

사례기반 추론을 이용한 용접조립 공정설계*

서윤호** · 김용태** · 이종문***

** 울산대학교 수송시스템공학부, PPD Lab.

*** 세종공업(주) 기술연구소

Abstract

공정 설계(Process Design)란 설계된 제품의 사양을 구현하기 위한 가공 및 조립 방법과 순서 및 그에 따른 여러 제약들을 고안하여, 최적의 계획을 수립하는 제조의 단계로 정의할 수 있다. 따라서 공정 설계는 설계와 생산을 연결시켜주는 역할을 한다. 특히 새로운 제품의 생산을 위하여 그 제품을 생산하기 위하여 제조 시스템 또는 라인을 새로이 설계 및 설치하여야 하는 특징을 가진 제조업에서, 제품마다의 특성에 따른 공정설계는 그 자체로 공정생산성에 영향을 끼칠 뿐만 아니라 제조시스템 설계의 기초 자료가 되기 때문에 매우 중요하다. 본 논문은 되도록 인간의 참여를 최소화하며, 현장에서 활용 가능한 공정설계를 수행할 수 있는 시스템을 개발하기 위한 목표를 향하여가는 과정에서, 필요한 공정 자동설계 방법에 대하여 논하고자 한다.

특히 공정설계는 다른 설계 영역과 마찬가지로 인간의 독창성과 경험의 축적과 활용을 필요로 하는 분야이기 때문에, 이를 자동화하기 위하여 공정설계 전문가의 경험 및 지식을 컴퓨터가 해독할 수 있는 형태로 표현하여야 할 필요가 있는 것이다. 따라서 공정자동설계 방법을 제시하기 위하여 본 논문에서는 사례기반추론(Case-Based Reasoning, 이하 CBR) 기법을 도입하였다. 사례기반 추론이란 현재 문제를 풀기 위하여 유사한 과거 사례를 탐색하고, 그 사례에 대한 해법을 수정 및 보완하여 현재 문제에 대한 해를 찾는 인공지능의 한 분야이다. 공정설계 문제에 있어 사례란 가공 또는 조립 공정과 그 공정에 포함된 부품정보를 의미하며, 구하고자 하는 해는 공정설계를 의미한다. 본 연구는 자동차 배기계의 조립시스템을 설계하기 위한 부시스템으로 연구되었기 때문에, 공정설계를 공정을 수행하는데 필요한 부속장비의 선택과 각 공정의 공정시간을 계산하는 임무로 국한한다. 본 논문이 대상으로 하는 문제는 완제품 생산을 위하여 각 단계에서 조립되어야 할 부품 또는 공정명이 주어지면, 이 부품

* 본 연구는 한국과학재단지원 울산대학교 지역협력연구센터의 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

과 가장 유사한 사례를 탐색하여 이때의 공정설계를 바탕으로 이를 사례 재사용 방법에 따라 그 부품의 조립에 가장 적합한 부속장비 선정 및 공정시간을 구하는 것이다.

공정설계를 하나의 사례로 기술하기 위하여는 각 공정을 수행하기 위한 세부작업, 그들의 속성, 그리고 세부작업 간의 관계만이 표현되기 때문에, 공정설계를 위하여 표층지식(swallow knowledge)만이 이용되는 단점이 있다. 이를 극복하기 위하여 제품설계의 심층지식(deep knowledge)을 표현할 수 있는 function-behavior-structure(FBS)모델을 도입한다. 이 FBS모델에서 function이란 제품의 기능적 요구, behavior란 그 제품의 기능을 달성하기 위한 내부적 부기능 및 상호관계 표현, structure란 기능을 만족하는 실제 제품을 각각 의미한다. 이 FBS모델을 본 연구의 주제인 공정설계에 적용하면, function은 공정명으로 대표되는 공정 및 부품의 사양, behavior는 특정 공정을 달성하기 위해 수행하여야 할 세부공정 및 상호관계이며 structure는 각 세부공정을 실제로 달성하는데 필요한 장비, 장비들 간의 관계 및 공정수행 모형에 기초한 공정시간을 의미한다. 예를 들어 공정의 기능 요구인 제품A의 flange와 pipe를 용접하라는 function(또는 공정명)은 기계_setup, flange_load, clamp_switch_on, clamping, pipe_load, clamp_switch_on, clamping, switch_on, welding, unclamping, unload 등의 세부공정이 정해진 순서에 따라 수행됨으로 이루어지므로 이들 세부공정도는 behavior에 해당할 것이며, structure에 해당하는 공정설계는 clamping을 위한 fixture 선택 및 그 번호, 세부공정 순서, 공정시간 등이다.

구체적으로 본 논문에서는 function과 behavior를 이용하여 유사 사례 선정하는 방법, 사례의 재사용을 위한 case adaptation knowledge 정의 방법을 제시하고, adaptation knowledge을 이용하여 새로운 부품 사양에 따른 공정설계를 생성하는 예를 보일 것이다.