

생산재고 정책수립을 위한 다품종모델 군집화의 실증적 분석

Experimental Analysis of Clustering of Various Product Models for Production and Inventory Policy

김훈태*, 정재윤**, 강석호**

*대전대학교 산업시스템공학과, **서울대학교 산업공학과

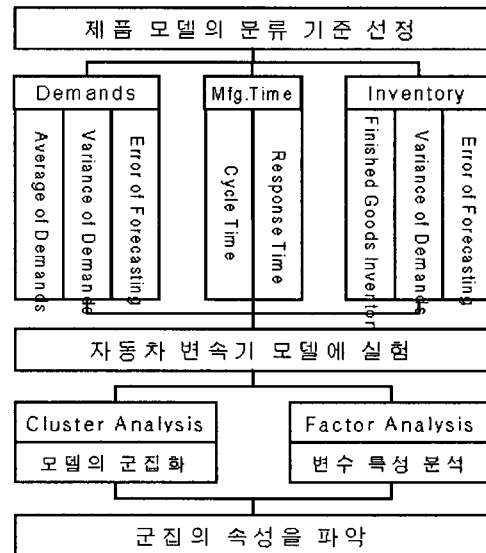
Abstract - 현대의 많은 제조산업에서 제품 모델의 다양성은 점점 증가하고 있다. 제품 모델을 관리하기 위한 이론적 모델이 존재하지만, 현실의 변수들을 이론적으로 다루기 쉽지 않으며 수리적인 접근도 한계가 있다. 본 논문은 생산재고 정책을 적용하기 위하여 다수의 제품 모델을 군집화 하기 위한 실증연구를 목표로 한다. 수요 분포, 생산 특성, 재고 수준의 세 가지 측면에서 각 모델의 공급에 영향을 미칠 수 있는 몇 가지 변수들을 정의하였다. 먼저 변수들의 상호 연관관계를 파악하기 위하여 요인 분석을 수행하여 변수들의 주요 유형을 파악하고, 이를 실제 생산 데이터에 적용함으로써 실증적 분석을 하였다. 본 논문에서는 자동차 변속기 모델에 위의 변수들을 적용하여 모델의 군집화를 수행하였다. 이러한 제품 모델 관리에 관한 연구는 다단계 공급망의 형성과 민첩한 생산정책 수립의 요구와 함께 중요한 의미를 가질 것이다.

1. 서론

제품 산업의 발전과 함께 경쟁이 치열해지고, 소비자 욕구가 다양화되면서 제품의 다양성은 더욱 강조되고 있다. 제품의 기능성 뿐만 아니라 다양한 수요에 적절히 적용하기 위해 기업은 제품의 다양화를 추구하게 되었다. 제품의 다양화는 기업의 시장경쟁력을 높여주는 반면에, 생산의 복잡성과 재고의 증가를 가져오게 된다.

제품 다양성의 점진적인 증가와 함께 중간재고와 완제품재고의 증가는 불가피하다. 이러한 재고의 증가는 제품수요가 불규칙하고, 예측하기 어려운 경우에 더욱 심화된다. 재고의 증가는 비용의 잠재적 손실을 초래하므로, 한정된 자본을 효율적으로 사용하기 위해서는 주요 모델과 비주요 모델의 구분을 통하여, 재고량을 조절할 필요가 있다.

본 논문에서는 제품 모델별 수요와 생산, 재고의 특성치들을 기준으로 정하고, 이들의 유효성을 검증한다. 궁극적으로는 생산재고 정책의 수립에 도움을 줄 수 있도록 기준의 특성을 파악하고 모델의 군집화를 수행하는 것을 목적으로 한다. 고객수요의 다양화와 수요의 불확실성에 대응하기 위하여 적절한 관리수준을 적용할 수 있도록 다양한 제품 모델을 분류할 수 있는 기준들을 제시하고, 이를 통하여 군집화하고 나아가 이들 군집의 특징에 따른 관리 방안을 제안하려고 한다. 이러한 연구는 다단계 공급망과 생산시스템에서 다품종모델의 생산재고 관리에 도움이 될 것이다.



[그림 1] 연구의 절차

2. 관련 연구

수요변화에 적절히 대응하기 위해서 기업은 다양한 제품 모델에 대한 생산재고 관리를 위한 여러 접근방법을 취하고 있다. 각기 다른 특성의 다양한 모델들에 대해 동일한 관리 수준을 적용하는 것이 아니라, 제품이나 부품의 중요도와 특성에 따라서 각기 다른 관리 수준을 적용하고 있다. 그러나 제품 모델의 종류가 급격히 증가하면서, 제품 모델의 특성에 따라 이들을 적절히 분류하고 각 군집의 특성을 파악하는 것이 중요한 과제로 대두되었다.

기업의 제품 다양화는 크게 두 가지로 생각할 수 있다. 하나는 주어진 시간에 기업이 제공할 수 있는 제품의 종류이고, 또 하나는 기존의 제품 생산에서 새로운 제품의 생산으로 빠르게 적용할 수 있는 능력으로 나타난다. 이러한 다양성은 여러 산업에서 지속적으로 증가하고 있으며(Pine 1992), 이를 위한 다양한 방법이 경쟁적 우위를 점하기 위해 범위의 경계를 유지하며 여러 가지로 제시되고 있다.

제품 모델의 다양화에 대응하는 기업의 전략은 크게 두 가지로 분류될 수 있다. 하나는 제품을 기반(product based)한 방법이고, 다른 하나는 프로세스기반(process based)의 방법이다(Fisher, Ramdas and Ulrich 1999). 제품기반의 방법은 부품의 다양성과 조립의 복잡성을 적절히 낮춤으로써 생산의 단순화를 추구하여 시장의 다양성에 대처하는 방법이고, 프로세스기반의 방법은 제품이나 분산을 위한 프로세스에 유동성을 증가시키거나, 관리방법의 효율화를 통하여 높은 수준의 제품다양화를 대응하게 하는 방법이다.

제품기반의 연구 중 하나인 부품공용화(commonality)는 유사한 제품군에 유사한 부품을 공통으로 사용되도록 하는 방법이다. 자동차의 차종에 따라 각기 다른 부품들을 사용하는 것이 아니라 몇 가지의 부품 집합을 사용하는 것이다(Fisher, Ramdas and Ulrich 1999). 부품공용화를 통하여 시장에서의 제품다양성을 높이고 가공에서의 복잡성을 낮추려고 한다. 1980년대에, Black & Decker는 모터 크기에 의해 제품을 군집화함으로써 제품의 생산라인을 효율적으로 개선하였다. 불필요한 종류의 확산을 막음으로써, 최종제품의 지속적인 증가에도 불구하고 모터 크기의 종류를 다섯 배로 줄였다고 한다(Meyer and Lehnerd 1997). 이는 생산비용 절감과 재고감소와 더불어 수요변동에 보다 쉽게 적용할 수 있는 바탕이 된다.

프로세스 기반의 연구로 Hwang과 Singh (1998)은 프로세스 기반의 단계적 가공 시스템에서의 비용감소를 위한 최적 생산정책을 제시하였고, DeCroix와 Arreola-Rise(1998)는 제한된 원료로부터 다양한 제품을 생산하기 위한 생산, 재고 정책을 위한 수학적 모델을 제시하였다.

이 논문에서는 위에서 설명한 바와 같이 고객수요의 다양화와 수요의 불확실성에 대응하기

위하여 적절한 관리수준을 적용할 수 있도록 다양한 제품 모델을 분류할 수 있는 기준들을 제시하고, 이를 통하여 군집화하고 나아가서 이들 군집의 특징에 따른 관리방법을 제안하고 있다.

3. 실험 설계

본 논문에서는 자동차 변속기 회사를 대상으로 수요, 생산, 재고의 측면에서 세부적인 자료들을 검토하고 여러 모델에 대해 관련 변수들을 추출하여 모델의 군집화를 수행하도록 할 것이다.

3.1 실험 대상

A사는 자동차 변속기를 만드는 회사로서 다양한 자동차의 모델에 사용될 여러 가지 모델의 변속기를 제조한다.

변속기의 수요는 모델별로 이루어지는데, 그 주문량은 상대적으로 큰 수요도 있고, 소수인 경우도 있다. 그리고 이들은 평균수요는 대략의 예측이 가능하지만, 모델별로 수요변동이 크다. 제품의 리드타임이 길어 수주를 받은 후에 생산을 시작하면 기한 내에 변속기를 공급할 수 없다. 이 때문에 A사는 다양한 모델에 대한 변속기를 기한 내에 공급하기 위하여, 모델별로 각각 많은 양의 재고를 유지해야 하는 문제를 겪어왔다.

재고는 크게 완제품 재고와 두 가지 중간재고로 나뉘는데, 기한 내에 제품을 공급하려면 적절한 완제품재고 수준과 중간재고 수준을 관리하는 것이 관건이다. 즉, 정해진 관리시점을 두고, 정해진 재고수준을 하한하게 되면, 정해진 관리시점의 제품 모델을 생산하도록 한다. 이러한 관리수준을 내정하기 위하여 모델을 특징별로 분류하고, 각 군집별로 생산 재고정책을 적용하려 한다.

대부분의 납품회사들처럼 분석대상인 변속기를 납품하는 A사 역시 고객업체와의 계약에 의하여 소량의 주문 모델에 대하여도 반드시 공급을 해야한다. 제품고갈이 생긴 경우에는 고갈비용을 감수하는 대신 기간 후에라도 납품을 해야 한다.

제품은 크게 소형과 대형으로 나뉜다. 그리고 제품이 사용될 자동차의 용량에 따라서 제품의 모델이 결정된다. 하지만, 여기에 몇 가지 옵션이 가능해서 더 세부적인 모델을 가지는 경우도 있다. 실험 대상은 다음과 같이 총 10가지 모델이다: 소형 VT(2.5T), 소형 VT(2.5T)-2, 소형 VT(3.5T), 대형 5T CA 13, 대형 5T CARGO 14, 대형 5T CARGO 14-2, 대형 AC 540 DD, 대형 AC 540 QDD, 대형 MA-Q(M12), 대형 MA-QD(M12).

3.2 실험 변수

대상 회사는 여러 가지 제품 모델에 대하여 장/중/단기 납품계획을 제공받고, 이에 근거하여 수요를 예측하고 월별 생산계획과 주별 생산계획을 세우고, 변경사항을 고려한 일별생산계획

을 수립하게 된다. 제품 모델에 대한 수요량을 기간별로 예측하고, 모델별 필요한 생산계획, 그리고 이를 지원할 수 있는 안전재고 등을 수립한다. 제품 모델을 분류하기 위한 변수들을 아래와 같이 추출하였다. 이 변수들의 모델별 데이터를 바탕으로 제품 모델을 군집화하고 의미를 해석할 것이다.

(1) 모델별 수요

먼저 다품종모델의 수요변동을 예측하는 단계가 필요하다. 단일제품의 수요변동이 비교적 적다고 하더라도, 제품 모델이 다양화되면 각 모델의 수요변동의 합은 기하급수적으로 증가하고, 그에 따른 수요예측도 난해해진다. 이에 의해 각 모델별로 수요에 관한 특징을 파악하고 수요 예측을 하는 것이 필요하지만, 수많은 모델에 대하여 개별적으로 고려한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 그리하여 수많은 모델에 특성별로 분류하고 각기 특징에 따라 적절한 수요예측모델을 통하여 유사한 시간간격과 예측함수를 적용함으로써 다양한 제품 모델에 대한 수요예측 정확도를 단순화시킬 수 있다.

Average of Demand(AvgDmd): 이는 월별 수요의 평균이다. 과거 4개월 동안의 실제수요를 바탕으로 한다. 자료는 4개월의 납품실적 상에 기록된 수치의 평균값을 구한 것이다. 납품실적이란 월별/주별 납품계획에 의해 생산하였지만, 사정에 의해 변경된 값에 의해 실제로 필요한 만큼 납품한 결과를 나타내는 수치이다. 즉, 실제수요와 가장 가까운 데이터라 할 수 있다. 월별 수요의 평균값은 그 모델의 전반적인 수요의 규모를 나타내는 값이므로 모델의 관리를 위해서 중요한 수치로 활용된다.

Variance of Demand(VarDmd): 이는 월별 수요의 분산이다. 동일한 기간에 발생한 수요의 분산을 구한 것이다. 이는 주별 납품계획을 이용하였다. 세부적인 데이터의 차이가 크지 않기 때문에 주별 납품실적과 납품계획의 분산은 유사하다고 생각되어 대신 사용하기로 한다.

Error of Forecasting(ErrFcst): 이는 예측수요와 실납품실적의 차이를 나타낸다. 예측단위는 1개월로 하여 월간 납품계획과 월간 납품실적의 차이를 사용하였다.

(2) 생산 소요시간

예측된 수요에 따라 생산하는 단계에서도 여러 모델에 따라서 다른 고려가 필요하다. 제품 모델이 다양해지면 각기 다른 리드타임과 사이클타임을 가지고 모델별 생산가능한 생산라인이 병렬적으로 존재하고, 동일한 부품이 다른 모델에 공통으로 사용되는 부품의 공용화도 발생하게 된다. 또한 실제 생산에서 단위수량의 누적을 통하여 다음 단계의 생산을 착수하는 생산의 단계적 분리도 존재하게 된다. 여기에서는 이 중에서 리드타임과 사이클타임을 적용하게 된다. 그리고 실제 생산수요에 따른 단위수요량을 생산

하기 위한 시간을 고려하게 된다. 이처럼 생산과정에서도 제품 모델의 다양화로 인한 예측수요의 변동에 대해 대응하는데 차이를 가져오게 된다.

Cycle Time(CT): 이는 모델별로 생산하는데 필요한 평균시간이다. 제품 하나가 열전가공에서부터 열처리, 열후가공을 거쳐서 조립라인에서 완성되는데 필요한 단위 시간을 합친 것이다. 이 수치는 결국 생산을 위한 리드타임을 반영하므로 그 모델이 수요의 변화에 있어서 얼마나 유연하게 대처할 수 있는지는 나타내주는 변수라고 할 수 있다.

Response Time(RT) : 이는 수요량을 감안한 평균 생산시간이다. 사이클타임에 납품실적을 곱한 값을 사용하게 된다. 사이클타임은 모델의 단위수량 생산의 유연성을 나타낸다면, 이 수치는 평균적으로 주문되는 수치를 고려할 때 그 모델의 생산 유연성을 비교하기 위해 사용되는 값이다. 실제 생산현장에서의 생산 유연성을 더 잘 반영하는 수치라고 할 수 있다.

(3) 모델별 재고현황

수요의 예측과 생산의 유연성으로 대처하지 못한 모델의 소요를 위해서 충분한 안전재고를 확보하게 된다. 재고는 완제품재고와 재공재고로 나누어진다. 완제품재고는 즉각적인 출하를 가능하게 되어 민첩한 공급에 가장 효율적으로 대응할 수 있도록 한다. 하지만 다양한 제품 모델의 생산에서는 모델간 유연성이 부족하기 때문에 완제품재고는 적정수준을 유지할 필요가 증가하게 된다. 또한 재공재고는 제품수요에 대하여 짧은 리드타임만으로 출하가 가능하기 때문에 완제품재고의 수요대응에 도움을 주게 된다. 본 실험에서는 재공재고의 단계를 크게 두 가지로 나누게 된다. 변속기의 생산은 크게 제품가공단계와 제품조립단계로 나뉘고, 여기서 가공은 열전가공과 열후가공으로 나뉘게 된다. 이는 가공 중에 필요한 열처리에 착수하기 위한 단위수량이 크기 때문에, 열처리 전에 대기하고 있는 열전재고의 수량이 큰 비중을 차지하기 때문이다. 열처리가 끝난 제품은 열후가공을 거쳐서, 조립라인으로 들어가기 전에 열후재고로서 대기하게 된다. 그리고 조립라인을 통과한 제품을 완제품재고로서 출하를 위해 적재하게 된다. 결국, 모델별 재고현황은 열전재고, 열후재고, 가공이 모두 끝난 완제품재고로 나누어 분석하게 된다.

Finished Goods Inventory(FGI) : 이는 월별 완제품재고의 평균이다. 두 가지 가공단계를 거쳐 조립라인에서 조립된 제품을 완제품으로 취급한다. 이는 예측수요의 변동값에 대해서 즉각적으로 대응할 수 있는 수치이다. 실제로는 아주 급박한 상황에는 유사한 모델로 다시 변형 가공하는 경우도 있지만, 이는 고려하지 않고, 정해진모델로만 사용될 수 있다고 한다. 이러한 과거의 완제품재고를 모델의 분류로 사용하는 이유는 수요 예측의 불안정성이나 긴급수요의 발생 가능성

등의 가능성으로 인한 안전재고 보유의 유형을 파악하기 위함이다.

Post-heating Inventory(PostInv) : 이는 열처리가 끝나고 조립을 위해 대기하고 있는 재공재고의 평균이다. 열후 재고는 조립라인에서 일부의 모델 유동성을 가진다. 즉 유사한 모델의 조립에도 사용될 수 있다. 열후 재고는 조립라인으로 수송 팽릿을 맞추기 위해서, 그리고 조립라인 직전에 단위수량을 맞추기 위해서 발생하게 된다. 또한 수송 중에 있는 수량도 포함되게 된다. 이는 조립라인의 대기시간과 싸이클타임이 지나면 완제품으로 생산되어 출하할 수 있는 가능성을 지닌다.

Pre-heating Inventory(PreInv): 이는 열처리하기 전에 대기하고 있는 재공재고의 평균이다. 열처리 과정은 변속기의 전 생산공정에서 가장 많은 단위수량을 가진다. 즉 일정수량이 채워져야만 셋업시간과 비용이 높은 열처리 공정에 착수할 수 있다. 그래서 열처리 직전에 많은 재고가 쌓이게 된다. 이를 열전 재고로 분류한다. 이는 상대적으로 오랜 시간이 지난 후에 완제품으로 출하가 가능하다. 하지만 잠재적인 수요의 반영을 나타내는 수치로서의 의미를 가진다.

3.3 변수간 관련성 분석

위에서 모델의 분류와 관련될 수 있는 변수들을 세 가지 측면, 즉, 수요, 생산, 재고의 측면에서 알아보았다. 이들은 각기 다른 측면에서 접근한 다른 변수지만, 내재된 관련성을 지니고 있다. 위에서 제시한 8가지 변수에 대하여 요인 분석을 실시한다. 변수들의 관련성 분석은, 변수를 모델의 분류에 적용하기 전에 그 요인들로 사용될 의미를 파악하는데 도움을 준다.

요인 분석을 실시하기 전에 8가지 변수에 대하여 상관분석을 하였다. 상관분석을 하는 이유는 주어진 8개의 변수간에 어느 정도 이상의 상관관계가 있을 때만이 요인 분석의 의미가 있기 때문이다.

[표 1] 실험 변수의 상관분석

variables	CT	RT	AvgDem	VarDem	ErrFcst	FGI	PostInv	PreInv
CT	100*	-30	-46*	-34	-32	-81*	-83*	-76*
RT	-30	100*	-4	33	34	2	11	-5
AvgDem	-46*	-4	100*	81*	37	48*	54*	21
VarDem	-34	33	81*	100*	47*	39	42*	-2
ErrFcst	-32	34	37	47*	100*	28	44*	-2
FGI	-81*	2	48*	39	28	100*	93*	80*
PostInv	-83*	11	54*	42*	44*	93*	100*	65*
PreInv	-76*	-5	21	-2	-2	80*	65*	100*

[표 1]은 상관분석 결과이며, 상관계수의 절댓값이 0.4보다 큰 경우에 *를 표시하였다. *가 충분히 많다는 것은 8개의 변수들간에 그만큼 상관관계가 높다는 것을 말하고, 이는 요인 분석을 통하여 의미있는 결과를 얻을 수 있을 것임을 나타내고 있다.

이들 8개의 변수들에 대한 요인 분석을 실시

하였다. 분석결과 요인은 세 가지로 보는 것이 가장 적당하였고, 그 결과 요인계수는 [표 2]와 같다. 전반적인 설명력은 73% 이상이었고, 각 변수에 대한 설명력은 ErrFcst=0.60를 제외하면, 나머지 7개의 변수에 대해서는 0.89 이상의 높은 수치를 보여주고 있다.

[표 2] 실험 변수의 요인 분석

variables	Factor1	Factor2	Factor3
CT	-0.27597	0.08166	-0.16492
RT	0.00776	-0.17646	0.75434
AvgDem	-0.05336	0.49950	-0.27114
VarDem	-0.12746	0.46129	0.03190
ErrFest	0.05760	0.18292	0.34196
FGI	0.27749	0.01741	-0.07567
PostInv	0.23601	0.05778	0.01201
PreInv	0.36057	-0.21147	-0.0835

요인 분석 결과는 [표 3]과 같다. 세 가지 요인에 대하여, 첫번째 요인은 PreInv, FGI PostInv, CT 등이 관련되었고, 두번째 요인은 AvgDmd, VarDmd, ErrFcst 등이, 그리고 마지막 요인에는 RT, ErrFcst가 관련되었다.

[표 3] 실험 변수의 요인 분석 결과

factors	variables
Factor 1	Finished Goods Inventory (FGI), Post-heating Inventory (PostInv), Pre-heating Inventory (PreInv), Cycle Time (CT)
Factor 2	Average of Demand (AvgDem), Variance of Demand (VarDem), Error of Forecasting (ErrFest)
Factor 3	Response Time (RT), Error of Forecasting (ErrFest)

요인 분석의 결과, 재고와 관련된 세 가지 변수와 CT가 유사한 요인으로 작용하고 있으며, 수요와 관련된 세 가지 변수가 동일하게, 그리고 평균생산시간과 수요예측편차가 유사하게 작용하고 있다고 볼 수 있다.

4. 제품 모델의 군집화

3장에서 제시된 변수들을 사용하여 분석대상인 자동차 변속기 모델을 군집화한다. 변속기 모델은 크게 소형과 대형으로 나뉘고, 자동차 용량에 따라서 모델로 나뉘며, 몇 가지 모델에 대해서는 옵션에 따라 또다시 나뉘게 된다. 10가지 변속기 모델에 대하여 군집 분석을 시행하였다.

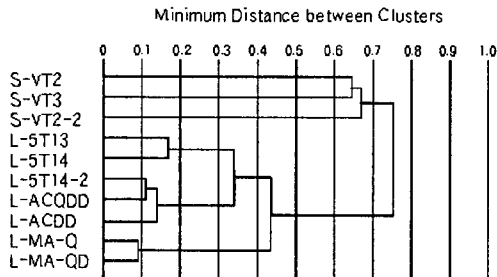
4.1 실험 결과

8가지 실험 변수에 대한 10가지 변속기 모델의 군집 분석 결과는 [표 4]와 같다.

[표 4] 제품 모델의 군집화

군집수	군집화	개체수	정규최소 거리
9	L-MA-Q L-MA-QD	2	0.089723
8	L-5T14-2 L-ACQDD	2	0.110464
7	CL8 L-ACDD	3	0.134428
6	L-5T13 L-5T14	2	0.166513
5	CL6 CL7	5	0.335407
4	CL5 CL9	7	0.436119
3	S-VT2 S-VT3	2	0.636602
2	CL3 S-VT2	3	0.658401
1	CL2 CL4	10	0.742492

정규최소거리(normalized minimum distance)의 값 0.4를 기준으로 하면, 첫 번째 군집은 L-MA-Q와 L-MA-QD', 두 번째 군집은 L-5T14-2', L-ACQDD', L-ACDD', L-5T13', L-5T14'으로 형성되었고, 나머지 모델인 'S-VT2', 'S-VT3', 'S-VT2-2'은 개별적으로 존재하였다. 소형 모델들은 개별적 특성이 두드러진다는 것을 알 수 있다. 모델의 군집화 과정을 덴드로그램으로 그리면 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 제품 모델의 덴드로그램

4.2 군집화 결과 분석

[표 5]는 군집화 결과 분류된 제품 모델을 보여준다. 첫 번째 군집은 'L-MA-Q'와 'L-MA-QD'으로 구성되고, 두 번째 군집은 L-5T14-2', L-ACQDD', L-ACDD', L-5T13', L-5T14', 나머지 'S-VT2', 'S-VT3', 'S-VT2-2'은 편의상 세 번째 군집으로 분류하였다.

[표 5] 제품 모델의 군집화 결과

모델명	변속기 모델설명	군집
L-MA-Q	대형 MA-Q(M12)	1
L-MA-QD	대형 MA-QD(M12)	1
L-5T14-2	대형 5T CARGO 14-2	2
L-ACDD	대형 AC 540 DD	2
L-ACQDD	대형 AC 540 QDD	2
L-5T13	대형 5T CA 13	2
L-5T14	대형 5T CARGO 14	2
S-VT2	소형 VT(2.5T)	3
S-VT2-2	소형 VT(2.5T)-2	3
S-VT3	소형 VT(3.5T)	3

먼저 제품 모델들의 군집의 특성을 살펴보기 위하여 각 변수들의 크기를 비교를 하였다. [표 6]은 상호관련성을 고려한 요인 분석 결과와 함께 각 변수들의 크기를 비교하고 있다.

[표 6] 제품 모델 군집의 요인별 특성

variables	Factor 1		Factor 2		Factor 3				
	FGI	Post Inv	Pre Inv	CT	Avg Dmd	Var Dmd	Err Fest	Err Fest	RT
Cluster1	H	H	H	L	H	H	M	M	M
Cluster2	M	M	M	M	M	L	H	H	L/H
Cluster3	L	L	L	H	L	L	L	L	L

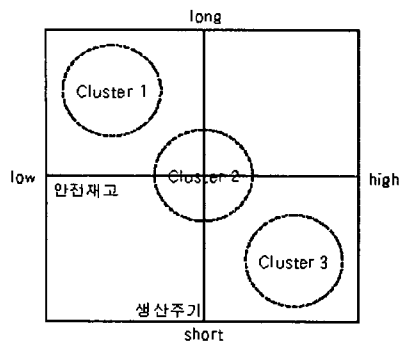
(H: high, M: middle, L: low)

Cluster 1 (high inventory, high demand, middle responsiveness): 첫 번째 군집에 속하는 제품들은 Factor 1에서 볼 때 전반적인 재고량이 많다. 이는 Factor 2에서 나타난 것처럼 수요의 양이 많고, 분산이 크기 때문에, Cycle Time(CT)이 작고, 수요 예측력(ErrFest)이나 생산대용력(RT)이 어느 정도 있지만, 수요를 감당하지 못하는 모델들이다. 이러한 모델은 지속적으로 많은 양의 수요가 발생하기 때문에 지속적인 재고수준의 검사와 동시에 잦은 생산계획을 수립할 필요가 있다.

Cluster 2 (middle inventory, middle demand, mixed responsiveness): 두 번째 군집에 속하는 제품들은 재고량과 수요량이 중간 정도이고 수요의 변동(VarDmd)이 적지만, 수요예측력(ErrFest)이 좋지 않다. 이 군집에 속하는 모델에 대해서는 Cycle Time(CT)이 그리 크지 않고 수요 변동(VarDmd)이 적기 때문에 수요예측(ErrFest)을 개선하고 안전재고를 확보함으로써, 수요대용력을 높일 수 있을 것이다.

Cluster 3 (low inventory, low demand, low responsiveness): 세 번째 군집에 속하는 모델은 재고량과 수요량이 작기 때문에 Cycle Time(CT)이 큼에도 불구하고, 높은 예측력(ErrFest)으로 생산대용을 비교적 잘하는 편이다. 이는 Cycle Time(CT)이 길기 때문에 간헐적인 생산을 통하여 적정량의 재고량을 보유하는 것이 현재의 안정성을 유지할 수 있을 것이다.

이러한 군집에 대한 생산주기와 재고수준에 대한 특징을 요약하면 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 군집별 전략 포트폴리오

5. 결론

제품 다양성의 증가로 인한 완제품재고와 재공재고의 증가는 불가피하다. 재고의 증가는 제품수요가 불규칙하고, 예측하기 어려운 경우에 더욱 심화된다. 다양한 제품 모델에 대한 생산재고 정책을 효과적으로 적용하기 위해서는 모델을 특성에 따라 군집화하고 그 특성을 파악하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 이를 위하여 자동차 변속기 모델을 대상으로 수요의 양과 안정성, 수요예측의 정확성, 사이클타임과 생산대응성, 재고 수준 등의 기준을 정하고, 모델들을 군집 분석을 수행하였다. 또한 이 변수들의 해석에 도움을 주기 위해 요인 분석을 통하여 변수간의 관련성을 파악하였고, 모델의 군집의 특성을 해석해보았다.

이러한 다양한 제품 모델의 군집화는 생산재고 정책 수립을 단순화하여 다품종모델의 관리를 수월하게 한다. 이러한 연구는 단단계 공급망과 민첩생산시스템에서 다품종모델의 생산재고 관리에 도움이 될 것이다.

참고문헌

- DeCroix, G. A. and A. Arreola-Risa. 1998. *Optimal Production and Inventory Policy for Multiple Products Under Resource Constraints*. *Management Science* 44 950-961.
- Fisher, M., K. Ramdas, and K. Ulrich. 1998. *Component Sharing in the Management of Product Variety*. *Management Science* 45 297-315.
- Hwang, J. and M. R. Singh. *Optimal Production Policy for Multi-stage Systems with Setup Costs and Uncertain Capacities*. *Management Science* 44 1279-1294.
- Meyer, Marc H., Alvin P. Lehnerd. 1997. *The Power of Product Platforms*. The Free Press, New York.
- Pine, B. J. II. 1992. *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Harvard Business School Press, Cambridge, MA.