

DEA 모형을 이용한 의료기관의 정보화 효율성 측정에 관한 연구

송 태 민[†] · 김 우 식^{††}

요 약

의료기관의 정보화 평가와 관련된 연구로는 주로 정보화 성과를 측정하기 위한 요소를 찾아내는 연구가 대부분으로 연구자 각자의 주관적인 척도를 사용함으로써 그 결과를 계량화·객관화하기가 적합하지 못하였다. 본 연구는 다수의 동질적 기관의 다수투입·다수산출의 효율성을 상대적으로 평가하기 위한 방법인 DEA(Data Envelopment Analysis; 자료포괄분석) 모형을 적용하여 의료기관의 정보화 효율성을 객관적으로 측정할 수 있는 가능성을 제시하였다. 이에 대한 사례적용으로 DEA모형을 이용하여 국내 3차 의료기관의 정보자원 활용정도에 대한 상대적인 효율성 평가와 분석을 실시하였다. 그 결과 효율성이 1.0인 의료기관은 다수투입수준에 비해 다수산출수준이 높은 기관으로 정보자원 활용정도가 양호한 기관으로 평가될 수 있고, 반면에 효율성이 1.0 미만인 의료기관들은 다수투입수준에 비해 다수산출수준이 대체로 낮은 기관으로서 정보자원의 활용정도가 상대적으로 낮은 기관으로 평가할 수 있으며, 다수 정보자원 활용의 효율성 제고를 위한 계량적 개선조치가 필요한 것으로 분석되었다.

A Study of Informatization Efficiency Measurement for Healthcare Organizations Using the DEA Model

Taemin Song[†] · Woosik Kim^{††}

ABSTRACT

Since most of studies for information efficiency measurement of healthcare organizations have mainly focused on searching a measuring standard used for performance of informatization and each researchers subjective standard having been used, they can not be easily measured and objective. This study showed a possibility that efficiency measurement of healthcare organization can be performed by solving a problem related to objectiveness, which may occur in measuring many organization with many measuring items, with DEA (data envelopment analysis). For proving this possibility, efficiency evaluation and analysis for information resources utilization of domestic tertiary healthcare organizations have been performed by using DEA model. As a result, DMU (decision making unit) having efficiency rate of 1 will be evaluated that output is higher than input and information resources are being used efficiently, but on the other hand, DMU having efficiency rate of below 1 will be evaluated that output is lower than input and information resources are being used inefficiently, which is required to be improved.

키워드 : 의료기관(healthcare organization), 정보화(informatization), 효율성측정(efficiency measurement), DEA모형(DEA model)

1. 서 론

정보사회로의 본격적인 진입으로 이제 정보화는 사회전반의 효율성제고, 국가경쟁력강화, 국민생활의 질적 향상을 위한 핵심전략수단으로 부상하고 있다. 우리나라에서도 범국가적으로 정보화를 추진하면서 정보화의 사업규모가 급속히 확

대됨에 따라 정보통신기술과 이용환경의 변화 등에 탄력적으로 대응하고 정보화 사업을 효율적으로 추진하기 위하여 실적에 대한 지속적인 분석 및 평가가 필수적으로 요구되고 있다.

우리나라에서의 정보화평가는 정보화정책평가와 정보화수

1) 1995년부터 1999년까지 우리나라 공공부문 정보화 투자추이를 보면 1995년(3,572억원), 1996년(5,131억원), 1997년(7,498억원), 1998년(8,720억원), 1999년(10,888억원)이 투자되어 연평균 증가율 32.7%를 나타내고 있으며, 국가정보화계획인 'Cyber Korea 21'에는 정보화 투자계획을 2000년(공공: 24,186억원, 민간: 45,274억원), 2001년(공공: 23,642억원, 민간: 45,546억원)으로 제시하고 있어 앞으로 공공 및 민간의 정보화 투자규모는 기하급수적으로 증가할 전망이다.

† 준 회 원 : 한국보건사회연구원 정보통계연구실장

†† 정 회 원 : 건국대학교 경영대학 교수

논문접수: 2001년 7월 23일, 심사완료: 2001년 9월 27일

준평가로 나누고 있다. 정보화 정책평가는 주로 공공부문의 정보화사업 평가로 과제의 적합성을 평가하는 사전평가, 사업의 추진체계 등 집행의 적정성을 평가하는 집행과정의 평가, 그리고 의도한 효과가 발생했는지를 확인하는 사후평가를 대상으로 하고 있다. 정보화 수준평가는 정보화가 개별정보화 주체(기관, 조직)의 임무 및 목표달성에 기여하는 정도에 대한 종합적인 평가로써 조직의 임무와 목표를 달성하는데 있어 정보기술의 기여도와 자원의 투입, 과정, 산출의 종합적인 평가를 대상으로 한다.

그간 발표된 정보화 평가²⁾는 경제성 평가 혹은 비용절감 효과에 관한 것으로 투자대비 목표달성도를 경제성 측면에 초점을 두어 비용편익분석방법을 활용하고 있는 경우가 대부분이었다. 특히 의료기관의 정보화 평가와 관련된 연구로는 주로 성과(유효성)를 측정하기 위한 요소를 찾아내는 연구가 대부분으로 연구자 각자의 주관적인 척도를 사용함으로써 그 결과를 계량화, 객관화하기가 적합하지 못하였다.

따라서 본 연구는 다수의 평가항목을 이용하여 다수의 기관을 상대적으로 평가할 때 평가의 객관성 문제를 해결한 DEA(Data Envelopment Analysis; 자료포괄분석) 모형을 적용하여 의료기관의 정보화 효율성을 측정할 수 있는 방안을 제시하며, 실제 사례분석으로서 국내 3차 의료기관의 정보자원 활용의 효율성 측정 및 개선조치 분석에 적용해 보려고 한다.

2. 의료기관 정보화 평가 현황

정보화평가는 정보화사업에 대한 효과성과 더불어 정보화 주체의 정보화수준을 측정, 진단하여 향후 올바른 방향으로 진전될 수 있는 정책대안을 제시하는 것이다. 그간의 정보화의 평가는 국가정보화평가와 민간정보화 평가로 구분되어 연구가 진행되어 왔다. 국가정보화평가는 국가간 시계열별 비교자료로 활용하기 위해 정보화지표의 산출³⁾에 관한 연구[13-17] 대부분이고, 민간정보화 평가는 주로 정보서비스의 품질평가를 위하여 기업의 정보시스템의 도입·운영에 관한 연구[6]가 이루어져왔다. 의료기관 정보화의 평가는 병원 정보시스템의 성과측정이나 만족도에 대한 연구가 주로 이루어졌을 뿐, 의료기관이 처한 유기적인 연계를 고려한 정보화 수준평가 방안이나 의료기관의 효율적인 정보관리 측면에서 평가모형을 수립하기 위한 연구는 찾아보기 어렵다. 특히 계량화된 지표를 사용하는 비용/효과 분석(cost/benefit analysis) 측면에서의 의료기관 정보화 평가는 정보화의 특성상 이익을

정량화하기가 어렵고 설사 파악이 되더라도 불확실한 경우가 대부분으로 정확한 비용과 산출에 근거한 성과평가는 현재까지 진행되지 못하고 있다. 따라서 일반적인 조직에서 신규투자 의사결정시 가장 중요하게 인식하고 있는 비용대비 효과 분석의 결과가 의료기관 정보시스템의 경우에는 병원의 주요산출물인 의료서비스의 질 향상을 통한 병원의 경쟁력강화라는 무형의 산출물로 대치되고 있다. 기존의 의료기관 정보화 평가관련 연구들은 주로 성과(유효성)를 측정하기 위한 요소를 찾아내는 형태의 연구[1, 2, 7, 8, 11]로 성과의 대상으로는 환자의 편의성, 업무의 질 향상, 업무만족도, 업무적응도, 정보의 활용성 및 유효성, 자동화정도, 비용절감효과, 인력감축효과, 병원의 이미지 고취도, 대외경쟁력정도 등을 제시하고 있으며, 또 다른 연구[5, 10]로는 의료기관의 조직차원 및 정보화 수준을 평가하기 위한 기본틀을 제시하고 있다. 그러나 이러한 평가는 평가요소의 판단 시 주관적인 척도를 사용함으로써 정보시스템의 활용도 제고라는 측면에서 중요한 의미를 담고 있거나 계량화·객관화하기에는 적합하지 못하다는 점이 지적되고 있다[10]. 따라서 본 연구는 의료기관의 정보화 평가요소 중 계량화된 요소에 대해서 효율성을 측정하여 비효율적인 요소에 대한 개선치를 제시할 수 있는 평가모형에 실질적으로 적용하는데 중요한 의의가 있다고 할 수 있다.

3. DEA모형에 관한 고찰

3.1 DEA모형의 기본 이론

동일적인시스템내에서 동일한 목적의 업무를 수행하는 하부 시스템의 업적이나 생산성을 평가해야 하는 경우가 흔히 발생한다. 예를 들면, 은행에서 지점에 대한 평가, 공공기관에서 산하기관에 대한 평가, 학교나 교육기관에 대한 평가, 공항이나 역(station), 각급 의료기관 등의 성과를 측정하거나 평가하여야 하는 경우이다.

효율성 평가결과에 따라서 직접적·간접적으로 피평가기관에 다양한 조치나 상벌 등이 취해짐에도 불구하고, 이들의 의사결정단위(DMU: decision making unit)⁴⁾를 객관적으로 평가하기는 매우 어려운 일이다. 특히 비영리 DMU인 경우에는 이익이라는 지표를 적용하기 곤란하며, 또한 서비스산업인 경우에는 서비스의 질과 생산성에 미치는 요인이 주관적인 사항이 많아 더욱 어렵다고 할 수 있다.

현재까지 주로 사용되어 왔던 평가방법은 평가항목에 따라 사전에 가중치 또는 점수를 부여하여 피평가기관이 받은 항목별 점수를 가중합(weighted sum)이나, 단순합산점수로 평가하는 방법이다. 예를 들어, 대도시 중심가에 위치한 은행지점과 저소득층 시민 거주지역에 위치한 은행지점은 완전

2) 정보화의 비용편익분석에 관한 연구로는 '행정전산망사업의 경제성 평가에 관한 연구, 1995, 한국전산원', '초고속정보통신망 구축과 비용절감효과 분석, 1995, 한국전산원', '정보공동이용의 비용절감 효과분석, 1997, 한국전산원' 등이 있다.

3) 전산원이 백서에서 제시하는 정보화지표는 각 장비(하드웨어, 소프트웨어, 통신능력)를 구하여 국가정보화 수준을 측정하거나, 평가항목별 가중치를 적용하여 국가별 정보화 지표를 산출하고 있다.

4) 조직이나 기업 등 특별한 활동을 수행하는 경영체인 의사결정 단위로 공공기관, 의료기관, 정보시스템 등이 해당된다.

히 다른 환경에서 영업을 하는 것임에도 불구하고, 같은 지표로써 평가 받는 것은 합당한 평가라 할 수 없다. 이와 같은 평가의 결과에 불만이 있거나, 납득을 하지 않는 것은 평가에 결정적인 역할을 하는 사전 결정된 가중치나 항목별 점수가 객관적이지 못하기 때문이다.

이러한 불합리한 점을 극복하고 각각의 DMU에 대한 객관적인 효율성 측정과 평가를 위한 방법이 Charnes, Cooper 와 Rhodes가 개발한 DEA모형이다[3]. DEA모형은 평가의 지표로 효율성 또는 생산성을 이용하고 있다. 전통적으로 효율성은 산출 대 투입의 비율로 정의된다. 한 종류의 투입 요소를 사용해서 한 종류의 산출물을 생산하는 시스템의 효율성은 '산출/투입'으로 정의된다. 그러나, 다수의 투입요소를 사용해서 다수의 산출물을 생산하는 시스템의 경우에는 위의 효율성 정의를 그대로 사용할 수 없다. m 개의 다수 투입 · n 개의 다수 산출의 상황에서는 가중합의 개념을 활용하여 다음 식과 같이 효율성을 정의할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{효율성} &= \frac{\sum_{r=1}^n (\text{산출가중치 } r \times \text{산출 } r)}{\sum_{k=1}^m (\text{투입가중치 } k \times \text{투입 } k)} \\ &= \frac{\text{산출물가중합}}{\text{투입물가중합}} \leq 1 \end{aligned}$$

여기서, n = 산출물의 수, m = 투입물의 수

DEA모형은 위 식과 같은 정의에 입각한 효율성 측정치를 계산하여 시스템의 성과를 평가하는 방법이다. 각 산출물과 투입물에 부여할 가중치만 결정되면 위의 식에 따라 효율성 측정치는 용이하게 계산할 수 있다. 위 식에 의한 효율성 측정치가 합당한 평가지표가 되기 위해서는 각 투입물과 산출물에 부여하는 가중치가 합당하여야 한다. 가중치를 주관적 또는 객관적으로 정하여 일률적으로 모든 피평가 대상 DMU에 적용한다면 다른 평가 방법과 다른 점이 없다. 또한 산출물과 투입물의 단위가 모두 같지 않은 경우가 대부분이므로, 산출물과 투입물에 합당한 가중치를 부여하는 것 또한 용이하지 않다.

DEA모형은 투입물과 산출물의 상이한 단위를 표준화(normalize)하고, 이에 따른 가중치를 찾기 위하여 선형계획모형(Linear Programming)을 활용한다. 또한 DEA모형은 모든 평가 대상 DMU에 일률적인 가중치를 적용하는 것이 아니라, 각 평가 대상 DMU에 가장 유리한 가중치를 찾아 효율성 측정치를 계산하여 다른 DMU의 측정치와 비교하는 상대적 효율성 평가 방법이다.

따라서, 각 평가 대상 DMU마다 효율성 측정치가 가장 높게 산출될 수 있도록 하는 고유의 가중치를 찾는 선형계획모형이 필요하다. DEA모형에서 선형계획법의 활용은 위에서 정의한 효율성 측정치를 최대화하는 다수 투입물벡터(X)와

다수 산출물벡터(Y)에 부여되는 가중치를 찾는 것이므로, 결정변수는 투입물과 산출물에 부여되는 가중치(v, u)가 되며, 투입물과 산출물은 실측자료이며, 알려진 계수이다.

투입물의 수가 m 개, 산출물의 수가 n 개인 평가 대상 DMU O 의 효율성 측정치를 계산한다고 하면, 효율성 측정치는 다음 식과 같이 계산된다. 이 식은 투입가중치 v 를 1.0으로 기준하여 산출가중치 u 를 최대화하는 DEA모형의 가장 기본형으로 투입기준 원형모형(LP로 표기)인 DEA/CCR모형이다[21].

$$\begin{aligned} (LP_0) \quad & \text{Max} \quad uv_0 \\ & \text{s.t.} \quad vx_0 = 1 \\ & \quad \quad uY - vX \leq 0 \\ & \quad \quad u \geq \epsilon \\ & \quad \quad v \geq \epsilon \end{aligned} \quad \begin{aligned} & \text{여기서, } X = \{x_{kj}\} \\ & \quad \quad Y = \{y_{rj}\} \\ & \quad \quad u = u_r \\ & \quad \quad v = v_k \\ & \quad \quad k = 1, 2, \dots, m \\ & \quad \quad r = 1, 2, \dots, n \\ & \quad \quad j = 1, 2, \dots, o, \dots, z \\ & \quad \quad \epsilon = \text{non-archimedean 상수} \end{aligned}$$

위 식은 j 개의 DMU를 대상으로 각 DMU의 효율성 측정치를 계산하려면, j 개의 유사한 선형계획모형을 구축하여야 한다. 효율성 측정치를 계산하려는 DMU의 산출물 가중합의 최대화가 목적함수가 되고, 효율성 측정치를 계산하려는 기관을 포함한 다른 모든 평가 대상 DMU의 효율성 측정치가 1을 초과할 수 없다는 j 개의 제약조건, 효율성 측정치를 계산하려는 DMU 투입물 가중합이 1이 되어야 한다는 1개의 제약조건, 총 $(j+1)$ 개의 제약 조건이 있는 모형으로 구한 목적함수 값이 해당 DMU의 효율성 측정치가 되는데, 그 값이 1.0(100%)이면, j 개의 평가 대상 DMU 중에서 효율적으로 운영하고 있는 DMU라고 할 수 있는 것이다.

이를 다시 해석하면, 모든 평가 대상 DMU의 효율성 측정치는 최대값(만점)인 1.0(100%)을 초과할 수 없으며, 특정 평가 대상 DMU의 투입물가중합을 1.0으로 하되 특정 평가 대상 DMU의 산출물가중합을 최대화하는 산출물가중치와 투입물가중치를 구하는 것이다.

따라서 가장 효율적인 DMU의 측정치는 1.0이 되고, 평가 대상 DMU가 비효율적일수록 목적함수의 값은 작아지게 된다. 각 평가 대상 DMU마다 자신의 효율성 측정치를 최대화하는 가중치를 이용할 수 있도록 함으로써, 자신의 강점을 최대한 반영하여 효율성 측정치를 도출하게 된다.

3.2 DEA모형의 분석결과

DEA모형은 LP모형의 한 응용형태이기 때문에 LP모형과 동일한 쌍대모형을 갖는다. 다음은 앞서 제시한 DEA/CCR모형의 쌍대모형이다.

$$\begin{aligned} (DLP_0) \quad & \text{Min} \quad \theta \\ & \quad \quad \theta, \lambda \\ & \text{s.t.} \quad Y\lambda \geq y_0 \\ & \quad \quad \theta x_0 - X\lambda \geq 0 \\ & \quad \quad \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad \begin{aligned} & \text{여기서, } \lambda = \{\lambda_j\} \\ & \quad \quad X = \{x_{kj}\} \\ & \quad \quad Y = \{y_{rj}\} \\ & \quad \quad k = 1, 2, \dots, m \\ & \quad \quad r = 1, 2, \dots, n \\ & \quad \quad j = 1, 2, \dots, o, \dots, z \end{aligned}$$

위 식과 같은 쌍대모형은 원형모형과 <표 1>과 같은 관계를 가지기 때문에 비교대상 DMU들 중 비효율적인 DMU에 대하여 기준이 되어준 DMU, 즉 준거 DMU의 집합(reference set 또는 peer set)과 준거 DMU가 비효율적인 DMU에 대하여 가지는 shadow price인 λ 값을 산출해 준다[22].

<표 1> DEA원형모형과 쌍대모형의 관계

제약식 (LP o)	쌍대변수 (DLP o)
$ux_o = 1$ $uY - vX \leq 0$	θ $\lambda \geq 0$
제약식 (DLP o)	원변수 (LP o)
$\theta x_o - X\lambda \geq 0$ $Y\lambda \geq y_o$	$u \geq \epsilon$ $v \geq \epsilon$

또한 쌍대이론에 의하여 이들 준거집합의 다수 투입산출 실제치 벡터와 준거집합이 가지는 λ 값을 스칼라곱하여 합산하면, 이들 준거집합을 기준으로 한 해당 비효율적 DMU의 효율성 합성치가 산출된다[33].

이 효율성 합성치는 해당 비효율적 DMU가 효율적(효율성 1.0)이기 위하여 가져야할 이상치이므로, 이 효율성 합성치 벡터와 해당 비효율적 DMU의 다수 투입산출 실제치 벡터를 가감하면, 현재 개선해야할 투입감소치와 산출증가치가 산출된다.

3.3 DEA모형의 표준 속성

DEA 모형 적용을 위한 표준 속성으로는 첫째, 비교가능한 DMUs, 즉, 측정대상 집합이 동질적인 집합으로 구성되어 있는 DMUs가 존재해야 하며, 둘째, 비교집합의 동질성에 저하되지 않을 정도의 비교집합으로 규모를 제한하여야 한다. 따라서 비교집합의 동질성과 규모간의 상충관계를 적절히 고려하여야 한다.

3.3.1 비교집합의 동질성

비교 가능한 DMU란, 비교집합의 동질성 조건으로서, 동일한 경영목표하에서 운영되는 유사한 과업을 수행하는 집합이어야 하며, 경쟁도에는 차이가 있으나, 동일한 시장환경하에서 과업을 수행하는 집단이어야 하며, DMU간에 투입·산출 요소의 밀도나 양의 차이는 존재할지라도 과업을 특성을 나타내는 요소들이 일치하는 DMU의 집합을 의미한다[23].

일부의 연구에서는 비교대상이 없거나, 한 국가 등의 동일 지역내에 비교대상 DMU가 없는 경우, 외국의 유사한 기관이나 조직을 비교대상으로 하여 DEA모형을 적용하는 경우가 흔히 있는데, 이러한 비교집합의 구성이 동질성 조건에 적합한 것인가는 신중히 고려하여야 한다. 즉, 모든 환경과 여건 및 시장조건 등이 이질적인 상태에서, DMU의 수행 기능만 유사하다고 하여 동질적인 DMU로 보아 비교대상으로 포함하는 것에 대한 적합성 여부를 고려하여야 할 것이다.

3.3.2 비교집합의 규모

DEA모형에 관한 선행연구에 의하면, DMU 수는 투입 요소 수와 산출 요소 수의 합에 3배를 곱한 수 이상되어야 한다는 연구 결과가 최초로 제시되었으며[31], 이후, DMU 수는 투입 요소 수와 산출 요소 수를 곱한 수 이상되어야 한다는 연구 결과가 제시되었으며[9], 가장 최근에는 DMU 수는 투입 요소 수와 산출 요소 수의 합에 2배를 곱한 수 이상 되어야 한다는 연구 결과가 제시된 바 있다[27].

이와 같은 선행연구의 결과와 투입·산출 요소 수를 기준으로 하여 DMU의 수를 결정할 수 있으며, 선행연구 결과에서 제시된 기준에 미치지 못할 정도로 DMU의 수가 적은 경우에는 적절한 측정 대상으로 파악되는 DMU를 추가하거나, 투입·산출 요소의 수를 조정하는 방법을 모색할 수 있다.

3.3.3 상충관계의 고려

측정 대상이 되는 DMU의 집합, 즉, 비교집합의 동질성 확보와 비교집합의 규모를 결정하는 부분에 있어서도 상충적인 요소를 고려하여야 한다. 비교집합의 수가 증가할수록 비효율적으로 평가되는 DMU를 포착할 수 있는 가능성이 증대하고, 비교집합내에서의 투입과 산출 관계에 대한 보다 정확한 정보를 추출할 수 있으며, 효율성 측정을 위한 보다 많은 차원의 평가지표, 즉, 다수의 투입·산출요소를 모형내에서 고려할 수 있다.

한편, 비교집합의 규모가 커질수록 일반적으로 집합내의 동질성은 감소하고 효율성 측정시에 연구 목적과는 무관한 특성을 가진 DMU에 의한 영향이 커지므로, 동질성 확보를 위한 비교집합의 규모 제한은 필요하다.

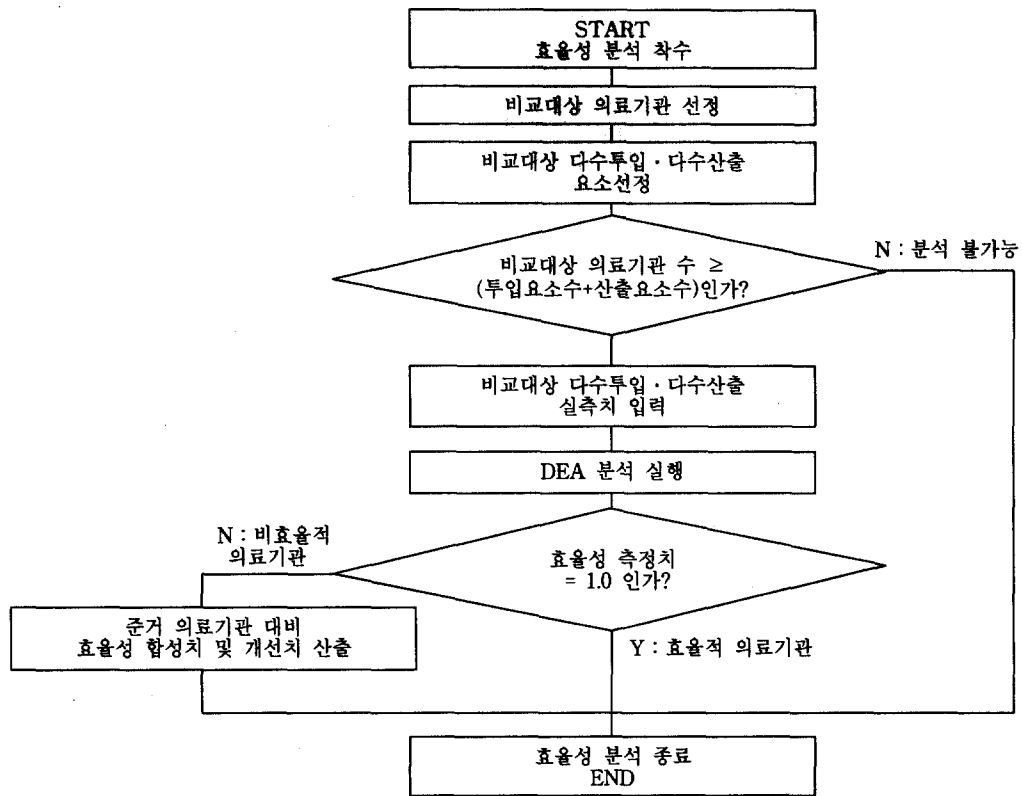
3.4 DEA모형의 적용상 한계점

DEA모형이 갖는 한계점으로는 첫째, 기술적 관계를 나타내지 못하므로서, 투입자원을 보다싼 가격에 구입하였는가에 대한 여부나, 동일 산출물이라도 보다 좋은 서비스를 제공하였는가를 알 수 없다.

둘째, 효율성 평가시 전체를 비교집합으로 사용하지 못하고 산출과 투입이 비슷한 규모를 갖는 DMU들을 비교대상으로 하기 때문에, 모든 집단을 대상으로 한 일률적인 평가가 곤란하다. 그러나, 평가 대상 DMU가 많을 경우 계속적인 상대비교("A > B 이고, B > C 이면 A > C 이다" 라는 형태)에 의해 이러한 문제점은 어느 정도 해소될 수 있다[9].

셋째, DMU의 효율성을 평가하기 위하여 투입·산출 요소를 적절히 측정하고 선정하는 것은 DEA모형의 결과의 정확성을 결정하는 중요한 문제이다. 이 분야에 대한 선행연구가 다수 있으나, 일반적으로 기존의 문헌연구, 분석자의 주관적 평가 또는 통계분석을 이용하여 모형의 요소들을 선정하고 있다[4].

넷째, DEA모형에서는 평가 대상 DMU 집합의 크기가 총



(그림 1) DEA모형을 이용한 상대적 정보화 효율성 측정 방법 및 절차

분하지 않은 경우, 투입·산출과 관련된 모든 요소를 모형에 전부 포함시키기 어렵다. 다른 여타의 모형과는 달리, DEA 모형의 특성상, 투입 및 산출 요소 수가 많아지면 분석의 결과가 적절치 않아질 가능성이 높다. 즉, 결정변수가 되는 투입·산출 요소의 수가 많아질수록 효율성이 높게 나타나는 DMU의 수가 많아지게 된다. 경우에 따라서는 모든 평가 대상 DMU의 효율성이 1.0(100%)될 수도 있다.

4. 의료기관 정보화 효율성 측정을 위한 DEA 모형 적용 방법

4.1 적용단계 및 절차

본 연구에서는 (그림 1)과 같이 한 시점(1999년도)에서 다수 의료기관간의 상대적 비교를 위하여 정태적·횡단면 DEA 모형을 적용하여 정보화 효율성을 측정하였다

4.2 분석도구 선정

DEA모형을 분석하기 위해서는 DEA모형 자체가 전형적인 선형계획 모형의 목적함수와 제약식의 형태를 가지고 있기 때문에 선형계획모형의 풀이가 가능한 모든 컴퓨터 소프트웨어는 사용이 가능하다. 따라서 DOS를 기반으로 하는 LINDO PC, QSB, MS Powerware 등과 MS Window 기반의 Win-QSB 등의 사용이 가능한데, 이 경우는 제약식의 수만큼 분석을 반복해야 하며, 각각의 분석결과를 추후에 별도의 수작

업을 통해 정리해야 하는 번거로움이 있으며, 수작업의 과정이 많은 만큼 입력이나 결과 정리에 대한 오류발생의 부담을 을 간과할 수 없다. 반면에 영국의 Warwick 대학에서 개발한 DEA 전용 프로그램인 Warwick DEA S/W for Windows는 일반적인 스프레드쉬트 형태로 투입·산출요소의 구분이 없이 자료를 입력하고, 다양한 메뉴와 DEA의 세부적인 모형의 선택을 지원하여 사용자가 매우 편리하고 다양한 분석을 실행할 수 있도록 지원해준다. 따라서 본 연구의 의료기관 정보화 효율성 평가를 위한 분석도구로는 Warwick DEA Software Version 0.99a를 사용하였다.

5. 사례적용 및 결과분석

5.1 분석자료

본 연구의 한시점·다수 DMU간의 효율성 비교를 위하여 3차 의료기관을 대상으로 조사된⁵⁾ '의료기관의 정보자원 보유현황 조사' 자료를 사용하였다. 효율성 측정을 위한 DEA 모형 적용시 다수 DMU(3차 의료기관)에 대한 투입·산출의 실측치가 필요하며, 따라서 실측치가 조사된 항목 중 <표 2>

5) 본 연구에 사용된 대상 의료기관은 '의료기관 정보화 수준평가를 위한 모형 및 현황분석, 1999, 서정윤 등' 연구를 위하여 3차 의료기관(대학병원: 500 병상 이상, 종합병원: 700병상 이상)을 대상으로 정보자원 보유현황 설문조사를 실시한 결과, 조사 당시 전체 44개 3차 의료기관중 30개의 의료기관이 조사되었으며, 이중 정량적인 항목에 대한 조사가 이루어진 19개 의료기관을 대상으로 하였다.

<표 2> 3차 의료기관 19개 DMU의 정보자원 투입·산출 자료

DMUs ¹⁾	투입 요소				산출 요소			
	CPU수	주기억장치 용량 (MB)	하드디스크 용량 (GB)	총 PC수	주기억장치 사용량	하드디스크 사용량	총 e-mail수	응용 S/W수
경상대병원	15	2,180	162	357	1,408	111	300	8
계명대병원	6	2,768	346	866	1,937	223	300	16
단국대병원	9	860	37	402	631	31	100	4
아주대병원	27	1,574	119	904	1,400	84	400	15
영남대병원	27	6,640	867	540	3,585	375	320	2
이대목동병원	15	2,386	221	402	2,028	158	300	16
전남대병원	20	2,688	1,320	615	1,424	871	160	46
한림대병원	4	384	20	236	384	18	108	12
고려구로병원	12	1,312	66	314	1,049	57	500	5
인하대병원	28	3,600	198	677	2,700	90	200	6
충남대병원	28	5,304	5,799	495	1,590	2,029	150	13
원광대병원	18	2,737	474	607	1,915	331	500	6
조선대병원	7	384	42	143	268	37	200	8
부산대병원	18	3,280	225	503	2,624	180	600	19
동아대병원	9	736	112	450	515	89	80	11
삼성병원	5	5,756	424	620	5,103	145	300	15
영동세브란스병원	7	6,512	290	571	4,558	180	400	21
원자력병원	3	1,192	64	120	870	41	160	9
중앙병원	6	4,512	640	2,140	3,158	530	770	45

주 1) 효율성 측정에 사용된 DMU수는 19개로 최근 DEA 모형의 선행연구에서 제안된 비교집합의 규모(투입요소와 산출요소의 합 2배 이상) 조건을 만족한다.

과 같이 8개 항목을 투입·산출요소로 설정하였다. 그리고 효율성 측정에 선정된 항목 중 투입요소에서 정보화운영비, 정보화인력과 산출요소에서 데이터베이스의 수는 DMU간의 편차가 커서 모형에서 제외시켰다.

5.2 투입/산출요소의 타당성 분석

DEA모형 분석을 위해서는 우선적으로 투입/산출 요소가 결정되어야 하고, 효율성 측정을 위해 선정된 변수의 타당성 분석을 위해 변수간의 상관관계를 분석해야 한다. 연속변수에 대한 상관관계분석은 조사된 표본(DMU)의 수⁶⁾에 따라 모수적방법과 비모수적 방법으로 분석할 수 있다. 본 연구에서 조사된 DMU의 수는 19개로 비모수적 방법인 Spearman 상관 계수를 구하여 분석하였다.

<표 3> 정보화 효율성 측정을 위한 정보자원 투입·산출 요소의 Spearman의 rho 상관계수

투입요소 산출요소	cpu 수	주기억용량	HDD용량	총 PC 수
주기억 사용량	.189	.943**	.725**	.654**
HDD사용량	.416	.779**	.977**	.587**
총 e-mail 수	.116	.477*	.355	.423
응용S/W 수	-.175	.274	.398	.433

주) *: P < 0.05, **: P < 0.01

<표 3>과 같이 투입요소중 주기억용량이 산출요소와의 상

관관계가 높은 반면, CPU수는 산출요소와 낮은 상관관계를 나타내고 있다. 본 연구에서는 의료기관의 정보화의 효율성 측정에 DEA모형의 적용 가능성을 살펴보는 것이 연구의 목적이므로 투입·산출간 상관관계가 낮은 변수들을 제외하지 않고 모두 포함시켜 DEA 모형에 적용하였다.

5.3 의료기관의 정보화효율성 평가모형

각 의료기관의 정보화 효율성점수를 최대화하는 산출물과 투입물에 부여할 가중치를 결정하는 19개의 선형계획모형을 구축하여 효율성점수를 계산한다. 의료기관 19개의 DMU중 첫 번째 DMU인 경상대학병원을 대상으로 공간차원의 상대적 효율성을 측정하기 위한 선형계획모형은 (모형 1)과 같으며 효율성 측정을 위해서 DMU의 수 만큼인 19회 계산을 반복 수행한다.

(모형 1) 경상대학병원의 정보화 효율성 평가모형

Max. $Z = 1408u_1 + 111u_2 + 300u_3 + 8u_4$
s.t. $15v_1 + 2180v_2 + 162v_3 + 357v_4 = 1$
(경상대) $1408u_1 + 111u_2 + 300u_3 + 8u_4 - 15v_1 - 2180v_2 - 162v_3 - 357v_4 \leq 0$
(계명대) $1937u_1 + 223u_2 + 300u_3 + 16u_4 - 6v_1 - 2768v_2 - 346v_3 - 866v_4 \leq 0$
(단국대) $631u_1 + 31u_2 + 100u_3 + 4u_4 - 9v_1 - 860v_2 - 37v_3 - 402v_4 \leq 0$
(아주대) $1400u_1 + 84u_2 + 400u_3 + 15u_4 - 27v_1 - 1574v_2 - 119v_3 - 904v_4 \leq 0$
(영남대) $3585u_1 + 375u_2 + 320u_3 + 2u_4 - 27v_1 - 6640v_2 - 867v_3 - 540v_4 \leq 0$
(이대목동) $2028u_1 + 158u_2 + 300u_3 + 16u_4 - 15v_1 - 2386v_2 - 221v_3 - 402v_4 \leq 0$
(전남대) $1424u_1 + 871u_2 + 160u_3 + 46u_4 - 20v_1 - 2688v_2 - 1320v_3 - 615v_4 \leq 0$

6) 일반적으로 DMU의 수가 30개 이상의 경우는 Pearson 상관계수를 구하는 모수적 방법을 적용하고, 30개 미만인 경우는 비모수적 방법을 적용한다.

(한림대)	$384u_1 + 18u_2 + 108u_3 + 12u_4 - 4v_1 - 384v_2 - 20v_3 - 236v_4 \leq 0$
(고려구로)	$1049u_1 + 57u_2 + 500u_3 + 5u_4 - 12v_1 - 1312v_2 - 66v_3 - 314v_4 \leq 0$
(인하대)	$2700u_1 + 90u_2 + 200u_3 + 6u_4 - 28v_1 - 3600v_2 - 198v_3 - 677v_4 \leq 0$
(충남대)	$1590u_1 + 2029u_2 + 150u_3 + 13u_4 - 28v_1 - 5304v_2 - 5799v_3 - 495v_4 \leq 0$
(원광대)	$1915u_1 + 331u_2 + 500u_3 + 6u_4 - 18v_1 - 2737v_2 - 474v_3 - 607v_4 \leq 0$
(조선대)	$268u_1 + 37u_2 + 200u_3 + 8u_4 - 7v_1 - 384v_2 - 42v_3 - 143v_4 \leq 0$
(부산대)	$2624u_1 + 180u_2 + 600u_3 + 19u_4 - 18v_1 - 3280v_2 - 225v_3 - 503v_4 \leq 0$
(동아대)	$515u_1 + 89u_2 + 80u_3 + 11u_4 - 9v_1 - 736v_2 - 112v_3 - 450v_4 \leq 0$
(삼 성)	$5103u_1 + 145u_2 + 300u_3 + 15u_4 - 5v_1 - 5756v_2 - 424v_3 - 6206v_4 \leq 0$
(영동세브란스)	$4558u_1 + 180u_2 + 400u_3 + 21u_4 - 7v_1 - 6512v_2 - 290v_3 - 571v_4 \leq 0$
(원자력)	$870u_1 + 41u_2 + 160u_3 + 9u_4 - 3v_1 - 1192v_2 - 64v_3 - 120v_4 \leq 0$
(중 앙)	$3158u_1 + 530u_2 + 770u_3 + 45u_4 - 6v_1 - 4512v_2 - 640v_3 - 2140v_4 \leq 0$
(비율·비영 조건)	$u_1, u_2, u_3, u_4, v_1, v_2, v_3, v_4 \leq 0.0000001$

5.4 의료기관의 정보화 효율성 평가결과

효율성 평가 대상자료의 성격상 한시점·다수 DMU간 상대적 효율성 측정을 실시하면 <표 4>와 같이 고려대병원, 부산대병원, 삼성병원, 영동세브란스병원, 원자력병원, 이대목동병원, 전남대병원, 조선대병원, 중앙병원, 충남대병원, 한림대병원의 11개 DMU(병원)가 효율성 측정치 1.0으로 가장 효율성이 높은 DMU들로 나타났다.

효율성 측정치가 1.0인 DMU들의 순위⁷⁾는 준거회수를 기

준으로 정할 수는 있으나 대체로 효율적으로 경영되는 DMU라고 할 수 있어 순위는 큰 의미가 없다고 할 수 있다.

효율성 측정치가 1.0인 DMU에 비해 측정치가 낮은 DMU는 동아대, 원광대, 영남대, 단국대, 인하대, 아주대, 계명대, 경상대의 8개 DMU로 나타났으며 비교적 효율성측정치가 1.0인 DMU에 비해 효율성의 측정치가 14%이하 정도로 차이가 크지 않다는 것을 보여주고 있다.

5.5 의료기관의 정보화 효율성 합성치 및 개선치 산출

한시점·다수 DMU간 효율성 비교를 통하여 정보화 효율성이 낮은 DMU의 효율성 개선치를 쌍대이론에 의하여 <표 5>의 절차와 같이 도출할 수 있다.

예를 들어, 동아대병원의 효율성은 준거 DMU⁸⁾인 전남대병원, 한림대병원, 조선대병원, 중앙대병원에 대하여 산출되었으므로 이들 준거 DMU가 효율성 1.0인 경우에 비하여 동아대는 0.9918의 효율성을 보이고 있다. 따라서 동아대병원의 정보화가 효율적이기 위해서는 <표 5>의 블록결합으로 표현되는 4개의 준거 DMU의 투입·산출치에 동아대병원과 4개의 준거 DMU에 대한 잠재가격(또는 부여원가)인 shadow price(λ^*)의 결합으로 합성된다.

즉, <표 5>에 제시되어 있는 동아대병원의 준거 DMU의 λ^* 값(전남대 : 0.020, 한림대 : 0.119, 조선대 : 0.573, 중앙대 : 0.092)과 투입·산출벡터를 곱하여 선형결합하면 동아대병원의 효율적인 투입·산출치가 <표 5>와 같이 계산된다. <표 5>에서 동아대병원의 정보화의 효율적인 투입·산출의 규모는 효율성 합성값(C열)과 같이 투입은 CPU 수가 5.4개, 주 기억장치 용량은 736.0MB, 하드디스크 용량은 112.0GB, 총

<표 4> 3차 의료기관 19개 DMU간의 상대적 효율성 측정결과

순 위	각 DMU	효율성 측정치 (Es)	준거 DMU				S. P. (λ^*)				
1	고려대	1.0000									
1	부산대	1.0000									
1	삼 성	1.0000									
1	영 동	1.0000									
1	원자력	1.0000									
1	이대목동	1.0000									
1	전남대	1.0000									
1	조선대	1.0000									
1	중앙대	1.0000									
1	충남대	1.0000									
1	한림대	1.0000									
12	동아대	0.9918	전남	한림	조선	중앙	0.020	0.119	0.573	0.092	
13	원광대	0.9742	전남	고려	조선	부산	0.230	0.116	0.479	0.460	0.060
14	영남대	0.9421	전남	충남	영동	원자	0.082	0.092	0.773	0.022	
15	단국대	0.9345	한림	고려	조선		1.625	0.036	0.051		
16	인하대	0.9237	한림	삼성	영동		1.674	0.196	0.281		
17	아주대	0.9185	이대	전남	한림	고려	0.005	0.024	3.670	0.068	
18	계명대	0.9057	이대	전남	한림	삼성	0.181	0.032	0.009	0.140	0.320
19	경상대	0.8600	전남	조선	부산		0.007	0.252	0.629		

7) 효율성 측정치가 1인 DMU들의 순위를 준거회수로 측정하면 1위(전남대, 한림대), 2위(중앙병원, 조선대), 3위(고려대), 4위(삼성병원, 부산대) 등으로 나타난다.

8) 비효율적으로 운영되는 의료기관이 효율적으로 운영되는 의료기관이 되기 위해 표준으로 설정하는 의료기관(benchmarking bench)을 뜻한다.

〈표 5〉 동아대병원의 정보화 효율성 개선치

(열)→	전남대병원		한림대병원		조선대병원		중앙병원		효율성	동아대병원의	동아대병원의
	I/O벡터 (A1)	λ^* 값 (B1)	I/O벡터 (A2)	λ^* 값 (B2)	I/O벡터 (A3)	λ^* 값 (B3)	I/O벡터 (A4)	λ^* 값 (B4)	합성값 (C)	I/O벡터 (D)	투입 / 과소산출치 (E)
투입	20 2688 1320 615	$\times 0.020 +$	4 384 20 236	$\times 0.119 +$	7 384 42 143	$\times 0.573 +$	6 4512 640 2140	$\times 0.092 =$	5.4 736.0 112.0 319.8	9 736 112 450	3.6 130.2
산출	1424 871 160 46		384 18 108 12		268 37 200 8		3158 530 770 45		519.2 89.7 201.8 11.1	515 89 80 11	4.2 0.7 121.8 0.1

PC 수는 319.9대이어야 하며, 이에 따른 산출은 주기억장치 사용량은 519.2MB, 하드디스크 사용량은 89.7GB, 총 e-mail 수는 201.8개, 응용소프트웨어 수는 11.1종으로 계산되었다.
따라서 동아대병원의 효율성향상을 위한 개선치는 실제 투입·산출 벡터(D열)과 효율성합성값(C열)의 차이를 계산하

면, CPU수는 3.6개 총 PC 수는 130.2대가 과다 투입되었고 산출에 있어서는 주기억장치 사용량은 4.2MB, 하드디스크 사용량은 0.7GB, 총 e-mail 수는 121.8개, 응용소프트웨어 수는 0.1종이 과소 산출되고 있음을 알 수 있다.
상기 분석 방법과 같이 분석대상인 19개의 DMU 중 정보

〈표 6〉 정보화 효율성이 낮은 DMU의 효율성 개선치¹⁾

DMUs	I/O의 효율성 합성값	I/O벡터	과다투입 / 과소산출치	DMUs	I/O의 효율성 합성값	I/O벡터	과다투입 / 과소산출치
동아대병원	5.4	9.0	3.6	인하대병원	9.6	28.0	18.4
	736.0	736.0			3600.0	3600.0	
	112.0	112.0			198.0	198.0	
	319.8	450.0	130.2		677.0	677.0	
	519.2	515.0	4.2		2923.0	2700.0	223.0
	89.7	89.0	0.7		109.1	90.0	19.1
	201.8	80.0	121.8		352.0	200.0	152.0
11.1	11.0	0.1	28.9	6.0	22.9		
원광대병원	18.0	18.0		아주대병원	16.0	27.0	19.0
	2737.0	2737.0			1574.0	1574.0	
	474.0	474.0			110.4	119.0	8.6
	607.0	607.0			904.0	904.0	
	1976.0	1915.0	61		1524.3	1400.0	124.3
	339.8	331.0	8.8		91.5	84.0	7.5
	513.3	500.0	13.3		435.5	400.0	35.5
26.5	6.0	20.5	45.6	15.0	30.6		
영남대병원	9.7	27.0	17.3	계명대병원	6.0	6.0	
	5768.0	6640.0	872.0		2768.0	2768.0	
	867.0	867.0			346.0	346.0	
	540.0	540.0			866.0	866.0	
	3805.4	3585.0	220.4		2138.6	1937.0	201.6
	398.1	375.0	23.1		246.2	223.0	23.2
	339.7	320.0	19.7		348.7	300.0	48.7
21.4	2.0	19.4	21.0	16.0	5.0		
단국대병원	7.3	9.0	1.7	경상대병원	13.2	15.0	1.8
	690.6	860.0	169.4		2180.0	2180.0	
	37.0	37.0			162.0	162.0	
	402.0	402.0			357.0	357.0	
	675.2	631.0	44.2		1728.0	1408.0	320.0
	33.2	31.0	2.2		129.1	111.0	18.1
	203.6	100.0	103.6		428.9	300.0	128.9
20.1	4.0	16.1	14.3	8.0	6.3		

주 1) 의료기관의 정보화 평가요소로 크게 민감하지 않은 정보자원이용에 대한 효율성 평가로 DMU명에 대해서는 실명을 사용하였으며, 본 평가에 사용된 분석자료는 조사시점이 1999년으로 현재의 효율성과는 상관이 없음을 밝힌다.

화 효율성이 낮은 8개의 DMU의 효율성 개선치에 대한 산출 결과는 <표 6>과 같다.

6. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 기존의 의료기관의 정보화 평가를 위한 연구가 평가 항목개발과 주관적인 척도에 의한 정성적인 평가에만 중점을 둔 것에 반해 객관적이고 정량적인 분석모형을 적용하여 정보화 효율성을 평가 할 수 있다는 가능성을 제시하였다. 사례연구 결과와 같이 의료기관의 정보화 효율성을 측정하기 위하여 선정된 투입·산출 요소들이 대부분 정보자원 이용수준으로 볼 때, 상대적 효율성이 1.0인 DMU는 투입량에 비해 산출량의 높은 기관으로 정보자원 사용수준이 양호한 기관으로 평가될 수 있다. 반면에 상대적으로 효율성이 낮은 DMU들은 투입량에 비해 산출량이 저조하여 정보자원의 이용수준이 낮은 기관으로 효율성에 대한 개선치가 필요한 것으로 평가·분석할 수 있다.

그리고 본 연구에서 적용한 DEA모형이 다수 의료기관간의 상대적 효율성을 한 기간 또는 한 시점에 대하여 상대적 비교를 하는 정태적·횡단면 분석방법이므로, 향후 의료기관의 다시점간의 동태적 효율성 측정을 위해서는 종단면(longitudinal) 분석모형인 윈도우분석법(window analysis)을 적용할 수 있을 것으로 본다[20]. 특히, DEA 윈도우분석법⁹⁾은 서로 다른 기간 동안에 이루어진 DMU들의 성과를 일정한 윈도우로 구성하고 상호 준거집합으로 하여 각 DMU를 평가하는 방법으로, 다수 DMU에 대한 다수 시점의 투입·산출 자료를 대상으로 효율성을 측정할 수 있으므로, 각 의료기관의 연차별 정보화 투입/산출의 효율성을 측정하기 위해서는 DEA 모형의 종단면 분석방법인 윈도우분석법을 적용할 수 있을 것이다.

한편 DEA모형을 적용하여 전체적인 의료기관 정보화 수준평가를 위해서는 정량적으로 조사될 수 있는 지표가 되는 투입·산출 요소에 대한 선정문제가 해결되어야 할 것이며, 이들 요소별 정량적인 수치를 산출할 수 있는 항목개발이 우선적으로 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김영관, "병원정보시스템의 평가에 관한 연구", 서강대학교 경영대학원 석사학위논문, 1997.
- [2] 김창영 외, "국내 병원정보시스템의 도입현황", 대한의료정보학회지, 제5권 제1호, pp.27-35, 1999.
- [3] 광노균, 최태성, 경영과학-이론과 응용, 다산출판사, pp.145-

9) 정태적·종단면 분석모형으로는 Charnes, Clark, Cooper와 Golany가 제시한 DEA 윈도우(windows) 분석을 사용한다. 윈도우 분석은 DEA 분석에 있어서 투입물과 산출물의 기본적인 관계가 변하지 않는다면, 서로 다른 기간에 속한 DMU들을 준거집합으로 하여 개별적인 DMU들을 평가할 수 있도록 하고 있다.

- 189, 1998.
- [4] 민재형, 김진한, "부분 효율성 정보를 이용한 DEA모형의 투입·산출요소 선정에 관한 연구", 한국경영과학회지, 제23권 제3호, pp.75-80, 1998.
- [5] 서정윤, "의료기관정보화 수준평가를 위한 모형개발 및 현황 분석", 한국보건사회연구원, 1999.
- [6] 신판식, 양경훈, "기업의 경쟁력 확보를 위한 전략적 정보시스템 인프라 구축 사례", 한국경영정보학회, 1995.
- [7] 이범우, "병원정보시스템의 성과평가와 주요관리요인에 관한 연구", 연세대학교 경영대학원 석사학위논문, 1996.
- [8] 임배만, "병원정보시스템의 유효성평가와 영향요인에 관한 실증적 연구", 경산대학교 대학원 박사학위논문, 1998.
- [9] 윤응원, "점별 종합업적 평가제도 개선방안", 주택금융, 1991.
- [10] 정영철 외, "병원정보화 평가를 위한 지표개발", 한국보건사회연구원, 2000.
- [11] 조현 등, "병원정보시스템 도입후 업무만족도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구", 대한 의료정보학회지, 제5권 제1호, pp.37-49, 1999.
- [12] 최만규, "병원정보시스템의 성과 및 활성화 방안 연구", 국민보건연구소 연구총론, 제9권 제1호, pp.21-35, 1999.
- [13] 한국과학기술원, "정보화사회의 장기전망에 관한 연구", 한국과학기술, 1982.
- [14] 한국과학기술원, "주요지표를 통한 한국과 선진국의 정보화 수준비교", 한국과학기술, 1992.
- [15] 한국전산원, "1993년 정보화백서(정보화지표)", 한국전산원, 1993, 1997.
- [16] 한국전산원, "정보화지표에 의한 정보화 국제비교", 한국전산원, 1994.
- [17] 한국전산원, "정보화 성과관리 연구", 한국전산원, 1997.
- [18] 한국전산원, "국가정보화 평가 발전방안", 한국전산원, 1999.
- [19] A. Boussofiane, R. G. Dyson and E. Thanassoulis, "Applied Data Envelopment Analysis," European Journal of Operational Research, Vol.32., 1991.
- [20] A. Charnes, C. T. Clark, W. W. Cooper and B. Golany, "A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Forces," Annals of Operation Research, Vol.2, No.1, pp.95-112, 1985.
- [21] A. Charnes, W. W. Cooper and E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, Vol.2, pp.429-444, 1978.
- [22] A. Charnes, W. W. Cooper, A. Y. Lewin and L. M. Seiford, Data Envelopment Analysis : Theory, Methodology, and Application, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp.65-67, 1994.
- [23] B. Golany and Y. Roll, An Application Procedure for DEA, Omega, pp.237-250, 1989.
- [24] H. D. Sherman, "Identifying Inefficiencies in Multiple Output-Input Organization," Cambridge M. A. Sloan School of Management Working Paper 1316-82, Feb. 1982.

[25] H. D. Sherman, "Improving the Productivity of Service Business," *Sloan Management Review*, Vol.25, No.3, pp. 35-53, 1984.

[26] H. Leibenstein, "Allocative Efficiency vs. X-Efficiency," *American Economic Review*, Vol.56, pp.392-415, 1966.

[27] J. A. Fitzsimmons and M. J. Fitzsimmons, *Service Management for Competitive Advantage*, McGraw-Hill Inc., 1994.

[28] J. K. Sengupta, *Dynamics of data envelopment analysis, Theory of Systems Efficiency*, Kluwer Academic Publishers, pp.38-85, pp.260-267, pp.691-702, 1995.

[29] J. Shang and T. Sueyoshi, "A Unified Framework for the Selection of a Flexible Manufacturing System," *European Journal of Operational Research*, Vol.85, pp.297-315, 1995.

[30] M. J. Farrell, "The Measurement of Productivity Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120, pp.253-281, 1957.

[31] R. D. Banker, A. Charnes and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, Sep., Vol.30, No.9, pp.1078-1092, 1984.

[32] T. Sueyoshi, "Measuring Efficiencies and Returns to Scale of Nippon Telegraph & Telephone," *Management Sciences*, Vol.43, No.6, pp.779-796, 1997.

[33] W. W. Cooper, L. M. Seiford and Kaoru Tone, *Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp.41-53, 2000.



송 태 민

e-mail : tmsong@kijung.net

1980년 동국대학교 전자계산학과 졸업(학사)

1982년 동국대학교 경영대학원 졸업
(경영학석사)

2001년 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과
(박사과정 수료)

1990년 연세대학교 보건대학 강사

1996년~1999년 배화여자대학 강사

1980년~현재 한국보건사회연구원 정보통계연구실장

관심분야 : 데이터베이스, MIS, 의료정보시스템, 정보저장기기



김 우 식

e-mail : manager@venture-business.com

1992년 건국대학교 경영학과 졸업(학사)

1994년 건국대학교 대학원 경영학과 졸업
(경영학석사)

2001년 건국대학교 대학원 경영학과 졸업
(경영학박사)

1993년~1994년 통신개발연구원 정보통신정책실 위촉연구원

1994년~1995년 한국정보기술연구원 연구개발부 연구원

1995년~1999년 한국데이터베이스진흥센터 정책연구과 대리

1999년~현재 건국대학교 경영대학 강사/벤처창업지원센터 BI
Manager

관심분야 : MS, MIS, 정보통신기술응용, e-Business, EC