reifer Donald, The Three P: The Key to Success in Software Management, Software Management, 4th Edit, 1993.
12. Wymore, A. W., Model-based Systems Engineering, CRC Press, Boca Raton, pp. 1-2, 1993.