

시스템다이내믹스 기법을 활용한 차급별 월간 자동차 수요 예측 모델 개발

곽상만(시스텍믹스(주)), 김기찬(가톨릭대 경영학과 교수),
안수웅(한국자동차산업연구소), 장원혁(시스텍믹스(주)),
홍정석(아주대학교 에너지학과)

제1장 서론

우리나라 자동차 보급률은 자동차 1 대당 인구 3.9 명으로 집계되고 있다. 이 수치는 미국 (1.3 명), 일본(1.8 명), 서유럽(평균 2.1 명) 등에 비해 아직 차이가 많으나, 우리나라의 짧은 자동차 역사를 감안할 때 거의 성숙기에 이른 것으로 볼 수 있다. 자동차 산업 면에서도 1980년대 이전 수요가 공급을 초과하는 공급 주도 시장에서 1990년대의 과도기를 거쳐 지금은 공급능력이 수요를 초과하는 수요주도 시장으로 변환되었다.

수요 주도 시장은 수요에 따라 자동차를 생산하여야 하는 어려움이 따르게 된다. 공급이 수요를 따르지 못하면 그만큼 기회적 손실이 발생하는 것이고, 공급이 수요를 초과한다면 판매하지 못하는 자동차에 대한 직접적 손실은 물론, 재고로 인하여 발생하는 손실도 무시할 수 없다.

따라서 수요 주도 시장에서는 자동차 생산계획은 수요를 정확하게 예측하는 작업부터 시작하게 된다. 그 동안 자동차 수요를 예측하는 작업의 주요 골격은 모두 통계적 기법에 의존하여 예측하는 방법이나, 수요 처 별로 예상 판매량을 근거로 자동차 수요를 예측하는 방법을 사용하여 왔다. 우리나라는 후자를 주로 사용하였고, 통계적 기법에 의해 예측된 자료를 참고로 사용하는 형태를 취해 왔다.

실적 자료를 근거로 객관적인 모델을 개발하는 통계적 예측으로 상당한 Insight를 얻을 수 있는 것이 사실이다. 그러나, 보다 객관적이고 합리적인 방법이라고 할 수 있는 통계적 기법이 이렇게 보조 정보로 밖에 사용되지 못하는 데는, 그 동안 우리의 생산 계획이 공급 주도로 이루어져서 수요 예측의 중요성이 간과되어 왔다는 사실 이외에도 몇 가지 설득력 있는 근거가 있다.

- 첫째, 우리나라 자동차 산업은 개발 단계를 거쳐서 이제는 성숙 단계에 접어들었으며, 따라서 개발 단계에서 수집된 자료를 근거로 미래를 예측하는 것에는 한계가 있다.
- 둘째, 통계적 방법은 거시적 관점에서 균형상태의 수요를 예측하는 것이고, 실무자들

에게 필요한 것은 월간 예상 판매량과 같은 단기적 수요를 예측하여야 하며, 이 단기적 수요에는 수 많은 동적 (Dynamics) 현상이 관련되어 있으므로 통계적 방법은 적당하지 못하다.

- 셋째, 실무자들은 경험에 의해 많은 지식을 얻고 있으나, 그 지식을 기존의 통계적 방법에 활용하기에는 한계가 있다.
- 넷째, 자동차 수요와 관련되어 경제 / 사회 / 문화적 변화가 끊임없이 발생하는데, 통계적 모델은 그 변화를 수용하는 데 한계가 있다.

사실, 자동차 수요의 예측 값은 환경 변화에 따라 계속 변해야 한다. 예측된 수요와 실적 값이 차이가 나는 이유는 예측을 잘못해서 발생하기도 하지만, 현존하는 최고의 예측 기술로 수요를 예측하였다 하더라도 환경의 변화가 조금만 발생하면 실적은 예측 값을 벗어 나기 마련이다. 모든 사회적 변화를 미리 예측한다는 것이 실질적으로 불가능하므로, 사회적 변화가 발생하였을 때 그것을 바로 모델에 반영할 수 있도록 해야 한다. 즉, 예측 방법도 중요하지만 환경 변화를 즉각 반영할 수 있는 살아 있는 예측이 되어야 한다. 이렇게 하기 위해서는 각종 자료를 자동으로 입력 받아 예측을 하는 전산 시스템으로 구축하도록 하는 것도 매우 필요하다.

우리가 수요를 예측한다고 하지만, 우리는 결코 객관적 입장에 있을 수 없으며, 수요를 발생시키는 사회 시스템의 일부분이다. 즉, 수요를 어느 정도 조정할 수 있는 공급 기능은 물론 정책 기능도 우리 주위에 있으며, 수요는 예측 및 창조의 요소를 모두 갖고 있다고 하겠다. 가령, 판촉 활동으로도 수요를 유발할 수 있고, 장기 저리 이자율을 제공하여서도 절대 수요 자체 또는 차종간의 수요를 조절할 수 있다. 따라서, 공급-수요-정책 등을 모두 같이 평가해야 올바른 방법이다.

우리나라는 미국 등 자동차 선진국에 비하면 아직 변화의 여지가 많은 사회이다. 그 변화 요인의 예로는 주 5일 근무제, 중고차 시장의 발달, 자동차 용도의 다양화, 자동차 권역의 확대(가령 남북간 왕래 등을 통해) 등을 들 수 있다. 이 중 자동차 권역의 확대는 장기 수요 예측 시 반드시 반영해야 하는 요인이고, 중고차 시장의 발달 및 자동차 용도의 다양화는 중장기 수요 예측 시, 내년부터 실시될 주 5일 근무제는 단기 예측 시 반드시 고려되어야 할 요인이다. 문제는 이러한 요인은 실적 자료가 없기 때문에 자료에 의존하는 통계적 방법은 아무래도 무리가 있게 된다.

이상의 상황을 바탕으로 이번 연구에서 선택한 방법론은 시스템다이나믹스 (System Dynamics) 기법의 도입이다. 실적자료와 실무경험 등 지식을 모두 다 활용하는 시스템다이나믹스 기법은 전술한 모든 문제를 해결할 실마리를 갖추고 있다. 그러나, 이번 연구는 국내에서 처음 시도하는 작업인 만큼, 모든 문제를 한번에 해결하기 보다는 기본 골격의 완성에 중점을 두고 있으며, 추후의 발전 가능성을 남겨 두기 위해 노력하였다.

제2장 방법론

1. 차급별 자동차 수요예측의 기본 방법론

1) 하향식 예측 및 상향식 예측

차급별 자동차 수요를 예측하는 방법에는 크게 두 가지가 있을 수 있다. 그 하나는 당시의 경제·사회적 상황을 고려하여 예측된 총 자동차 수요를 차급별로 배분하는 방식이다. 이는 총수요로부터 차급별 수요를 예측한다는 의미에서 하향식 방법(Top-Down Approach)이라고 할 수 있다. 또 다른 방법은 차급별 수요를 예측하고 총 수요는 그 합으로 계산하는 방식이다. 이 방식은 상향식 방법(Bottom-Up Approach)이라고 할 수 있다.

지금까지 자동차 수요 예측은 총수요를 먼저 예측하는 하향식 방법이 주를 이루었다. 이 방식의 기본 논리는 어떤 시점에서의 그 시점까지 전개되는 과거가 있고, 그 시점에서의 경제 / 사회 / 문화적 요인이 결정되면 그에 따라 자동차 수요가 자동적으로 결정된다는 것이다. 이 논리를 개인에 적용하면 다음과 같다. 어떤 사람이 차를 살 것인가 말 것인가가 그 사람의 경제적 환경, 속한 사회의 전반적 분위기 등에 의해서 결정이 되면, 그 다음 어떤 차를 살 것인가를 결정하게 된다는 것이 하향식 방식의 기본 논리이다.

이와 반대의 의견이 있을 수 있다. 가령, 자동차의 구매 여부를 전혀 고려하고 있지 않다가, 우연히 미니밴의 광고를 보게 된다. 그리고 이 사람은 현재 비록 차를 갖고 있지만 미니밴을 사게 된다면 가족과 함께 주말마다 편안하게 여행할 수 있다는 기대감에 의해 새 미니밴을 구입하게 된다. 이러한 구매 논리는 상향식 방식에 적용되게 된다.

2) 자동차 수요의 구분

어느 방식으로 차급별 자동차 수요를 예측할 것인가를 결정하기 전에 먼저 자동차 수요를 다음과 같이 3가지로 구분하여 보자.

- 대체수요 : 소유하고 있던 자동차를 팔고 새로운 자동차를 구입
- 신규수요 : 자동차를 소유하지 않았던 가구에서 새로운 자동차를 구입
- 추가수요 : 자동차를 이미 소유하고 있는 가구에서 새로운 자동차를 추가로 구입

대체수요는 갖고 있던 차를 처분(중고처분 혹은 폐차)하고 새차를 구입하는 것을 의미한다. 갖고 있던 차를 처분하는 이유는 여러 가지가 있을 수 있겠지만, 차가 노후해서 새로운 차를 구입하는 경우가 대체수요의 대부분을 차지하게 될 것이다.

신규수요는 차를 소유하지 않고 있다가 차를 새로이 구입하는 경우에 해당한다. 신규수요의 형태도 여러 가지가 가능하다. 우리나라의 경우는 1990년대 초 모방효과가 주를 이루다

가, 1990년대 중반에는 경제적 여건의 허락으로 신차를 구입하는 경우가 많았을 것으로 판단된다. 최근에는 이러한 요소 외에 사회 진출로인하여 신차를 구입하게 되는 부류가 주요 원인의 하나로 자리잡고 있다고 볼 수 있다.

추가수요는 이미 차를 소유하고 있는 가구에서 자동차를 추가로 구입하는 경우이다. 차를 2 대 이상 소유하는 이유로는 맞벌이 부부 등의 경제 활동적 이유, 혹은 주말 가족 여행 등의 문화적 이유 등 다양하다.

3) 수요 구분별 적용된 방법론

수요를 일단 대체수요, 신규수요, 추가수요로 구분하면 수요 예측에 하향식 및 상향식을 적용할 것인지 어느 정도 정리된다. 대체수요의 경우는 차를 살 것을 결정하고 어느 차를 선택할 것인가의 하향식 방식이 주를 이루고, 신규수요는 하향식이 주를 이루는 가운데 상향식 요소도 다분히 있으며, 추가수요는 상향식과 하향식이 거의 대등하게 작용한다. 이번 연구에서는 하향식과 상향식 예측 방법을 모두 적용하기로 한다.

2. 하향식 방법론

하향식 방식은 자동차의 전체 수요를 결정하는 것이 가장 중요한 작업이다. 전체 수요의 결정 방식에도 두 가지가 있을 수 있다. 그 하나는 수요 자체를 직접 측정하는 것이고, 또 다른 하나는 보유 자동차 수로부터 수요를 결정하는 방식이다. 보유자동차수(단위 = 대)는 하나의 Stock 개념이고 수요(단위 = 대/월)는 Rate의 개념임을 주의할 필요가 있다.

우리는 수요를 대체수요, 신규수요, 추가수요로 구분하는 관계로 수요를 직접 측정하는 것 보다는 Stock의 개념인 보유자동차수로부터 수요를 측정하는 방식을 택하기로 한다. 보유자동차수가 Stock 개념이고 수요가 하나의 Rate개념이면 반드시 따라야 하는 또 다른 Rate는 폐차(월간 폐차량; 단위 = 대/월)이다.

대체수요는 보유자동차수 자체에는 영향을 주지 않는다. 이의 평가를 위해서는 신차를 구입하여 중고처분 혹은 폐차 처분할 때까지를 측정하는 Stock 개념의 변수가 더 필요하다. 그리고 새로 구입한 신차를 일정 기간(신차 보유 기간) 동안 보유한다고 가정할 수 있다. 그리고 신차 보유 기간을 경제 / 문화적 변수의 함수로 만들어 대체수요에 상향식 요소를 어느 정도 고려할 수 있다.

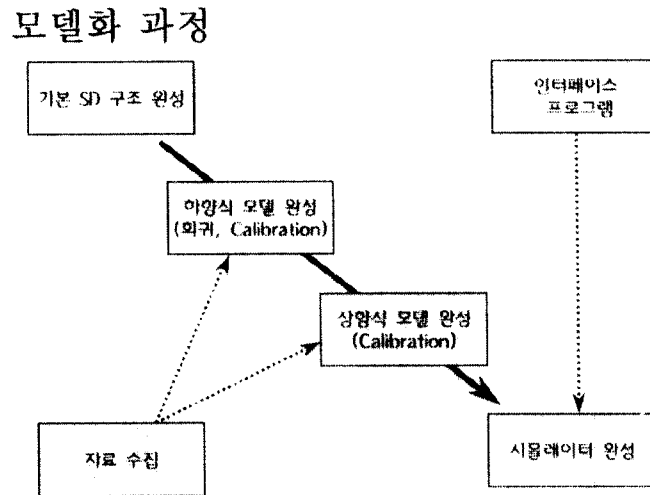
신규수요와 추가수요는 보유 자동차 수에 직접 영향을 주지만, 또 다른 Stock 개념의 변수를 필요로 하는데, 자동차를 2 대 이상 보유한 가족 수, 또는 이와 대등하게 자동차를 2 대 이상 보유한 가족의 비율(중복 소유 가구 비율)을 사용할 수 있다. 이 두 가지 변수로부터 신규수요와 추가수요를 산술적으로 계산할 수 있다.

3. 상향식 방법론

상향식 방식의 첫번째 가정은 차급별로 저마다의 특징이 있으며, 그것은 라이프스타일에 따라 차급별로 경쟁이 이루어진다는 것이다. 이 라이프스타일은 차를 구입할 당시의 경제 / 문화적 특성에 따라 결정된다. 라이프스타일 이외에도 차급별 가격차, 차급별 품질의 차 등도 영향을 주고, 마지막으로 유행하는 차급이 존재할 수 있다(심리적 요인).

차급별로 이러한 요인이 결정된 후에는 하향식에 의해서 결정된 총 수요를 기준으로 각 차급별 수요를 결정하게 된다. 항상 총수요를 기준으로 매월 차급별 수요를 상향식으로 결정하게 되면 장기적으로는 총수요의 수준에서 머물면서 단기적으로는 총수요를 초과할 수도 미달할 수도 있다. 이런 이유에서도 단기 수요 예측에는 상향식 요소가 반드시 필요하다.

이상의 과정을 개념적으로 도시하면 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 모델화 과정

4. 사용된 기법

자동차의 단기 수요와 관련된 모든 요소를 시스템다이내믹스 기법을 활용하여 모델화 하는 것이 가능하지만, 이번 연구에서는 시스템다이내믹스 기법과 아울러 회귀(Regression) 방법, 캘리브레이션(Calibration) 방법 등을 병행하기로 한다. 중요 변수별로 적용한 방법은 <표 1>과 같다.

<표 1> 중요 변수에 적용된 방법

	변 수	회귀 방법	비고
하향식	보유 자동차 수	Regression	
	자동차 중복 소유 가구 비율	Calibration	
	자동차 평균수명	Calibration	
	중고처분 고려 기간	Calibration	신차보유기간과 대등
	월간 폐차량	시스템다이나믹스	
	월간 중고처분	시스템다이나믹스	
	총 월간 대체수요	시스템다이나믹스	
	총 월간 신규수요	시스템다이나믹스	
	총 월간 추가수요	시스템다이나믹스	
상향식	차급별 월간 수요	시스템다이나믹스	
	추가수요 중 신차 비율	Calibration	
	신규수요 중 신차 비율	Calibration	
	차급별 경제문화 지수	Calibration	
	차급별 가격 경쟁 지수	Calibration	
	차급별 품질 경쟁 지수	Calibration	
	차종별 심리적 경쟁 지수	Calibration	

회귀 방법은 독립변수(Independent Variables)와 종속변수(Dependent Variables)가 모두 존재할 때 가능하다. 독립변수는 존재하는 변수를 사용한다고 가정하고, 문제는 종속변수(위의 변수들)의 자료가 존재하는가의 여부가 문제가 된다. 위의 표에 나열된 중요 변수 중 보유 자동차 수와 월간 폐차량은 월별로 정리가 되어 있으나, 나머지 변수들은 모두 존재하지 않는 변수들이다. 구하고자 하는 변수들의 값이 없을 경우는 시스템다이나믹스 기법을 사용하여 전체 구조를 결정하고, 일부는 정의식에 의해, 일부는 Calibration에 의해 모델화하였다.

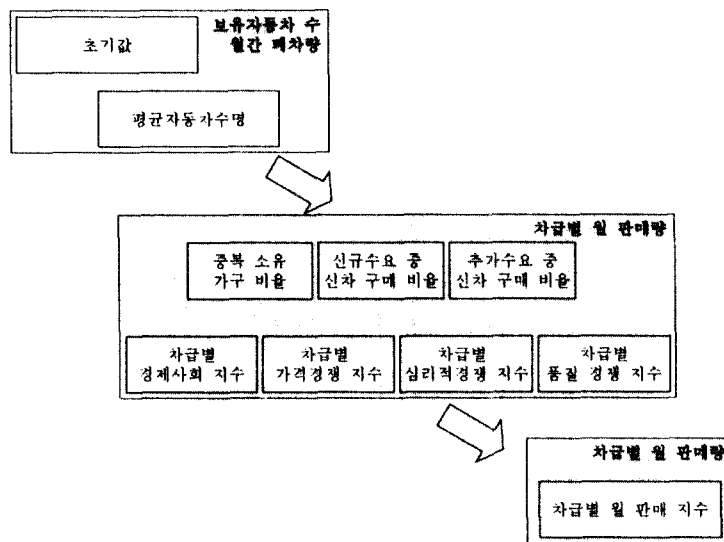
완성된 회귀 모형은 시스템다이나믹스 모델에서 변수의 일부로 사용하게 된다. 따라서 회귀 모형의 종속변수로 사용되는 함수의 형태와 시스템다이나믹스의 함수 형태가 일치되도록 하는 것이 매우 중요하였다. 특히, 시간과 관련하여 시스템다이나믹스 소프트웨어에는 여러 가지 지연(Delay)함수와 Smooth함수를 지원하기 때문에 통계 소프트웨어와 잘 결합하면 한 가지만을 사용하는 것보다 유리한 점이 있다.

캘리브레이션 기법은 목적함수가 실적자료와 근사하게 접근하도록 하는 주어진 변수의 모형을 결정하는 것이다. 정확한 수학적 해를 구하는 회귀모형과는 달리 시행착오로 모형을 결정하여야 하기 때문에 적게는 수 백번 많게는 수십 만번의 시뮬레이션을 수행하여야 한다. 또한, Local Optimum과 Global Optimum이 같은 좌표로 공간 하에서 정확하게 해를

구하는 회귀 방법과는 달리 캘리브레이션 기법에서는 Local Optimum이 항상 Global Optimum이 되리라는 보장이 없다. Global Optimum인가를 확인하는 유일한 방법은 시뮬레이션의 결과를 눈으로 직접 확인하는 방법 밖에는 없다. 경우에 따라서 목적함수가 Global Optimum인 것 같지만, 시스템다이나믹스 모델에서 사용하는 다른 변수들의 값이 실제 값과 많이 다를 수 있다. 이 경우는 결국 Local Optimum인 셈인데, 이의 확인 작업을 위해 변수로 어떤 것을 쓸 것인지, 어떤 값을 실적 자료로 사용하고 어떤 값을 내생 변수로 사용할 것인지 등에 대한 정확한 design이 매우 중요하다.

체계적인 검증 방법이 없는 캘리브레이션 기법을 많이 사용하였다는 것은 이번 연구의 한계이며 추후 개선되어야 할 부분이다. 개선 방향은 크게 두 가지 인데, 그 하나는 자료를 더 수집하여 회귀 방법을 사용하는 것이고, 다른 하나는 시간을 갖고 보다 자세한 시스템다이나믹스를 개발하는 것이다. 결국 두 가지 모두 시도되어야 할 것이다.

다음 <그림 2>은 캘리브레이션을 위한 개념적인 순서도이다.



<그림 2> 캘리브레이션 순서

제3장 모델의 구성

1. 모델의 주요 구조(시스템다이나믹스 모델)

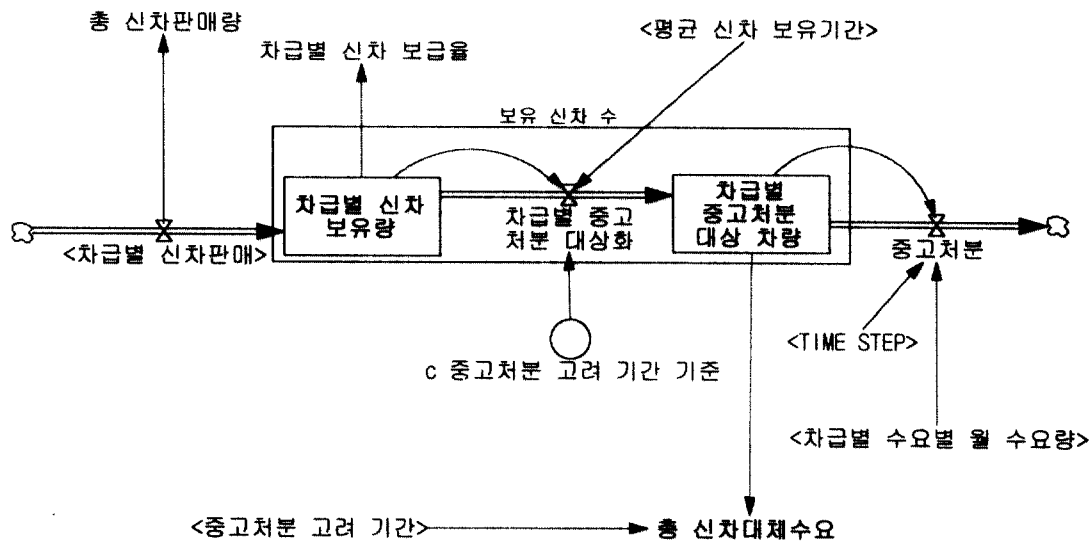
회귀 모형을 통계프로그램으로 완성한 다음 시스템다이나믹스 모델로 전환하고, 캘리브레이션 역시 시스템다이나믹스 모델을 이용하여 수행하게 된다. 결국 시스템다이나믹스 모델이 모든 결과를 포함하고 있고, 전체 모형의 근간이 된다.

1) 자동차 스톡 변수들

성숙된 자동차 산업에서는 대체수요가 가장 중요하다. 이 대체 수요를 올바르게 예측하기 위해서는 보유 자동차 수를 보유 신차 수, 보유 수입자동차 수, 중고 시장 재고량, 보유 중고차 수 등으로 구분할 필요가 있다.

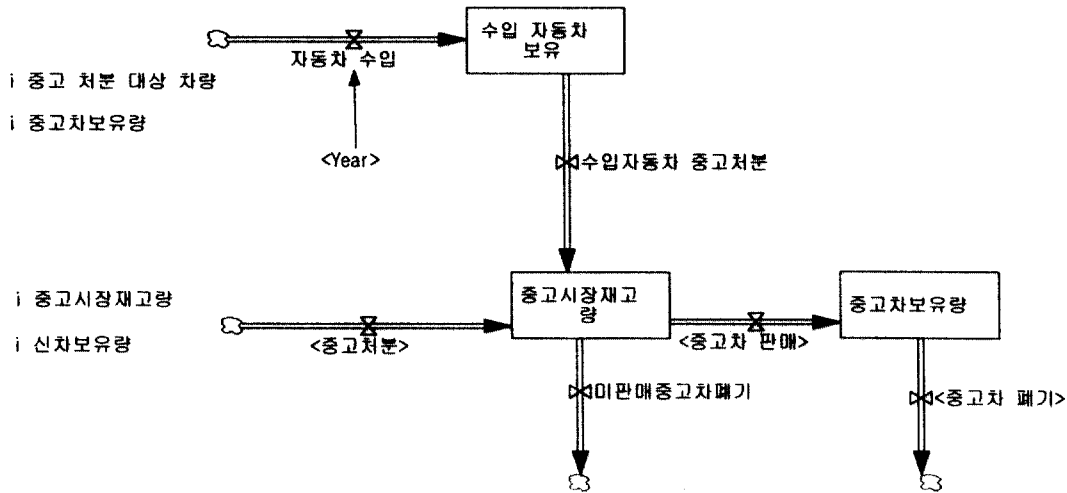
보유 신차 수는 신차 구매 후 소유주가 바뀌지 않은 자동차 수를 의미한다. 이 보유 신차는 언젠가는 폐차가 되거나 중고 시장에 처분된다. 모델을 단순화하기 위해서 신차 폐차는 없는 것으로 하고 모두 중고 처분된 후 폐차된다고 가정하였다. 만약 중고처분 차량이 중요한 수치이면 이 가정에는 무리가 따르게 되나, 우리가 현재 관심 있는 것은 월간 신차 판매량이므로 이 가정은 무리가 없다. 왜냐하면, 대체 수요는 중고 처분 차량 + 신차 폐차량이므로 이를 합쳐서 중고 처분 차량이라고 정의해도 무방하기 때문이다.

그런데, 대체 수요에 중요한 변수는 새로 구입한 신차가 언제 중고 처분(혹은 신차 폐차; 앞으로는 모두 중고 처분이라고 표기)되느냐가 매우 중요하다. 이 과정을 보다 정확하게 묘사하기 위해 보유 신차 수를 신차 보유량 및 중고처분 대상 차량으로 구분하였다.



<그림 3> 신차 보유량에 대한 흐름도

이번 연구에서는 11 가지의 자동차 차급을 고려하고 있다. 이 11 가지 자동차 차급은 국산차는 물론 수입 자동차도 포함된다. 이번 연구에 사용된 자료는 모두 국산차 이므로 수입 자동차는 총 수요의 여분만으로 고려되었다. 그러나, 대우자동차가 GM에 매각되면서 앞으로 수입자동차의 변동이 매우 심화될 것이라는 점을 고려한다면, 이 부분은 추후 반드시 보완되어야 한다. 중고시장 재고량이나 보유 중고차 수는 되도록 간략히 모델화 하였다. (<그림 4> 참조)



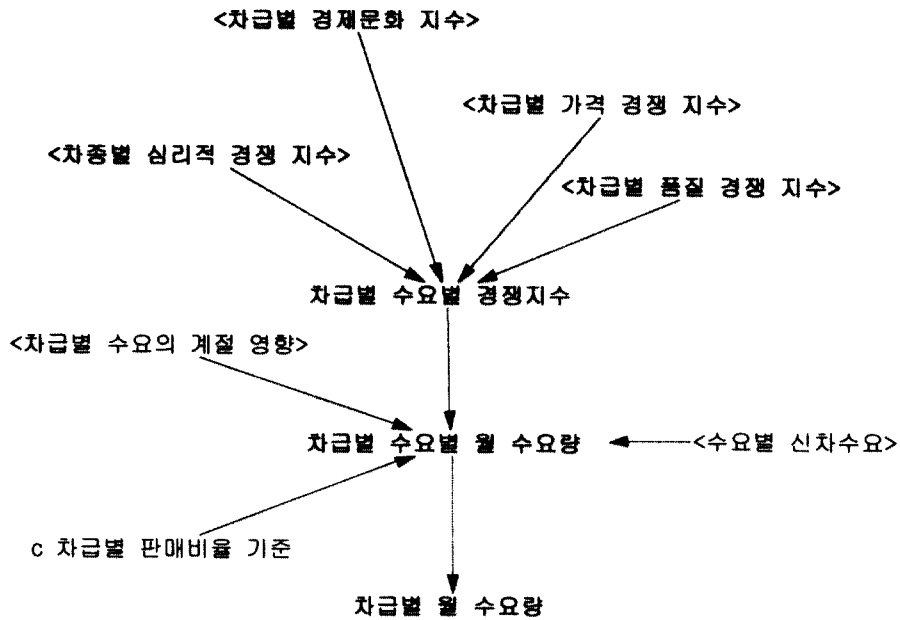
<그림 4> 중고차 보유량에 대한 흐름도

2) 하향식 방법과 관련된 변수들

전술한 바와 같이 보유 자동차 수는 회귀 방법에 의해 결정되었고, 나머지 캘리브레이션 을 수행한 변수들과 함께 시스템다이내믹스 모형과 서로 연결되어 있으며 앞서 설명한 스톡 변수들에 의해 시간에 따라 시뮬레이션이 가능하게 된다. 그리고, 캘리브레이션은 각 변수들의 계수들의 값을 결정하는 것이다. 각 계수들은 벡터로 되어 있으며, 그 성분의 수는 그 변수를 묘사하는 데 사용된 변수의 수와 같다. 어느 시점에서의 보유 자동차 수 및 자동차 중복 가구 비율이 결정된다면, 단순한 정의 식에 따라 신규 수요와 추가 수요를 계산할 수 있다.

3) 상향식 방법과 관련된 변수들

다음에 언급되지만 상향식 방법의 주요 골격은 <그림 5>에 나타난 바와 같이 차급별로 경제문화 지수, 가격 경쟁 지수, 품질 경쟁 지수 및 심리적 경쟁 지수 등의 매개 변수를 도입한 것이다.



<그림 5> 차급별 월 수요량

2. 하향식 예측

다음 표에는 보유자동차수, 중복소유가구비율, 자동차평균수명, 중고처분 고려기간에 영향을 주는 변수들을 경제적, 문화환경적, 기술적 요인 등으로 구분하여 4가지 변수에 대한 각각의 영향여부를 나타내었다.

<표 2> 하향식 예측에 관련된 변수

영향을 주는 변수			영향받는 변수				비고
구분	변수	보유자동차 수	중복소유 가구비율	자동차평균 수명	중고차분 고려기간		
경제적 요인	자동차 구입비 대 자산비율	자동차 평균 가격	○	○	○	○	이동평균
		소형 자동차 평균 가격	○	○	○	○	이동평균
		구입 시 자동차 세	○	○	○	○	이동평균
		이자율	○	○	○	○	이동평균
		종합주가지수, 지가지수	○	○	○	○	이동평균
		일인당국민소득	○	○	○	○	이동평균
		소득불균형	○	○	○	○	이동평균
	운전유지 비 대 소득비율	연료비	○	○	○	○	
		운전 중 자동차 세	○	○	○	○	
		보수유지비	×	○	○	○	
		일인당국민소득	○	○	○	○	
		소득불균형	○	○	○	○	
	소비자물가지수	○	○	○	○		
문화 환경적 요인	자동차의 보편화	운전면허 소지자 수	×	○	×	○	
		자동차 보급률	×	○	×	×	
	자동차 용도	출퇴근용 (실업률)	×	○	×	×	지니계수
		장보기 (소비선행지수)	×	○	×	×	
		가족 여행	×	○	×	×	
	교통환경	교통 혼잡도	×	×	×	×	
		대중교통수단 발달정도	×	×	×	×	
	필수품으로 인식하는 비율	×	×	○	×		
심리적 요인		신형자동차의 등장	×	×	○	×	
		디자인 변화	×	×	○	×	
기술적 요인		자동차의 내구성	×	×	○	×	
		자동차 보수의 용이성	×	×	○	×	
		자동차에 대한 지식	×	×	○	×	

1) 보유 자동차 수

보유 자동차 수는 공급의 제한이 없다는 전제 하에서 여러 가지 요인이 작용하는데, 기술적 요인(자동차의 성능 등) 보다는 경제적 요인(자동차 구입비 대 자산 비율 등)이나 문화 환경적 요인(자동차의 보편화, 관광 산업의 활성화, 교통 혼잡도 등)이 보다 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다(<표 2> 참조).

경제적 요인은 크게 자동차를 구입 시점 및 자동차를 유지하는 시점으로 나누어 분석할 수 있다. 자동차 구입 시의 경제적 요인으로는 자동차 구입비 대 재산 비율로 나타낼 수 있

는데, 이는 자동차 평균 구입 비용이나 소형 자동차의 평균 구입 비용 등으로 나타낼 수 있다. 어느 변수를 선택할 것인가 및 평균 방법이나 그 기간 등은 추후 통계적 분석으로 결정할 수 있다. 자동차의 구입 가격은 자동차의 평균가격, Sales Tax, 이자율(회사채수익율), 등으로 표현된다. 자산을 나타내는 변수로는 과거 일정기간의 GNP로 나타낼 수 있으며, 그 기간 역시 통계적 방법으로 결정할 수 있을 것이다. 또한, 변동하는 자산으로 주식을 소유한 사람이 많으므로 종합주가지수도 자산을 나타내는 변수 중의 하나이며, 실업률은 자산 분포의 불균형을 나타내는 변수로 활용할 수 있다.

운전유지비는 연료비, 자동차 세, 보수비 등으로 구분될 수 있다. 이 중 연료비는 국내 유류 값의 지수를 사용할 수 있고, 자동차세(년간)도 계량화되는 변수이다. 보수비는 결국 고장율과 관계가 깊다고 볼 수 있다. 소득을 나타내는 변수로는 GNP를 사용할 수 있으나, 자동차의 소유라는 점을 감안하면 소득의 불균형도 고려해야 한다. 소득의 불균형으로는 잠정적으로 실업률을 사용하는 것으로 한다. 그리고 소득 및 운전유지비의 상대적 가치를 고려하기 위해서 소비자물가지수도 고려해야 한다.

자동차의 보편화 정도를 나타내는 변수로는 운전면허 소지자 수 및 자동차 보급률 등으로 나타낼 수 있으며, 이 중 자동차 보급률은 보유 자동차 수와 같은 개념으로 일정 기간 전(가령 일년 전)의 자동차 보유 수로 할 수 있을 것이다.

자동차 소유는 자동차의 용도에도 많이 좌우된다. 가장 많은 용도로는 출퇴근용을 들 수 있고, 최근 대형 소매점이 발달하면서 쇼핑용도 늘어나고 있으며, 주 5일 근무제가 정착되면 가족 여행 등에도 보다 많은 이용이 예상된다. 이 중에서 향후 가장 많은 변동이 예상되는 것은 주 5일 근무제일 것이다. 이 주 5일 근무제를 나타내는 변수로는 연중 휴일 수를 들 수 있는데, 반드시 delay 개념을 포함시켜야 한다.

교통의 혼잡도는 앞서 이야기한 출퇴근, 시장보기, 가족 여행 등에 모두 영향을 주고, 대중교통 수단 또한 중요한 변수이나, 그 변화가 매우 느리므로 단기에측에 반영할 필요는 없을 것으로 판단된다.

보유자동차수에 대한 모델은 통계적 방법에 의거하여 준비하였다. 금전적 가치로 나타나는 변수들은 모두 소비자물가지수로 나누었으며, 대부분의 변수는 대수함수로 나타내었다. 그리고 모두 평균값으로 나누어 Normalize를 시켜 Regression의 결과로 나타나는 각 계수들의 값들을 비교할 수 있도록 하였다. 100여가지 다양한 회귀 모델을 검증하였는데 그중 <표 3>에 기술된 모형을 선정하였다.

<표 3> 보유자동차수에 대한 Regression 모델

	SS	df	MS	Number of Obs = 121		
Model	22.3886768	9	2.48763076	F(8, 112) =	17472.58	
Residual	0.015803445	111	0.000142373	Prob>F =	0	
Total	22.4044803	120	0.186704002	R-squared =	0.9993	
				Adj R-squared =	0.9992	
				Root MSE =	0.01193	
OWN_nLn	계수	표준편차	t	p>t	95% 신뢰도구간	
INT_nLn3	-0.1479159	0.0175169	-8.44	0	-0.1826267	-0.113205
KSP_nLn12	0.202278	0.0381949	5.3	0	0.126592	0.2779638
DP_nLn	0.0939832	0.0210897	4.46	0	0.0521926	0.1357739
CPI_n3	1.645362	0.0581372	28.3	0	1.53016	1.760565
CMP_m18	-0.511167	0.1373696	-3.72	0	-0.783374	-0.2389601
EGR_n3	0.0003558	0.0007897	0.45	0.653	-0.0012091	0.0019207
GENE_n24_sq	-1.314322	0.1141914	-11.51	0	-1.5406	-1.088044
LPI_nLn	0.1015152	0.0134078	7.57	0	0.0749467	0.1280836
ER_nLn3	0.0399639	0.0416884	0.96	0.34	-0.0426444	0.1225722
_cons	0.2042318	0.0894151	2.28	0.024	0.0270497	0.3814138
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of Own_nl						
Ho: model has no omitted variables						
F(3, 105) = 1.64						
Prob > F = 0.1841						
Ramsey RESET test using powers of the independent variables						
Ho: model has no omitted variables						
F(34, 75) = 22.80						
Prob > F = 0.0000						
Cook-Weisberg test for heteroskedasticity using fitted values of OWN_nl						
Ho: Constant variance						
chi2(1) = 0.19						
Prob > chi2 = 0.6595						

R-Square값이 보여주듯이 모형은 실적자료를 매우 근사하게 예측한다. R-Square 및 p-value가 모두 양호한 편이나 Ramsey RESET의 p-value는 낮은 편이고, Cook-Weisberg의 p-value는 만족할 만한 수치이다.

모형의 결과를 살펴보면, 우선 소비자물가지수(CPI_n3)에 대한 계수가 양인 점이 특이하다. 소비자물가지수는 스톡변수이고 그 변화율은 물가상승율이다. 확인은 해보지 않았지만 물가상승율에 대해서는 음이 될 것으로 판단된다. 추후 작업에는 소비자물가지수 대신 물가상승율을 독립변수로 포함시키는 것이 모형의 이해에 도움이 될 것이다.

소비자물가지수 이외에는 소득불균형(지니계수; GENE_n24_sq)이 가장 민감한 변수이다. 소득불균형이 로그값이 아닌 상태로도 제곱(_sq)의 형태로 독립변수가 되어도 그 계수가 가

장 크다는 점은 많은 점을 암시한다.

이자율(3개월 변동금리; INT_nLn3)는 3개월 평균(_3)으로, 변동율이 매우 심한 종합주가지수(KSP_nLn12)는 12개월 평균(_12)으로, 변화가 거의 없는 지가지수(LPI_nLn)는 순간값으로, 독립변수가 된다는 사실도 매우 흥미있다.

경제성장율은 그 p-value가 좋지 않은 편이나, 이를 독립변수에서 제외시키면 Ramsey RESET의 p-value 및 Cook-Weisberg의 p-value가 모두 급격히 하락한다. 다른 변수들의 값들이 대부분 월간 자료로 있는데 반하여 경제성장율은 분기별 자료로부터 계산하였기 때문에 p-value가 좋지 않은 것으로 판단된다.

이 회귀 모형을 올바르게 사용하기 위해서는 경제변수들은 모두 Compounding 관계가 있다는 점을 항상 염두에 두어야 한다. 모형에 사용하고 있는 함수의 형태가 제대로 된 것인가를 알아 보기 위해 각종 테스트를 시행하였는데, 그 결과 현재의 모델은 비록 R-Square값이 매우 좋으나 보다 정확한 모델을 위해서는 몇 가지 변수를 더 고려하여야 하고, 독립변수(또는 종속변수)의 함수의 형태를 바꾸어 다시 수행할 필요가 있다. 그러나 독립변수의 p-값이 모두 0 이고, Residual의 분포도 정규분포에서 그렇게 많은 차이를 보이지 않았으므로 일단은 의미 있는 모델이라고 결론을 내었다.

2) 기타 변수

보유 자동차수 이외의 하향식 변수인 자동차 중복 소유 가구 비율, 자동차 평균 수명, 중고차분 고려 기간 (대체수요 대기 기간)은 모두 캘리브레이션하였다. 자동차 중복 소유 가구 비율의 경우, 미국 등 선진국에는 일반적으로 가구에 하나 이상의 차를 소유하는 경우가 많다. 우리나라도 자동차의 기능이 다양화되면서 유사한 현상이 나타날 것으로 예상된다. 자동차의 중복 소유 가구 비율에 영향을 주는 변수들은 소유 자동차 수에 영향을 주는 요인들이 거의 모두 포함된다. 다만 그 정도는 차이가 있을 것이다(<표 2> 참조).

자동차 평균 수명에 영향을 주는 요인은 경제적 문화 환경적 요인 이외에도 심리적 요인 및 기술적 요인을 고려하여야 한다. 그러나 문화 환경적 요인으로는 자동차를 생필품으로 인식하느냐의 정도만 고려하면 된다(<표 2> 참조). 경제적 요인은 앞서와 같이 처리하고, 심리적 요인을 대표할 수 있는 계량화 가능한 변수는 신형 자동차의 등장으로 차종 수로 나타낼 수 있다. 그러나 디자인 변화는 계량화가 매우 힘들므로 일단 지수로 나타내는 것으로 하고, 매년 같은 정도의 디자인 변화가 일어났다고 가정하기로 한다. 추후, 이 변수는 디자인에 투입된 연구비 등으로 정량화가 가능할 것이다.

기술적 요인은 모두 정량화가 매우 어려운 변수들이다. 자동차의 내구성을 나타내는 변수로는 자동차의 불량률을 사용하는 것으로 하되, 그 자료가 용이치 않을 경우는 자동차 제조 기술을 대표하는 변수로 누적 자동차 생산대수 불량률을 직접적으로 유발하는 작업자의 능력을 나타내는 변수로 노사관계 및 자동차 생산시설의 확장 비율(생산을 급격히 확장하면

그만큼 숙련된 작업자가 부족할 것이므로)등을 사용할 수 있다. 자동차 보수의 용이성으로
 는 자동차 보수 산업의 크기 대 보유자동차 수를 사용할 수 있다. 차주의 자동차에 대한 지
 식은 잠정적으로 보유자동차 수로 표시하기로 한다.

3) 총 신규수요 및 총 추가수요

신규수요 및 추가수요는 보유자동차 수, 폐기되는 자동차 수 등에 의해서 추정할 수 있다.

3. 상향식 예측

1) 차급의 구분

이번 연구에서는 <표 4>와 같은 차급을 고려한다. 현재 고려하고 있는 자동차는 모두 가
 정과 중소기업에서 다양한 용도로 사용하는 것이 가능한 것들이다.

<표 4> 고려 대상이 되는 차와 차급 분류

차급	현대	기아	대우	쌍용	삼성
경승용(car1)	아토스	비스토	마티즈, 티코		
소형(car2)	포니, 포니2, 엑셀, 베르나	프라이드,아벨라,리오	맵시나, 라노스, 넥시아, 르망, 시에로,		
중소형(car3)	엘란트라, 아반떼, 코티나, 스텔라	캐피탈, 세피아, 스펙트라, 슈마	에스페로, 누비라		
중형(car4)	쏘나타, 마르샤,	파크타운, 콩코드, 옵티마, 크레도스	레코드, 로얄살롱, 로얄프린스, 프린스, 매그너스, 레간자		SM520
대형(car5)	그라나다, 그랜저,다이너스티,에 쿠스	세이블, 포텐샤,엔터프라이즈	임페리얼, 브루엄, 아카디아	제어맨	SM525
스포츠(car6)	스쿠프, 티뷰론	엘란			
SUV (car7)	갤로퍼, 싼타페,테라칸	스포티지,레토나, 룩스타		무쏘, 코란도	
미니밴(car8)	싼타모,트라제,라비타	카렌스,카스타,카니발	레조		
경상용(car9)		타운너벤, 타운너트럭	다마스, 라보		
소형버스(car10)	그레이스,스타렉스	봉고, 베스타, 프레지오		이스타 나	

<그림 6> 차종별 판매 비율 실적

과거 20년간 차급별 판매 비율을 그래프로 나타내면 <그림 6>와 같다. 그림에서 모델의 구성과 관련하여 특별히 관심을 끄는 점은 다음과 같다.

- 일부 차종은 중간에 새로 도입되었다.
- 월간 판매 비율의 등락 폭이 매우 심하다.

이 두 가지 점은 모두 모델을 위한 개념화를 매우 어렵게 한다. 특히 월간 판매비율의 등락 폭이 매우 심한 점은 일정한 특성에 따라 특정 차종의 판매량을 결정한다는 모델의 기본가정을 곤란하게 하고 있다.

차종 간의 경쟁요소는 매우 다양한데, 주의할 점은 라이프스타일 간의 경쟁이라는 점이다. 이러한 각 변수들을 이용하여 차급별 판매량을 결정할 수도 있지만, 그렇게 될 경우 너무 많은 독립 변수들을 갖게 되므로 다음과 같은 매개 변수를 이용하여 결정하기로 하였다.

- 차급별 경제 문화 지수
- 차급별 가격 경쟁 지수
- 차급별 품질 경쟁 지수
- 차급별 심리적 경쟁지수

이들 변수들에 대한 자료는 실질적으로 얻을 수 없는 것이나, 일단 독립적 의미를 갖는 것이므로 이들 매개변수들의 곱의 형태로 차종별 판매 비율을 결정한다면 모델의 타당성에

영향을 주지 않는다.

2) 차급별 경제 문화 지수

차급별 경제 문화 지수는 자동차 구입 당시 자동차가 갖는 생활의 기능을 나타내는 지수이다. 이 자동차의 역할은 라이프스타일로 생각할 수 있는데 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 출퇴근용 : 출퇴근 등 단순 교통수단
- 가족생활용(가족용) : 가족 여행, 친지 방문 등
- 사무용 : 사무실을 운영하는 중소기업의 다목적 용도
- 자영업자용 : 다양한 물건을 실어야 하는 중소기업의 다목적 용도 신다
- 개인생활용(개인용) : 개인의 취미 생활 위주의 자동차 용도

총 11 개의 차급의 생활의 역할에 대한 지수는 여러가지로 정의할 수 있지만, 이번 분석에서는 단순화시키기 위해서 이분법(적합 / 부적합)을 사용하기로 하였고 <표 5>과 같이 나타낼 수 있다.

<표 5> 차급 및 자동차의 역할

차종분류	출퇴근용	가족용	업무용	자영업자용	개인용
경승용	적합	부적합	부적합	부적합	부적합
소형	적합	부적합	부적합	부적합	부적합
중소형	적합	부적합	부적합	부적합	부적합
중형	적합	부적합	적합	부적합	부적합
대형	부적합	부적합	적합	부적합	부적합
스포츠	부적합	부적합	부적합	부적합	적합
SUV	부적합	적합	부적합	부적합	적합
미니밴	부적합	적합	부적합	부적합	부적합
경상용	부적합	부적합	부적합	적합	부적합
소형버스	부적합	부적합	부적합	적합	부적합
소형트럭	부적합	부적합	부적합	적합	부적합

차급별 경제 문화 지수는 자동차 구입 당시 여러 가지 경제적 / 문화적 요소에 영향을 받게 된다(<표 6> 참조). 또한, 이 지수는 차종 간의 경쟁 요소 및 독립적 요소 모두 포함하고 있으며 이를 모델에 반영해야 한다.

<표 6> 차급별 경제 문화 지수에 영향을 주는 변수

	변수	비고
경제적 요인	경제성장률	소득효과
	소비자물가지수	
	소비자기대지수	
	회사채수익률	
	가처분소득	업무용 및 자영업자용에 영향을 줌
	부도율	
	종합주가지수	자산효과
	지가지수	
진위계수	소득 불균형	
문화적 요인	근무일수	대중교통수단과의 상대적 비교우위
	유가지수	
	*도로 및 주차 환경	단기 예측이므로 분석에도 제외해도 될 것임
	*남북 통행 제한	

주) * 표시는 모델에서 제외한다는 것임

3) 차급별 가격 경쟁 지수

차급별 가격 경쟁 지수는 차종간의 구입가격 및 운전유지비 가격의 비율로 나타낼 수 있다.(<표 7> 참조)

<표 7> 차급별 가격 경쟁 지수에 영향을 주는 변수

	변수	비고
가격 요인	자동차 평균가격	차종간 가격 비율로 고려
	연비 (유류가격)	
	*자동차 등록세율	자동차 가격에 비례하므로 차종별로 세율의 변화가 크지 않으면 제외해도 될 것
	*자동차 취득세율	
	*자동차 보유세	
	Financing 혜택	라이프스타일 간의 경쟁에는 관계 없으나 특정 차에 대한 Financing 혜택이 있을 경우 평균값으로 입력하도록 해야 함
	(관측정책; 할부조건 등)	

주) * 표시는 모델에서 제외한다는 것임

4) 차급별 품질 경쟁 지수

차급별 품질 경쟁 지수는 각 차종의 전반적인 품질을 나타내는 것인데, 이번 연구에서는 경쟁을 통하여 차종별 품질이 변한다는 사실만 고려하기로 하여 차종별 모델 수만을 고려하기로 한다(<표 8> 참조).

<표 8> 차급별 품질 경쟁 지수에 영향을 주는 변수

	변수	비고
기능 요인	*좌석 수	이미 차종에 이를 반영하고 있으므로 따로 고려할 필요가 없음
	*내부 공간	좌석 수와 유사한 특성이 많음
	*고장률	실제 자료가 없어 고려하기가 힘들
	*쾌적함	심리적 요인 중 자동차 이미지와 동일한 개념으로 볼 수 있음
	*남북 통행 제한	
심리적 요인	*자동차 이미지	고급화 정도: 이미 차종에 이를 반영하고 있으므로 따로 고려할 필요가 없음
	선택의 다양성	모델수(경쟁이라는 변수를 통해 또다른 효과가 있음)

주) * 표시는 모델에서 제외한다는 것임

5) 차급별 심리적 경쟁 지수

차급별 심리적 경쟁 지수는 선택의 다양성(차종별 모델 수) 및 차종의 인기도(최근 6개월 간 보급률)을 고려하기로 하였다(<표 9> 참조).

<표 9> 차급별 심리적 경쟁 지수에 영향을 주는 변수

	변수	비고
심리적 요인	자동차에 대한 평판	최근의 자동차 보급률로 고려할 수 있음
	선택의 다양성	

주) * 표시는 모델에서 제외한다는 것임

6) 차급별 월간 판매량 결정 방식

2장에서 언급하였듯이 차종별 수요를 추정하는 방법에는 총수요를 결정하고 그것을 차급별로 배분하는 하향식 방법과 차급별 수요를 예측하여 총수요를 결정하는 상향식 방법이 있을 수 있으며, 이번 연구에서는 이를 모두 고려하였다(<표 10> 참조).

<표 10> 차종별 월간 판매량의 결정 방식

구분	하향식 요소	상향식 요소	비고
경제문화 지수	있음	있음	
가격 경쟁 지수	있음	있음	
품질 경쟁 지수	있음	있음*	상향식 무시할 수 있음
심리적 경쟁 지수	있음	없음	

시스템다이나믹스 모델에 사용한 관계식을 개념적으로 표현하면 다음 식과 같다.

$$Demand_i = TotalDemand_n \times Role_i \times Rprice_i \times Quality_i \times Mind_i;$$

$$TotalDemand = \sum_i Demand_i; \quad (식 1)$$

여기에서

$$\sum_i Role_i \approx 1$$

$$\sum_i Price_i \approx 1$$

$$\sum_i Quality_i \approx 1$$

$$\sum_i Mind_i \approx 1$$

TotalDemand_n = 총 자동차 수요 기준

TotalDemand = 총 자동차 수요

Role_i = 차급 i의 자동차 역할 지수

Price_i = 차급 i의 수요 가격 경쟁 지수

Quality_i = 차급 i의 품질 경쟁 지수

Mind_i = 차급 i의 심리적 경쟁 지수

한편, 자동차 수요가 대체수요, 신규수요, 추가수요로 구분한다는 점을 고려하면 다음의 <표 11>과 같이 정리할 수 있다.

<표 11> 차종별 월간 판매량의 결정 방식 (수요구분)

구분	하향식 요소	상향식 요소	비고
대체수요	있음	없음	
신규수요	있음	있음	
추가수요	있음	있음	상향식 요소가 더 중요함

따라서 (식 1)은 수요 구분에 따라 달리 적용되어야 하는데, 대체 수요인 경우는 모두 하향식으로 신규수요 및 추가수요의 경우는 하향식 및 상향식 모두를 사용하여야 한다.

7) 신규수요 및 추가수요 중 신차 비율

신차 비율에 영향을 주는 요인들을 정리하면 <표 12>과 같다.

<표 12> 신규수요 및 추가수요 중 신차 비율에 영향을 주는 변수

구분	변수	비고	
경제적 요인	자동차 구입비 대 자산 비율	자동차 평균 가격	이동평균
		소형 자동차 평균 가격	이동평균
		구입 시 자동차 세	이동평균
		이자율	이동평균
		종합주가지수	이동평균
		일인당국민소득	이동평균
		소득불균형	이동평균
	운전유지비 대 소득 비율	연료비	
		운전 중 자동차 세	
		보수유지비	
		일인당국민소득	
		소득불균형	지니계수
		소비자불가지수	
	문화환경적 요인	운전면허소지자 수	필수품으로 인식하는 정도

8) 자동차 수요의 계절 영향

자동차 수요의 계절 영향은 수요의 월간 분포를 의미한다. 즉, 앞서 언급한 각종 경제 / 문화적 변수들에 의한 요인을 모두 제외하더라도 자동차 수요는 계절에 따라 일정한 특성을 보인다. 가령, 날씨가 추운 동절기에는 자동차 수요가 상대적으로 줄어들고, 보너스가 많은 가을 철에는 수요가 증가하는 경향이 있다. 이러한 계절적(월별) 특성을 고려하기 위해 차급 별 수요의 계절영향이라는 변수를 도입하였고, 그 값은 캘리브레이션으로 결정하였다. 다음 <표 13>는 그 결과를 보여 준다.

<표 13> 계절영향의 캘리브레이션 결과

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
차급 1	0.6878	0.9064	1.161	1.145	1.061	1.006	0.8647	1.124	1.057	0.9972	0.9194	1.067
차급 2	0.8996	0.9762	0.9956	0.8935	0.9952	1.113	1.039	1.124	1.033	1.023	1.033	0.8712
차급 3	0.8431	1.014	1.14	1.025	0.9719	1.012	0.9898	0.9891	1.045	1.047	1.091	0.8272
차급 4	0.8078	0.9253	1.093	0.9543	0.9791	1.114	1.022	1.013	1.029	1.121	1.122	0.8151
차급 5	0.8072	1.027	1.056	1.04	1.193	1.231	1.03	0.9985	0.977	0.9136	0.8224	0.9002
차급 6	0.4466	1.066	1.058	1.145	1.159	1.187	1.138	1.21	1.113	1.203	0.8071	0.4626
차급 7	0.8744	1.048	0.9929	1.014	0.9573	1.012	0.9938	1.057	1.117	1.177	0.9164	0.8361
차급 8	0.6188	0.891	0.9138	0.638	0.9573	0.9214	0.8613	1.242	1.298	1.499	0.9996	1.158
차급 9	0.5992	0.8352	0.9642	1.027	1.265	1.087	0.9811	1.238	1.3	1.122	0.8666	0.7124
차급 10	0.826	1.009	0.9938	0.9813	1.043	1.046	0.9811	1.067	1.081	1.163	1.05	0.7537
차급 11	0.8307	1.05	1.075	1.02	1.037	0.9773	0.9349	1.027	1.117	1.072	0.9064	0.8307

제4장 2002년 월간 자동차 수요 예측

완성된 모델을 이용하여 2001년부터 2003년까지 예측하여 보았다. (모델에 사용한 자료가 2000년 이전의 것이므로 2001년도 예측에 해당함)

1. 시나리오 설정

시나리오를 기준 시나리오, Best 시나리오 및 Worst 시나리오 등으로 나누었고, 시나리오를 구성하는 변수와 시나리오별 각 변수의 값은 <표 14>와 같다. <표 14>에는 각년 12월 값만을 기재하였다.

<표 14> 시나리오별 변수의 변화

(12월 기준)

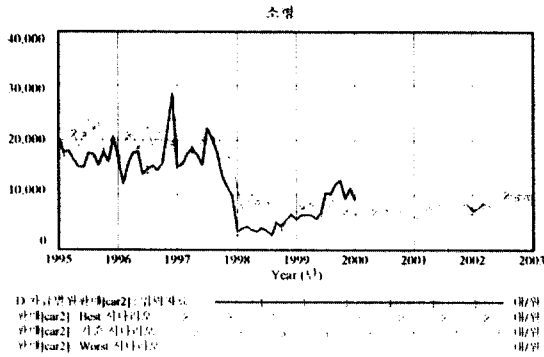
시 기 변 수	2000년	2001년			2002년			2003년		
		기준	Best	Worst	기준	Best	Worst	기준	Best	Worst
3개월변동금리	8.13	6.20	6.20	6.20	6.20	6.04	8.00	6.30	5.99	8.00
종합주가지수	526.4	550	550	550	1,200	1,400	900	900	1,200	800
유가	1,298	1,269	1,247	1,279	1,244	1,147	1,279	1,301.2	1,204	1,354
국내총생산	140,698	142,808	143,512	142,105	147,806	152,122	146,368	155,197	159,728	153,686
국민총소득	140,815	142,223	142,927	141,519	146,489	150,788	145,057	153,081	157,573	151,584
소비자물가지수	123.4	127.7	127	130	132.2	131	136	136.2	135	143
부도율	0.44	0.47	0.47	0.47	0.43	0.46	0.60	0.15	0.43	0.50
지가지수	338.99	404.50	404	405	470	532	450	440	484	430

2. 차급별 수요 예측

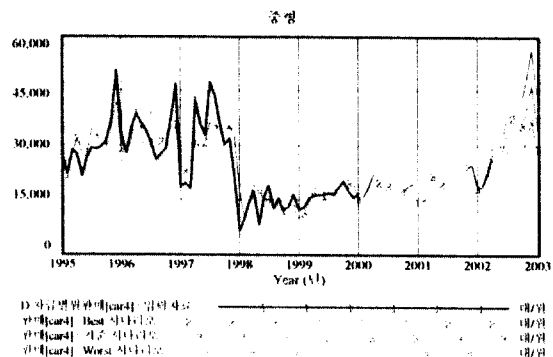
<그림 7>에서 <그림 10>은 기준 시나리오, Best 시나리오, Worst 시나리오에 대한 각 주요차급별 수요를 예측한 결과이다. 시뮬레이션은 1995년부터 2003년까지 수행하나, 1995년부터 2000년까지는 각 종 캘리브레이션 등의 대상이 되었으므로 엄밀한 의미에서 예측 값이라고 할 수 없으나, 2000년부터 2003년까지는 순수한 예측 값이다.

다양한 시도를 해 본 결과, 이번에 완성된 모델은 미래를 예측할 때 3년으로 국한 하여야

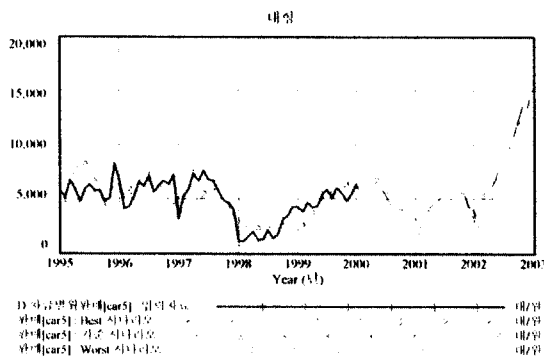
한다는 결론을 얻었다. 다른 방법도 마찬가지로지만 시뮬레이션 기법이 미래로 가면 갈수록 정확도가 떨어진다는 점을 고려하면, 보다 정확한 예측을 위해서는, 가령 2002년의 수요 예측을 위해서는 가장 최근까지의 자료를 수집하여 모델을 개선할 필요가 있다.



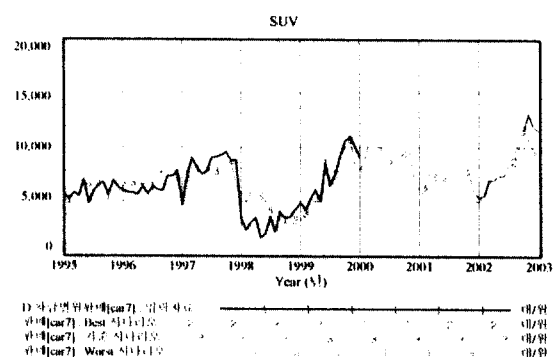
<그림 7> 소형차 수요 예측



<그림 8> 중형차 수요 예측



<그림 9> 대형차 수요 예측

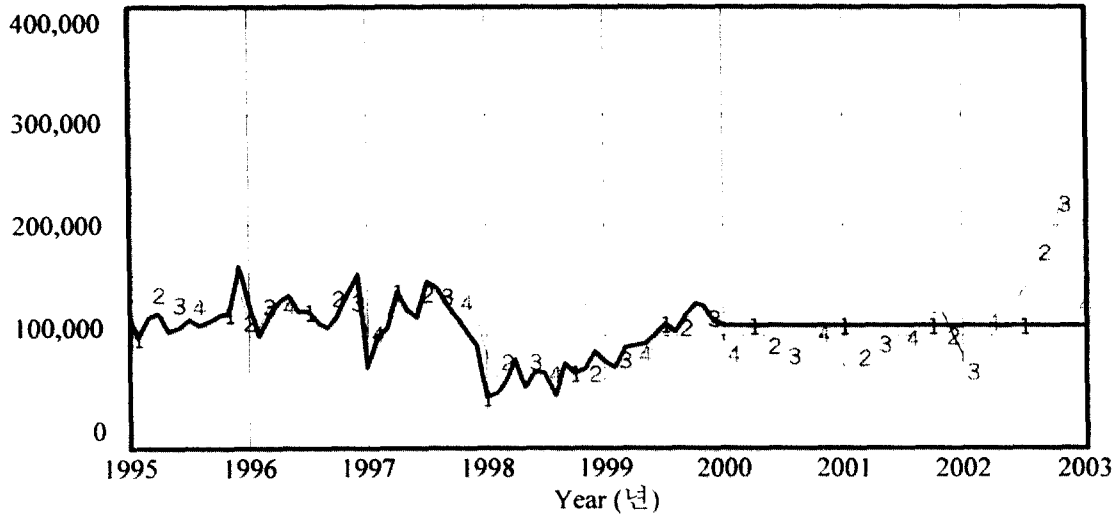


<그림 10> SUV 수요 예측

3. 총 자동차 수요 예측

<그림 57>은 앞서 언급한 차급별 수요를 모두 합산한 결과이다.

신차 판매량



총 신차판매량 자료 : Best 시나리오	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
총 신차판매 내생 : Best 시나리오	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
총 신차판매 내생 : 기준 시나리오	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
총 신차판매 내생 : Worst 시나리오	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

<그림 11> 총 수요의 예측

제5장 결 론

1. 2002년 월간 자동차 수요 예측

모델에 의해서 예측된 바에 의하면 내년도 총 판매 자동차수는 140만대에서 180만대 정도 될 것으로 예상된다. 월별로 본다면, 2002년 초기에는 어려운 경제 사정으로 수요가 많이 위축되고, 후반부에 들어서 경제 회복에 따라 자동차 수요도 급속히 회복될 것으로 판단된다.

<표 15> 및 <그림 12>는 시뮬레이션의 결과를 검증할 자료를 남겨두기 위해 1999년 12월까지의 실적 자료를 이용하여 3년이라는 기간을 시뮬레이션 한 결과이다. 따라서 그 이후의 자료까지 수집하여 모델을 다시 한번 개선한다면 보다 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

<표 15> 2002년 자동차 수요 예측

	Best 시나리오	기준 시나리오	Worst 시나리오
1월	63196.08	66921.47	74881.95
2월	82242.37	87754.33	98744.96
3월	97770.37	103327.9	112017.5
4월	104906	108874	107144.5
5월	124637.8	128050.2	115375.6
6월	141821.6	142669.7	118043.1
7월	147173.7	143862.5	107957.1
8월	174289.1	167628.9	121768.6
9월	198954.1	187069	128764.4
10월	232687.5	219169.2	143530.5
11월	234262.8	218057.4	143944.5
12월	221321.6	201617.5	127845.2
계	1823263	177502	1400018

<그림 12> 2002년 자동차 수요 전망

2. 모델의 한계점 및 향후 연구방향

어느 수학적 모델이든지 모델의 적용에는 한계가 있기 마련이다. 이번 연구에서 개발된 모델도 예외는 아니다. 그 중 중요한 사항을 나열하면 다음과 같다.

- 이번 연구에서 개발한 모델은 단기 예측(1년 ~ 3년)에 국한하여야 한다.
- 모델이 입력자료로 경제 변수 및 차급별 모델 수, 가격 등이 사용되는데, 이에 대한 정확한 예측이 모델 결과의 질을 좌우한다.

- 모델의 질을 높이기 위해서는 최신 자료까지 분석하여 모델을 계속 개선하여야 한다.

현재 모델을 새롭게 구성하기 위해 연구중인데, 되도록 캘리브레이션을 줄여나가도록 모델의 구조를 개선하고 실제 자료를 확보하고 있는 중이다. 새롭게 구성중인 모형에서는 기존의 가구당 보급개념에서 개인당 보급개념으로 바꾸어서 연구를 추진중이다. 이렇게 될 경우 가구를 기준으로 볼 때 추가인 수요도 개인 기준으로 볼 때는 신규와 구분할 필요가 없으므로, 기존의 대체·신규·추가로 구분된 수요를 대체와 신규(+추가) 수요로만 나누어 볼 수 있다. 또 기존 차급까지만 예측할 수 있던 것을 세분화하여 각 차종까지도 예측가능하도록 모델을 개선하고 있으며, 이와 함께 다양한 기법을 시도하여 연구중이다.

< 참고 문 헌 >

J. W. Forrester, Industrial Dynamics, MIT Press, 1961.

J. W. Forrester, Urban Dynamics, MIT Press, 1969.

J. W. forrester, World Dynamics, MIT Press, 1971.

김도훈, 문태훈, 김동환, 시스템 다이내믹스, 대영문화사, 1999.

세계 자동차 통계, 한국자동차공업협회

이두환, 한국 승용차의 수요패턴 변화에 관한 미시적 계량분석, 1998 경상논총 17('98.6)
pp.145-163

자동차통계연보, 한국자동차공업협회

정준성, 국내 자동차산업의 수요회복과 업계구조조정, 1999, 기평정보 175('99.6) pp.7-11

홍정식 ;안재경 ;홍석기, 자동차 부품 수요의 예측 모형 개발, 2001, 대한산업공학회지 제27권 제3호 (2001. 9) pp.233-238