

## 가상기업(VE)의 연구동향과 전망

최병욱 · 김보현

한국생산기술연구원 생산시스템본부

### 1. 서 론

최근 들어 국제무역 장벽의 완화, 고객 요구사항의 다양화, 새로운 제조기술의 출현, 정보의 접근성 증대, 환경규제의 강화 등과 같은 급격한 제조환경의 변화가 나타나고 있다<sup>1)</sup>. 21세기 미국 제조산업의 비전과 방향을 제시하기 위하여 마련된 『NGM (Next Generation Manufacturing)보고서』에서는 21세기의 제조기업 환경을 시장 및 기업경쟁의 국제화, 소비선호의 다양화 및 고급화, 기술 발전 및 전파의 가속화, 정보 확산과 가용성의 보편화, 임금 및 기술인력 시장의 국제화 등으로 특징짓고 있다<sup>2)</sup>. 이러한 기업 환경 하에서의 차세대 제조기업 경쟁력은 고객의 수요, 물적 및 인적자원, 글로벌 시장 등에 얼마나 민첩하게 대응하느냐에 달려있다.

전례가 없던 제조환경의 이러한 변화와 정보기술의 급속한 발전은 가상기업(VE: Virtual Enterprise) 혹은 확장기업(Extended Enterprise)이나 가상제조시스템(VMS: Virtual Manufacturing System) 등과 같은 새로운 개념을 탄생시켰다. 특히 가상기업은 어느 특별한 고객의 요구사항을 충족시킬 목적으로 구성된 가치사슬(value chain)을 구축하기 위해서 개별 기업들 간의 핵심역량을 결속하는 업무 협력으로 특징지을 수 있다. 견고하게 결합된 전통적인 공급사슬과 비교하면 이러한 가상기업은 조직적으로 업무적인 측면에서 매우 민첩하다는 특성이 있다. 물론 고객의 수요가 충족되면 가상기업도 해체하게 된다.

본 연구에서는 『국제 IMS(Intelligent Manufacturing Systems) 프로그램』에서 추진했거나 추진하고 있는 가상기업 및 가상제조시스템 관련 연구과제들을 소개함으로써 향후 국내 제조기업의 발전 및 연구방향을 설정하는데 도움이 되고자 한다. 제 2장에서는 가상기업의 개념을 정리하고 가상시

제품기술 및 가상공장에 필요한 기술과 연구개발 동향을 소개한다. 제 3장에서는 가상기업 및 가상 제조시스템과 관련하여 기술 선진국들의 다자간국제 컨소시엄인 『국제 IMS 프로그램』에서 추진하는 국제공동연구과제들을 간략하게 정리하여 소개한다.

### 2. 가상제조시스템(VMS)

가상기업(VE)은 이제 가상현실기술, 정보통신기술이 모델링 및 시뮬레이션기술과 접목되어 가상시제품기술(Virtual Prototyping) 및 디지털공장(Digital Factory) 혹은 가상공장(Virtual Factory) 등의 형태로 나타나 넓은 의미의 가상제조시스템(VMS)을 이루고 있다.

가상공장 내에서는 잠재적인 오류 및 설비의 설계 단계에서의 충돌(conflict)이나 문제점을 사전에 발견하기 위하여 생산 시뮬레이션과 제품 및 생산 프로세스의 동시설계가 활용된다. 가상공장 개념을 사용하면, 가상환경 하에서 가상기업의 제조공장을 실제와 같은 방법으로 설계하고 시뮬레이션을 수행해 볼 수 있다.

#### 2.1. 가상기업(Virtual Enterprise)

가상기업은 특별한 고객의 요구사항을 충족시키기 위해서 정보, 능력, 비용, 위험 등의 요소를 공유하는 능력을 발휘하기 위한 임시적이고 상호 협력적인 동맹이다. 가상기업은 각 기업의 크기, 지리적 위치, 정보시스템 환경, 사용기술, 실행 프로세스 등에 관계없이 비용 효율성 및 제품 특성을 바탕으로 조직되며, 이렇게 함으로써 가상기업의 개별 기업들은 비용, 기술, 주요 경쟁력 요소 등을 서로 공유할 수 있게 된다.

주요 특성으로는 공통 목표의 정립 및 기업들 간의 협력체제에 집중 노력, 분산 제조환경, 효과적인

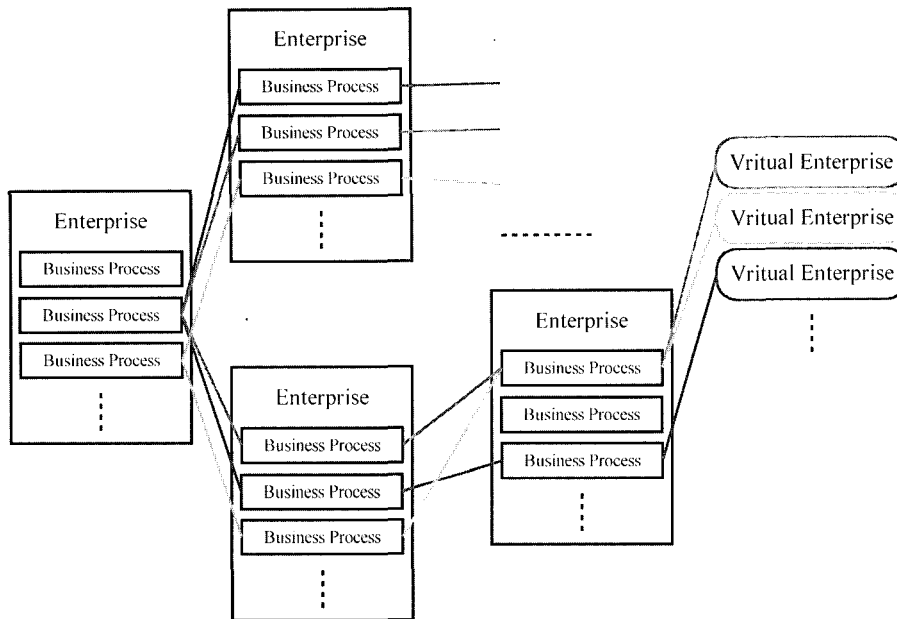


그림 1. 가상기업(VE)의 개념

제품·서비스 정보교환, 효과적인 비즈니스 프로세스 설계 및 관리, 고객에 대한 단일화된 창구를 보유, 글로벌 기업 환경의 특성을 가지게 된다는 점 등을 들 수 있다. 가상기업은 네트워크 상에서 가용한 핵심역량의 구성에 비례하여 네트워크 참여자로부터 제공되는 요구 역량을 추가한 형태로 구축화 된다. 가상기업이 다양한 참여기업들의 역량으로 이루어졌을지라도, "가상"이라는 특성상 고객에게는 한 개의 통합되고 조화를 이룬 기업 형태로 나타난다. 물론 가상기업의 업무 프로세스는 하나의 기업에 의해서 수행되지 않고, 모든 기업은 제품체인(product chain)에 가치를 더하는 가상기업 내의 하나의 노드에 해당된다<sup>16)</sup>. 그림 1에 가상기업의 개념이 잘 나타나 있는데, 고객의 요구를 충족시키기 위해서 개별기업의 업무 프로세스들이 네트워크 형태의 통합된 모습으로 가상기업을 구성하고 있다.

가상기업은 고객 요구사항의 지속적인 변화, 신기술의 출현, 기존 기술과의 융화, 기업의 글로벌화 등에 신속하게 대처할 필요가 있다. 가상기업이 이러한 환경변화에 대응하는 시간이 점점 짧아짐에 따라 실제 제품과 프로세스를 대상으로 실험하거나

반복 수행하는 행위는 거의 허용되지 않는다. 따라서 기업의 가능한 대안들을 재빨리 개발하고 평가하기 위해서는 실제 업무수행 이전에 기업 전체를 모델링하고 시뮬레이션을 수행할 수 있어야 한다. 시뮬레이션은 기업의 업무 프로세스나 생산 공장을 대상으로 실제 프로세스 설계안이나 로직(logic)을 사용하여 수행한다.

## 2.2. 가상시제품 기술(Virtual Prototyping)

가상시제품 기술이란 제품개발을 위하여 기업 내부와 외부에서 수행되는 다양한 활동들, 즉 제품 설계, 해석, 시제품 제작, 시험, 가공, 조립, 검사 등을 실물을 제작하기 전에 디지털 환경에서 가상적으로 수행할 수 있도록 하는 기술로서 가상시제품 모델링을 먼저 필요로 하며, 가상시제품과 이를 이용하여 가상적으로 산출된 디지털 데이터를 바탕으로 기업 내·외부의 여러 구성원들이 서로 각자의 전문적인 지식과 도구를 활용하여 의사결정을 수행하고, 그 근거, 과정과 결과를 디지털 형태로 객관적으로 관리할 수 있도록 하는 기술이 필요하다. 또한, 가상시제품, 공정, 제조자원, 사용자 및 사용 환경에 대한 각종 정보를 디지털 환경에서 모

델링하고 다양한 해석과 시뮬레이션이 수행, 공유되어 동시적인 분석과 평가가 가능하도록 하는 협업 체계를 구축해야 한다.

개발이 필요한 주요 기술로는 가상시제품 구축 기술, 가상시험 수행 기술, 가상시제품과 가상생산을 통한 제품평가 기술, 가상시제품을 중심으로 한 협업 기술 등을 들 수 있다. 또한, 인터넷과 데이터베이스를 이용하여 CAD, 시뮬레이션, 해석 등의 다양한 정보와 기능들의 통합과 연계가 가능하도록 개발해야 한다.

최근의 연구개발 동향을 살펴보면, 가트너(Gartner) 그룹에서는 기존의 도면, CAD 모델, 엔지니어링 프로세스 등의 정보에 추가하여 설계와 혁신을 위한 다양한 경험과 지식이 관리되는 제품개발 기간 전체에 걸친 협업의 필요성을 제안하고 있으며, 자동차, 항공 회사를 중심으로 컴퓨터상에서 제품에 대한 전체적인 모델을 구성하여 부품간의 간섭, 조립성 등을 사전에 검증하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, CAD/CAE/CAM, PDM 등의 각 분야에서 PLM, CPC 등의 개념으로 제품개발을 지원하기 위한 가상시제품, 가상시험, 가상평가분야의 다양한 연구 개발이 국내외에서 진행되고 있다.

### 2.3. 가상공장(Virtual Factory)

가상공장 기술은 생산시스템의 여러 구성요소들과 이의 운영에 관련된 여러가지 기술과 지식을 통합적으로 담아냄으로서 생산시스템의 최적화를 이루기 위한 핵심적 기반 기술이다. 이를 구현하기 위해서는 신속하고 효율적이면서 실제 공장에 대한 적합성을 지속적으로 유지함으로써 신뢰성 높은 가상공장을 구축해야 하며, 실제 공장의 운영 상황을 그대로 반영하고 있을 뿐만 아니라 발생 가능한 다양한 경우의 운영 상황 예측이 가능한 가상공장 운영 모델이 필요하다.

주요 개발 기술로는 제품, 제조자원, 제조환경 모델링 및 관리·공정, 작업 모델링 및 관리, 가상공장 시뮬레이션(셀, 라인, 공장, 플랜트), 기업정보시스템(SFC, ERP 등)과의 연계 및 통합, 신속하고 신뢰성 있는 형상 측정과 모델링 등을 포함할 수 있으며, ERP, MES 등 상위의 정보시스템과 연계하여 가상공장에서 실제 운영상황을 입력받거나 작업지시를 내릴 수 있도록 하는 기술개발이 필요하다.

최근의 연구개발 동향을 살펴보면, 선진국에서는 항공, 자동차, 전자, 금형, 조선 등 주요 제조업을 중심으로 생산과정에서 벌어지는 일체의 활동들을 디지털화하여 가상적으로 모사할 수 있는 통합 환경으로 가상공장을 구축하여 활용하고 있다. 국내에서는 주로 단위 공정을 중심으로 부분적으로 적용되어 왔으나, 선진국에서는 생산라인의 모사를 뛰어넘어 기업의 여러 정보 시스템들에 대한 시험까지를 수행할 수 있는 개념으로 기술이 발전하고 있다.

## 3. 가상기업 관련 국제공동연구과제

### 3.1. VIPNET(Virtual Production Enterprise Network)

기업이 연구, 개발, 설계, 생산, 마케팅, 판매, 유지보수 및 폐기까지 일련의 제품 수명주기(Product Life-Cycle) 관련 업무수행에 영향을 미치는 변수들을 식별하는데 활용되는 기술자료 및 지식을 축적할 수 있는 “기술 인프라”를 생성하고 운영하는 기술을 개발하고자 한다. 이러한 기술 인프라 내에서는 지역적인 위치가 다른 기업들끼리도 가상생산 모드 즉, 가상제조기업 네트워크를 통하여 기술 자료와 지식을 공유할 수 있으며 효율적으로 협업할 수 있게 된다. 본 과제를 통해서 개발될 세부내용은 정보모델링기술(Information Modeling Technology), 데이터저장기술(Data Warehousing Technology), 데이터처리 에이전트기술(Agent Technology), 효율적인 지식의 축적 및 이용기술하고 이용하도록 도와주는 존재론적기술(Ontologic Technology) 등이다. 개발될 기술은 제품 수명주기의 범위를 넘어서 가능한 모든 제품의 영역에서도 적용될 수 있어야 한다.

### 3.2. PRODNET(Development of an Approach to Analyse and Improve Logistics Performance in Production Networks)

많은 기업들이 생산 네트워크 및 공급사슬의 통합화와 글로벌화를 중요하게 생각하고 있으며, 또한 전체 네트워크에서는 “End to End”의 관점이 점점 부각되고 있다. 그렇지만, 기업의 성과측정에서는 글로벌 환경에서의 전체적인 최적화를 무시한 채 국부적인 최적화, 즉, 단일 사업장의 최적화에

초점을 두고 있다. 이러한 이유는 전체적인 관점에서 물류 네트워크와 제품을 분석하고 기술할 수 있는 적절한 도구와 성과측정 방법이 없기 때문이다. 따라서 본 과제에서는 글로벌 제품 및 로지스틱 네트워크를 위한 성과 개선과 분석용 의사결정지원기술 및 방법론을 개발하고자 한다. 또한 네트워크의 투명성을 확보하는 새롭고 효율적인 정보기술을 지원하고자 한다. 주요 연구내용으로는 로지스틱 및 생산 네트워크 모델링, 네트워크 환경을 기술하기 위한 로지스틱 결정요인 추론, 전체적인 관점에서의 네트워크를 위한 로지스틱 성과 비율 확정, 현재의 네트워크를 분석함으로써 특정의 로지스틱 결정요인 확정, 로지스틱 네트워크 개선을 위한 접근방법 개발 등이 있다.

### 3.3. IRMA(A Configurable Virtual Reality System for Multi-Purpose Industrial Manufacturing Applications)

가상현실(VR: Virtual Reality) 기술은 설계, 유지보수, 교육 등을 지원하는 새로운 가시화 도구이다. 가상환경을 구축하기 위해서는 대상물에 대한 입력정보가 있어야 하는데, 특히 새로운 공장이나 프로세스를 도입하는 경우에는 설계된 데이터로부터 이러한 가상환경을 생성한다. 본 과제에서는 업무에 적절하게 통합 운용될 수 있는 가상현실 응용세트를 개발하고자 한다. 이러한 기술은 산업용 공정설계 및 통제 분야와 산업용 훈련 분야에 응용될 수 있다. 전자는 안전 및 환경적인 측면에서 의미를 갖는 프로세스를 설계하고 운용하는 업무에 관한 것이다. 즉, 작업자에게 위험을 줄 수 있는 요소를 포함하거나 작업자가 소재를 오염시킬 수 있어서 작업자와 프로세스가 반드시 분리되어야 하는 경우가 그 전형적인 예이다. 후자는 산업용 교육에 관한 것으로 훈련용 시뮬레이터와 실제 공장의 접속을 통한 온라인 교육, 시뮬레이션 모드를 사용한 작업자, 관리자, 통제실의 재교육 및 원격교육이 대표적인 예이다. 본 과제의 세부내용은 공정 및 제품설계를 위한 프로토타이핑 시스템 개발, 가상공장을 활용한 현장관리 수준의 교육활동, 공장배치 설계 및 공정 통제/제어 기술, 가상공장을 기반으로 한 통합적인 비용 평가시스템 개발, 설계 및 유지보수 분야에서의 가상현실기술 활용성 평가 등이다.

### 3.4. CATALYST(Virtual Enterprise Catalyst)

조직이 신기술을 효과적으로 사용할 수 있는 능력 이상으로 기술의 변화가 빠르게 발전해 가고 있는 상황에서, 정보기술에 대한 최대의 잇점을 얻어 내기 위해서는 조직적인 대응책 마련이 필요하다. 이러한 대응책의 하나인 가상기업 환경에서는 기업 정보 및 기술데이터의 교환, 분산 협업 등이 가능하다. 본 과제에서는 주요 인터페이스 기술 및 표준, 프로세스 분석, 공급사슬(supply chain) 상에서의 웹기반 협업에 대한 내용을 다루고자 한다. 주요 연구 내용으로는 CALS 가상기업 능력 모델, 변화에 대응하는 가이드라인으로 사용하기 위한 최상의 벤치마킹과 사례 연구, 공급사슬 내부에서 조직적인 과정의 재배치, 이득과 위험 데이터 수집 등을 포함하고 있다. 본 과제의 기대효과로는 기업 자체의 공동체 안에서 가상현실을 고려할 수 있는 실험적으로 검증된 접근 방법의 제시가 가능하고, 어떤 파트너와 어떤 기술적인 자료를 가지고 어떻게 사업을 변환할 것인가, 어디에 회사를 설립할 것인가, 가동 공장이 어디 있든 간에 얼마나 유연성 있게 대처할 것인가에 대한 결정이 가능하며, 효율적인 가격/이익에 대한 자료 제시가 가능하게 된다.

### 3.5. Globeman21(Global Manufacturing in the 21<sup>st</sup> Century)

본 과제는 인터넷 시대의 기업 환경인 국제화, 분산화, 협업화에 대응하는 전사적 정보자원관리 기술을 개발하는 것으로, 분산 업무환경에서 기업의 새로운 업무관행 및 프로세스에 대한 효과적인 정의 및 목적을 달성하기 위한 방법이 연구되었다. 특히, 업무 프로세스의 생성을 위한 방법론, 모형, 기술 등을 개발하는데 중점을 두고 있으며, 이를 위하여 제품의 전수명주기 관리기술과 기업통합 정보시스템 기술을 핵심적으로 개발하였다. 또한 본 프로젝트에 참여하는 기업과 연구 주체들이 연구결과를 실제 현장에 적용할 수 있는 방법에 많은 주안점을 두고 있다.

세부과제는 산업계의 요구사항이 많은 분야를 중심으로 도출되었으며, 주로 기존 기술의 개선 및 신기술의 개발에 대한 내용이다. 특히 확장기업 및 가상기업 모형에 대한 각종 방법론과 도구들이 개

발 및 검증되고 실제로 적용되었는데, 세부적인 내용은 다음과 같이 정리할 수 있다: ① 글로벌 제품정보 접근 및 통제(Global Product Information Access and Control), ② 확장기업, 기업, 공장수준에서의 제품 모델 관리(Product Model Management), ③ 작업지원 및 갱신(OSR: Operation Support and Renewal) 모델 및 프레임워크 개발, ④ 네트워크와 가상기업의 경영 시스템 개발, ⑤ 글로벌 제품 모델(Global Product Model) 개발, ⑥ 데이터 통신 및 공유기술 개발 및 인프라 구현, ⑦ 개발된 도구들의 통합(Tool Integration), ⑧ 다층 다(多)에이전트(Multi-Layered Multi-Agent) 환경에서 운영될 수 있는 통합 에이전트 셸(Agent Shell) 개발, ⑨ 조정 프로토콜(Coordination Protocol), ⑩ 제약기반의 일정계획 셸(Constraint-Based Scheduling Shell), ⑪ 비즈니스 프로세스 분석 및 설계 방법론/도구(Methodology & Tools for Business Process Analysis and Design).

### 3.6. GLOBEMEN(Global Engineering and Manufacturing in Enterprise Networks)

그림 2에 나타난 것과 같이 글로벌하게 분산된 제품 수명주기 관리, 프로젝트 및 제조 운영을 위한 구조를 정의하고 개발하는데 본 프로젝트의 목적이 있다. 연구개발에는 글로벌하고 다양한 문화환경 하에서 효율적인 인적자원 네트워크와 협업을 지원하기 위하여 현존하는 정보 통신기술이 사용된다. 따라서 연구는 글로벌 제품수명주기 관리를 포함하는 사용자와 고객과의 상호작용, 기업 내의 자

원계획을 통한 인도사슬의 최적화, 분산된 동시공학 등과 같은 기업 내의 정보교환과 통제에 초점을 맞추고 있다.

GLOBEMEN은 IMS Globeman21 컨소시엄으로부터 여러 참여자들이 소유권을 가지고 있는 결과물 위에서 구축되었으며, 판매 및 서비스, 인도 프로세스 관리, 제품/프로세스 엔지니어링 등의 제조업에서 중요한 세 개 분야를 대상으로 하였다. 개개의 분야에 대해서 개발내용은 구조의 정의, 요구된 방법 식별 및 도구의 사양 확정, 현장 구현 및 전개를 지원하기 위한 가이드라인의 준비, 제안된 구조의 시현 및 프로토타입의 구현 등으로 수행된 연구결과의 세부내용은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ① 판매 및 서비스(Sales and Services): 연구 대상은 분산된 판매의 관리, 서비스, 유지보수 및 갱신 지원에 관한 것으로, 여기서는 참여 기업들로부터 수렴된 요구사항을 바탕으로 개발 도구에 대한 사양을 확정하고 이에 대한 가이드라인을 개발하였다. 가이드라인은 기능적, 조직적, 자원 및 정보 측면에서 개발된 판매 및 서비스용 솔루션들의 활용방안을 기술하고 있다.
- ② 기업 내의 운영(Inter-Enterprise Management): 연구대상은 기업 자원 계획, 공급사슬 관리, 계획과 제조의 통합 등의 기업 내부의 운영에 관한 내용으로, 비즈니스 환경과 비전, 가상기업의 일반적인 개념, 가상기업의 준비 및 운영을 위한 네트워크 준비방안 등을 가

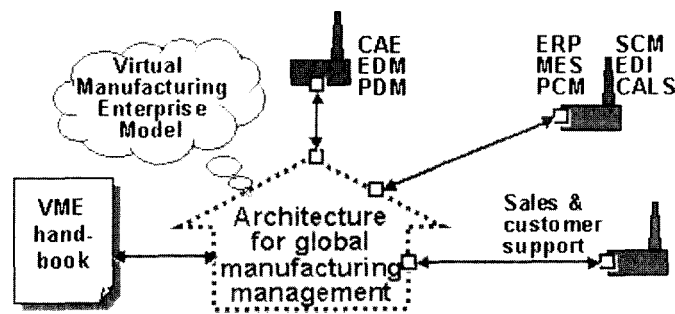


그림 2. 글로벌 제조 관리 구조

술한 가이드라인을 개발하였다.

- ③ 분산 엔지니어링(Distributed Engineering): 분산화된 글로벌 환경에서 제품 및 프로세스 엔지니어링에 관한 내용으로, 주로 건설 공정의 분산 엔지니어링 단계에서 정보의 관리에 대한 가이드라인을 개발하였다.
- ④ 글로벌 구조 및 구현(Global Architecture and Implementation): 우선 본 과제 참여기업들에 의해서 정의된 요구사항과 현존하는 관련기술을 고려하여 향후 연구방향을 설정하였다. 특히 가상기업의 실제적인 구현을 위한 수준별 통합 구조(ALIVE: architecture for layered integration of virtual enterprise) 프레임워크와 가상기업 참조 구조(VERA: virtual enterprise reference architecture)도 개발되었다.

### 3.7. NGMS(Next Generation Manufacturing Systems)

NGMS 과제에서는 글로벌한 차세대 제조환경을 위해 필요한 핵심 요소기술과 공정의 개발 및 이들 간의 통합에 중점을 둔다. 그리고 1) NGMS 사양, 기술통합, 2) NGMS 모델링과 시뮬레이션, 3) 데이터 모델과 표준, 4) 계획, 스케줄링, 제어시스템, 5) 통합화된 운영체제, 6) 작업현장의 지능화, 7) 기업의 역동성 등과 같은 7개의 기술적 핵심사항들을 제시하고 있다. 이를 바탕으로 NGMS 시스템은 프랙탈(fractal)형 생산시스템, 자율분산형 생산시스템, 신속(agile) 생산시스템, 생물형(biological) 생산시스템을 점차적으로 발전시켜 융합한 차세대 생산시스템의 비전을 제시하려는 것이 본 과제의 목적이다. 특히 차세대 제조시스템의 모델링에 대해서 다음과 같은 접근방법이 제시되었다:

- ① 기능적인 관점에서의 생산 프로세스 모델링 및 시뮬레이션
- ② 차세대 제조기업의 모델링, 시뮬레이션 및 운영 방법론
- ③ 생물형 제조시스템을 위한 모델링 (생물학, 분자 생화학, 응용수학 및 전산학의 연구결과를 활용하여 차세대 제조시스템의 특징을 실현하고자 함)
- ④ 가상기업의 모형과 운영을 위한 모델링

### ⑤ 개발된 모델링 도구 및 모델의 통합

본 과제는 1단계의 연속선상에서 2단계 과제가 진행되었는데, 2단계에서는 디지털 공장 및 가상환경 내에서 제조시스템에 대한 가장 좋은 아이디어를 개발하고 이들을 차세대 제조시스템에 통합하고자 하는 것을 목적으로 하였다. 따라서 제조 기술과 프로세스의 통합이 본 과제의 주요 이슈이며, 1 단계에서 정의된 업무분야에 대해서 기술의 갱신 및 확장연구를 계속적으로 수행하였다. 특히, 오늘날의 구조조정과 리엔지니어링 기업으로부터 NGMS는 진화할 것이며, 지능형 기업들은 기업들의 네트워크로 이루어진 가상기업에 초점을 맞출 것이라는 생각에서 가상/확장기업의 이슈에 대한 연구를 집중적으로 수행하였다. 이와 관련된 세부 연구내용은 가상기업에서의 물류 프로세스나 정보 프로세스를 결정하고 지원하는 방법론 개발, 확장기업 범위에서의 동시공학을 지원할 수 있는 구조 정립, 확장기업 내부에서 개별단위들 간의 팀워크 기술의 개발 등이다.

## 4. 향후 전망

기존의 가상기업 혹은 확장기업은 이제 “e-Enterprise”라는 개념으로 흡수 통합되어 가고 있으며, IBM 등에서는 “e-Business on Demand”라는 신용어로 차세대 기술개발에 박차를 가하고 있다. 공급사슬 관리 및 확장기업 운용 등을 위해서 반드시 필요한 인프라 기술인 지식통합 및 시뮬레이션 기술은 가상기업 또는 확장기업의 형성, 해체, 그리고 조건의 변경에 따른 재조합 등을 가능하게 한다. 이러한 가상기업의 유연성은 해당 기업이 속한 공급사슬의 경쟁력을 결정짓는 가장 중요한 변수가 될 전망이다. 또한, 기존의 관념으로 통하던, 제품제조 경쟁력보다 한 단계 위의 개념인 확장기업의 경쟁력을 확보하기 위하여, 분산 컴퓨팅 기술을 활용한 확장기업 시뮬레이션 기술이 차세대 핵심기술로 부상하고 있다.

우리나라의 제조업 경쟁력을 유지하기 위해서는 신제품 개발 기간의 획기적 단축, 시장의 수요를 신제품 개발에 즉시 반영할 수 있는 시스템의 개발, 세계 선진 시장의 능동적 개척 등의 목표가 주안점이 되어야 하며, 아시아 후발 국가나 중국 등과의

차별화, 그리고 선진국과의 경쟁에서 고유의 부가가치 영역 확보를 위한 차원에서 단기간에 높은 수준의 기술경쟁력을 확보할 필요가 있는 분야로 등장할 것으로 예상된다.

### 참 고 문 헌

- [1] NGM Project Report, Agility Forum, 1997.
- [2] Sandeep Kumar and Joy Prakash Somani, "Manufacturing Transformation Through Advent of The Digital Manufacturing Enterprise", White paper of Infosys Ltd. <http://www.infosys.com>
- [3] Roel van den Berg, and *et al.*, Evaluation of state of the art technologies, GLOBEMEN EU WP4 Deliverable 411, December 2000.
- [4] Afsrmanesh, Hamideh, Cesar Garita, L.O. Hertzberg, and Valentim Santos-Silva, "Management of distributed information in virtual enterprises - the Prodnet approach", 4<sup>th</sup> international conference on concurrent enterprising, 1997, pp. 242.
- [5] VIPNET-Virtual Production Enterprise Network, IMS Project Proposal, 2001.
- [6] PRODNET-Development of an Approach to Analyse and Improve Logistics Performance in Production Networks, IMS Project Proposal, 1999.
- [7] IRMA-A configurable Virtual Reality System for Multi-Purpose Industrial Manufacturing Applications, IMS Project Proposal, 1997.
- [8] CATALYST-Virtual Enterprise Catalyst, IMS Project Proposal, 1997.
- [9] Brown, R. and Syntera, H., Globeman21: Final Report, May, 1999.
- [10] GLOBEMEN-Global Engineering and Manufacturing in Enterprise Networks, IMS Project Proposal, 2000.
- [11] Charles Anderson and Peter Bunce, White paper of Next Generation Manufacturing System, February, 2000.
- [12] CAM-I, Reference Manual of NGMS-IMS Project Phase II, December, 2000.
- [13] 과학기술부/한국과학기술기획평가원, 국가기술지도: 국제기술협력-지능형 생산시스템 기술(미출판), 2003.
- [14] International IMS Program, Internet, <http://www.ims.org>