

# 분해접근법에 기반한 제조시스템에서의 성과지표 설계

## Decomposition-Based Approach for Designing Performance Measures in Manufacturing System

문병근\*, 조규갑\*\*

\* 부산대학교 산업공학과 박사과정, \*\* 부산대학교 산업공학과

### Abstract

This paper proposes decomposition-based approach for developing the evaluation factors of performance measures and designing performance measures in manufacturing system. In this paper, the evaluation factors are designed by design decomposition approach and the design process of performance measures is based on the manufacturing system design decomposition.

### 1. 서론

성과평가를 위하여 많은 성과지표들이 개발되어 사용되고 있지만, 경영자들은 성과지표에 대한 정보과잉의 해소와 새로운 성과지표의 개발에 대한 필요성에 대해 인식하고 있다. 성과지표 개발에 관한 기존 연구에서 Duta[2]는 제조시스템의 영역에서 제조시스템 설계분해(Manufacturing System Design Decomposition; MSDD)에 기반한 성과지표 개발 프레임워크(framework)의 유효성에 대해 서술하였다. 그러나 현재까지 시스템 설계분해에 기반하여 개별 기업에 적합한 성과지표를 개발하기 위한 의사결정방법에 관한 기존 연구는 없다.

본 논문은 분해접근법에 기반한 성과지표 설계에 관한 연구로서 평가요인의 도출과 도출된 평가요인에 기반한 제조시스템에서의 성과지표 설계방법에 대해 제안한다.

### 2. 성과지표 평가요인의 개발

#### 2.1 개요

효과적인 성과지표의 설계를 위하여 어떤 평가요인을 사용하는가 하는 것은 매우 중요한 문제이다. 현재까지 대부분의 평가요인의 개발 접근은 문헌 연구와 평가자의 경험에 기반하고 있으며, 평가요인은 계층적 구조를 가지고 있다. 그러나 체계적인 설계방법론의 적용 없이 평가요인을 개발하는 이러한 접근은 평가요인의 ‘완전성’, ‘일관성’에 대한 보장이 어렵고, 평가요인의 ‘상호관련성’에 대한 이해가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 체계적인 평가요인의 개발을 위하여 공리적 설계(Axiomatic Design)에 기반한 분해접근법(decomposition Approach)을 적용한다. 공리적 설계과정은 기능적 요구사항(Functional Requirements; FRs)과 설계 매개변수(Design Parameters; DPs)의 체계적인 사상과정(mapping process)으로 설계 의사결정은 공리, 이론 및 추론에 기반하며, 분해과정은 zigzagging 과정을 따른다[5].

본 논문에서는 평가요인의 개발에 공리적 설계를 적용하기 위하여 공리적 설계 도메인에서의 FRs는 ‘평가의 요구사항’, DPs는 ‘평가수단’으로 정의한다. 본 논문에서 평가요인의 개발과정은 두 단계로 구성된다. 첫 번째 단계에서는 평가시스템에서의 FRs와 DPs에 대한 체계적 분해인 평가시스템분해(evaluation

system decomposition)를 개발하고, 두 번째 단계에서는 개발된 평가설계분해로부터 평가요인을 개발한다.

## 2.2 평가시스템분해의 개발

본 연구에서 개발된 평가시스템분해의 전체적인 구조는 그림 1과 같다. 그림 1에서 FR-DP의 관계에서 직접적인 영향은 굵은 실선으로, 간접적 영향은 점선 화살표로 도식적으로 표현하며, 이들의 관계는 설계행렬 (design matrix)로 표시된다.

평가시스템분해에서 첫 번째 분해레벨에서의 평가 요구사항은 평가만족도 최대화 (FR<sub>1</sub>)이며, 이것은 두 번째 분해레벨에서 평가품질의 최대화(FR<sub>11</sub>), 평가시간의 단축 (FR<sub>12</sub>), 평가비용의 최소화(FR<sub>13</sub>)의 영역으로 분해된다.

평가품질의 최대화(FR<sub>11</sub>)는 평가대상에 대한 부합을 의미하는 ‘타당성’의 보장(FR<sub>111</sub>), 평가에서 허용 오류범위의 보장을 의미하는 ‘신뢰성’의 보장 (FR<sub>112</sub>), 그리고 의사결정을 위한 정보의 유용성을 의미하는 ‘유용성’의 보장(FR<sub>113</sub>)으로 분해된다.

‘신뢰성’의 보장(FR<sub>112</sub>)은 평가방법에 의한 허용 오류범위의 보장(FR<sub>1121</sub>), 평가자에 의한 허용 오류범위의 보장(FR<sub>1122</sub>), 외부 평가자료에 의한 허용 오류범위의 보장(FR<sub>1123</sub>)으로 분해된다. ‘유용성’의 보장(FR<sub>113</sub>)은 성과지표의 사용 유용성의 보장(FR<sub>1131</sub>)과 성과지표간의 연계 유용성의 보장(FR<sub>1132</sub>)으로 분해된다.

평가시간 단축(FR<sub>12</sub>)은 평가자료 수집시간의 단축(FR<sub>121</sub>)과 수집된 평가자료의 처리시간의 단축(FR<sub>122</sub>)으로 분해된다. 평가시간 단축(FR<sub>121</sub>)은 평가자료 수집시간의 단축 (FR<sub>1211</sub>)과 수집된 평가자료의 처리시간의 단축 (FR<sub>1212</sub>)으로 분해된다. 수집시간의 단축(FR<sub>121</sub>)은 평가자료의 위치과악시간의 단축(FR<sub>12111</sub>), 의사소통시간의 단축(FR<sub>12112</sub>), 수집시간의 단축 (FR<sub>12113</sub>)으로 분해된다. 처리시간의 단축 (FR<sub>122</sub>)은 평가자료의 분석시간의 단축(FR<sub>1221</sub>), 평가 조회 및 피드백 시간의 단축(FR<sub>1222</sub>)으로 분해된다.

평가비용의 최소화(FR<sub>13</sub>)는 비부가가치 직접평가자원 비용의 최소화(FR<sub>131</sub>)과 비부가가치 간접평가자원 비용의 최소화(FR<sub>132</sub>)으로 분해된다.

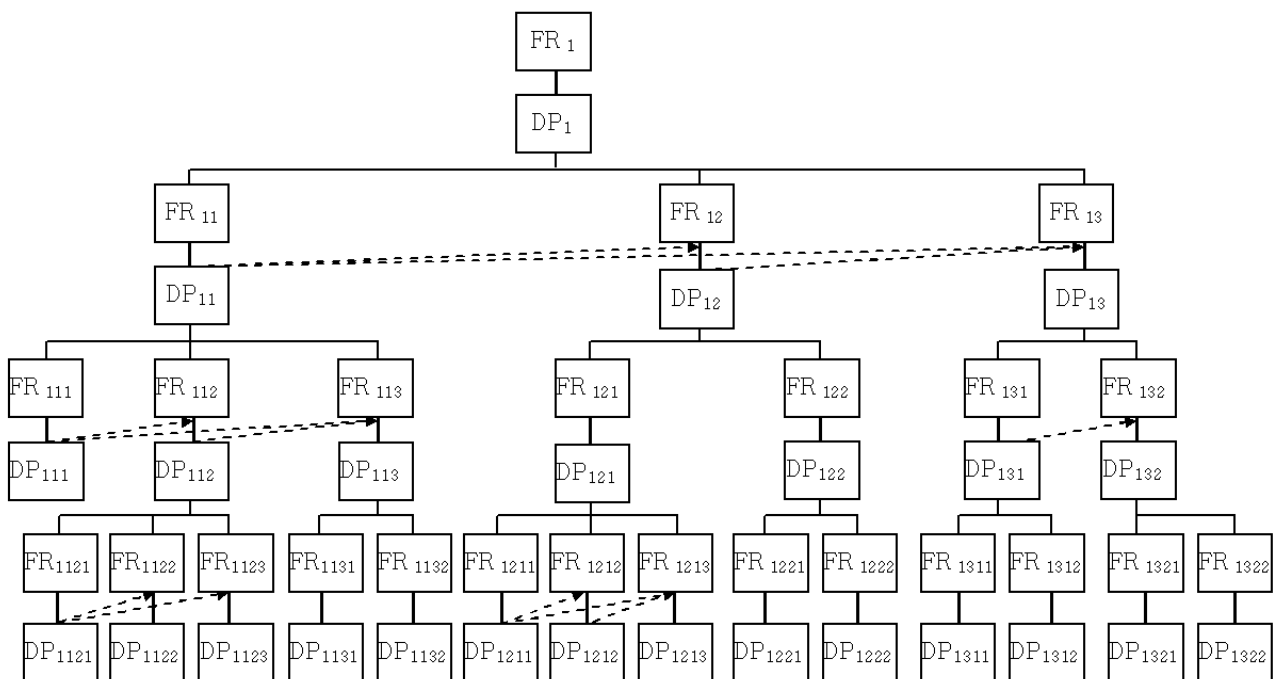


그림 1. 평가시스템 분해의 전체적인 구조  
FA10-10

비부가가치 직접평가자원 비용의 최소화 (FR<sub>131</sub>)는 평가자의 평가영역의 수의 최대화 (FR<sub>1311</sub>)와 평가자원의 배치 효율의 최대화 (FR<sub>1312</sub>)로 분해되며, 비부가가치 간접평가자원 비용의 최소화(FR<sub>132</sub>)는 평가자원에 대한 관리 효율의 향상(FR<sub>1321</sub>)과 정보지연의 최소화 (FR<sub>1322</sub>)로 분해된다.

### 2.3 평가시스템분해로부터 평가요인의 개발

본 논문에서 평가요인은 평가분해의 각 FR으로부터 직접적으로 도출된다. 표 1은 개발된 평가요인에 대해 보여준다.

표 1. 평가시스템분해에서의 평가 요구사항과 평가요인

평가 요구사항	평가요인
FR <sub>1</sub>	평가 만족도
FR <sub>11</sub>	평가품질 만족도
FR <sub>111</sub>	평가 타당도
FR <sub>112</sub>	평가 신뢰도
FR <sub>1121</sub>	평가자 신뢰도
FR <sub>1122</sub>	평가방법 신뢰도
FR <sub>1123</sub>	평가자료 신뢰도
FR <sub>113</sub>	평가정보 유용도
FR <sub>1131</sub>	평가정보 사용 유용도
FR <sub>1132</sub>	평가지표간 연계 유용도
FR <sub>12</sub>	평가지간
FR <sub>121</sub>	평가수집시간
FR <sub>1211</sub>	위치파악시간
FR <sub>1212</sub>	의사소통시간
FR <sub>1212</sub>	수집시간
FR <sub>122</sub>	평가자료 처리시간
FR <sub>1221</sub>	평가분석 시간
FR <sub>1222</sub>	평가 조회 및 피드백 시간
FR <sub>13</sub>	평가비용
FR <sub>131</sub>	직접 평가비용
FR <sub>1311</sub>	평가자의 평가 영역수
FR <sub>1312</sub>	평가자원 배치계획의 유무
FR <sub>132</sub>	간접평가비용
FR <sub>1321</sub>	평가자원 관리 효율
FR <sub>1322</sub>	평가자원간의 정보지연시간

### 3. 제조시스템의 성과지표 설계 방법

#### 3.1 제조시스템의 성과지표 개발 프레임워크

본 논문에서 제조시스템의 성과지표 설계 접근은 MSDD에 기반한 성과지표 설계로서 MSDD의 각 FR에 대응하는 성과지표의 설계과정은 그림 2와 같이 (1) 대안 성과지표의 생성과 (2) 대안 성과지표의 평가로 구성된다. 여기에서 MSDD에서의 각 FR은 Top-down 접근에 따라 상위레벨에서부터 하위레벨, 동일 레벨에서는 왼쪽부터 오른쪽으로 순차적으로 선택된다.

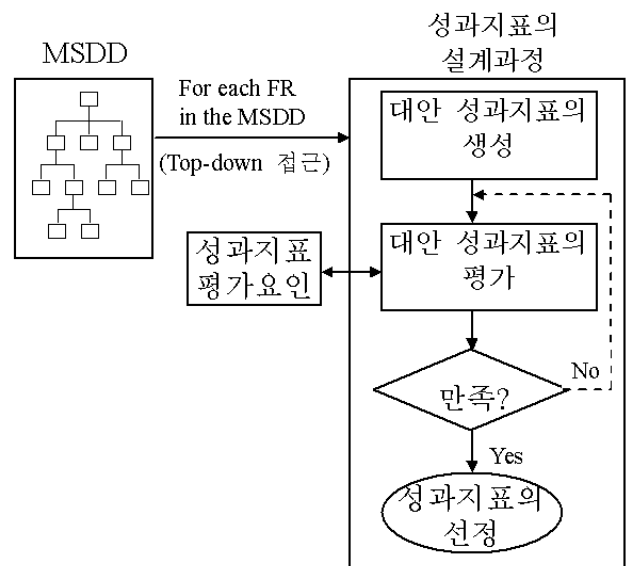


그림 2. 성과지표 설계 프레임워크

#### 3.2 대안 성과지표의 생성

본 논문에서 MSDD에서의 각 FR에 대한 대안 성과지표는 기존 연구[2,6]에서의 성과지표의 분류 scheme인 data source(internal, external), data type(subject, objective), reference(benchmark, self-referenced), process orientation(input, output)에 따라 구성되며, 대안 성과지표의 데이터베이스의 구성은 아래의 형태로 구성된다.

$$FR_i \{ (PM_i^a, PM_i^b, \dots, PM_i^t) \}$$

#### 3.3 대안 성과지표의 평가

대안 성과지표의 평가는 정보량의 개념에 기초한 평가로서 평가과정은 다음과

같다.

<평가입력>

단계 1: 평가요인 목표값의 범위를 입력한다.

단계 2: 대안 성과지표의 선정에 따라 기대되는 평가요인의 기대값의 범위를 입력한다.

<평가과정 및 결과>

개별 평가요인에 대한 평가는 개별 평가요인의 달성확률( $P_s$ )에 대한 평가로서 정보량 개념[5]에 기초하여 식 (1)과 같이 정의된다.

$$P_s = \text{시스템 영역} / \text{공통영역} \quad (1)$$

여기서, 설계영역은 평가요인 목표값의 범위를 나타내는 영역, 시스템 영역은 대안 성과지표의 선정에 의한 평가요인 기대값의 범위를 나타내는 영역, 공통영역은 설계영역과 시스템 영역이 겹친 영역으로 정의된다[5](그림 3 참고).

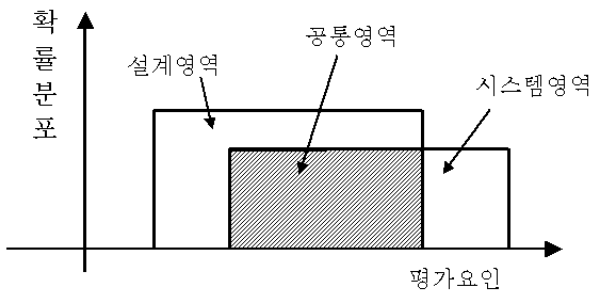


그림 3. 설계영역, 시스템영역, 공통영역 정의

본 논문에서 평가요인은 계층적 구조를 가지며, 각 평가요인은 상호연관을 가지므로 최상위 레벨의 평가요인인 ‘평가 만족도’의 달성확률은 평가시스템분해에서의 계층적 구조와 각 영역간의 관계에 기초하여 평가되어야 한다. 이러한 평가과정은 시스템 설계분해에 기반한 성과지표 중심의 평가 체계[1]와 동일하다. MSDD에서의 각 FR에 대한 최종적인 성과지표의 선정은 대안

성과지표들 중에서 달성확률이 가장 큰 성과지표를 선정한다.

4. 결론

본 논문은 시스템의 성과지표 설계를 위한 체계적인 의사결정방법에 관한 것으로 공리적 설계에 기반하여 평가요인을 개발하였으며, 제조시스템에서의 성과지표의 개발을 위하여 제조시스템설계분해에 기반한 성과지표 개발 프로세스에 대해 제안하였다.

참고문헌

[1] 문병근, 조규갑, 김준호, "제조시스템에서 성과지표 중심의 프로젝트 가치평가방법론의 개발," 동계 기술경영경제학회, pp. 246-263, 2004.  
 [2] Duta, J., *A Decomposition-Based Approach to Linking Strategy, Performance Measurement, and Manufacturing System Design*, Ph. D Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2000.  
 [3] Flapper, S., L. Fortuin, and P. Stoop, "Towards Consistent Performance Management Systems," *International Journal of Operations and Production Management*, 16, 7, pp. 27-37, 1996.  
 [4] Linck, J., *A Decomposition-Based Approach for Manufacturing System Design*, Ph. D Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2001.  
 [5] Suh, N.P., *Axiomatic Design: Advances and Applications*, Oxford University Press, New York, 2001.  
 [6] White, G., "A Survey and Taxonomy of Strategy-Related Performance Measures for Manufacturing," *International Journal of Operations and Production Management*, 5, 3, pp. 42-61, 1996.