

情報시스템의 生産性 測定模型의 開發

Productivity Measurement Model for Information Systems

梁 光 敏*

金 經 武*

요 약

電算化가 生産性에 미치는 효과를 측정하는데 있어서 電算化의 정도를 측정하기 어렵기 때문에 일반적으로 費用/便益分析方法을 통한 간접적인 설명으로 대신하고 있다. 이는 電算化가 計量的으로 측정이 곤란한 能率의 향상이란 형태로 나타나기 때문에 電算化의 정도를 측정하는 指標의 개발이 되어있지 않기 때문이다.

본 研究에서는 經濟學에서 많이 이용되며 조작성이 편리한 Cobb-Douglas 生産函數를 사용하여 電算化의 정도를 계량적으로 나타낼 수 있는 變數의 測定方法을 도출함으로써 電算化가 生産性에 미치는 영향을 計量的으로 분석하려고 한다.

I. 序 論

産業社會에서 高度 情報化社會로 이행함에 있어 컴퓨터의 역할은 괄목할 만큼 擴大되었으며 앞으로는 컴퓨터의 위치는 점차 중요해 질 것이다. 지금까지 電算化를 실시함에 있어 컴퓨터의 順기능만을 생각하고 도입을 하였으나, 이제 도입에 따른 費用/便宜性を 모두 검토해야 할 시기가 되었다. 企業이나 國家機關에서 전산화를 추진함에 있어 經濟性 평가시 電算化에 소요되는 費用 및 效果測定에 있어 測定에 필요한 척도가 개발되어 있지 않아 많은 어려움을 겪고 있다.

電算化를 통한 生産 및 事務方式의 自動化가 生産性에 미치는 효과는 상당 부분이 직접 계량적으로 측정하기 곤란한 能率 향상의 형태로 나타나기 때문에 조직에 있어 電算化의

* 中央大學校 經營大學 教授

성과를 가늠할 만한 척도로 사용될 수 있는 指標의 개발이 어려운 상태이다. 따라서 본 研究에서는 조직의 電算化가 어떤 요인들을 통하여 生産性 및 能率의 향상을 가져오게 되는가를 일반적으로 경제학에서 많이 사용되며 조작성이 편리한 Cobb-Douglas 生産函數를 이용하여 計量的으로 測定하고자 한다.

I.1 先行 研究

生産性에 대한 연구는 그간 많은 학자들에 의해 연구되어 왔으며, 電算化에 따른 生産性 향상에 대한 연구도 계속되어 왔다. 1987년 『生産性』[12]은 새로운 情報技術이 生産性에 미치는 효과에 대해 보고하고 있다. 여기서 情報技術은 컴퓨터와 通信技術의 결합으로 나타나고 있다는 점에 의해 본질적으로 媒體기능과 情報처리 기능을 갖고 있다고 지적하고 있다. 情報技術의 生産性效果는 새로운 매체로서의 역할과 自動處理라는 역할 속에서 찾아지는 데, 生産性에 대한 情報技術의 역할은 사람을 대신하는 메시지 傳達機能, 사람이나 다른 수단을 대신하는 情報處理 및 貯藏, 檢索機能, 作業修行機能 등에서 찾을 수 있다. 여기서는 事務自動化와 工場自動化에 따른 生産性 向上을 언급하고 있다. 情報의 수집, 전달활동이나 처리, 보관활동의 상당부분은 현재의 情報技術로 代替될 수 있기 때문에 직종에 따라 차이가 있으나 전체 업무의 66~73% 정도가 事務自動化의 대상영역이 될 수 있음을 밝히고 있다.

또한 韓國生産性本部의 研究報告[13]에서의 화이트칼라의 生産性에 대한 記述에서는 화이트칼라 生産性を 화이트칼라 投入 對 화이트칼라 算出比로 나타내고 있는데, 投入要素로는 화이트칼라 勞動投入量, 화이트칼라에 대한 投入費用, 화이트칼라가 사용하는 장비와 설비가 있으며, 算出로서는 產出特性에 따라 다르지만 業務處理量이 될 수 있다. 또한 이 보고서는 화이트칼라 生産性 測定方法, 生産性 決定要因, 管理技法에 대하여도 기술하고 있다. 여기서 화이트칼라 生産性を 결정하는 요인으로 화이트칼라 개인의 능력, 업무에 대한 지식, 관리체계, 설비 및 환경, 생산 및 판매전략 그리고 조직풍토를 들고 있으며, 화이트칼라 生産성은 이러한 요인이 복합되어 결정된다고 기술하고 있다.

1984년 Christopher[20]는 전문조직, 관리조직, 서비스 조직에서의 生産性 測定技法에 대하여 기술하고 있다. 이 논문은 우선 生産性 向上의 필요성에 대하여 언급한 후 效果的인

測定技法의 개념을 설명하고 있다. 이 논문에서도 화이트 칼라 生産性에 대하여 향상될 소지가 많다고 지적하고 있다.

Craig와 Clark[22]는 企業의 總生産性和 部分生産性的의 두 가지 유형의 生産性에 대하여 언급하고 있으며 總生産/總投入의 比로서 總生産性을, 總產出/部分投入의 比로서 部分生産性을 정의하고 있다. 여기서 總生産性的의 投入에는 노동력, 자본, 원재료나 부품, 기타 투입요소 등이 된다. 投入要素와 마찬가지로 算出要素도 貨幣單位로 표시되어야 한다. 또한 1984년 Swaim과 Sink[40]는 호텔과 모텔을 대상으로 서비스부문의 生産性 測定 模型에 대한 논문을 발표하였다.

電算化에 대한 生産性 分析에 관한 연구로서 Chismar와 Kriebel[19]은 情報시스템 技術이 조직에 미치는 경제적 영향을 평가하는 방법에 대한 논문을 발표하였다. 이 논문에서는 情報시스템 技術이 조직에서 나타내는 生産性을 評價하는 방법을 제시하고, 조직내의 여러 가지 分析方法에 대하여 언급하고 있다. 이 分析方法은 效率的 生産의 微視的 經濟 分析을 기초로 하여 組織의 生産性 指數를 產出하고 있다.

Crowston과 Treacy[23]는 情報技術이 조직에 미치는 영향에 대하여 연구하였는데, 이들은 특히 企業 전체의 성과에 미치는 영향의 정도를 측정하려고 시도하였다.

1985년 Lay[27]는 情報시스템 프로젝트를 평가할 수 있는 費用/便宜 分析에 대하여 언급하였는데, 다섯단계로 費用/便宜 分析을 나누어 전개하고 있다. 첫번째 단계는 프로젝트의 범위를 정하여 어느 한계까지 費用과 便宜를 測定할 것인가를 미리 정한다. 두번째 단계는 情報시스템 導入으로 인해 직접, 간접으로 발생하는 費用과 便宜를 평가한다. 여기서 간접비용과 편의를 평가할 때는 주관적 요소가 있으므로 주의를 요한다. 세번째는 情報시스템의 壽命週期를 정한다. 耐用年數를 정확하게 추정하기는 어려운 점이 있다. 네번째는 앞에서 측정된 費用과 便宜를 할인하여 現在價値化 한 다음, 純現在價値가 가장 큰 프로젝트를 선택하면 된다. 마지막으로 敏感度 分析을 실시하여 過大 또는 過小 평가된 사항에 따른 영향을 검토한다. Lay는 다섯단계를 언급한 후 비용과 便宜를 추정하는데 따른 문제점을 제시하고 있다.

Smith와 Mayston[37]은 公共部分을 대상으로 效率性을 測定하는 單一指數를 생성하는데 成果指標를 산출하는 자료가 어떻게 사용되었는가를 보이기 위해 자료포장 분석(data envelop analysis)을 사용하고 있다. 이 방법은 환경의 차이에서 오는 차이점을 체계적으로

조정한다. 대부분의 경우 公共部分의 유사 서비스 제공부문과 비교하여 성능을 측정할 수 있다. 공공부문에서는 독자적이고 표준화된 성능을 측정할 수 있는 指數가 거의 없으므로 이들이 제시한 방법으로 效率性을 측정하고 있다. 환경이 다르면 效率性에 미치는 요인이 상이하므로 環境要因을 고려하는 것이 중요하다.

II. 情報시스템의 生産性

組織을 둘러싸고 있는 環境의 급격한 변화에 따라 양질의 情報는 意思決定에 필수적인 資源이 되었으며 신속하고도 정확한 情報는 조직의 각 분야에서 필요로 하는 중요한 요소가 되었다. 이로써 情報시스템의 能力과 활용정도는 조직 전체의 生産性向上에 크게 기여하므로 情報시스템의 生産性에 대하여 살펴보는 것은 필수적이라 할 수 있다.

II.1 情報化에 따른 生産性 概念

生産性 概念은 이론과 실제면에서 조직의 모든 經濟活動分野를 비교적 객관적으로 평가하는데 적용되어 왔다. 生産性은 일반적으로 일정한 投入量에 대한 결과로서의 일정한 가치와의 관계로 정의할 수 있음을 앞에서 설명하였다.

生産性 概念은 주로 기업의 제품 생산분야에서 활용되는 가운데 기업의 생산활동 과정에서의 投入量에 대한 產出量의 比率로서 概念化되어 왔다.

이같은 生産性 概念은 서비스분야에도 적용되고 있는 추세이고 事務管理分野에서도 받아들이고 있다. 이와 같이 生産性 概念이 확대됨에 따라 生産性 概念은 情報시스템 분야에서도 적용될 수 있으나, 電算化에 따른 生産性에 대한 영향요인들을 단편적으로 관찰해서는 안되며 電算部署의 적용대상 業務 및 業務單位의 關聯性을 고려하여 複合的으로 分析되어야 한다. 또한 電算化에 따른 生産性은 情報處理 能力에 따른 利用價値와 處理能力을 실현하기 위하여 소요되는 費用과의 관계에서 고려되어야 한다.

일반적으로 生産性은 情報處理 能力을 기초로 하여 달성된 이용가치와 소요비용에 의해 평가된다. 소요되는 능력은 소정의 이용가치를 최소의 비용으로 실현시켜 주거나 또는 일정한 비용의 투입을 통하여 최대의 이용가치가 달성될 수 있을 경우에 생산적이라 할 수 있

기때문이다. 따라서 情報시스템의 절대적 능력은 生産性 분석의 기초가 된다. 情報시스템 能力은 비용과 이용가치의 원천이 되므로 生産性을 규명하기 위해 기본적으로 분석되어야 한다.

情報시스템의 능력은 실질적인 이용가치에 따라 평가될 수 있는 데, 情報시스템의 實質的 利用價値는 情報시스템의 絶對的 利用可能性과 利用者 能力의 두가지 요인에 의해 결정 된다.

두 가지 결정요소를 구체적으로 설명하면 情報시스템의 絶對的 利用可能性은 컴퓨터의 용량, 자료의 구조와 자료변환의 기능적 수준에 따른 비용을 포함하며 이용자의 능력은 직접적인 이용자의 개인적 조작 및 처리능력은 물론 이에 영향을 미치는 조직의 특성 및 서비스를 제공하는 외부컨설턴트의 조력을 포함한 것이다.

費用側面에서의 情報시스템의 능력은 조직이 해결하고자 하는 업무에 대한 相對的 시스템 開發水準과 實質的인 이용결과에 따라 評價할 수도 있다.

앞에서 언급한 情報시스템의 능력에 결정적 영향을 미치는 요인들은 단편적으로 관찰되어서는 안되며 複合的인 關聯性下에서 분석되어야 하므로 構造化시킬 필요가 있다. 즉 요인을 보다 세분화하고 요인간의 관계를 명확히 확인할 필요가 있다.

情報시스템의 生産性 분석을 위해서는 情報시스템의 開發水準과 이들의 실질적인 이용 결과가 무엇보다 중요한 의미를 갖고 있으므로 두 가지 요인을 중심으로 세분화하고 연관성을 종합해야 한다.

II.2 生産性 分析對象

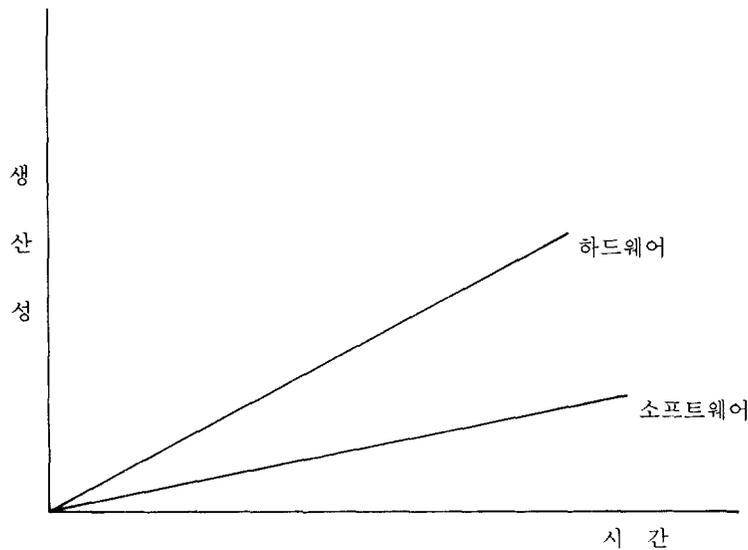
電算化를 추진함에 있어 生産性 分析의 대상은 電算組織 자체는 물론 情報시스템이 개발되고 운영되는 과정에서의 능력이다. 開發 및 運營分野는 情報시스템을 활용하는 이용자나 분야에 따라 다른 시각을 가질 수 있다.

여기서 開發分野는 조직에서 활용할 수 있는 應用소프트웨어 개발을 의미한다. 또한 情報시스템 電算化 以前 段階로부터 이용상태 및 관리, 이미 개발된 여러가지 情報시스템의 유지보수 및 개선을 포함한다.

또한 運營分野는 資料의 募集, 分析, 處理, 프로그램 實行 등을 포함한다. 물론 이를 위

해서는 이에 상응하는 하드웨어에의 투자가 필요하다.

이와 같이 生産性 分析의 對象을 하드웨어의 활용에 따른 비용과 이용가치의 관계는 물론 이에 필요한 소프트웨어의 개발과 활용에 따른 비용과 이용가치의 관계로서 이해되어야 한다. 왜냐하면 應用소프트웨어에 따라 하드웨어가 선택적으로 활용되기 때문이다. 情報 시스템의 하드웨어와 소프트웨어의 生産性을 비교하면 <그림 II-1>과 같다.



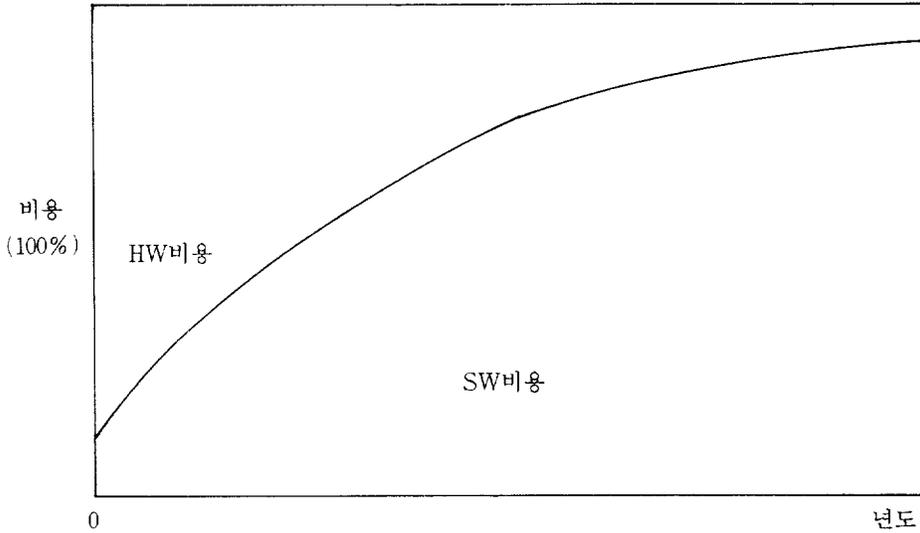
<그림 II-1> 하드웨어와 소프트웨어의 생산성 비교

장기적으로 볼 때 소프트웨어의 생산성은 급격한 변화가 없을 것으로 예상되지만 신기술 개발에 따라 하드웨어의 생산성은 급상승하리라 예상된다.

情報 시스템의 생산성을 분석함에 있어 소프트웨어의 분야를 비중있게 고려해야 할 필요가 있다. 그 이유는 <그림 II-2>에서 보는 바와 같이 情報 시스템과 관련된 費用의 趨勢에서 소프트웨어가 전체 비용에서 차지하는 비중이 점차 증가하고 있는 데서 찾아 볼 수 있다.

情報 시스템을 도입하는 단계에서 중요한 비용은 하드웨어 구입과 소프트웨어 개발 및 구입 비용이 된다. 하드웨어와 소프트웨어에 대한 비용은 1970년대 이후 상대적으로 많은 변화를 가져오고 있다. <그림 II-1>과 <그림 II-2>를 결합하여 보면 하드웨어의 비용은 성

능에 비하여 감소하는 추세에 있는 반면 소프트웨어 비용은 상대적으로 상승하고 있음을 알 수 있다. 이는 情報시스템 활용과정에서 소프트웨어 부문이 차지하는 비용이 점진적으로 증대되어 가고 있다는 것을 의미한다.



〈그림 II-2〉 하드웨어와 소프트웨어의 비용변화 추세

비용과 함께 生産性を 분석하려면 情報시스템의 產出能力을 확인하여 그 이용가치를 살펴보아야 한다. 情報시스템 이용가치를 生産性 分析에 용이하도록 主觀的으로 확인할 수 있는 이용가치와 客觀的으로 확인할 수 있는 이용가치로 구분하여 언급한다. 主觀的이라 함은 情報시스템의 능력을 이용하고 평가하는 이용자 스스로의 個人的 活用事項 및 결과에 대한 效用은 물론 이용자가 활용하는 情報시스템 능력을 포함한다.

이와 같은 의미에서 이용가치는 業務處理 또는 作業管理와 意思決定 準備手段으로서의 利用價値와 形態的 利用價値로 구분한다. 前者는 신속한 情報管理과 精確한 情報 제공에 따른 수익을 들 수 있고, 後者는 개선된 조직의 이미지, 관찰 및 통제범위 확대, 새로운 과제에 대한 개선된 처리방식을 들 수 있다.

이같은 이용가치는 직접적인 수치로 표현되기 어렵기 때문에 많은 학자들은 이러한 문제를 극복하기 위하여 시뮬레이션과 같은 접근을 시도하고 있지만 시간과 비용이 소요되어 효과적인 방법이라 할 수 없다.

이러한 이용가치들은 일정한 기준에 의하여 비교될 수 없으므로 재래식 방법에 따른 指標나 指數方法으로 표현될 수도 없다. 따라서 生産性 분석을 위하여는 이용효과로서의 가치를 主觀的 水準 및 尺度를 정하고 여기에 일정한 수치를 부과하여 처리하는 방법이 합리적이라 할 수 있다.

客觀的으로 확인할 수 있는 이용효과는 情報시스템을 통하여 관리됨으로써 가능해진 효율성을 들 수 있다. 또한 사무관리 체제의 개선에 따른 직접적 이용감소로 在庫水準의 適正化로 인한 在庫費用 節減의 예를 들 수 있다. 이러한 비용들은 비교적 용이하게 확인되고 추정될 수 있다. 즉 情報시스템을 사용하지 않았을 경우의 비용과 사용하는 경우의 비용과를 비교함으로써 人件費, 재료비, 行政事務費 등에 있어서의 차이를 總合產出한다.

Ⅲ. 生産性 測定 模型

어느 한 생산요소가 생산에 미치는 영향을 측정하는 가장 일반적인 방법은 생산함수에 포함된 생산요소의 母數(parameter)를 추정하는 방법이다. 그러나 생산함수의 母數를 추정함에 있어서 不偏推定量을 구하기 위해서는 생산함수에 포함되는 변수들의 상관관계를 명확히 정의하고 추정하여야 함은 잘 알려진 사실이다. 즉 생산함수의 母數를 추정하는 과정에서 흔히 범하게 되는 오류는 직접 계량적으로 측정하기 어려운 변수를 생산함수에 포함시키지 않은 상태에서 추정하거나 또는 계량적 측정이 어려운 定性的變數(qualitative variable) 대신에 指數(index)나 代用變數(proxy variable)를 사용하여 추정하는 과정에서 생기는 便倚(misspecofocation bias)를 완전히 제거하지 못한채 推定量을 구하는 경우, 어떤 生産要素의 생산에 미치는 영향은 정확하게 推定되지 않는다.

컴퓨터를 주축으로 하는 電算化가 生産性에 미치는 영향을 측정하는 데 있어서 事務自動化와 工場自動化 設備에 대한 투자의 증대는 산업체로 하여금 사무부문의 능력제고와 생산구조의 고도화를 통하여 生産性을 향상시킨다는 것은 보편적으로 인지도된 사실이지만 電算化의 정도를 나타내는 변수나 代用變數는 생산 함수에 포함시키지 않고 있다. 그 이유는 電算化를 통한 생산 및 사무방식의 자동화가 生産性에 미치는 효과를 계량적으로 측정하기 어렵기 때문인데, 일반적으로 費用-便益分析을 통하여 간접적인 설명으로 대신하고 있다. 즉 자동화 내지 電算化의 개념자체에 대해서 계량적으로 정의하기 어려울 뿐 아니라 설

령 정확히 정의되었다 하더라도 이를 가늠할 만한 적절한 척도로 사용될 수 있는 指標나 代用變數가 없기 때문이다.

따라서 본 研究에서 電算化가 生産性에 미치는 효과를 분석하기 위해서는 먼저 電算化의 정도를 計量的으로 나타낼 수 있는 變數의 測定方法을 導出した 후 生産函數를 이용한 實證分析을 통하여 電算化가 生産性에 미치는 영향을 推定하여야 한다. 이를 위해서 2段階의 間接推定方法을 통하여 電算化의 정도를 나타내는 變數를 計量化한 후 마지막으로 生産函數를 이용하여 母數들을 추정하려고 한다.

第1段階에서는 우선 電算化의 정도를 나타내는 變數를 計量化하기 위해서 生産函數를 이용하되 間接的인 方法으로 代用變數를 計量化하는 과정이다. 물론 이 단계에서는 推定되어 計量化된 代用變數에는 電算化의 정도 뿐만 아니라 生産函數에 포함되지 않은 여러가지 變數들이 生産性에 미치는 영향을 포괄적으로 計量化하게 된다. 포괄적으로 計量化된 변수로부터 電算化의 정도를 분리하기 위하여 다음의 第2段階 推定課程이 필요하게 된다.

第2段階에서는 設問調査를 통하여 수집된 자료를 因子분석方法을 통하여 電算化의 정도를 計量的으로 추정하는 과정이다.

마지막 段階에서는 第2段階에서 추정한 代用變數를 生産函數에 포함시켜 生産函數를 다시 추정함으로써 電算化가 生産性에 미치는 영향을 計量的으로 분석하게 된다.

위에서 구분한 推定方法을 段階別로 나누어서 그 추정방법을 설명하고 模型을 설정하려고 한다.

Ⅲ.1 第1段階 推定方法

이 段階에서는 電算化에 관계된 變數나 代用變數를 生産函數에 포함시키지 않고 Mundlak [31]이 사용한 間接方法을 이용하여 計量化된 代用變數를 구하려고 한다.

먼저 일반적으로 指數函數의 형태로 표시되는 Cobb-Douglas 生産函數를 아래의 式 (3-1)과 같이 표시할 수 있다.

$$Y_{it} = e^{b_0} X_{1it}^{b_1} X_{2it}^{b_2} \dots X_{kit}^{b_k} M_i^c e^{u_{it}} \quad (3-1)$$

여기서 Y 는 生産量, $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ 는 生産要素를 나타내며, M 은 電算化의 정도를 나타내는 변수이며 U 는 오차를 나타낸다. 한편 e 는 自然對數를 나타내고, $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ 와 c 는 여기서 추정하려고 하는 母數로서 彈力性을 의미하며, $i=1, 2, 3, \dots, I$ 는 해당 산업을 지칭하고 $t=1, 2, \dots, T$ 는 시간을 나타내고 있다. 한편 生産기술 수준은 주어진 조건으로 간주되고 b_0 로 대표되며, 이는 電算化 정도를 나타내는 변수 M 과 분리하여 취급되고 있다. 여기서 電算化 정도는 시간의 변화에 대하여 不變이라고 가정하고 추후에 시간의 변화와 산업간의 차이에 대하여 설명하기로 한다.

生産函數가 式(3-1)과 같이 指數의 형태로 표시되어 있어 推定模型을 線型으로 나타내기 위하여 兩對數變換을 이용하여 式(3-1)을 아래와 같이 표기할 수 있다.

$$\ln Y_{it} = b_0 + b_1 \ln X_{1it} + \dots + b_k \ln X_{kit} + c \ln M_i + U_{it} \quad (3-2)$$

또한 式(3-2)를 표기를 달리하여 對數로 變換된 變數를 사용하여 式(3-3)과 같이 표시할 수 있다.

$$Y_{it}^* = b_0 + b_1 X_{1it}^* + b_2 X_{2it}^* + \dots + b_k X_{kit}^* + c M_i^* + U_{it} \quad (3-3)$$

이 경우 $Y_{it}^* = \ln Y_{it}$, $X_{ki}^* = \ln X_{ki}$, $M_i^* = \ln M_i$ 를 나타낸다. 이렇게 線型의 형태로 變換된 生産函數를 最少自乘法을 이용하여 母數를 추정하는 것이 一般的이다. 즉 自乘의 乘으로 표시되는 式(3-4)를 사용하여 最少化시키는 母數의

$$Q = \sum_i \sum_t (Y_{it}^* - b_0 - b_1 X_{1it}^* - \dots - b_k X_{kit}^* - A_i)^2$$

를 사용하여 最少化시키는 母數의 값을 구하면 된다.

그런데 여기서 電算化의 정도를 나타내는 變數 M 는 직접 測定이 불가능하기 때문에 그 係數를 직접 추정하지 않고 아래와 같이 다른 變數인

$$A_i = c M_i^*$$

를 사용하여 Q를 最少化시키는 母數 $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ 의 값과 A의 값을 구하게 된다. 그 이유는 變數 M_i는 直接測定이 計量的으로 불가능할 뿐아니라, 모든 M_i*의 값에 일정한 常數를 곱하더라도 最小自乘法에 의한 推定值에는 전혀 영향을 미치지 않기 때문이다. 또한 轉산화의 정도를 間接적으로 추정하기 위하여 첫단계에서 轉산화의 정도를 포함시키지 않은 生産함수의 계수들을 추정한 후 殘差項(residual terms)의 개념으로부터 間接 추정방법을 사용하게 된다. 따라서 一般性을 상실함이 없이 $\sum A_i = 0$ 로 가정하고 最小自乘法에 의한 推定值들은 아래의 公式과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= Y_{..}^* - \hat{b}_1 X_{1.}^* - \hat{b}_2 X_{2.}^* - \dots - \hat{b}_k X_{k.}^* \\ \hat{A}_i &= Y_{i.}^* - \hat{b}_1 X_{i1}^* - \hat{b}_2 X_{i2}^* - \dots - \hat{b}_k X_{ik}^* - \hat{b}_0 \\ (\hat{b}) &= (S_{yx})(S_{xx})^{-1} \end{aligned}$$

여기서,

$$Y_{..}^* = \frac{1}{IT} \sum_i \sum_t Y_{it}^*$$

$$Y_{i.}^* = \frac{1}{IT} \sum_t \sum_i X_{it}^* \quad l=1, 2, 3, \dots, k$$

$$Y_{i.}^* = \frac{1}{T} \sum_t X_{it}^* \quad i, l=1, 2, 3, \dots, k$$

(b)는 k개의 回歸係數를 포함하는 벡터

(S_{xx})는 k 標本모멘트(sample moment) 벡터이며 그 要素는

$$S_{xx} = \frac{1}{IT} [\sum_i \sum_t Y_{it}^* X_{it}^* - T \sum_i Y_{i.}^* X_{i.}^*], l=1, 2, 3, \dots, k$$

(S_{xy})⁻¹는 獨立變數의 標本모멘트를 나타내는 逆行列로서 그 요소는

$$S_{xix_j} = \frac{1}{IT} [\sum_i \sum_t X_{it}^* X_{it}^* - T \sum_i X_{i.}^* X_{i.}^*], l, j=1, 2, 3, \dots, k$$

이며 \hat{c} 표시는 推定値를 나타낸다.

위에서 얻어진 推定値들을 사용하여 電算化의 정도를 나타내는 변수 M_i^* 의 계수인 c 를 間接的으로 추정할 수 있다. 이를 위하여 生産函數는 규모에 대한 報酬가 不變이라고 가정한다.

c 의 推定値는 生産函數의 성질에 의해서

$$\hat{c} = 1 - \sum_i^k \hat{b}_i$$

와 같이 구할 수 있으며, 電算化의 정도를 나타내는 變數 M_i^* 의 추정값 \hat{M}_i^*

$$\hat{M}_i^* = \frac{\hat{A}_i}{\hat{c}}$$

를 이용하여 계산할 수 있다. 지금까지 $A_i = cM_i^*$ 를 사용하여 生産函數를 추정한 것은 生産函數가 산업간에 차이가 있을 수 있다는 사실을 고려하고 있지만 시간의 변화에 대하여는 변하지 않는다고 가정하고 있다. 그러나 실제에 있어 時系列資料와 橫斷面資料를 동시에 사용할 경우에는 生産函數의 산업간의 차이가 있을 수 있을 뿐 아니라 시간이 경과함에 따라 변할 수 있다는 사실을 고려하여야 한다. 이를 위하여 Mundlak [31]은 式(3-4)에 $A_i = cM_i^*$ 와 $A_{it} = cM_{it}^*$ 를 포함시키고 효과를 측정하는데 따라 假定을 달리하는 방법을 언급하고 있다. 즉 時系列資料와 橫斷面資料를 혼용(pooling)하여 사용할 경우에는 4가지 가정하에 각각 달리 추정하게 된다.

첫째, 산업간의 차이와 시간의 변화에 따른 生産函數의 변화를 무시할 경우에는 $A_{it} = A_i = 0$ (모든 i 와 t)를 가정하고 A_i 와 A_{it} 를 式(3-4)에서 삭제한 후 生産函數를 推定한다.

둘째, 산업간 효과를 고려하고 시간효과를 무시할 경우에는 $A_{it} = 0$ (모든 t)로 가정하여 式(3-4)에서 $A_{it} = cM_{it}^*$ 를 남기고 $A_i = cM_i^*$ 는 제거한 후 추정한다.

셋째, 시간효과는 고려하고 산업간효과를 무시할 경우에는 $A_i = 0$ (모든 i)로 가정하고 式(3-4)에서 $A_i = cM_i^*$ 를 남기고 $A_{it} = cM_{it}^*$ 를 삭제한 후 추정한다.

넷째, 산업간효과와 시간효과를 모두 고려할 경우에는 式(3-4)에 $A_i = cM_i^*$ 와 $A_{it} = cM_{it}^*$ 를 모두 포함시켜 生産函數를 추정한다.

위의 네가지 추정방법중 A'와 A를 포함시킬 것인가에 대한 고려는 자료를 時系列자료만 사용할 것인가 아니면 橫斷面자료만 사용할 것인가 또는 모두 사용할 것인가에 따라 달라지며 각각의 경우 측정한 母數는 서로 다르다는 것은 분명하게 나타날 것이다.

그러나 여기서 주의하여야 할 점은 \hat{M}_i^* 는 $M_i^* = \ln M_i$ 의 추정치이며 \hat{M}_i^* 에는 電算化의 정도뿐 만 아니라 생산함수에 포함되지 않은 다른 생산요소의 양도 포함되어 있다. 따라서 \hat{M}_i^* 중에서 電算化의 정도를 별도로 분리하여 計量化하는 第2段階의 과정이 필요하게 된다.

Ⅲ.2 第2段階 因子分析

因子分析方法에는 여러가지가 있으나 가장 흔히 이용되는 主成分分析을 사용하여 第2段階 추정을 하려고 한다. 主成分分析은 많은 변수들을 포함하고 있는 자료를 요약하고 변수들을 線型으로 결합하여 더 적은 수의 독립된 변수로 자료를 수정하는 방법이다. 즉 主成分은 設問調査를 통하여 얻은 많은 定性變數를 내용으로 얻은 資料의 分散을 최대한으로 설명해 줄 수 있는 변수들의 線型結合을 찾아서 새로운 변수들을 구성하는데 이들 새로운 변수들 사이가 서로 독립이 되도록 하는 방법이다.

첫번째 主成分 또는 因子는 자료의 分散을 최대한으로 설명해 주는 변수들의 結合을 찾아 만들어 진다. 두 번째 主成分은 첫번째 主成分에 의해 설명되지 않은 나머지 分散을 최대한으로 설명해 줄 수 있는 변수들의 선형결합을 찾아 만들어진다. 이와 같은 방법으로 세 번째, 네번째 主成分들이 만들어지며, 이러한 과정은 모든 分散이 완전히 설명될 때까지 계속되어야 하겠지만 실제로는 몇 개의 主成分에 의해 分散의 대부분이 설명되면 중단하는 것이 일반적이다.

主成分分析 模型을 一般型으로 표시하면 아래와 같다.

$$Z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + \dots + a_{jn}F_n, \quad j=1, 2, 3, \dots, n$$

여기서는 Z_j 는 표준화된 변수 j 를 의미하며, $F_i(i=1,2,3,\dots,n)$ 는 n 개의 資料變數의 線型結合인 假想因子를 나타내며, a_{ji} 는 회귀계수로 인자적재값을 나타낸다.

한편 두 변수 j 와 k 사이의 相關關係가 존재한다면 이 相關關係는 共通因子때문에 나타나게 되며, 만약 여러개의 共通因子들이 서로 독립되어 있다면 相關係數 r_{jk} 는 回歸係數에 의해 다음과 같은 방법으로 얻어진다.

$$\begin{aligned} r_{jk} &= r_j F_{1jk} F_1 + r_j F_{2jk} F_2 + \dots + r_j F_{njk} F_n \\ &= a_{j1} a_{k1} + a_{j2} a_{k2} + \dots + a_{jn} a_{kn} \\ &= \sum_{i=1}^n a_{ji} a_{ki} \end{aligned}$$

즉 變數와 j 와 k 의 相關關係(r_{jk})는 관계된 共通因子들의 回歸係數 a_{ji} 와 a_{ki} ($i=1, 2, 3, \dots, n$)들의 곱한 값의 합과 같다. 만약 共通因子가 F_1 하나 밖에 없다면 위의 相關係數를 나타내는 식은

$$r_{jk} = r_j F_{1jk} F_1$$

으로 간단하게 표시된다.

이는 변수 j 와 k 사이의 상관계수는 전적으로 공통인자 F_1 때문에 존재하게 된다는 것을 의미하며, 만약 이 假想因子를 통제하게 되면 변수 j 와 k 사이의 部分相關計數가 零이 되도록 가상인자의 수를 最少化하는 기법이라고 하겠다.

主成分分析 模型을 이용하여 인자 F_1, F_2, \dots, F_n 을 구함에 있어서 因子를 구성하는 변수들을 결정하는 것은 因子적재값을 나타내는 a_{ji} 의 값이 통상 0.50 보다 큰 변수만을 선택하게 된다. 또한 因子를 만드는 과정에서 主成分에 의해 分散의 대부분이 설명될 때 까지 主成分 또는 因子를 찾아야 하나, 구해진 因子들 중에서도 因子의 固有值가 1보다 큰 因子만을 선택하고 나머지는 버리는 것이 일반적이다.

이때 因子의 고유값은 因子적재값으로 불리는 回歸係數의 제곱을 더한 값으로 계산되며 이의 關係式은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{인자 } F_k \text{의 고유값} &= a_{1k}^2 + a_{2k}^2 + \dots + a_{nk}^2 \\ &= \sum_j a_{jk}^2 \end{aligned}$$

또한 因子의 고유값을 인자를 구성하는 변수의 數로 나눈값이 그 因子가 전체 분산 중에서 설명하고 있는 퍼센트를 나타내게 된다. 즉

$$\begin{aligned} \text{인자 } F_k \text{가 전체분산을 설명하는 비중} &= \frac{\text{因子 } F_k \text{의 고유값}}{\text{변수의 數}} \\ &= \sum_k^n a_{jk}^2 \end{aligned}$$

으로 표시된다.

다음으로 電算化의 정도를 測定하는데 있어서 위에서 설명한 主成分分析技法을 어떻게 이용할 것인가를 설명하려고 한다. 우선 電算化의 정도를 測定함에 있어 有形測定部分과 無形測定部分의 두 가지로 나눌 수 있는데 無形測定에 主成分分析技法을 이용하려는 것이다. 여기서 有形測定이란 컴퓨터를 위주로 한 OA機器 및 FA設備가 어느 정도로 되어 있는가를 측정하는 것을 말하며, 無形測定이라 함은 이들 機器나 設備를 얼마나 效率的으로 이용하고 있는가를 나타낸다.

無形測定은 電算化를 위하여 마련된 機器나 設備를 얼마나 效率的으로 사용함으로써 生産性向上에 이바지 하느냐를 측정하여야 하기 때문에 直接測定이 불가능하다. 따라서 效率的인 사용의 정도를 간접적으로 측정하기 위해서는 設問調査 방법을 통하여 자료를 수집하게 된다. 電算化를 위하여 마련된 機器나 設備가 얼마나 잘 이용되고 있는가 하는 것은 실제로 회사내의 情報시스템을 이용함에 따른 無形便宜를 얼마나 많이 얻고 있느냐 하는데 따라 달라질 수 있다. 따라서 電算化의 정도를 無形測定하는 것은 바로 情報시스템을 이용함으로써 얻을 수 있는 無形便宜를 측정하는 것이 가장 효과적이라 하겠다. 한편 컴퓨터를 위주로 한 情報시스템의 운용은 生産性 제고 뿐만 아니라 경영전반에 걸친 경영능력의 제고를 통하여 기업의 生産성에 영향을 미치기 때문에 情報시스템의 운용에 따른 無形便宜는 設問紙를 통하여 찾아 볼 수 밖에 없다.

設問을 통하여 얻은 各項目들을 變數로 하고 이들 項目들의 線型結合으로 자료의 分散을 가장 잘 설명해 주는 主成分 또는 因子를 찾게 된다.

III.3 第3段階 再推定方法

이 단계에서는 위에서 설명한 바와 같이 第1段階에서 추정된 電算化의 정도를 나타내는 추정값 \hat{M}^* 와 第2段階 主成分分析에서 만들어진 主成分 F_1, F_2, \dots, F_n 을 사용하여 \hat{M}^* 을 再推定하는 작업이다. 먼저 再推定方法을 설명하기에 앞서 電算化의 정도를 측정하는 방법 중에서 有形測定을 설명하기로 한다.

有形測定은 위에서 잠시 설명한 바와 같이 컴퓨터를 위주로 한 OA機器 및 FA設備가 어느 정도로 마련되어 있는가를 측정하는 변수이므로 이는 電算化에 投資된 금액으로 測定이 가능하다. 이에 컴퓨터를 비롯한 OA機器 및 FA設備에 필요한 하드웨어와 소프트웨어의 購入에 소요된 비용, 설비된 장비들을 사용하기 위하여 투입된 教育訓練費, 그리고 維持補修費를 포함하는 總投資額으로 측정될 수 있다.

따라서 再推定 과정에서는 \hat{M}^* 와 因子 F_1, F_2, \dots, F_n 및 有形測定된 總額을 이용한 推定模型을 아래와 같이 정립할 수 있게 된다.

$$\hat{M}_i^* = d_0 + d_1 F_{i1} + d_2 F_{i2} + \dots + d_n F_{in} + f T_i^* + U_i, \quad i=1, 2, 3, \dots, n$$

여기서 \hat{M}_i^* 는 第1段階에서 추정된 電算化의 정도를 나타내는 값 M_i 의 對數變換 값 $\hat{M}_i^* = \ln M_i$ 의 推定值이며, F_1, F_2, \dots, F_n 은 각 산업별 主成分 分析에서 만들어진 因子들을 나타내며, $T_i^* = \ln T_i$ 를 有形測定에서 얻은 電算化를 위하여 直接 投入된 投資總額(T_i)이며, U_i 는 오차항이다. 또한 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ 및 f 는 回歸係數인 母數를 나타낸다.

위의 多重回歸 模型을 最小自乘法에 의하여 母數를 추정하게 되는데 이를 간단하게 설명하기 위하여 多重線型 模型을 행렬을 이용하여 표시하기로 한다.

$$\begin{bmatrix} \hat{M}_1^* \\ \hat{M}_2^* \\ \vdots \\ \hat{M}_n^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & F_{11} & F_{21} & \dots & F_{n1} & T_1^* \\ 2 & F_{12} & F_{22} & \dots & F_{n2} & T_2^* \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & F_{1n} & F_{2n} & \dots & F_{nn} & T_n^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_0 \\ d_1 \\ \vdots \\ d_n \\ f \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix}$$

$$\hat{M}^* = A D + U$$

$(n \times 1)$ $(n \times (n+2))$ $((n+2) \times 1)$ $(n \times 1)$

여기에서 \hat{M}^* =종속변수 \hat{M}^* 에 대한 값을 포함하는 $(n \times 1)$ 列벡터

A =자료행렬 F_1 에서 F_0 및 T^* 에 이르는 $(n+1)$ 개의 설명변수에 대한 $n \times (n+2)$ 행렬이며 첫번째 列은 상수항을 나타낸다.

D =추정하려고 하는 모수 $d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ 및 f 에 대한 $(n+2)$ 列벡터

U = n 개의 誤差項에 대한 列벡터이다.

위의 行列로 표시된 모형을 最小自乘法에 의해 母數의 推定量을 구하게 되면 OLS (ordinary least squares) 推定量이 되며 이는 다음과 같이 표시된다.

$$\hat{D} = (A'A)^{-1} A'\hat{M}^*$$

여기서 A' 는 A 의 轉置行列이며 $(A'A)^{-1}$ 는 $(A'A)$ 의 逆行列이다.

위에서 구한 母數推定量을 나타내는 列벡터 \hat{D} 를 이용하여 \hat{M}^* 의 推定値를 구하게 된다.

즉

$$\hat{M}^* = A \cdot \hat{D}$$

의 관계식에 의하여 電算化의 정도를 나타내는 추정값을 구하게 되며, 이렇게 구해진 推定値를 이용하여 電算化가 生産性에 미치는 영향을 生産函數를 사용하여 추정할 수 있다. 마지막 추정과정을 모형을 이용하여 간단히 설명하면 아래와 같다.

Cobb-Douglas 生産函數를 兩對數變換 형태로 표시한 推定模型을 아래와 같이 표기할 수 있다.

$$Y_i^* = b_0 + b_1 X_{1i}^* + b_2 X_{2i}^* + \dots + b_k X_{ki}^* + c \hat{M}_i^* + U_i, \quad i=1, 2, 3, \dots, n$$

이 모형이 第1段階의 推定模型과 다른 점은 M_i^* 대신에 그 추정치인 \hat{M}_i^* 가 포함되어 있다는 점이며, 다른 變數들의 표기는 第1段階의 推定方程式의 표기와 같다.

이 선형의 生産函數를 最小自乘法을 이용하여 母數를 추정하게 된다. 즉

$$Q = \sum U_i^2 = \sum (Y_i^* - b_0 - b_1 X_{i1}^* - \dots - b_k X_{ik}^* - c \hat{M}_i)^2$$

을 最少化하는 母數의 값을 구하게 된다.

이렇게 구해진 母數 c 의 推定值 \hat{c} 는 電算化가 生産性에 미치는 효과를 나타내는 것으로 彈力性을 의미한다. 따라서 電算化가 몇 퍼센트 증가하게 되면 生産性이 $\hat{c}\%$ 증가하게 된다는 것을 나타낸다. 이때 \hat{c} 는 第1段階에서 추정된 \hat{c} 와 의미가 크게 다르다. \hat{c} 는 生産函數가 규모에 대한 報酬가 不變이라는 가정하에 구해졌지만 \hat{c} 는 生産函數에 대한 규모의 가정이 없이 구할 수 있다는 점이다.

IV. 實證分析

기업의 電算化가 生産性에 미치는 영향을 分析하기 위해서는 설명한 3段階의 추정과정을 모두 거쳐야 有形測定과 無形測定을 포함한 모든 효과를 알 수 있다. 그러나 본 연구에서는 第1段階 推定方法인 殘差項을 구하는 방법에 의한 1次的인 과정만 實證分析하고 第2段階의 主成分分析과 第3段階의 再檢證은 추후의 研究課題로 남겨두기로 한다.

한국의 기업들이 電算化를 위하여 투자하기 시작한 기간이 짧기 때문에 設問을 통하여 얻을 수 있는 無形便宜에 대한 자료를 얻는데 여러가지 자료에 대한 信賴性의 문제가 있게 된다. 無形便宜를 정확하게 인지하고 평가하는데에는 電算化가 실제로 生産性 제고와 經營率의 향상에 미치는 영향을 인지할 시간적 여유가 필요하기 때문이다.

IV.1. 資料

본 연구의 第1段階 推定方法에 따라 電算化의 정도와 電算化가 生産性에 미치는 영향을 實證的으로 分析하는데 필요한 資料는 韓國銀行이 발간하는 『기업경영분석』[15]과 韓國産業銀行의 『재무분석』[11]에서 구했다. 자료는 産業分類基準에 의한 製造業分野를 택해서 몇 차례에 걸친 분석결과 電算化의 정도를 나타내는 변수를 殘差項을 구하는 方法에 의해 구해 본 결과 그 추정값이 附加價値에 비해 엄청나게 크거나 아주 작은 경우를 제외하고 최종적으로 석유, 시멘트, 자동차 등 8개업종을 택하여 1983년부터 1986년까지의 4년간의 자

료를 사용하여 추정하였다.

1983년 이후 부터의 자료를 사용한 이유는 1980년대 초까지 추진되었던 정부의 重化學工業育成에 중점을 둔 第5次經濟開發計劃이 끝나고 1982년부터 시작된 第6次經濟開發5個年計劃에서 情報化社會와 産業構造의 調整을 위하여 尖端産業의 육성을 본격적으로 추진하기 시작한 이후 많은 기업들이 電算化를 위한 투자를 본격적으로 추진하고 있기 때문이다. 한편 1983~1986년까지 4년간의 자료를 사용한 관계로 時系列分析에 의한 産業別分析은 標本數의 제약과 實證分析 결과에 대한 信賴度의 문제가 있기 때문에 4년간의 時系列分析과 8개 업종의 橫斷面資料를 混用(pooling)하여 標本數를 증가시켰다.

IV.2 推定模型

兩對數의 變換으로 표시된 Cobb-Douglas 生産函數를 線型으로 표시한 모형은 아래와 같다.

$$Y^*_{it} + b_0 + b_1 X^*_{1it} + b_2 X^*_{2it} + c M_{1t}^* + U_{it}$$

여기서 Y=附加價値로 표시된 生産性(단위:백만원)

X_1 =總資本金(capital stock), (단위:백만원)

X_2 =勞動費로 測定된 勞動量(total labor cost), (단위:백만원)

M=電算化의 정도를 나타내는 변수로서 흐름변수(flow variable)

b_0, b_1, b_2, c =母數(parameters)

U=誤差項

生産函數의 종속변수인 生産量은 物的生産과 附加生産으로 가능하다. 이는 生産量을 物量單位로 표시하느냐 貨幣單位로 표시하느냐에 따라 달라진다. 物的生産이란 生産量의 단위를 物量으로 표시한 것으로 作業能率 또는 效率이나 生産技術水準을 비교할 때 동일업종이나 동일품목사이의 生産性을 서로 비교할 수 있기 때문에 많이 사용된다. 그러나 실제에 있어서 物的生産은 品目別로 단위가 서로 다를 뿐 아니라 단위가 같다고 하더라도 製品의 品質에 差異가 있을 경우에는 여러 품목을 생산하는 여러 企業들의 전체적인 生産性을 측

정하여 비교하는데는 여러가지 어려움이 따르게 된다.

이에 반하여 附加生産(value products)은 生産量을 측정하는데 있어서 貨幣단위를 공통단위로 사용하여 生産額 또는 附加價値總額 등으로 표시된다. 물론 이러한 價値生産에 의한 측정도 貨幣價値의 變動, 즉 物價變動으로 인한 貨幣의 購買力이 변함에 따라 實質價値는 변하지 않았더라도 名目價値인 生産額, 賣出額 또는 附加價値總額이 변하게 되는 단점도 있다. 그러나 동일한 貨幣單位로 표시한 橫斷面資料의 경우에는 이러한 단점을 제거할 수 있기 때문에 價値生産을 產出量의 測定單位로 많이 사용하게 된다.

따라서 본 연구에서는 貨幣單位로 표시된 價値生産을 종속변수로 선택하였고 價値生産測定은 產出量을 附加價値總額을 사용하여 측정하였다. 企業經營의 관점에서 볼 때 기업의 生産活動 및 經營能率을 평가함에 있어서 그 發生原因과 성과 배분의 合理性을 규명하기 위하여 生産性分析을 하고 있다. 따라서 生産性에 관한 指標는 곧 經營效率化의 尺度라고 할 수 있고 최근에는 企業經營의 성과를 附加價値生産性의 개념으로 측정하는 것이 일반적인 경향이므로 본 연구에서도 附加價値總額을 종속변수로 사용하였다.

IV.3. 推定結果

위의 推定모형을 模型設定과정에서 설명한 第1段階 推定방법에 따라서 間接方法으로 M과 c를 추정하려고 한다.

우선 生産函數에서 對數로 표시된 電算化의 정도를 나타내는 변수를 추정방정식에서 제거하기 위하여 $A_1 = cM^*$ 로 치환하고 $\sum A_i = 0$ 라는 가정하에 最小自乘法에 의하여 다른 모수 b_1, b_2 를 추정한 결과는 아래와 같다. 즉 推定方程式은

$$\hat{Y}_{it}^* = 4.6234 + 0.3387 X_{1it}^* + 0.3592 X_{2it}^* \quad (4.38) \quad (3.94)$$

$$R^2 = 0.6157$$

()안의 숫자는 t-값을 나타냄

따라서 $\hat{A} = Y_{it}^* - \hat{Y}_{it}^*$ 에 의하여 \hat{A} 의 값을 구할 수 있다.

다음으로 生産函數는 模型에 대한 報酬가 不變이라는 가정하에 c 의 추정값은

$$\hat{c} = 1 - (\hat{b}_1 + \hat{b}_2)$$

로 구할 수 있다. 따라서 電算化의 정도를 나타내는 變數 M 의 母數 c 의 추정값은

$$\begin{aligned} \hat{c} &= 1 - (\hat{b}_1 + \hat{b}_2) \\ &= 0.3021 \end{aligned}$$

이 된다. 즉 \hat{c} 는 電算化가 추진됨에 따라 나타나는 生産性的의 변화를 측정하는 彈力性을 의미하므로 電算化가 100% 증가되면 生産性은 30% 증가한다고 해석할 수 있게 된다.

따라서 추정된 電算化의 정도는 아래 式

$$\hat{M}_i^* = \frac{\hat{A}_i}{\hat{c}}$$

로부터 구할 수 있다.

위에서 설명한 實證分析의 결과를 아래와 같이 몇가지로 요약해 볼 수 있다.

첫째, 추정된 生産函數는

$$Y = e^{4.6234} X_1^{0.3387} X_2^{0.3592} M_1^{0.3021}$$

으로 표시된다. 따라서 生産性에 대한 資本彈力性은 0.3387이며, 勞動彈力性은 0.3592이고 電算化 彈力性은 0.3021으로 勞動彈力性이 가장 크고 資本彈力性和 電算化 彈力性的의 순으로 나타났다. 이러한 資料는 물론 製造業에 있어서 規模에 대한 報酬가 不變이라는 가정에 推定된 母數이기 때문에 母數의 크기 즉 彈力性的의 크기 자체에 대하여는 信賴度가 낮은 것은 사실이지만 韓國의 製造業은 비교적 勞動集約的인 산업이며 情報集約度가 낮은 產業으로 情報化社會에 있어 先進國型的의 經營구조로의 전환이 미흡한 상황이라는 것을 잘 반영해 주고 있다고 하겠다. 따라서 電算化가 生産性에 미치는 영향을 정확하게 파악하기 위해

3段階의 推定過程을 거쳐서 母數를 추정할 경우에는 규모에 대한 報酬에 관한 假定없이 구할 수 있다.

두번째, 위의 生産函數를 추정하는 과정에서 비록 같은 제조업으로 분류되었다 하더라도 각 산업마다 가지는 특별한 생산 및 기업활동이 있을 것이다. 그러나 이러한 각 산업간의 특별한 성격을 고려하지 않고 각 산업마다 서로 다른 彈力性的의 크기를 평균해서 추정한 관계로 각 산업체에 그대로 적용하기에는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 제거하기 위해서는 각 산업마다 별도로 추정하여 電算化가 生産性에 미치는 영향을 分析하여야 하겠지만 자료에 대한 제약 때문에 현재 段階로서는 불가능한 실정이다. 그러나 이러한 추정방법을 기업수준에서 적용할 경우에는 위와 같은 문제점은 제거될 수 있는 이점이 있다.

자료의 制約性은 비록 산업間的의 特性의 差異에서 나타날 뿐 만 아니라 橫斷面資料와 時系列資料의 경우 시간의 변화에 따른 電算化가 가져오는 累積效果를 고려하지 않고 단순한 推定에서 오는 문제점도 내포하고 있다.

따라서 電算化가 生産性에 미치는 영향을 정확하게 분석하기 위하여는 산업간의 특성의 차이와 시간의 변화에서 나타나는 효과도 고려하여야 한다. 이렇게 하기 위해서는 장기간에 걸친 設問調査에 의한 자료를 가지고 분석해야 할 필요성이 더욱 절실하다고 하겠다.

세번째, 電算化의 정도를 測定함에 있어서 電算化에 대한 투자와 일반적인 개념의 投資를 정확하게 구분하기가 어렵다. 특히 어떤 特定산업의 경우 그 성질상 施設投資에 電算化를 위한 장비가 포함되어 있는 경우가 많이 있기 때문이다. 예컨대 자동차 산업의 경우 대부분의 施設投資는 組立라인에 대한 投資를 나타내는데 이 組立라인은 많은 부분이 자동화를 요구하고 있기 때문에 電算化에 대한 投資와 일반 施設投資를 구분하기 힘들다. 특히 尖端技術을 요구하는 산업일수록 情報集約度가 높고 이에 따라 電算化에 대한 投資가 별도로 이루어 지지 않고 일반 施設投資 속에 포함되는 경우가 많다고 하겠다.

네번째, 위의 實證分析에서 나타난 결과와 같이 제조업중에서도 이미 우리나라에서 생산 활동을 시작한 시기 빠른 오래된 산업에서는 附加價値가 낮은 반면 電算化에 대한 추정값이 높은 반면 비교적 정착기간이 짧은 산업일수록 附加價値는 높은 반면 電算化 추정값은 낮은 것으로 나타났다. 예컨대 설탕산업, 시멘트 및 플라스틱 산업의 경우 產出量을 측정하는 附加價値는 全제조업의 평균보다 훨씬 낮게 나타났다. 그 반대로 선박건조 및 수선산업, 그리고 자동차 산업의 경우의 附加價値는 제조업평균보다 훨씬 높은 반면 電算化의 정

도는 제조업 평균보다 훨씬 낮게 추정되고 있다. 이러한 사실은 위에서 설명한 바와 같이 高附加價值산업일수록 일반 施設投資에 이미 電算化를 요구하는 情報 및 技術集約的인 機器에 대한 投資가 포함된 산업이라 하겠다. 따라서 電算化의 정도를 정확히 추정하는 것은 電算化가 生産性에 미치는 영향을 정확하게 파악한다는 면에서 뿐만 아니라 高附加價值 산업을 위한 産業構造調整을 위한 指標를 마련해 준다는 점에서도 중요하다고 하겠다.

V. 結 論

본 연구는 기업이나 國家機關에서 電算化가 生産性에 미치는 효과를 計量的으로 분석하기 위한 모형을 개발하는 것이다. 효과분석을 위해 生産性에 관한 일반 이론을 전개하고 電算化된 情報시스템 特有의 生産성과 관련한 要因, 그 측정 및 分析模型의 개발과 실제 자료를 통한 實證分析을 내용으로 한다.

구체적 효과분석을 위해 費用/便宜 分析에 필요한 項目을 확인하고 정확히 計量化하여 비교하여야 하나 費用/便宜의 확인에는 여러가지 문제점이 내포되어 있다. 특히 電算化에 따른 便宜 중 중요한 것은 無形便宜로서 이의 확인과 計量化가 分析結果의 效用性的의 관건이 된다.

電算化에 따라 生産性的의 향상이 이루어질 것이라는 점은 보편적으로 인식되는 것이나 그 효과를 計量的으로 측정하는 것은 매우 어렵다. 효과분석을 위해 본 연구는 電算化 정도를 計量化할 수 있는 변수를 확인한 후 生産函數를 이용하여 電算化가 生産性에 미치는 영향을 추정하는 多段階의 間接推定方式으로 접근한다. 제 1 단계에서는 電算化정도를 나타내는 변수의 計量化를 위해 生産函數의 代用變數를 計量化한다. 제 2 단계에서는 추정된 代用變數로부터 電算化정도를 분리하기 위해 設問調査를 통한 資料를 因子分析하여 추정하고 제 3 단계에서는 前단계에서 추정한 代用變數를 生産函數에 포함시켜 生産函數를 再推定하므로 電算化에 따른 生産性的의 변화를 계량적으로 分析했다.

組織의 電算化가 生産性에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 위의 3단계의 추정과정을 모두 거쳐야 有·無形效果를 확인할 수 있으나 본 연구에서는 제 1 단계 推定方法에 의한 1차적 과정만 實證分析의 대상으로 했다. 實證分析의 결과 구체적인 生産函數를 얻었으며 生産性에 대한 生産要素別 彈力性은 勞動彈力性이 가장 높고 電算化彈力性이 가장 낮은 것

으로 나타났다.

위와 같이 電算化에 따른 效果分析模型을 제시하므로 電算化프로젝트에 관한 計數的 모니터링, 適正投資規模 및 投資優先順位 또는 產業構造調整을 위한 자료로 이용될 수 있다. 위의 生産函數를 추정하는 과정중 產業別 固有特性을 고려치않고 산업전체의 集合的資料에 의한 母數推定과 橫斷面資料와 時系列資料의 경우 電算化의 시간에 다른 累積效果가 고려되지 않은 점, 要因分析에 필요한 長期에 걸친 設問調査 資料 등 分析目的에 부합되는 資料의 축적이 강조되어야 할 것이다.

이상의 연구를 토대로 향후 수정되어야 할 과제로 위에서 언급한 바와 같이 母數推定の 신뢰성을 높이기 위한 資料의 계속적 축적, 제 2 단계 因子分析을 위한 豫備設問調査, 本調査의 設計, 實驗 및 分析과 제 3 단계의 生産函數의 再推定, 生産函數에 포함된 변수를 이용한 指數體系의 작성 및 계속적인 指數體系의 修正補完이 이루어져야 할 것이다.

參 考 文 獻

- 1) 科學技術處, 『技術水準 評價 및 指標開發에 관한 研究(I)』, 1986.
- 2) _____, 『技術水準 評價 및 指標開發에 관한 研究(II)』, 1986.
- 3) 郭秀一, 李敬煥, “中小企業에서 컴퓨터 活用과 效果分析”, 『中小企業研究』, 第11輯 (1985年 12月), pp. 269-277.
- 4) 金政男, 『電算組織의 經濟性 分析』
- 5) _____. “經濟指標分析”, 『韓國經濟』, 第12卷 第1號(1984年 6月), pp. 13-31.
- 6) 盧圭亨, 『情報流通센서스』, 通信政策研究所, 1986.
- 7) 辛容輝, “生産性 測定 模型에 관한 研究-附加價值模型에 의한 實證的 分析,” 『經營學 研究』, 第16卷, 第1號(1986. 9), pp. 58-102.
- 8) 李鳳浩, “우리나라의 情報化 進展度 分析”, 『通信政策動向』, 1987년 봄, pp. 6-27.
- 9) 李軫周, 『科學技術 主要 統計 作成 指針 및 科學技術 指標 開發에 관한 調查 研究』, 科學技術處, 1980.
- 10) 韓國科學技術處, 『科學技術豫測 '87(1986-2005)』, 1987. 3.
- 11) 한국산업은행, 『재무분석』, 1982-1987.
- 12) 韓國生産性本部, 『勞動生産性 指數(1987年 3/4분기)』, 1987. 12.
- 13) _____, 『화이트칼라 生産性 研究』, 1987. 12.
- 14) _____, 「第2回 國內事務自動化現況 調查報告書」, 1988. 12.
- 15) 한국은행, 『기업경영분석』, 1987.
- 16) 崔熙云, 『政府出捐研究機關의 綜合評價企業과 研究開發評價模型의 開發 및 特定研究 開發事業의 綜合評價 分析에 관한 研究(I)』, 科學技術處, 1986.
- 17) Allen, R. G. D., *Index Numbers in theory and Practice*, Aldine Publishing, 1975.
- 18) Bitran, Gabriel R. and Li Chang, “Productivity Measurement at the Firm Level,” *Interfaces*, Vol. 14, No. 3(May June 1984). pp. 29-40.
- 19) Chismar, William, G. and Charles H. Kriebel, “A Method for Assessing the Economic Impact of Information System Technology on Organizations.” *Proceedings of the Sixth ICIS*, December 1985, pp. 4556.

- 20) Christopher, William, F., "How to Measure and Improve Productivity in Professional, Administrative, and Service organization," *Annual International Engineering Conference Proceedings*(1984), pp. 2937.
- 21) Coate, Malcolm B. and Noel Uri, "A Simultaneous Equation Study of Research and Development Intensity," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 31(1987), pp. 131-142.
- 22) Craig, Charles E. and Harris R. Clark, "Total Productivity Measurement at the Firm Level," *Sloan Management Review*(Spring, 1973), pp. 13-29.
- 23) Crowston, Kevin and Michael E. Treacy, "Assessing the Impact of Information Technology on Enterprise Level Performance," *Proceedings of the Sixth ICIS*, December 1985. pp. 299-310.
- 24) Harper, Judith, *Measuring Business Performance*, Gower, 1984.
- 25) King, John Leslie and Edward L. Schrems, "Cost-Benefit Analysis in Information Systems Development and Operation," *ACM Computing Surveys*, Vol. 10, No. 1(March 1978), pp. 19-34.
- 26) Kolm, Paul and Peter P. Sint, "National Report on the Effect of EDP in Austria," in H. Sackman(ed.), *Comparative Worldwide National Computer Policies*, Elsevier Science Publisher, 1986, pp. 53-81.
- 27) Lay, Peter M. W., "Beware of the Cost/Benefit Model for IS Project Valuation," *Journal of Systems Management*, Vol. 36, No.6(June 1985), pp. 30-35.
- 28) Lenz, Ralph C., "A Heuristic Approach to Technology Measurement," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 27(1985), pp. 249-264.
- 29) Mathieson, Kieran, "Measuring User Satisfaction," *Interfaces*, Vol. 16, No. 6(Nov-Dec 1986), 73-76.
- 30) Miller, J. and B. A. Doyle, "Measuring the Effectiveness of Computer-Based Information Systems in the Financial Service Sector," *MIS Quarterly*, Vol. 11, No. 1(March 1987), pp. 107-124.
- 31) Mundlak, Yair and Irving Hoch, "Consequences of Alternative Specification in Estimation of Cobb-Douglas Production Function," *Econometrica*, Vol. 33(1965), pp. 814-828.

- 32) _____, "Empirical Production Function Free of Management Bias," *Journal of Farm Economics*, (1961), pp. 44-56.
- 33) Sahal, D., "The Generalized Distance Measures of Technological Change," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 9(1976), pp. 289-300.
- 34) _____, "A Theory of Measurement of Technological Change," *Int'l J. of Systems Science*, Vol. 8, No. 6(1977) pp. 671-687.
- 35) Schell, George P., "Establishing the Value of Information System," *Interfaces* Vol. 16. No. 3(May-June 1986), pp.82-89.
- 36) Silver, M. S., *Productivity Indices : Methods and Applications*, Gower Publishing Co., 1984.
- 37) Smith, Peter and David Mayston, "Measuring Efficiency in the Public Sector," *OMEGA International Journal of Management Science*, Vol. 15, No. 3(1987), pp. 181-189.
- 38) Smith, Robert D., "Measuring the Intangible Benefits of Computer-Based Information Systems," *Journal of Systems Management*, Vol. 34(September 1983), pp. 22-27.
- 39) Soh, Christina, "Measurement of IS Effectiveness : A Review," UCLA(Unpublished Manuscript), 1987.
- 40) Swaim, Jeff and D. Scott Sink, "Productivity Measurement in the Service Sector : A Hotel/Motel Application of the Multi-factor Productivity Measurement Model," 1984 *Annual International Industrial Engineering Conference Proceedings*, 1984, pp. 161-173.
- 41) Triantis, K. P., "The Measurement of Technical Efficiency of Production : The Case of Linerboard Manufacturing Facilities," VPI(Unpublished Paper), 1986.