비메모리 반도체 수요예측모델: 파운드리 기업 사례를 바탕으로

Eldor Makhmudov* · 강 세 원* · 오 정 석**

《目 次》

Ⅰ. 파운드리 반도체 산업 및 업체 소개
Ⅱ. 수요예측
Ⅲ. 본연구의 모형 (계절회귀) 소개
Ⅳ. 수요 예측 결과 및 분석
Ⅴ. 향후 연구방향

Ⅰ. 파운드리 반도체 산업 및 업체 소개

1.1 반도체 산업과 주요 업체

반도체 산업의 초기 사업모델은 반도체의 설계부터 제조까지 일관화한 수직적 구조가 대부분이었다. 이러한 수직적 구조에는 두 가지 영역이 있는데, 하나는 시스템을 구현하기 위해 반도체 칩의 세부동작을 정의하는 설계 부분인 Design 영역이고, 다른 하나는 반도체 칩을 물리·화학적으로 제작하는 부분인 Fabrication이 있다. 이러한 수직적 구조의 사업모델은 1980년대 까지 시장의 대부분을 차지하고 있었고 현재도 인텔, 삼성전자, 하이닉스 등과 같은 업체는 이러한 사업모델을 유지하고 있는 것으로 파악된다.

다만, 공정의 미세화와 특성화로 인해 고정비용인 설비투자가 천문학적으로 증가하게 되었고 이로 인해 당 산업 군에 속한 회사들은 각자의 경쟁력을 따라 산업 내의 역할을 나누게 되었다. 현재 반도체 산업계는 세가지로 분류할 수 있는데, 첫 번째는 수직적 구조를 유지하고 있는 초대형 기업들이고, 두 번째는 설계를 전문으로 업을 영위하는 팹리스(Fabless)[1] 기업들이며, 세번째는 타사에서 설계한 것을 바탕으로 반도체의 제조를 전문으로 업을 영위하는 기업들인 파운드리(Foundry)[2] 기업들이다.

---

* 서울대학교 경영학과 석사과정
** 서울대학교 경영학과 교수

1) Design을 중심으로 하는 업체들의 대부분이 제조설비(Fabrication)를 보유하고 있지 않아 FabLess라고 부른다.
2) Fabrication 중심의 회사들은 설계(Design)를 따라 제조만 한다고 하여 Foundry(주조공장)라고 부른다.

Design과 Fabrication을 모두 수행하는 수직적 구조의 기업은 삼성전자, 인텔, 토시바, 하이닉스 등이 있고, 설계를 중심으로 업을 영위하는 회사는 Qualcomm, Broadcom, Nvidia등과 같은 회사들이 있으며, 제조를 중심으로 업을 영위하는 회사는 TSMC, UMC, IBM 등이 있다.

1.2 파운드리 산업의 전망

반도체 제조공정의 미세화 및 전문화로 인하여 반도체 제조설비의 초기 투자 비용이 천문학적으로 증가하고 있다. 이에 따라 팹리스 제조기업 등으로부터 생산을 의뢰받아 전문적으로 제조하는 파운드리 기업의 성장세가 더욱 뚜렷해 지고 있다. 시장조사기관인 아이서플아이에 의하면 파운드리 분야에 대한 투자가 2010년 298억 달러에 달하였고 2015년까지 연평균 11%로 성장하여 459억 달러에 이를 것이라고 전망하였다.

이러한 설비투자비용 증가는 반도체 산업 내에서 제조 설비를 확충할 수 있는 기업 수의 감소로 이어질 것으로 예상이 되며, 규모의 경제를 보유한 업계 시장 점유율 상위 기업의 경쟁력 강화로 이어질 것으로 전망이 된다.

1.3 대상 회사 소개

기 회사는 2010년 현재 세계 파운드리 시장점유율 2%를 유지하고 있는 업체로서 2010년 매출액 6천여 억 원을 기록한 업체이다. ß1997년도부터 반도체업을 영위하기 시작하였으며, 당해 업종에 진출한 이래로 2010년도까 성장과 하락을 반복하고 있었다. 본 회사는 2011년 현재 사업구조를 기존의 로직(Logic) 파운드리 중심에서 부가가치가 높고 시장이 큰 Analog 파운드리와 Mixed 파운드리로 구분하여 집중 육성하고 있으며, 이와 병행하여 Display Solution 사업으로 영역을 확장해 가고 있는 것으로 파악된다.

2010년 매출 기준 파운드리 BIG 5 전체 시장의 약 86%의 Share를 차지하는 가운데 회사는 Pure Foundry 분야 5위를 기록하였으며, Specialty Foundry 분야에서는 매출 1위를 달성하였다. 또한 Display Solution 및 Tuner, TSC 등 자체 개발 제품의 사업 확대를 통해 미래 성장 동력을 확보해가고 있다.

특성화 된 고부가가치 반도체를 생산하는 경우가 대부분이다. 파운드리(Foundry)는 원의미는 주형에 쇳물을 부어 금속이나 유리등의 제품을 찍어 내는 주조공장이라는 의미이다.

Ⅱ. 수요예측

2.1 수요예측의 정의

수요예측이란 현재 및 과거의 수요와 그 결정요인간의 관계를 규명하고 그 조사결과를 분석하여 장래의 수요를 예측하는 것이라 할 수 있다. 과거 및 근래의 자료를 활용하는 수요예측을 통해 예측자는 산업 전체 수요의 질적·양적 경향을 파악할 수 있다.

2.2 수요예측의 유용성

기업이 자신이 속한 산업 내에서 경쟁력을 유지·확보하기 위하여서는 속한 시장 및 자신에 대한 충분한 정보와 당해 부문에 대한 적절한 예측 및 의사결정을 위한 경영도구들이 필요할 것이다. 경영자가 의사결정을 하기 위해서는 그 결정이 영향을 미치는 부분에 대한 충분한 정보와 당 부문에 대한 방향을 예측하는 것이 필요한데, 수요예측은 이런 의사결정을 돕는 도구 또는 정보라고 할 수 있다.

시장의 기본원리는 수요와 공급에 따른 가격결정이라고 할 수 있는데, 수요와 공급의 법칙에 따라 결정된 가격은 기업이 판매할 수 있는 거래량과도 매우 밀접한 관련이 있다. 이렇게 결정된 시장가격과 거래량은 결국 당해 시장에 속해 있는 기업의 성과 및 성장성이 직결되어 있다. 따라서 기업의 성과 또는 성장성 등을 예측하기 위해 수요예측은 매우 유용하게 사용될 수 있는 도구라고 할 수 있다.

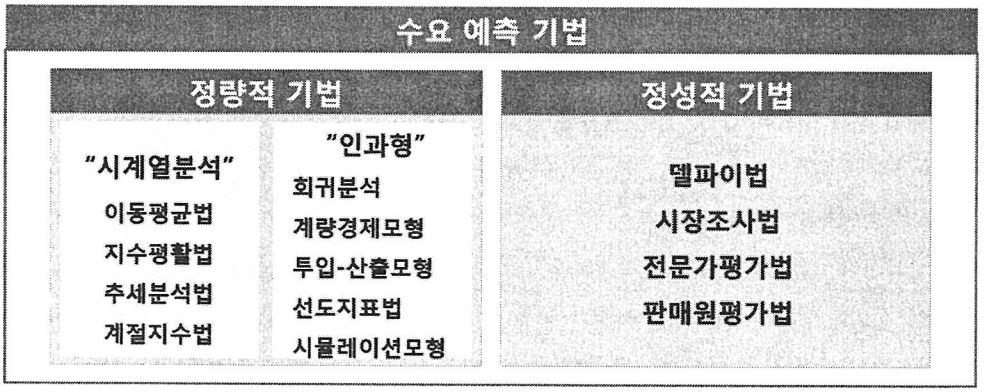
수요예측을 적절히 활용하면 기업은 가격과 수량에 대한 방향성을 적절히 예상할 수 있게 되고 이는 기업이 **적절한 상품**을 **적절한 장소**에 **적절한 시간**에 **적절한 비용**을 들여 전달하는 데에 도움을 줄 수 있다. 이러한 네 가지 적절함은 제조기업이 자신의 산업 군 내에서 경쟁력 확보를 위해 추구해야 할 중요한 경영목표 중의 하나라고 할 수 있다. 그러므로 수요예측은 기업이 자신이 속한 산업 내에서 지속적인 성장을 추구하고 경쟁력을 확보하는 데에 매우 유용한 도구이다.

2.3 수요예측의 한계

수요예측은 기업경영에 있어 참고해야할 필수불가결한 도구이기는 하지만, 그 정확성을 보장할 수는 없다는 데에 그 한계가 있다. 이는 채찍효과 및 최종결과에 영향을 미치는 여러 변수에 의해 발생한다. 채찍효과란 하류의 고객주문 정보가 상류로 전달되면서 정보가 왜곡되고 확대되는 현상이다. 최종결과에 영향을 미치는 요소로는 계절적요인, 시장성장율, 수용력제약, 제품수명주기, 가격정책, 광고정책, 대체재에 대한 수요 등이 있다. 따라서 수요예측은 단발적으로 종료하기보다는

장기적으로 기업 경영과 함께 반복적으로 행해지는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

2.4 수요 예측 모델에 대한 소개

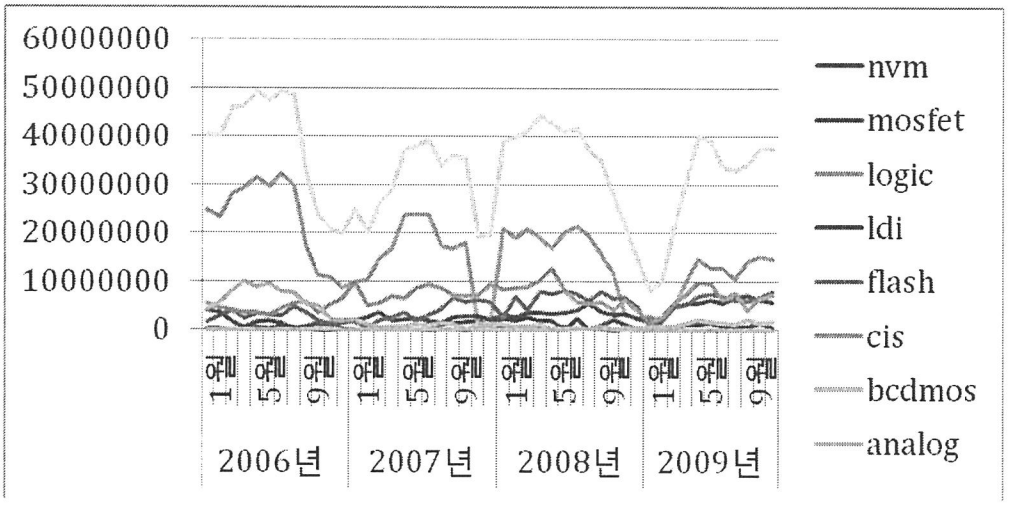


일반적으로 수요예측모델은 크게 정량적인(quantitative) 예측기법과 정성적인 (qualitative) 예측기법으로 구분할 수 있다. 정량적인 예측기법은 수요예측에서 가장 광범위하게 사용되는 기법인데, 과거의 객관적인 수요 자료에 기초하여 미래를 예측하는 것으로 시계열 분석기법과 인과형 모형으로 그 방법을 구분해 볼 수 있겠다. 시계열 분석기법은 시간이 흐름에 따라서 수요 데이터가 어떠한 모습을 그리며 변해가는 지를 관찰하여 수요를 시간에 따른 함수로 나타내며 그것에 근거하여 미래의 수요 예측치를 도출한다. 구체적인 예측기법으로 이동평균법, 지수평활법, 추세분석법, 계절지수법 등이 있다. 이 중에서 이동 평균법은 과거의 수요 데이터를 적당한(reasonable) 가중치를 가지고 가중평균하여 미래의 수요를 예측하고, 계절지수법은 계절에 따라 수요의 변동 패턴이 나타나는 제품 및 서비스에 대하여 계절별로 수요의 가중치를 달리하여 수요를 예측하는 것이다. 시계열 분석 기법은 수집된 과거 데이터 기간 및 가중치 부여 여부에 따라 수요 예측 방법이 달라질 수 있겠다. 정량적인 예측기법 중에 인과형 모형은 수요의 변화를 이끌어내는 원인이 되는 요인을 찾아서 그 요인의 변화에 따른 수요의 변화를 가정하여 미래의 수요를 예측하는 모형이다. 구체적으로 회귀분석, 계량경제모형, 투입-산출모형, 선도지표법, 시뮬레이션모형 등이 있다.

이와같은 정량적인 수요예측기법에 대비하여 정성적인 수요예측기법이 존재하는데, 정성적인 기법은 과거의 수요 및 매출에 대한 데이터가 존재하지 않는 경우에 많이 사용되는 기법이다. 구체적으로 델파이법, 시장조사법, 전문가평가법, 판매원평가법 등이 존재한다. 보통 제품 및 서비스의 수요·매출에 대한 전문적인 지식 및 경험이 있는 사람들의 분석에 기초하여 수요의 예측이 이루어지는 경우이다.

Ⅲ. 본연구의 모형 (계절회귀) 소개

본 회사의 경우, 과거의 수요·매출 데이터가 존재했기 때문에, 보다 과학적인 체계를 구축하기 위해 정량적인 수요 예측법을 도입하도록 하였다. 최적의 수요예측기법을 찾기 위하여, 과거의 자료를 분석하는 것이 선행되어야했고, 고객별 수요·매출 데이터를 월 단위로 취합하여 수요량 추세 파악하기 위해 노력했다. 아래는 본 회사의 지난 4년간의 주요 제품별 수요·매출 데이터를 도식화하여 정리한 자료이다.



과거의 자료를 분석한 결과, 과거 수요 데이터에서 그 변동성(volatility)가 매우 심하고, random walk 방식으로 수요가 시간에 따라 달라지는 모습을 발견하였다. 그리하여 simple average 방식으로 수요를 예측하거나 시간에 따라 변화되는 수요량에 계절에 따른 변동성을 적용하여 계절지수법을 활용하여 그 수요를 예측하는 것이 마땅해 보였다. 정리하여 말하자면, 기술별·고객별 자료를 회귀분석에 기초하여 미래 수요치를 예측하고, 그 예측치를 계절지수를 이용하여 조정하는 방식으로 미래의 수요를 예측하기고 결정했다. 이 때, 계절지수는 연간 주문량에서 특정 월의 주문량이 차지하는 비중을 이용하여 계산한 월별지수를 사용하였다. 회귀계수 (b_0, b_1)과 계절지수(s)를 활용한 회귀식은 다음과 같다.

$$Y_{it} = (b_{i0} + b_{i1}t)s_{it}$$

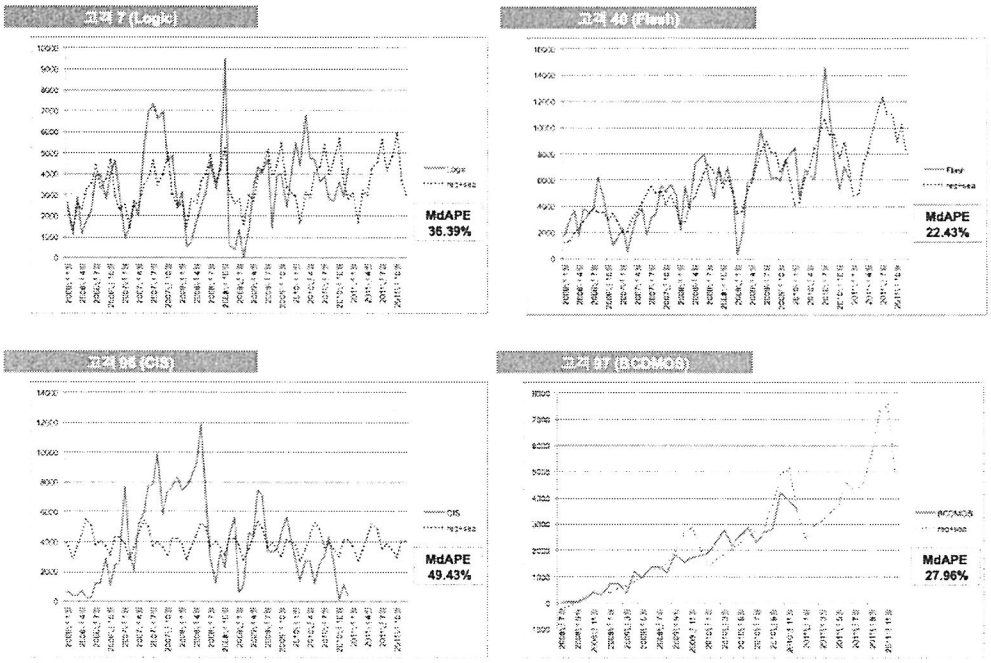
Ⅳ. 수요 예측 결과 및 분석

수요 예측에 앞서 어느 정도 단위에 대해 수요 예측을 할지 세부 분류에 기준에 대한 합의가 필요하다. 기존 반도체 분야의 수요 예측은 대부분 기술 공정별로 이루어 졌는데 이는 기술이 주로 확산모형이기 때문이었다. 의미 있는 예측 분석을 위해 다양한 분류 기준이 도출되었다. 2006년부터 2010년까지 전체 고객 대상 자료를 정리하여 총 매출 기준으로 상위 20개 고객을 선택하여 각 고객에 대해 공정별, 제품별 세부 분류에 따른 예측이 실시되었다.

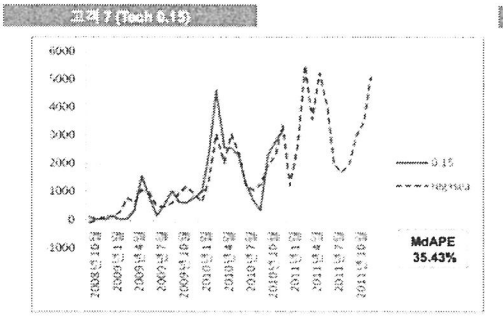
계절회귀 모형이 본 수요예측에 적합한지 검증하기 위해서는 MdAPE(Median Absolute Percentage Error) (Goodwin & Lawton, 1999)를 활용하여 예측치와 실제치를 비교하였다. MdAPE는 예측모형에서 오차의 정도를 검증할 수 있는 지표들 중의 하나로, 기술별·제품별 예측치와 실제치의 오차정도의 중간값을 기준으로 해당 모형의 정확성을 파악하는 방법이다. 아래의 결과와 같이 그 값이 50이하인 경우가 정상 범위이고 수요 예측 모형이 적정하다고 판단된다.

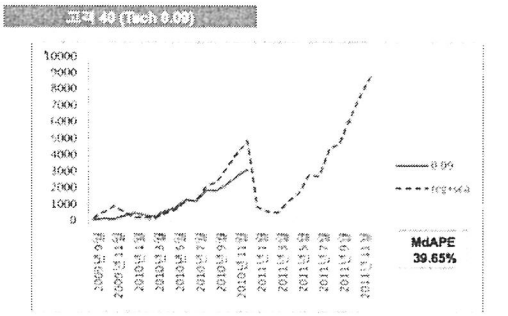
4.1 매출 수량

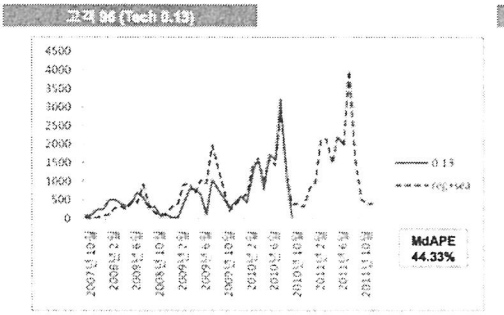
4.1.1 고객-제품

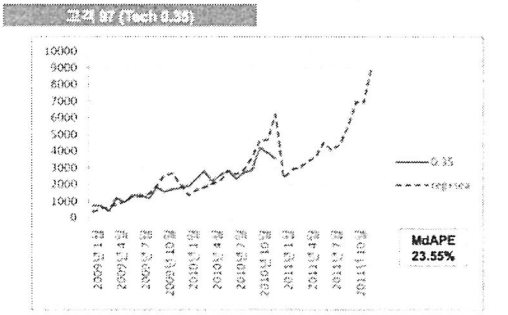


4.1.2 고객-제품-기술공정



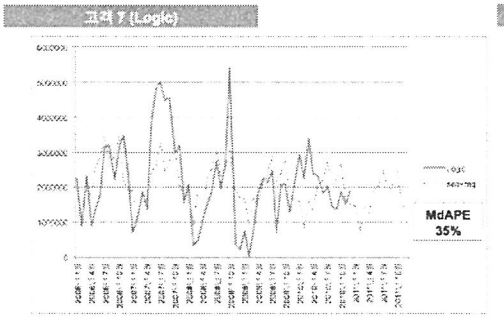


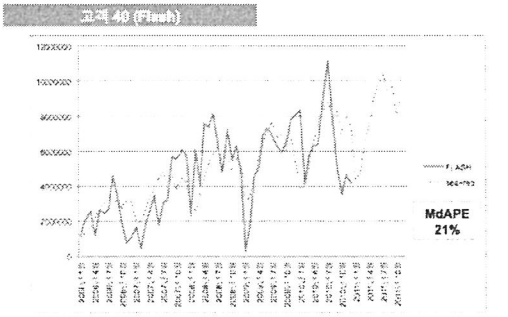


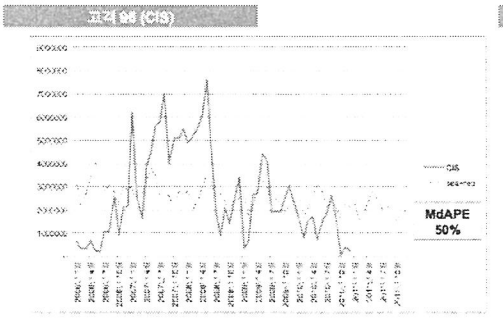


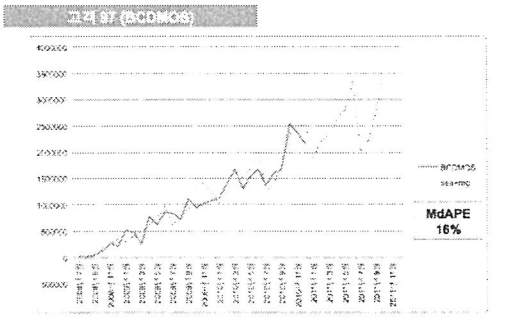
4.2 매출액

4.2.1 고객-제품

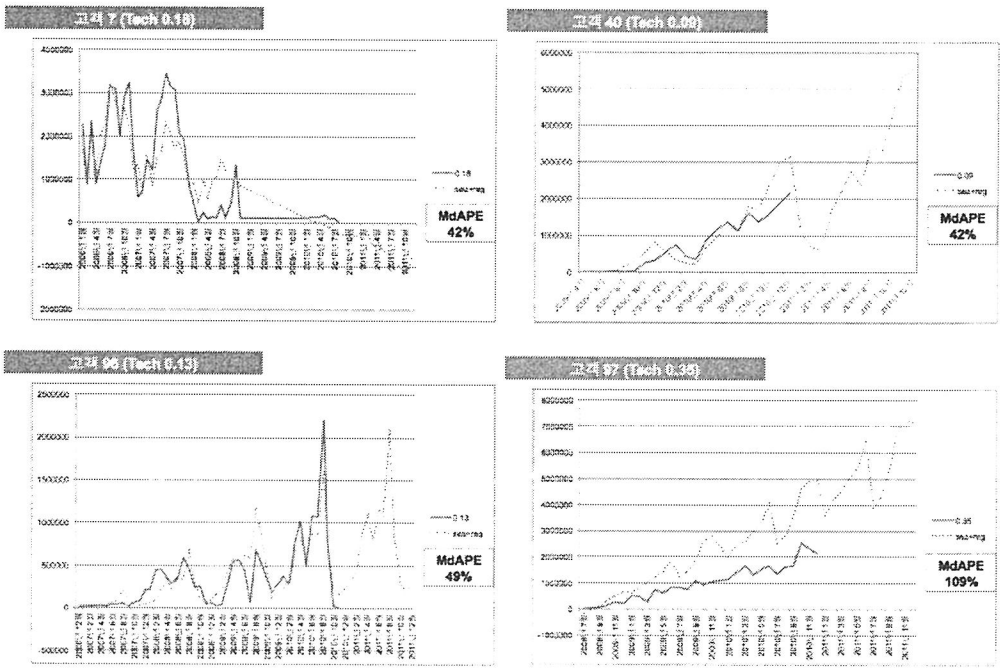








4.2.2 고객-제품-기술공정



V. 향후 연구방향

수요 자체의 불확실성이 매우 큰 비메모리 반도체 산업에서 고객별, 계절별 수요의 특징을 반영하여 과거 데이터를 기반으로 한 계량적 수요 예측이 시도되었다. 과거 수요 발생량이 예측을 많이 벗어난 이상치의 경우 그 원인에 대한 파악이 그 수요의 특징을 잡아내는 데에 도움이 될 것이다. 따라서 특정 고객에 대해서 해당 제품군·기술별, 주문내역, 기업 성숙도, 매출내역, 제품군 목록을 확보하고 고객들을 대상으로 하는 설문조사 자료, 공장 설비 용량 자료 등을 활용하여 수요·매출 자료를 더욱 정확히 분석하기 위해 노력해야 할 것이다. 전체 고객에 대한 일반화된 수요량 예측이 어려우므로, 개별 고객 관리를 위한 가이드라인을 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

수개월에서 1년 정도 공백이 있었던 데이터는 수정 후 다시 수요 예측에 적용되었다. 단순히 공백기를 제외하고 연속적으로 분석한 수요 예측 방법 외에 공백에 대한 원인을 파악한다면 수요 예측이 더욱 향상될 수 있을 것이다.

또한 제시된 제품군별, 기술공정별 이외에 다양한 방향으로 그룹화하는 작업이 필요하다. 클러스터를 형성한 후 선행지표를 추출하는 방법으로의 예측도 가능하다. 한편 12개월 미만 제품에 대

해서는 계절지수를 도출할 수 없기 때문에 예측에서 제외되었으나 새롭게 주목받고 있는 기술이나 제품이라면 전세계 시장의 시장 예측이나 전체 성장률 등에 의해서 예측이 가능하며 bass 모형도 활용할 수 있을 것으로 보인다.