

제2장

지수 변동(movements)의 표준오차 추정방법(영국사례)에 관한 연구

심규호 · 박민정

제1절 서론

통계청은 서비스업 부문 사업체의 경영 실태를 파악하여 국가 및 지방 자치 단체의 정책 수립 및 평가, 기업의 경영 계획 수립 등을 위한 기초 자료를 제공하기 위해 서비스업 동향조사를 수행하고 있다(통계청, 2013). 서비스업동향조사의 결과는 주요 경제 지표 작성을 위한 기초 자료로 사용되고 있으며 서비스업 생산동향, 소비동향, 유통동향 등의 분석에도 활용되고 있다. 또한, 서비스업 부문의 분기별 국내 총생산 추계에도 기초 자료로 쓰인다. 조사 시점은 매월 말일을 기준으로 하고 있으며 조사 기간은 매월 1일부터 말일까지이다. 통계청은 경제총조사¹⁾의 조사 대상인 13개 대분류²⁾와 관련된 약 130만개 사업체를 이용해 서비스업동향조사의 모집단으로 정의하고 있으며, 그 중 약 9천개 사업체를 표본으로 추출하여 이용하고 있다.

-
- 1) 경제총조사 : 국내 산업 전체의 생산·고용·비용 등을 파악하고 이를 통해 적합한 경제정책을 수립하기 위해 전국의 사업체 전체를 동일시점에 통일된 기준으로 조사하는 경제분야 총조사를 말한다. 조사 결과는 중소기업 및 영세자영업자 지원, 지역 발전, 산업정책 수립 등 각종 국가 경제정책 수립에 활용된다. 최초의 경제총조사는 2011년 5월 23일~6월 24일까지 한 달간 전국 33만개 사업체 전체를 대상으로 진행되었다.
 - 2) 서비스업 13개 대분류 : E. 하수·폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업, G. 도소매업, H. 운수업, I. 숙박 및 음식점업, J. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, K. 금융 및 보험업, L. 부동산업 및 임대업, M. 전문, 과학 및 기술서비스업, N. 사업시설관리 및 사업지원서비스업, P. 교육서비스업, Q. 보건업 및 사회복지 서비스업, R. 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업, S. 협회 및 단체, 수리 및 기타개인서비스업



서비스업동향조사의 결과는 소매판매액 통계의 작성에도 사용된다. 소매판매액 통계는 소비동향을 파악하기 위해 작성되는 통계로써 상품군별, 소매업태별, 16개 시도별 등으로 구분되어 작성된다. 소매판매액 통계의 표본 사업체수는 서비스업 동향자료의 표본에서 서비스업 5천개 사업체와 도매업 사업체를 제외하고 약 2천7백개이다. 참고로 표본 추출의 기준이 되는 매출액이 대부분 왜도값이 크고, 정규 분포의 형태에서 벗어난 오른쪽으로 긴 꼬리 모양을 가지는 분포를 하고 있어, 대규모 사업체(매출액 비중이 큼)는 전수 조사하고 그 외의 사업체는 표본 조사하는 응용절사법(modified cut-off sampling)을 사용하고 있다(통계청, 2012).

지수(indexes, indices)는 기준이 되는 한 상황에서 다른 상황으로의 양적인 변화를 측정하는 것을 말한다. 즉, 같은 종류의 통계에 대한 크고 작음의 관계를 비율의 형태로 정의한 것이다(통계교육원, 2010). Wood는 특정 상황에서 다른 상황으로의 지수 자체의 변동을 지수 변동(index movements)으로 정의하였다(Wood, 2009). 기본적인 형태의 지수 변동과 이의 분산은 아래 수식(2.1)과 같이 주어질 수 있다. 여기서 I_s 는 특정시점의 지수이며 I_t 는 현재시점의 지수이다.

$$\text{지수 변동} : \frac{I_t}{I_s}, \text{ 지수 변동의 분산} : \widehat{\text{Var}}\left(\frac{I_t}{I_s}\right) \quad (2.1)$$

일반적으로 지수를 작성하는데 사용되는 자료들은 각각의 표본 추출 방법과 주기(월, 분기 등)가 다양하다. 따라서 이러한 지수에 대하여 그 변동의 분산은 복잡한 구조를 가지게 되며, 여러 방법으로 추정될 수 있다. 이에 미국 및 영국 등의 통계청에서는 이러한 지수 변동의 분산을 효율적으로 추정하는 방법이 연구되었다. 본 연구는 먼저 영국통계청의 지수 작성 현황에 대해 알아보고, 다음으로 지수 변동의 표준오차 작성 방법에 대해 알아보았다. 영국통계청은 생산자물가지수(PPI : producer price indices), 산업생산지수(IoP : index of production), 소매판매액지수(RSI : retail sales index) 등에 대해 지수 변동의 표준오차를 작성하고 있다. 소매판매액지수 변동의 표준오차 작성은 산업생산지수 변동의 표준오차 작성 방법을 기반으로 하고 있으며 생산자물가지수는 앞의 두 지수와는 다른 방법으로 작성되고 있다.

지수 변동의 표준오차 작성 방법은 해당 지수의 작성 방법, 표본 추출 방법 및 변동을 추정하는 목적에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 위의 세 가지 지수에 대하여 영국통계청이 작성하고 있는 지수 작성 방법 및 표본 추출, 변동의 표준오차 추정을 통해 적용하고자 하는 목적에 대해 먼저 알아보았다. 다음으로 한국통계청에서 작성하고 있는 소매판매액지수의 작성 방법에 대해 살펴보았다. 마지막으로 2012년 소매판매액 지수 조사자료를 이용하여 소매판매액 지수 변동 표준오차의 일부분을 작성해 보았다.

제2절 영국통계청 사례연구

1. 지수 변동의 분산추정 연구 사례

지수 변동의 분산에 대한 연구는 Edgeworth(1925)의 관련 연구를 시작으로 여러 연구가 진행되었다(Valliant, 1991). 미국통계청은 가구지출조사(household expenditure survey)로부터 추정된 가중값을 이용하여 원천 자료의 다양성 때문에 발생하는 소비자물가지수(consumer price indexes) 변동의 분산을 추정하는 연구를 수행하였다(Balk & Kersten, 1987). Andersson(1987)은 표본 추출에서 발생하는 소비자물가지수 변동의 오차에 대한 원인을 연구하였다. 참고로 일반적으로 사용되고 있는 국가별 분산 추정 방법을 정리해보면 아래 <표 2-1>과 같다. 캐나다와 포르투갈은 잭나이프법을 분산 추정 방법으로 사용하고 있으며 우리가 관심을 가지고 있는 영국은 독일과 함께 선형화방법을 분산 추정 방법으로 사용하고 있다. 프랑스, 이탈리아 및 폴란드 등은 각각 다른 분산 추정 방법을 사용하고 있는 것을 알 수 있다.

<표 2-1> 국가별 분산추정방법

국가	분산 추정 방법
캐나다	잭나이프법 ³⁾
독일	테일러 선형화
프랑스	이론적 수식을 통한 직접 추정
이탈리아	일반 회귀 추정 분산 추정량
포르투갈	잭나이프법
폴란드	부트스트랩
영국	선형화
미국	반복 방법

*출처 : Gerardo(2011)

3) 잭나이프법(Jackknife method) : 자료로부터 얻어진 통계량의 표준오차를 비모수적인 방법으로 평가하는 방법. 가장 단순한 잭나이프법은 자료를 하나씩 제거하여 통계량을 반복 계산하고, 여기서 얻어진 통계량의 분산을 계산하는 방법임



2. 영국통계청 지수 변동의 분산추정

지수 변동의 표준오차 추정은 지수 작성 방법과 밀접한 관련이 있다. 따라서 지수 변동 표준오차를 이해하려면 지수 작성에 사용되는 자료의 성격, 지수 작성 방법, 지수 변동 표준오차 추정의 목적을 이해하는 것이 중요하다. 영국통계청이 지수 변동 표준오차를 작성하고 있는 대표적인 지수에는 생산자물가지수와 산업생산지수, 소매판매액지수가 있으며 이 지수들은 모두 라스파이레스 지수(laspeyres index)⁴⁾이다. 이중 산업생산지수와 소매판매액지수는 그 작성 방법이 유사하지만 생산자물가지수는 다른 방법을 사용한다. 이 절에서는 각각의 지수에 대한 정의, 지수의 작성 방법 및 지수 변동 표준오차의 작성 방법을 살펴보았다.

가. 산업생산지수

영국통계청의 산업생산지수 작성은 5가지 이상의 자료⁵⁾를 사용하며, 표본들은 전부처 사업자 등록자료⁶⁾를 사용한다. 표본은 약 3만개 정도를 추출한다. 그 중 생산 관련 업체는 영국(UK)에서 약 7,000개를, 서비스업 관련 업체는 대영제국(Great Britain)에서 약 23,000개를 표본 추출한다.⁷⁾ <표 2-2>에 산업생산지수의 표본층을 보면 총 5개의 표본층을 사용하는데 고용자수와 총매출액에 따라 구성된다. 층 A, B, C는 표본층이며 층 D, E는 전수층이다(ONS, 2012).

<표 2-2> 영국통계청 산업생산지수 표본층

층	구분 기준		
A(표본)	고용자수 0~4명		
B(표본)	고용자수 5~9명	고용자수 5~19명	
C(표본)	고용자수 10~49명	고용자수 20~99명	고용자수 20~149명
D(전수)	고용자수 50명 이상 또는 100명 이상		고용자수 150명 이상
E(전수)	총 매출액이 6천만(60 million)이상인면서 표본층 B와 C를 포함		

* 출처 : ONS(2012)

- 4) 라스파이레스지수 : 기준시점 가격을 비교시점 가격으로 나누어 물가를 계산할 때 기준 시점의 상품거래량을 고정된 가중치로 적용하여 평균적인 가격의 동향을 파악하는 물가지수
- 5) MBS, PPI, DEFRA, DECC, ISSB 등
 월간 생산 조사(MBS) : Monthly Business Survey,
 환경 식품 농무부(DEFRA) : Department for Environment, Food and Rural Affairs,
 에너지 및 기후변화부(DECC) : Department of Energy & Climate Change
 국제 철강 통계국(ISSB) : International Steel Statistics Bureau
- 6) 전부처 사업자 등록자료(IDBR) : Inter-Departmental Business Register
- 7) 월간 사업체 조사(MBS)는 생산 활동과 관련해서는 UK(England, Scotland, Wales 및 Northern Ireland)를 대상으로 하며 서비스업과 관련해서는 Great Britain(England, Scotland 및 Wales)을 대상으로 한다.

다음으로 산업생산지수의 작성 방법을 알아보겠다. 산업생산지수의 작성 식은 아래 식(2.2)과 같다. 여기서 w_{0h} 는 h 상품군의 부가가치와 관련된 가중값이다. I_{0t} 는 기준 0시점 대비 t 시점의 지수이다. $I_{0t,h}$ 는 h 상품군과 관련된 기준 0시점 대비 t 시점의 지수이다. 산업생산지수는 h 상품군의 지수에 h 상품군에 주어진 가중값을 적용하여 주어지는 것을 알 수 있다.

$$I_{0t} = \frac{\sum_h w_{0h} I_{0t,h}}{\sum_h w_{0h}} \quad (2.2)$$

H 분류에 대한 s 시점 대비 t 시점의 지수 변동은 아래와 식(2.3)과 같이 s 시점의 지수를 이용한 가중값과 s 시점과 t 시점의 지수 변동을 이용해 정리된다.

$$\frac{\hat{I}_{H0t}}{\hat{I}_{H0s}} = \frac{\sum_{h \in H} \hat{w}_{h0} \hat{I}_{h0t}}{\sum_{h \in H} \hat{w}_{h0} \hat{I}_{h0s}} = \sum_{h \in H} \hat{w}_{Hh0s} \frac{\hat{I}_{h0t}}{\hat{I}_{h0s}}, \text{ where } \hat{w}_{Hh0s} = \frac{\hat{w}_{h0} \hat{I}_{h0s}}{\sum_{g \in H} \hat{w}_{g0} \hat{I}_{g0s}} \quad (2.3)$$

산업생산지수 변동의 분산은 다음 식(2.4)과 같이 주어진다. 산업생산지수 변동의 분산은 상품군의 가중값과 지수 변동 공분산의 곱으로 주어지는 것을 볼 수 있다(Wood, 2006). 아래 분산 식을 얻는 과정에 대해서는 다음 절에서 상세히 설명하도록 한다.

$$\text{Var} \left[\frac{\hat{I}_{H0t}}{\hat{I}_{H0s}} \right] \approx \sum_{h \in H} \sum_{g \in H} \hat{w}_{Hh0s} \hat{w}_{Hg0s} \text{Cov} \left[\frac{\hat{I}_{h0t}}{\hat{I}_{h0s}}, \frac{\hat{I}_{g0t}}{\hat{I}_{g0s}} \right] \quad (2.4)$$

나. 생산자물가지수

영국의 생산자물가지수는 총 4개의 조사⁸⁾를 사용해 작성된다. 표본은 약 4,000개의 생산업체를 사용하며 표본들은 전 부처 사업자 등록자료 중에서 유럽 생산 품목⁹⁾ 체계를 사용한다. 표본 설계는 판매량과 상품 분류에 따라 층화추출¹⁰⁾한다(ONS, 2013). 영국 통계청의 생산자물가지수 지수 작성 식은 (2.5)와 같다. 여기서 p_{jt} 는 j 상품군, t 월의 가격이며 q_{jt} 는 j 상품군, t 월의 수량을 나타낸다.

8) 국내 생산자 물가지수(domestic PPI), 수출 가격지수(export price indices), 수입 가격지수(import price indexes), DEFRA 등

9) 유럽생산품목(PRODCOM) : PRODUCTS of European Community

10) 층화추출(stratified sampling) : 모집단을 미리 임의수의 동질적 집단으로 분류하여 각 층에서 표본을 임의 추출하는 방법



$$I(0,t) = 100 \frac{\sum_{j \in U} p_{jt} q_{jt}}{\sum_{j \in U} p_{j0} q_{j0}} \quad (2.5)$$

생산자물가지수 변동의 분산은 식(2.6)과 같다. 여기서 w_{ipt} 는 t 월과 p 상품군의 i 사업체에 대한 가중값이다. 공분산(covariance) $\hat{\rho}_0$ 와 표준편차 $\hat{\sigma}^2_{pt}$ 는 업태별, 사업체별 특정 산식에 의해 결정되는 변동이다. 즉 생산자물가지수 변동의 분산은 공분산, 표준편차, 가중값을 적용한 식으로 주어진다(Wood, 2008a).

$$\widehat{Var}\left(\frac{\hat{I}_t}{I_t}\right) = \sum_{i=1}^N \left\{ (1 - \hat{\rho}_{W0}) \sum_{p=1}^P \frac{\hat{w}^2_{ipt} \hat{\sigma}^2_{pt}}{q_{ipt}} + (\hat{\rho}_{W0} - \hat{\rho}_{B0}) \sum_{p=1}^P \hat{w}^2_{ipt} \hat{\sigma}^2_{pt} + \hat{\rho}_{B0} \left(\sum_{p=1}^P \hat{w}^2_{ip} \hat{\sigma}^2_{pt} \right)^2 \right\} \quad (2.6)$$

다. 소매판매액지수

영국통계청의 소매판매액지수는 약 5,000개 업체의 월간 조사 자료를 이용하여 작성된다. 아래 <표 2-3>은 영국통계청 소매판매액지수의 표본 구성이다. 5개의 표본층을 가지고 있으며 고용자수와 연매출에 따라 표본층이 구분된다.

<표 2-3> 영국통계청 소매판매액지수 표본층

표본층	구분 기준
A	고용자수 0~4명
B	고용자수 5~9명
C	고용자수 10~99명
D	고용자수 100명 이상
E	고용자수 10~99 명이면서 연 매출 6천 달러 이상

* 출처 : ONS(2012)

소매판매액지수 변동을 작성하기 위해서는 상품군별 지수를 Kocic(1998)이 제안한 단순화된 형태를 이용하여 다음 식(2.7)과 같이 정리한다(Wood, 2006). 여기서 \hat{C}_{hit} 는 h 상품군의 금액추정값이며, \hat{D}_{hit} 는 소비자물가지수의 가격 디플레이터이다. 여기서 첨자 i 는 $i=1$ 이면 국내 판매, $i=2$ 이면 수출이며 $i=3$ 이면 재고조정에 관한 것을 의미하며, 각 상품군을 이와 같은 세 영역으로 묶어 지수 변동의 계산에 사용한다.

$$\hat{I}_{h0t} = \frac{\sum_{i=1}^3 \hat{C}_{hit}}{\sum_{i=1}^3 \hat{D}_{hi0t}} \quad (2.7)$$

이때, 기준시점 s 월 대비 t 월 금액추정값의 변동을 다음과 같이 다시 정의한다.

$$\hat{G}_{hst} = \hat{C}_{ht} / \hat{C}_{hs} \quad (2.8)$$

이를 이용하면 소매판매액지수 변동의 분산은 다음과 같이 주어질 수 있다(ONS, 2009).

$$Var \left[\frac{\hat{I}_{H0t}}{\hat{I}_{H0s}} \right] \approx \sum_{h \in H} \left\{ \hat{w}_{Hh0s}^2 \frac{Var[\hat{G}_{hst}]}{\hat{D}_{hst}^2} \right\} \sum_{h \in H} \sum_{g \in H} \hat{w}_{Hh0s} \hat{w}_{Hg0s} \frac{\hat{G}_{hst} \hat{G}_{gst} Cov[\hat{D}_{hst}, \hat{D}_{gst}]}{\hat{D}_{hst}^2 \hat{D}_{gst}^2} \quad (2.9)$$

라. 지수 변동 표준오차의 활용

영국통계청은 아래 <표 2-4>와 같이 지수 변동의 표준오차를 다양한 목적을 위해 활용하고 있다. 생산자물가지수의 경우 지수 변동 표준오차의 상품 분류를 재구성하는데 활용하며 상품 분류 내에서 변동이 큰 경우 다른 상품 분류와 통합하는데 활용한다. 또한 지수 변동의 방향이 서로 반대인 경우, 지수 변동의 표준오차를 이용하여 상품 분류를 각각 다른 하위 분류로 나누는데 활용하고 있다. 산업생산지수와 소매판매액지수의 경우 지수 변동의 표준오차를 변동성 비중이 큰 원천자료에 대해 표본을 재구성하는데 활용하였다.

<표 2-4> 영국통계청의 지수 변동 표준오차 활용

지수	지수 변동의 표준오차 활용 내용
생산자물가지수 (PPI)	<ul style="list-style-type: none"> · 상품 구분을 재구성 - 유의하지 않은 상품 분류를 다른 상품 분류와 통합 - 상품군내 상반되는 변동성을 가지는 하위 분류를 분해
산업생산지수 (IoP)	<ul style="list-style-type: none"> · 산업생산지수를 작성하는데 사용되는 여러 자료원천의 분산 비율을 추정하여 분산이 상대적으로 큰 원천자료에 대한 표본을 재조정
소매판매액지수 (RSI)	<ul style="list-style-type: none"> · 표준오차의 분석을 통해 정확도를 높임 · 상반되는 변동성을 가지는 하위 분류를 분해

* 출처 : Wood(2006), Wood(2008a), ONS(2009)



다음으로 아래 <표 2-5>는 지수 변동 표준오차 활용의 구체적인 예로 산업생산지수에 대해 월간 생산 조사 표본을 재구성한 효과를 측정하는 것이다. 각각의 영역별 지수 변동의 표준오차를 제시하고 현재의 표본과 최적 표본을 제시하였다.

<표 2-5> 산업생산지수 변동의 표준오차를 활용한 월간생산조사 표본재구성 효과의 측정

	Population (thousands)	Sample size		Sampling fraction(%)		Standard Error(%)	
		Current	optimal	Current	optimal	Current	optimal
All Industry	146.0	3,192	3,192	2.2	2.2	0.8	0.6
Capital goods	31.0	768	831	2.5	2.7	1.8	1.4
Consumer durables	12.8	303	215	2.4	1.7	3.8	3.7
Consumer non-durables	42.3	791	1,114	1.9	2.6	2.1	1.2
intermediates goods	59.4	1,330	1,033	2.2	1.7	1.4	1.3

* 출처 : Wood와 Šova(2006)

3. 소매판매액지수 변동의 표준오차 작성 세부내용

이 절에서는 앞에서 소개한 소매판매액지수 변동의 표준오차 작성에 대해 세부적으로 알아보려고 한다. 지수 변동의 표준오차를 추정하는 방법은 서로 다른 기간의 지수 변동 분산에 대해 테일러 선형화 방법을 적용하는 것을 기반으로 한다(Burknull 외(2005), Wood 외(2006)). 영국통계청의 소매판매액 지수 변동의 분산 추정은 산업생산지수 변동의 분산추정 방법에서 출발한다.

먼저 상품군별 지수를 Kocic(1998)이 제안한 단순화된 형태를 이용하여 다음 식(2.10)과 같이 정리한다.

$$\hat{I}_{hit} = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{\hat{C}_{hit}}{\hat{D}_{hi0t}}}{\sum_{i=1}^3 \hat{C}_{hi0}} \quad (2.10)$$

지수 변동의 분산 추정식은 다음 식(2.11)과 같이 정의할 수 있다. 여기서 \hat{P}_{prst} 는 p, r 상품군에 대한 s 시점 대비 t 시점 가격의 변동이며 $\hat{p}_{prst} = \hat{p}_{prt} / \hat{p}_{prs}$ 으로 주어진다.

$$\widehat{Var} \left[\frac{\hat{I}_{H0t}}{\hat{I}_{H0s}} \right] = \sum_{h \in H} \left\{ \hat{w}_{Hh0s} \frac{\widehat{Var}[\hat{G}_{hst}]}{\hat{D}_{hst}^2} \right\} \quad (A) \quad (2.11)$$

$$+ \sum_{p \in H} \left(\sum_{h \in H} \hat{w}_{Hh0s} \hat{w}_{hp0t} \frac{\hat{G}_{hst}}{\hat{D}_{hst}^2} \right) \widehat{Var}[\hat{P}_{prst}] \quad (B)$$

소매판매액지수 변동의 분산은 위 식(2.11)에서 소매판매액 총량의 변동(A)과 물가지수의 변동(B)에 대한 부분으로 분해할 수 있다. 그런데 위 식을 계산하기 위해서는 다양한 가중값이 사용된다. 아래 <표 2-6>는 분산추정에 사용되는 가중값의 원천과 분류 체계이다. 소매판매액지수 가중값은 영국 표준산업분류(SIC2007-UK)와 관련이 있으며, 소비자물가지수 가중값은 목적별 개인 소비 분류(COICOP)와 관련이 있음을 알 수 있다(<부록> 1). 따라서 지수 변동의 분산을 추정할 때 동일한 분류 체계의 가중값을 적용하기 어렵다. 이러한 이유로 (A)는 원천자료 중 소매판매액 자료에서 기인한 분산을 (B)는 소비자물가지수 자료에서 기인한 분산을 이용한다. 이제 (A)는 “소매판매액 자료에 의한 분산”이라고 하며 (B)는 “소비자물가 자료에 의한 분산”이라고 하겠다.

<표 2-6> 영국통계청의 소매판매액지수 변동 표준오차 작성에 사용되는 가중값

가중값	자료 원천 및 정의	의미	분류 체계
\hat{w}_{h0}	소매판매액 조사표에서 얻어짐	0시점에서의 h 상품군(stratum)에 해당하는 판매가중값	SIC2007
\hat{w}_{hpa}	연간기업조사 ¹¹⁾ 자료로부터 얻어짐	a 시점에서 h 상품군과 관련된 p 상품(item)의 가중값	COICOP
\hat{w}_{hpat}	$\hat{w}_{hpat} = \frac{\hat{w}_{hpa}}{\hat{P}_{prt}} / \sum_{q \in h} \frac{\hat{w}_{hqa}}{\hat{P}_{qrt}}$	a 시점 대비 t 시점에서 h 상품분류와 관련된 p 상품의 가중값	COICOP
\hat{w}_{Hh0a}	$\hat{w}_{Hh0a} = \hat{w}_{h0} \hat{I}_{h0s} / \sum_{g \in H} \hat{w}_{g0} \hat{I}_{g0s}$	a 시점의 H 상품영역에서 h 상품군에 대한 가중값	SIC2007

* 출처 : ONS(2009a)

11) 연간기업조사(ABI) : Annual Business Inquiry



지금부터는 앞의 분산 추정식(2.11)을 계산하기 위한 과정을 좀 더 자세히 설명하고자 한다. 소매판매액지수 변동의 분산 추정식은 아래 식(2.12)과 같다.

$$\text{Var} \left[\frac{\hat{I}_{H0t}}{\hat{I}_{H0s}} \right] \approx \sum_{h \in H} \sum_{g \in H} \hat{w}_{Hh0s} \hat{w}_{Hg0s} \text{Cov} \left[\frac{\hat{I}_{h0t}}{\hat{I}_{h0s}}, \frac{\hat{I}_{g0t}}{\hat{I}_{g0s}} \right] \quad (2.12)$$

기준시점 s 대비 t 시점의 지수 변동에 대한 공분산을 계산하기 위해 아래 식(2.13)과 같이 지수 변동을 금액지수(\hat{C}_{ht} , \hat{C}_{hs})와 디플레이터(\hat{D}_{h0t} , \hat{D}_{h0s})를 이용하여 다시 정리한다.

$$\frac{\hat{I}_{h0t}}{\hat{I}_{h0s}} = \frac{\frac{\hat{C}_{ht}}{\hat{D}_{h0t}}}{\frac{\hat{C}_{hs}}{\hat{D}_{h0s}}} = \frac{\hat{G}_{hst}}{\hat{D}_{hst}}, \quad \hat{G}_{hst} = \frac{\hat{C}_{ht}}{\hat{C}_{hs}}, \quad \hat{D}_{hst} = \frac{\hat{D}_{h0t}}{\hat{D}_{h0s}} \quad (2.13)$$

그러면 식 (2.12)을 아래 식(2.14)과 같이 정리할 수 있다.

$$\text{Var} \left[\frac{\hat{I}_{H0t}}{\hat{I}_{H0s}} \right] \approx \sum_{h \in H} \sum_{g \in H} \hat{w}_{Hh0s} \hat{w}_{Hg0s} \text{Cov} \left[\frac{\hat{G}_{hst}}{\hat{D}_{hst}}, \frac{\hat{G}_{gst}}{\hat{D}_{gst}} \right] \quad (2.14)$$

식 (2.14)는 지수가 속해 있는 층이 서로 같은 층인지 다른 층인지에 따라 다음 식(2.15)과 같이 두 부분으로 분해할 수 있는데 영국통계청은 테일러 전개를 통해 각 분산을 추정한다.

$$(g = h), \quad (2.15)$$

$$\text{Var} \left[\frac{\hat{G}_{hst}}{\hat{D}_{hst}} \right] \approx \frac{\text{Var}[\hat{G}_{hst}]}{\hat{D}_{hst}^2} + \frac{\hat{G}_{hst}^2 \text{Var}[\hat{D}_{hst}]}{\hat{D}_{hst}^4}$$

$$(g \neq h),$$

$$\text{Cov} \left[\frac{\hat{G}_{hst}}{\hat{D}_{hst}}, \frac{\hat{G}_{gst}}{\hat{D}_{gst}} \right] \approx \frac{\hat{G}_{hst} \hat{G}_{gst} \text{Cov}[\hat{D}_{hst}, \hat{D}_{gst}]}{\hat{D}_{hst}^2 \hat{D}_{gst}^2}$$

위 식 (2.15)의 $\text{Var}[\hat{G}_{hst}]$ 부분은 아래와 같이 정리된다.

$$\text{Var}[\hat{G}_{hst}] = \text{Var} \left[\frac{\hat{C}_{ht}}{\hat{C}_{hs}} \right] \approx \frac{1}{\hat{C}_{hs}^2} \{ \text{Var}[\hat{C}_{ht}] + \hat{C}_{hst}^2 \text{Var}[\hat{C}_{hs}] - 2\hat{C}_{hst} \text{Cov}[\hat{C}_{ht}, \hat{C}_{hs}] \} \quad (2.16)$$

또한, 식 (2.15)의 \hat{D}_{hst} 부분은 식 (2.17)과 같이 정리되므로 \hat{P}_{prst} 을 계산하는 것이 필요한데 \hat{P}_{prst} 는 소비자물가지수를 통해 추정된다. 영국통계청에 의하면 \hat{P}_{prst} 의 추정에 대해 소매판매액 자료에 의한 분산 계산과 동일한 분류 체계를 적용하는 것이 불가능하다. 때문에 이를 계산하기 위해 민감도 분석(sensitivity analysis, <부록> 2.)을 수행한다고 밝히고 있다(ONS, 2009a).

$$\hat{D}_{hst} = \frac{\hat{D}_{h0t}}{\hat{D}_{h0s}} = \frac{\sum_{p \in h} \frac{\hat{w}_{hpa}}{\hat{P}_{prs}}}{\sum_{p \in h} \frac{\hat{w}_{hpa}}{\hat{P}_{prt}}} = \sum_{p \in h} \hat{w}_{hpat} \hat{P}_{prst} \quad (2.17)$$

$$\text{where } \hat{P}_{prst} = \frac{\hat{P}_{prt}}{\hat{P}_{prs}} \text{ and } \hat{w}_{hpat} = \frac{\hat{w}_{hpa}}{\hat{P}_{prt}} \sum_{q \in H} \frac{\hat{w}_{hpa}}{\hat{P}_{qrt}}$$

일반적으로 민감도 분석은 블랙박스과 같이 내부 과정을 알 수 없는 복잡한 모형에 입력 자료가 있다고 가정할 때, 입력 자료의 변동이 결과에 어떠한 영향이 있는지를 통계적으로 분석하는 방법이다. 영국통계청에서는 소비자물가 자료에 의한 분산을 계산하기 위해(식 (2.11)의 (B)) 민감도분석을 사용한다고 명시하고 있으나 자세한 적용 방법에 대해서는 언급하고 있지 않다. 우리나라 통계청의 소매판매액지수 변동 표준 오차를 계산할 때도 동일하게 민감도 분석을 수행하여야 할 것으로 판단된다. 그러나 이론적으로 연구의 분량이 많으므로 이번 연구에서는 식 (2.11)의 (A)부분만 고려하였다. 전체 분산 중 (B)부분이 크지 않을 것이라고 기대하지만, 향후 소비자물가지수 자료에 의한 분산 추정은 지수 변동 분산 전체의 정확한 계산을 위해서 반드시 필요하다고 판단된다.



제3절 소매판매액지수 자료에 적용 연구

이 절에서는 우리나라 소매판매액지수 작성에 대해 대략적으로 알아보고 영국통계청이 작성한 지수 변동 표준오차의 추정 방법을 우리나라 통계청이 작성하고 있는 소매판매액 지수에 적용해 보았다.

1. 소매판매액지수 개요

우리나라 소매판매액지수의 작성은 <표 2-7>의 1~5단계로 이루어진다. 1단계에서는 사업체별 총 금액을 계산한다. 사업체별 총 금액의 계산은 전수층과 표본층의 계산방법이 다르다. 전수층은 총 금액의 계산에 입력된 금액을 그대로 사용하며 표본층은 입력된 금액에 업종별 가중값을 곱하여 사용한다. 2단계에서는 업종별(업태별) 상품군의 경상 금액¹²⁾을 계산한다. 3단계에서의 불변금액은 2단계에서 계산된 경상금액을 상품군별 디플레이터로 나누어 계산된다. 마지막으로 4단계, 5단계에서는 경상금액과 불변금액을 각각 기준액으로 나누고 100을 곱하여 경상지수와 불변지수를 작성한다.

<표 2-7> 한국통계청 소매판매액지수 단계별 계산방법

단계	종류	계산 방법
1단계	사업체별 금액 계산	전수층 : 입력금액, 표본층 : 입력금액 * 업종별승수
2단계	경상금액	\sum 사업체별 금액
3단계	불변금액	(2단계에서 계산한 경상금액) / (상품군 별 디플레이터)
4단계	경상지수	(경상금액 / 기준액) * 100
5단계	불변지수	(불변금액 / 기준액) * 100

* 출처 : 통계청(2013)

소매판매액지수는 다양한 업태와 업종별로 작성되는데 <표 2-8>은 이러한 업태와 업종의 분류표이다. 지수 변동의 표준오차 일부 작성 결과도 다음의 분류에 따라 얻어졌다.

12) 경상금액 : 조사 시점을 기준으로 평가한 금액

〈표 2-8〉 한국통계청 소매판매액지수 업태, 업종 분류표

업태	업종
승용차 및 연료소매점A	GA10
백화점	GC11
대형마트	GC12
슈퍼마켓A	GC13
편의점	GC14
슈퍼마켓B	GC15
전문소매점A	GC20 ~ GC62
승용차 및 연료소매점B	GC71, GC72
전문소매점B	GC81 ~ GC83
무점포소매	GC91 ~ GC93

* 출처 : 통계청(2013)

* 주 : A, B는 규모에 의한 구분

2. 자료원천별 소매판매액 지수 변동의 표준오차 작성

앞의 영국통계청 사례를 보면 소매판매액지수 변동의 분산은 소매판매 자료에 의한 분산과 소비자물가 자료에 의한 분산으로 나뉘지고 각각 (A)와 (B)로 설명되었다. 이 절에서는 우리나라의 소매판매액자료를 이용하여 소매판매액 자료에 의한 분산(A)을 작성해 보았다. 앞서서도 설명하였듯이 소비자물가 자료에 의한 분산(B)은 현실적 한계로 인해 우리나라 자료를 이용해 계산하지 못하였다.

가. 자료 설명

본 절에서는 소매판매액지수 변동의 표준오차를 작성하기 위해 2012년 1월부터 12월 까지의 소매판매액조사의 사업체별 총판매량 자료를 사용하였다. 소매판매와 관련된 사업체 중 일부를 무작위로 추출하여 소매판매액지수 변동의 표준오차를 계산하였다.

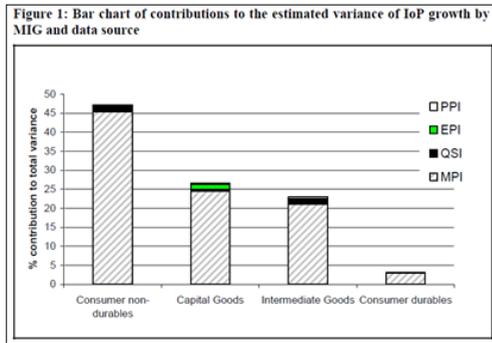
먼저 추출된 사업체의 월별 총판매량을 이용하여 아래 수식(2.18)과 같이 총 11개의 월별 변동을 산출하였다.

$$\text{월별 총판매량 변동} = \frac{C_{h,t}}{C_{h,t-1}} \quad (2.18)$$

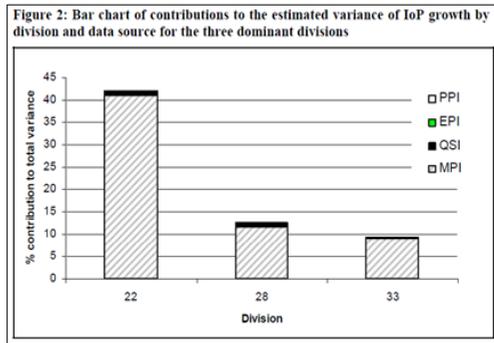
여기서 $C_{h,t}$ 는 h 상품군에 해당하는 t 월의 총판매량이며 $C_{h,t-1}$ 은 전월인 $t-1$ 월의 총판매량이다. 본 절의 작성결과에는 $C_{h,t}/C_{h,t-1}$ 을 “20120102”, ~, “20121112”와 같이

표현하였다. 이와 관련하여 지수 변동의 표준오차를 작성하는 과정에 필요한 총판매량의 분산 및 추정값 식 (2.16)의 $Var[\hat{C}_{ht}, \hat{C}_{ht}^2]$ 을 계산할 때 2012년 소매판매액지수 업종별 사업체의 가중값을 적용하였다.

참고로, 자료원천별 지수 변동의 분산은 총 분산에 영향을 미친다. 그 예로 [그림 2-1]은 영국통계청에서 작성한 산업생산지수 변동의 분산추정 결과와 원천자료의 기여도에 대한 그래프이다. 왼쪽 그래프는 원천자료의 종류에 의한 총 분산에 대한 기여도이며 오른쪽 그래프는 작성기관에 의한 총 분산에 대한 기여도이다. 두 경우 모두 월간 생산 조사(MPI)의 비중이 상대적으로 크며 다른 조사의 비중은 크지 않음을 알 수 있다.



(a) 원천자료의 종류에 의한 분류



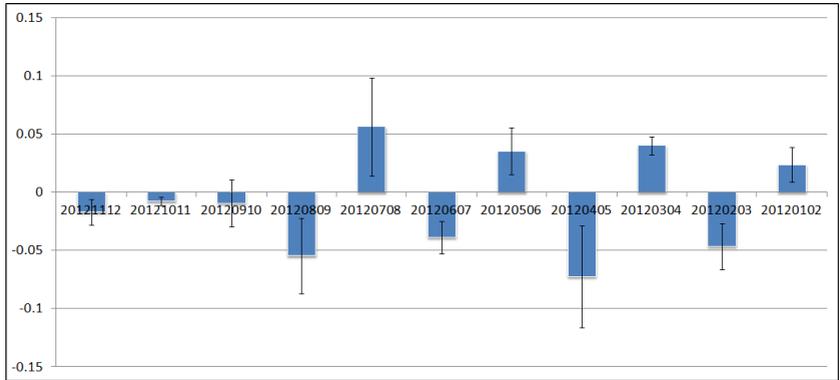
(b) 작성기관에 의한 분류

*출처 : Wood 와 Šova(2006)

[그림 2-1] 영국통계청 산업생산지수 분산 추정값과 원천자료의 기여도

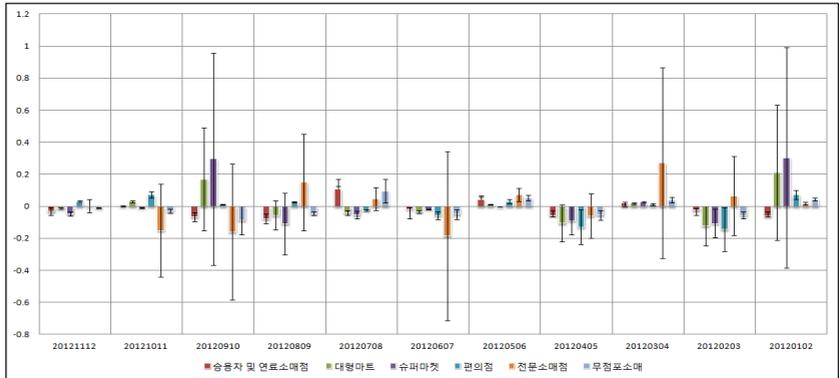
나. 소매판매액 자료에 의한 표준오차(A) 작성 결과

먼저 전체 월에 대해 지수 변동의 표준오차를 작성해 보았다. 식(2.18)의 월간 지수 변동은 그림의 막대로 표시하고 분산 식(2.16)에 대한 지수 변동의 신뢰구간(신뢰도 95%, 이하 동일)은 선으로 표시하였다. 다음 [그림 2-2]는 2012년 모든 월의 지수 변동과 신뢰구간의 작성결과이다. 대부분의 월에서 지수 변동의 신뢰구간은 영점을 포함하고 있지 않기 때문에 지수 변동의 추정값이 통계적으로 유의미하다는 것을 알 수 있다. 이 결과는 업종 구분 없이 전체 자료에 대한 변동이기 때문에 뒤에 나올 업종별 변동 보다는 신뢰구간이 비교적 안정적으로 나타났다.



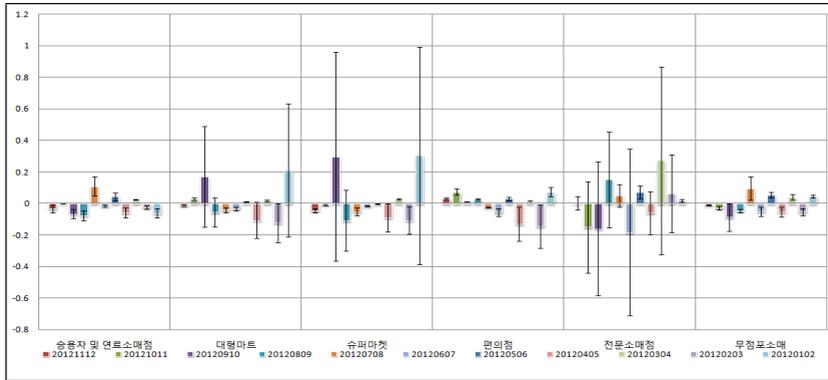
[그림 2-2] 2012년 전월대비 지수 변동과 신뢰구간

다음으로 업태별 지수 변동을 [그림 2-3]에서 월별로 나타내었다. 업태별로 지수 변동을 구분하면 전체 월별 지수 변동에서 볼 수 없었던 특정 업태에 대한 지수 변동의 변화를 볼 수 있다.



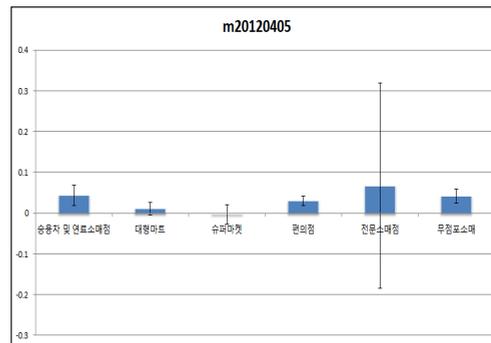
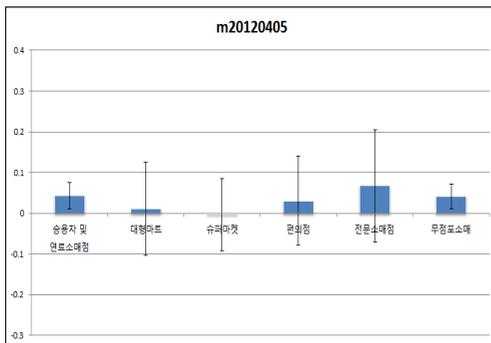
[그림 2-3] 2012년 월별 업태별 지수 변동과 신뢰구간

이를 다시 [그림 2-4]와 같이 업태별로 월별 지수 변동과 신뢰구간을 표현하여 보았다. 승용차 및 연료소매점, 편의점, 무점포소매 등은 월별로 큰 지수 변동이 없음을 볼 수 있다. 그에 비해 슈퍼마켓과 전문소매점, 대형마트 등은 상대적으로 큰 지수 변동을 가지고 있음을 알 수 있으며, 전문소매점의 경우 3/4월(20120304), 6/7월(20120607)에서 상대적으로 큰 지수 변동을 가지고 있음을 볼 수 있다.

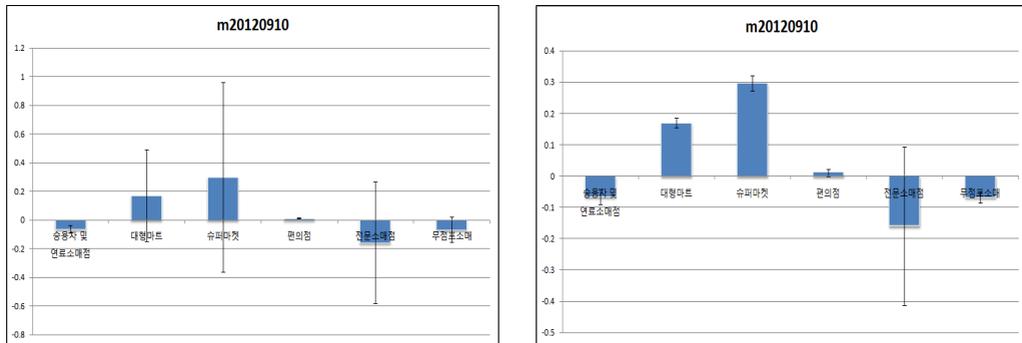


[그림 2-4] 2012년 업태별 월간 지수 변동과 신뢰구간

마지막으로 개별 월에 대해 업종별로 지수 변동과 신뢰구간을 안정화시켜 표현해 보도록 한다. [그림 2-5]와 [그림 2-6]은 특정 4/5월(20120405), 9/10월(20120910)의 지수 변동과 2012년 모든 월에 대한 표준오차의 중앙값을 적용한 결과이다. 다시 말하면 극단적으로 너무 작거나 크게 산출된 표준오차를 사용하기 보다는 표준오차 11개를 순서대로 나열한 후, 중앙에 위치한 표준오차를 사용하였다는 의미이다. 이러한 표준오차의 중앙값 사용은 1년을 대표하는 월간 표준오차를 안정적으로 제공하기 위함이다. 영국과 미국에서는 표준오차의 월간 차이가 크기 때문에 표준오차의 중앙값을 제공하고 있다. 지수 변동 표준오차의 중앙값을 이용하면 각 월의 지수 변동에 의한 신뢰구간의 길이는 동일하게 표시된다.



[그림 2-5] 업태별 4/5월(20120405) 지수 변동 및 신뢰구간 vs. 11개월 표준오차의 중앙값을 이용한 신뢰구간



[그림 2-6] 업태별 9/10월(20120910) 지수 변동 및 신뢰구간 vs. 11개월 표준오차의 중앙값을 이용한 신뢰구간

제4절 결론

영국통계청은 산업생산지수, 생산자물가지수, 소매판매액지수 등과 같은 다양한 지수에 대해서 지수 변동의 표준오차를 작성하고 있다. 이 지수들을 작성하는 데는 여러 원천자료들이 사용되는데, 영국통계청은 지수 변동의 표준오차에 각 원천 자료들이 얼마나 영향을 끼치는가에 관심을 가져왔다. 실제로 영국의 경우 이 지수들에서의 큰 월간 변동이 문제가 되어 품질에 대한 의구심으로 조사를 수행한 경험이 있다. 이를 계기로 영국통계청은 지수 변동의 표준오차를 연구하여 작성하기 시작한 것으로 알려져 있다.

한편 연구를 진행하면서 지수 변동 표준오차 추정의 이론적 출발점은 표본론에서 비롯된다는 것을 파악할 수 있었다. 지수를 작성하는데 사용되는 사업체 표본의 경우 모든 사업체를 조사하는 것이 이상적이라고 할 수 있으나 시간, 자원의 한계 등으로 인해 표본조사를 하고 있기 때문이다. 표본이론에서 분산의 추정방법은 테일러선형화 방법, 무작위 그룹 방법, 잭나이프 방법, 균형 반복 방법, 부트스트랩 방법 등이 활용되고 있다. 영국, 미국 등에서는 이러한 방법을 이용하여 표준오차를 추정하고 추정된 오차를 지수 작성에 필요한 원천자료의 품질 향상 등에 활용하고 있다. 더 나아가 이를 기반으로 표본 재구성, 업종 및 상품 재분류에 대한 연구도 하고 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 위에 소개된 분산추정 방법들 중 영국의 사례를 살펴보고, 이를 활용하여 우리나라 소매판매액지수 변동의 표준오차를 작성해 보았다. 하지만 소비자물가 자료에 의한 분산 추정의 한계로 소매판매액자료에 의한 분산만 작성할 수 있었다.



참고로 영국통계청도 소비자물가지수 자료에 의한 분산 추정에 대한 한계를 인정하고 소매판매액지수 변동의 분산 추정방법 연구를 진행하고 있다.

또한 영국통계청의 지수 작성 방법은 우리나라 지수 작성 방법과 표본 및 원천자료, 분류 체계 등에서 차이가 있다. 따라서 영국통계청의 지수 변동 표준오차 작성 방법을 한국통계청의 지수 변동 표준오차 작성에 그대로 적용하는 것은 어려움이 있다. 본 연구에서는 이러한 한계를 감안하여 우선적으로 소매판매액지수 일부 자료를 이용하여 지수 변동 표준오차를 작성하였다. 2012년 1월부터 12월까지의 자료에 적용해 본 결과 일부 월의 경우 지수 변동의 크기가 상대적으로 큰 것을 알 수 있었다. 또한 무점포소매업 등과 같은 일부 업태에서도 지수 변동이 상대적으로 크게 나타났다.

이렇게 상대적으로 지수 변동의 차이가 발생하는 경우 조사 자료 품질에 대한 조사 또는 변동 원인에 대한 분석이 필요하다. 또한 이렇게 작성한 지수 변동과 신뢰구간은 지수를 활용하는 사용자들에게 통계적으로 유용한 정보이다. 향후 연구가 더 진행되어 더 정확한 지수 변동과 신뢰구간이 작성된다면 지수 작성의 품질 향상에 많은 도움이 될 것이다. 그러기 위해서는 이론적인 연구가 종합적으로 필요하다고 판단된다. 또한 다양한 통계청이 공표하는 지수들에 대한 작성 방법 및 분류 체계의 정리가 필요하다. 이를 통해 소매판매액지수에 대한 완전한 지수 변동 분산의 작성뿐만 아니라 더 나아가 다른 지수들에서도 지수 변동의 분산 작성 기반을 마련할 수 있도록 해야 할 것이다.

참고문헌

- 통계교육원(2010), 2010년 지수론, 통계교육원
- 통계청(2013), 2010년 기준 서비스업동향조사 지침서, 통계청
- Andersson, C., Forsman, G., and Wretman, J. (1987), Estimating the Variance of a Complex Statistic: A Monte Carlo Study of Some Approximate Techniques, *Journal of Official Statistics*, 3, 251-265
- Balk, B. and Kersten, H.M.P. (1987), On the Precision of Consumer Price Indices Caused by the Sampling Variability of Budget Surveys, *Journal of Economic and Social Measurement*, 14, 19-35
- Edgeworth, F. Y. (1925), *Papers Relating to Political Economy*, Vol. 1, The Royal Economic Society : London
- Gerardo Azor(2011), Study of variance estimation methods in the Spanish labour force survey, Instituto Nacional de estadística
- John Wood and Markus G. Šova(2006), Estimation of Standard Errors for the Index of Production, ONS
- Joanna Wood(2008a), Measuring the quality of the producer price index - an update, ONS
- John Wood and Markus G. Šova(2008b), The method used to estimate standard errors for UK producer price indices, ONS
- John Wood(2009), Variance Estimation for price and volume indices in the UK office for National Statistics, ISI 2009
- Joseph Winton and Jeff Ralph(2011), Measuring the accuracy of the Retail Sales Index, ONS
- ONS(2009a), Variance of RSI Movements, ONS Internal Paper
- ONS(2009b), UK Standard Industrial Classification of Economic Activities 2007(SIC 2007)
- ONS(2012), A Guide to the Index of Production, ONS
- ONS(2013), Producer Price Index (PPI) Rebasing 2010. Question and Answer Document, ONS

- P. N. Kocic(1998), Estimating the Sampling Variance of the UK Index of Production, Journal of Official Statistics, Vol. 14. No. 2
- Valliant. R. (1991), Variance Estimation for Price Indexes from a Two-Stage sample with rotating panels, U.S. Bureau of Labor Statistics
- UK Statistics Authority(2008), Monitoring and Assessment Notes("Volatility of the Retail Sales Index"), ONS
- United Nations(2000), Classification of Expenditure According to Purpose, United Nations



<부 록>

1. 영국의 지수 작성 분류 체계

1) 표준산업분류(SIC2007)

SIC(Standard Industrial Classification)는 사업체를 분류하고, 그들이 참여하고 있는 경제 활동의 종류에 따른 통계 단위를 분류하기 위해 1948년에 처음 소개되었다. 이 분류는 자료 수집, 도표화, 자료 표현, 데이터 분석 등의 틀로 제공된다. 더불어 이 분류 체계는 정부에서 관리적인 목적으로 사용되며, 비정부기관의 산업 활동을 일반적인 구조로 분류하는 방법으로도 사용된다(ONS, 2009). 아래 <부표 2-1>은 SIC2007 분류 체계표이다.

<부표 2-1> SIC2007 분류 체계

SIC2007	
A	Agriculture, forestry and fishing
B	Mining and quarrying
C	Manufacturing
D, E	Electricity, gas, steam and air conditioning supply Water supply; sewerage, waste management and re-mediation activities
F	Construction
G	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motor cycles
I	Accommodation and food service activities
H, J	Transport and storage Information and communication
K	Financial and insurance activities
L, M, N	Real estate activities Professional, scientific and technical activities Administrative and support service activities
O	Public administration and defence; compulsory social security
P	Education
Q	Human health and social work activities
R, S	Arts, entertainment and recreation Other service activities
T	Activities of households as employers; undifferentiated goods and services-producing activities of households for own use
U	Activities of extraterritorial organizations and bodies

*출처 : ONS(2009)



2) 목적별 개인 소비 분류(COICOP)

목적별 개인 소비 분류는 SNA2008¹³⁾을 작성하기 위한 목적으로 유엔 통계처(UNSD¹⁴⁾)에서 제정한 기능별 분류 체계(functional classification)이다. 국민계정체계에서 소비, 경비 또는 지출에 대한 통계를 분석하기 위해 사용된다. <부표 2-2>는 목적별 개인 소비 분류가 가지고 있는 하위 체계에 대한 포함 여부이다(United Nations, 2000).

<부표 2-2> 기능별 분류 체계¹⁵⁾의 하위체계 포함여부

Purpose of Expenditure	Households (COICOP)	Non-profit institutions serving households (COPNI)	General government (COFOG)	Corporate and unincorporated enterprises (COPP)
Health	X	X	X	X
Recreation	X	X	X	X
Culture	X	X	X	X
Education	X	X	X	X
Social protection	X	X	X	X
Environmental protection	-	X	X	X
Research and development	-	X	X	X
Housing	X	X	X	-
Transport	X	-	X	X
Communication	X	-	X	X
Disaster relief	-	X	X	-
Economic aid abroad	-	X	X	-
Religion	-	X	X	-

*출처 : United Nations(2000)

13) SNA2008 : System of National Accounts 2008

14) UNSD : United Nations Statistical Division

15) 목적별 개인 소비 분류(COICOP : Classification of Individual Consumption by Purpose)

정부 기능 분류(COFOG : Classification of the Functions of Government)

비영리 단체 목적분류(COPNI : Classification of the Purpose of Non-profit Institutions serving households)

생산자 지출 분류(COPP : Classification of Outlays of Producers by Purpose)

이 분류 체계의 주된 목적은 자료의 분석에 있어서 관심분야 활동과 관련된 통계의 제공이다. 목적별 개인 소비 분류(<부표 2-3>)는 식품, 건강, 교육서비스와 같은 가구 지출과 관련된 항목을 보여주는데 이것은 국가복지에 대한 중요한 지표이다. 또한 정부 기능 분류는 정부차원의 건강, 교육, 국방 등에 대한 것을 보여주는데 이는 개인별 상품 소비와 정부관련 서비스를 분리하는데 사용된다. (United Nations, 2000)

<부표 2-3> 목적별 개인 소비 분류

Purpose	COICOP: households	COICOP: NPISHs	COICOP: government	Actual individual consumption
Food and non-alcoholic beverage	01			01
Alcoholic beverage, tobacco, etc.	02			02
Clothing and footwear	03			03
housing, water and fuel	04	13.1	14.1	04+13.1+14.1
Furnishings, household equipment, etc.	05			05
Health	06	13.2	14.2	06+13.2+14.2
Transport	07			07
Communication	08			08
Recreation and culture	09	13.3	14.3	09+13.3+14.3
Education	10	13.4	14.4	10+13.4+14.4
Restraunts and hotels	11			11
Social protection	12.4	13.5	14.5	12.4+13.5+14.5
Miscellaneous goods and services	12(less 12.4)			12(less 12.4)
Other services		13.6		13.6

*출처 : United Nations(2000)



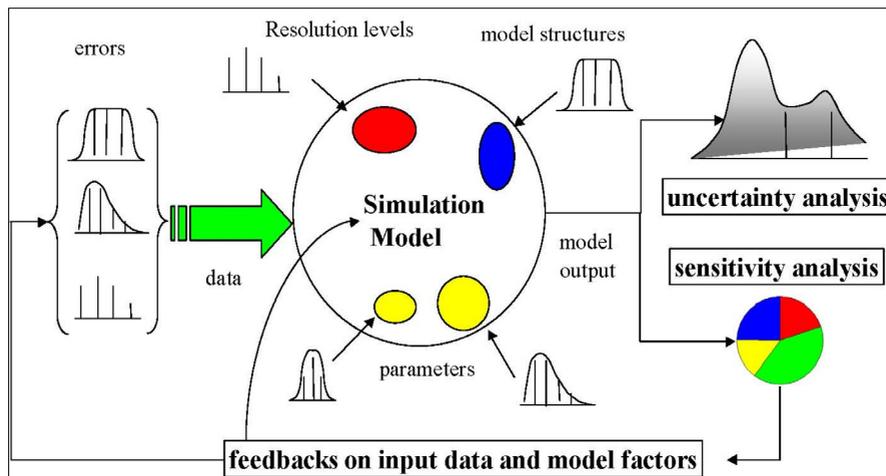
2. 민감도 분석

민감도분석은 블랙박스과 같이 내부 과정을 알 수 없는 복잡한 모형에 입력 자료가 있다고 가정할 때, 입력 자료의 변동이 결과에 어떠한 영향이 있는지를 통계적으로 분석하는 방법이다. 민감도 분석은 다음과 같은 다양한 분야에 사용되고 있다(Wikipedia¹⁶⁾).

- 불확실상황에서의 모형 또는 시스템의 결과의 견고성 검사
- 모형 또는 시스템의 입력과 출력사이의 관계의 이해 향상
- 모형에서의 오차 검색(입력과 출력에서 예상할 수 없는 관계 발생 시)
- 모형 단순화 등

민감도 분석은 다음과 같은 단계로 수행되며 회귀분석방법과 분산을 이용한 방법 등 다양한 방법이 사용된다. [부그림 2-1]은 민감도 분석 절차이다.

- 각각의 입력 자료의 불확실성 정량화
- 분석해야할 모형 결과의 수립
- 실험계획법 등을 이용한 모형의 반복 수행
- 모형 결과를 이용하여 관심 있는 민감도 측정값 계산



* 출처 : <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sensitivityscheme.jpg>

[부그림 2-1] 민감도 분석 절차도

16) http://en.wikipedia.org/wiki/Sensitivity_analysis