

Part Configuration Problem Solving for Electronic Commerce

(인터넷 전자상거래 환경에서 부품구성기법 활용 연구)

권순범

한성대학교 경상학부 조교수

서울특별시 성북구 삼선동2가 389, 136-792

e-mail : sbkwon@ieee.org

Abstract

Configuration is a set of building block processes, a series of selection and combining parts or components which composes a whole thing. A whole thing could be such a configurable object as manufacturing product, network system, financial portfolio, system development plan, project team, etc. Configuration problem could happen during any phase of product life cycle: design, production, sales, installation, and maintenance.

Configuration has long been one of cost and time consuming work, because only high salaried technical experts on product and components can do configuration. Rework for error adjustments of configurations at later process causes far much cost and time, so accurate configuration is required.

Under the on-line electronic commerce environment, configuration problem solving becomes more important, because component-based sales should be done automatically on the merchant web site. Automated product search, order placement, order fulfillment and payment make that manual configuration is no longer feasible. Automated configuration means that all the constraints among components should be checked and confirmed by configuration engine automatically. In addition, technical constraints and customer preferences like price range and a specific function required should be considered.

This paper gives an brief overview of configuration problems: characteristics, representation paradigms, and solving algorithms and introduce CRSP(Constraint and Rule Satisfaction Problem) method. CRSP method adopts both constraint and rule for configuration domain knowledge representation. A survey and analysis on web sites adopting configuration functions are provided. Future directions of configuration for EC is discussed in the three aspects: methodology itself, companies adopting configuration function, and electronic commerce industry.

1. 서론

부품구성문제는 하나의 제품을 이루는 부분품들을 결합하여 제품을 구성해 가는 과정으로 볼 수 있다. 그리고, 구성과정 중에 부품간의 기술적, 구조적 호환성과 사용자의 요구를 만족하는 가의 사항들이 검토되어야 한다. 과거에 부품구성 작업은 전문가의 지식과 경험에 의해서 주로 이루어져 왔으며 시간과 비용이 많이 요구되는 작업이다. 또한, 잘못된 부품구성은 이후 과정(디자인 단계, 혹은 판매단계)의 수정에서 많은 비용을 발생시키므로 오류 없는 정확한 부품구성은 더욱 중요하다. 따라서, 비용의 절감과 정확한 부품구성을 달성하고자, 컴퓨터를 이용한 부품구성시스템 구축이 여러 가지 방법으로 시도되었다.

한편, 지식산업사회 혹은 정보화사회의 도래에 따라서 다양한 소비자 욕구가 증대되고 있으며, 이에 대응하기 위해서 산업사회의 대량생산(mass production) 체제에서 대량맞춤생산(mass customization)으로의 전환이 요구되고 있다. 이러한 요구를 충족시킬 수 있는 현실적 수단 중의 하나가 인터넷 전자상거래 환경에서 부품구성 기능을 제공하는 것이 될 수 있다. 또한, 기존의 산업구조와 시장경쟁에 상당한 변화를 가져올 것으로 전망되는 전자상거래(electronic commerce)가 활성화됨에 따라서, 온라인 전자상거래 판매와 주문 상황에서의 부품구성 기능은 더더욱 자동화되어야 한다. 왜냐하면, 24시간 365일 전세계 소비자를 상대로 하는 전자상거래 환경에서는 더 이상 전문가의 수동 작업으로 부품구성을 할 수 없으며, 상점 사이트의 여타 전자상거래시스템(주문접수/처리 시스템, 지불처리 시스템 등)과의 시스템적 연동이 필수적이기 때문이다.

본 논문에서는 부품구성문제의 특징과 기존의 표현과 문제해결 방법론에 대한 간략한 설명과, 규칙과 제약을 통합한 제약규칙만족기법(CRSP: Constraint and Rule Satisfaction Approach)을 소개한다. 현재 전자상거래 환경에서 부품구성 기능을 제공하는 사이트에 대한 조사, 분석과 함께 부품구성기법의 전자상거래 환경에서의 활용을 위한 방안과 발전방향을 논의한다.

2. 부품구성문제의 특성

부품구성문제는 문제의 표현과 표현된 문제에 대한 해결 알고리즘의 두 가지 면에서 다음과 같은 특성을 갖고 있다. 문제의 표현에 있어서는 첫째, 제품과 제품을 구성하는 부분품에 대한 관계, 그리고 다시 부분품과 부분품을 구성하는 하위부품간의 계층적 포함관계가 표현되어야 한다. 둘째, 부품구성문제에 대한 전문가의 지식은 대개 부품의 특성(property) 간의 관계로 표현되는데, 대상 제품이나 문제에 따라 다양한 형태의 관계표현이 포함된다. 셋째, 고객의 요구사항은 부품에 대한 지정, 제품이나 부품특성에 대한 값의 지정, 또는 특정기능의 요구 형태로 나타나며 이러한 요구사항이 표현되고 문제해결 시에 반영되어야 한다.

부품구성 문제해결 알고리즘은 다음과 같은 특성을 갖는다. 첫째, 부품구성 알고리즘은 표현된 관계와 요구사항을 만족하는 부품 인스턴스를 선택하여 만들어 가는 점증적 탐색 과정(incremental search process)이다. 따라서, 모든 가능한 부품인스턴스가 준비되어야 하고 적절한 인스턴스를 추출하는 기능과 탐색의 효율을 높이기 위한 휴리스틱(heuristic)이 사용된다. 둘째, 추론의 시작은 대개 사용자의 요구로부터 부품특성 값이 지정된 부품부터 선택되고 이 부품과 관련이 있는 다른 부품의 특성이 결정되어 가는 전파(propagation)과정을 거친다. 셋째, 부품구성의 전체적 성과를 나타내는 지표가 제품의 특성으로 사용될 수 있다(예를 들면 가격, 제품의 무게, 자원의 사용정도, 제품의 편리성이나 질을 나타내는 수치). 이러한 지표는 부품구성 해가 여러개 구해 졌을 때, 선택의 기준이 될 수 있으며, 사용자가 해에 대해서 사후적 민감도분석(sensitivity analysis)이나 상호절충(trade-off) 기능을 가능하게 하는 수단이 된다.

3. 부품구성 방법론

부품구성문제는 어떠한 표현방법과 그에 따른 추론방법(알고리즘)을 이용했는가에 따라 여러 방법론이 있다.

3.1 규칙기반 시스템

초기 전문가시스템으로 현장에서 적용 성공한 대표적인 사례로 들고 있는 R1/XCON 시스템은 규칙(rule) 표현과 정방향추론(forward chaining)을 이용하여 Digital사의 중형 컴퓨터 시스템의 부품구성문제를 해결한 시스템이다[8]. R1/XCON의 개발에는 전문가시스템 도구인 OPS5를 이용하였다.

R1/XCON에서의 규칙표현은 부품구성의 도메인 지식(부품간의 관계)과 실제로 부품을 구성하는 실행지식(부품구성 순서의 통제)이 혼재되어 있고, 하나의 부품이 복수개의 규칙에 산재하여 나타나게 된다. 이러한 이유로, 규칙의 작성, 관리자는 준비한 규칙이 발생하는 모든 상황에 대응하는 거의 확인이 어렵고, 부품특성

이 변경되면 해당 규칙을 찾아서 수정해야하는 지식의 유지보수가 어렵다. 1989년 당시 31000개의 부품에 대한 17500개의 규칙을 관리해야만 했는데, 연간 40%의 규칙이 변경되었다고 한다[1, 11].

3.2 논리기반 시스템

서술논리(description logic)의 자유롭고 풍부한 표현방법을 이용한 것으로, 추론은 수학적 명제계산(propositional calculus)과 술어계산(predicate calculus)에 바탕을 두고 있다. 1990년 AT&T에서는 네트워크 시스템구성을 위해서 서술논리에 기반을 둔 부품구성 시스템인 PROSE를 개발하여 활용하였다[12]. PROSE는 프레임 표현을 이용한 KL-ONE이라는 표현 도구를 사용하였다. 서술논리를 이용하면, 다양한 연산자(and, or 등)와 정량자(every, some 등)를 활용할 수 있으며, 부품에 대한 서술(다른 부품간의 관계표현)과 규칙을 같은 틀로 함께 표현할 수 있다. 그러나, 표현의 자유스러움이 추론의 효율을 보장하는 것이 아니어서 복잡한 표현을 도입할수록 문제의 표현력은 향상되나, 추론의 효율성(해를 찾아주는 능력)이 떨어지게 된다.

3.3 제약기반 시스템

부품간의 관계를 제약(constraint)으로 표현하고, 이를 이용해서 부품이 결합되는 과정을 유도하는 방법이다. 제약은 주로 부품간의 구조적, 수학적, 기술적 제약사항을 나타낸다. 주어진 제약을 만족하면서 부품구성을 하는데 사용되는 알고리즘은 주로 제약풀이(constraint satisfaction problem)기법에 의해서 이루어진다[5]. 제약풀이과정은 변수(부품 특성)가 가질 수 있는 변수값(특성치) 중에서 특정 변수값을 활성화(instanciation)하면서 활성화된 값이 제약을 만족하는가를 검토하는 과정이 반복적으로 이루어진다. 탐색공간(search space)에서 제약을 만족하는 해를 찾아가는 탐색(search)문제이며, 탐색의 과정에서 다양한 휴리스틱을 적용할 수도 있다. Trilogy사는 제약을 기반으로 한 부품구성시스템 SalesBuilder를 개발하여 컴퓨터, 복사기, 네트워크시스템의 판매에 응용하고 있다[4].

동태적 제약풀이기법(dynamic constraint satisfaction problem solving)은 주어진 제품과 부품, 그리고 미리 전문가에 의해서 설정된 제약에 의해서 해를 찾는 정태적 환경이 적합치 않은 상황에서 사용되는 접근법으로, 부품구성 중에 동태적으로 새로운 부품과 제약이 개입되고 반영될 수 있는 방법론이다[9]. 또다른 방향은 기존의 주요 방법론인 규칙과 제약을 통합한 표현과 추론방법의 제시이다.

3.4 제약규칙기반 시스템

규칙과 제약표현을 통합하고, 규칙추론과 제약풀이 기법을 통합함으로써, 부품구성 문제의 표현력과 해결 능력의 향상을 꾀한 방법론이다. 규칙의 인과관계로 표현으로 인해서 고정된 단

방향성 추론에 호환성관계를 나타내는 제약의 양방향 추론을 결합하여 추론의 통제를 좀더 자유롭게 할 수 있게 되었다. 즉, 사용자가 원하는 임의의 부품에서 추론이 진행될 수 있으며, 사용자가 임의의 부품 교체나 요구사항의 변환으로 인한 전체적 변화를 살펴볼 수 있다. 제품의 부품구성 정도의 성과를 나타내는 지표(글로벌 지표)와 특정 부품특성(로컬) 간의 상호절충(trade-off)도 가능하다. 프로토타입 시스템으로 PC 구성과 의류판매문제에 적용되었다[6, 7].

3.5 사례기반 시스템

지금까지의 방법론은 연역적 추론을 이용한 것이었으나 사례기반 추론은 이와는 전혀 다른 접근법으로, 기존의 부품구성 정보를 사례로 저장해 놓았다가 사용자의 부품구성 요구에 대해서 과거의 유사한 사례를 이용하는 방법이다. 부품구성문제에 잘 적용될 수 있는가의 관건은 저장할 사례의 특성 정의, 사용자 요구를 사례의 특성으로 전환하는 방법, 비슷한 사례의 추출을 위한 유사도의 설정, 그리고 추출된 사례의 조정방법 등이다. 도이치텔레콤사는 GMD사와 함께 사용자의 네트워크 서비스 요구를 구현하기 위한 하드웨어 소프트웨어의 구성문제를 사례기반 시스템을 구축하여 해결하였다[10].

이상에서 부품구성문제 해결의 방법론을 살펴 보았다. 최근의 추세는 도메인에 따라 적절한 방법론을 이용하되, 업무처리 시스템과 통합되고 있다는 점이다. 전자적자원관리시스템(ERP)의 모듈로써 구현되어 여타의 시스템과 연계되기도 한다[]. 부품구성 기능이 기업의 업무프로세스의 일환으로 이해되고, 제품, 부품 데이터 관리 시스템과 밀접한 연계를 갖게 됨으로써 그 효과는 더욱 커질 수 있다. 또 다른 추세는 인터넷과 웹이라는 환경을 이용한 부품구성 기능의 제공이다. 웹의 손쉬운 사용자 인터랙션을 이용하여 온라인 실시간으로 부품구성기능을 제공하고 있다. 다음 절에서는 현재 웹에서 부품구성 기능을 제공하는 사이트에 대한 조사와 분석을 소개한다.

4. 인터넷 웹 환경에서의 부품구성

웹사이트에서 부품구성 기능의 제공은 사용자 인터랙션을 얼마나 지원하는가에 따라 서로 다음과 같이 구분해 볼 수 있다.

4.1 호환성리스트의 제공

마이크로소프트사의 웹사이트[a]에서는 Windows 95, Windows 98, Windows NT와 호환성 있는 부품별, 회사별 제품의 리스트를 제공한다. 사용자와의 인터랙션 없이 미리 테스트해 본 부품의 리스트를 제공함으로써 Windows 95, 98, NT를 사용하려는 고객의 PC 부품구성을 돕고 있다. 리스트와 함께 해당 제품의 디바이스 드라이버 소프트웨어도 다운 받을 수 있도록 하고 있다.

4.2 옵션선택 후 가격정보 제공

사용자는 웹사이트에서 부품옵션을 선택할 수 있고, 선택한 옵션에 대해서 가격을 계산해주는 기능이다. 그러나 선택할 수 있는 옵션의 수가 제한적이어서, 별개의 여러 개의 상품을 준비하고 이에 대한 가격을 제공하는 것과 큰 차이가 없다. 주로 자동차 판매사이트에서 옵션선택의 기능을 제공하고 있는데, Infiniti사의 I30모델의 예에서는 5가지의 패키지과 5가지의 옵션을 제공하며, 패키지와 옵션을 선택하면 가격을 계산해 준다[b].

4.3 부품선택 후 가격과 호환성 정보의 제공

기본모델에서 옵션을 선택하는 것이 아니라, 제품을 구성하는 부품을 하나하나 고객이 부품을 선정하고, 이 정보를 이용해서 전체 제품 가격을 계산하여 제공하고, 더불어 고객이 선택한 부품간에 호환성 문제가 없는가를 점검해 준다. Dell 컴퓨터의 웹사이트에서는 부품구성의 기초적 기능을 제공한다[c]. 고객이 선택한 부품간에 호환성 문제가 발생하면, 문제가 있다는 사실을 고객에게 선택한 부품에 체크표시를 해서 나타내 준다. 호환성 문제를 해결할 수 있는 부품의 리스트를 제시하는 것이 아니기 때문에 고객은 계속 시뮬레이션 형태로 문제를 해결해야 한다.

4.4 부품구성 기능의 제공

제품의 부품구성이 복잡하고 다양하면, 모든 부품의 인스턴스(생산제품)에 대해서 미리 호환성이나 구조적 기술적 검토를 하기가 어렵다. 네트워크 솔루션 제공업체인 시스코사는 취급하는 제품의 수가 많고(약 8,000개), 네트워크 시스템의 구성에는 대개의 경우 여러 회사의 제품과 부품이 결합되어 이루어지므로, 자사의 제품이 고객이 원하는 네트워크 시스템에 적합한 구성을 갖는가의 검토를 부품구성기능으로 제공한다[d]. 고객이 선택한 부품구성에는 가격 정보가 포함되며, 고객은 구성정보를 저장하거나, 다운로드 받을 수 있고, 구성내용을 바로 다른 사람에게 이메일 전송하거나 팩스전송(미국내)할 수 있다. 시스코사는 웹사이트에서 부품구성 에이전트를 구현함으로써 연간 5억달러의 비용절감을 이룰 수 있었다[2].

pcOrder사가 제공하는 부품구성에서는 사용자가 PC제품의 특성을 기술하면, 필요분석(need analysis)인터페이스를 거쳐 trilogy사가 제공하는 제품구성 엔진에 의해서 필요부품이 선정되고, 제품이 구성된다[e].

4.5 부품구성과 EC시스템과의 통합

기존의 방법론 연구가 독립적인 환경에서 부품구성 기능의 제공을 목적으로 하였으나, 부품구성 기능이 인터넷 전자상거래 환경에서 구현됨으로써, 제품정보관리, 주문접수처리, 주문발송 등의 비즈니스 시스템과의 통합이 좀더 쉽게 이루어 질 수 있게 되었다. 따라서, 부품구성기능은 전체 비즈니스 프로세스의 구성요

소로서의 역할을 해야 한다. 또한 제품구성에 대한 데이터베이스의 관리로, 고객이 원하는 구성, 가장 잘 팔리고 있는 구성에 대한 정보제공 시스템으로서의 역할도 해야 한다. pcOrder사의 경우는 PC 부품 생산업자, 분배업자, 조립업자, 소매업자, 소비자를 연결하는 산업 전체의 전자상거래 시스템 솔루션의 일환으로 부품구성기능을 제공하고 있다[e].

5. 발전방향

방법론 측면에서 기존의 지식기반 방법론들은 문제 중속적인 면이 많고, 응용시스템마다 방법론을 그대로 적용하기 어려운 면이 있다. 따라서, 문제, 제품, 환경에 따라서 적절한 방법론을 기반으로 한 응용시스템의 개발로 접근해야 한다. 불확실성의 처리나 기존의 부품구성(사례)의 저장과 이용, 그리고 스스로 학습하여 추론의 능력을 높이는 기능 등이 방법론적으로 발전할 수 있는 방향이다. 현재 대부분의 전자상거래 환경에서 제공되는 부품구성 기능에서 사용자의 요구사항은 옵션이나 부품의 선택만으로 끝난다. 그러나, 사용자는 자유롭게 자신의 요구사항(기능, 부품, 제품이나 부품의 특성값 등)을 표현할 수 있도록 하고, 시스템이 요구사항을 해석하여 기술적 표현으로 전환하는 기능이 요구된다. 또한, 고객이 부품구성의 결과에서 부품의 특성이나 제품전체의 특성을 변경하여 그에 대한 효과를 볼 수 있도록 하는 what-if 분석기능과, 특정 부품특성과 부품특성, 혹은 부품특성과 제품특성간의 상호절충(trade-off) 과정을 지원함으로써 사용자가 좀더 만족하는 부품구성을 제공하는 기능이 요구된다.

기업측면에서 전자상거래 환경에서의 부품구성 시스템은 기업의 중요한 전략적 수단으로서의 역할을 하게 될 것이다. 무엇보다 제품에 대한 소비자의 다양한 욕구를 기술적으로 해결할 수 있는 수단이 된다. 그리고, 부품구성 기능이 제조업의 주요 기능인 생산과 판매를 연결시켜주는 고리역할을 하게됨으로써 기업 전체의 업무프로세스의 효율화를 이룰 수 있다. 생산측면에서는 대량주문생산이 가능하며, 부품수준에서의 좀더 정확한 생산계획과 재고관리가 가능하다. 판매측면에서는 구매의사결정을 돕는 수단이 되며, 소비자와의 상호 인터랙션을 높이고, 기술적으로 오류 없고, 부품의 특성까지 결정된 상태의 소비자 주문을 효율적으로(자동으로 24시간)받을 수 있는 수단을 제공한다. 애프터 서비스 활동에 있어서도, 유지보수 업그레이드 작업 자체가 부품수준에서의 작업이므로, 과거의 구성정보와 부품구성기능을 이용하면 효율적 애프터서비스 활동이 가능하다.

전자상거래 산업의 측면에서 보면, 부품구성 기능은 전자상거래로 이루어지는 상품의 다양성을 제공한다. 특히 디지털상품(소프트웨어, 전자도서, 전자그림, 정보서비스 등)에 대해서는 제품자체가 내용별, 모듈별, 특성별로의 분할이 용이하므로, 같은 제품의 모듈 혹은 다른 제품

의 모듈과 부품구성 기능을 이용하여 결합되어 새로운 상품 개발이 가능하다. 이 과정은 물리적인 분할이나 결합없이 판매시점에서 논리적 결합으로 새로운 내용과 기능의 디지털 상품을 제공할 수 있는 기반을 제공한다.

참고문헌

1. Barker, V.E., and Dennis E. Oconnor, "Expert Systems for Configuration at Digital: XCON and Beyond," *CACM*, Vol.32, No.3, 1989, pp. 298-318
2. Clark, David, "CISCO Connect Online: Its Good for Business, *IEEE Internet Computing*, November-December, 1997, pp. 55-58
3. Haag, Albert, "Sales Configuration in Business Process," *IEEE Intelligent Systems*, July/August, 1997, pp. 78-85
4. Harmon, Paul, "SalesBuilder: A Commercial Constraint-Based Product Configuration System," *Intelligent Software Strategies*, Vol.10, No.1, January 1994, pp. 7-15
5. Kumar, V., "Algorithms for Constraint-Satisfaction Problems: A Survey," *AI Magazine*, spring 1992, pp. 32-44
6. Lee, J.K., S.H. Shim, S.B. Kwon, "Configuration of Personal Computers by the Constraint and Rule Satisfaction Approach," *Proceeding of the 1st Asia Pacific DSI Conference*, Hong Kong, June 1996, pp. 725-732
7. Lee, S. K., and K.J. Lee, "Customized Purchase Supporting Expert System: UNIK-SES", *Expert Systems with Applications*, Vol.11, No.4, pp. 431-441, 1997
8. McDermott, J., "R1: A Rule-Based Configurer of Computer System," *Artificial Intelligence*, Vol.19, No.1, 1982, pp. 39-88
9. Mittal, S. and B. Falkenhainer, "Dynamic Constraint Satisfaction Problems," *Proc. of 8th National Conf. on AI*, AAAI Press, 1990, pp. 25-32
10. Rahmer J. "Case-Based Reasoning in the Configuration of Telecommunication System," *Configuration AAAI Fall Symposium*, AAAI Press, 1996, pp. 93-98
11. Sabin, D. and Rainer Weigel, "Product Configuration Frameworks - A Survey," *IEEE Intelligent Systems*, July/August, 1998, pp. 42-49
12. Wright et al., "A Knowledge-Based Configurator That Supports Sales, Engineering, and Manufacturing at AT&T Network systems," *AI Magazine*, Fall 1993, pp. 69-80
 - a. <http://www.microsoft.com/hwtest/hcl>
 - b. <http://www.infinitimotors.com>
 - c. <http://www.dell.com>
 - d. http://www.cisco.com/pcgi-bin/front.x/config_root.pl
 - e. <http://www.pconder.com>