

공리적 설계를 이용한 기술가치평가방법의 선정

Technology Valuation Method Selection using Axiomatic Design

문병근*, 조규갑**

*부산대학교 기계기술연구소 연구원(bkmoon@pusan.ac.kr)

** 부산대학교 산업공학과 교수(kkcho@pusan.ac.kr)

Abstract

It is critical to select an appropriate technology valuation method when the characteristics of a technology and valuation environment are variable. To ensure high quality decision making when selecting a technology valuation method, it is necessary to understand the principles of a good technology valuation method, and define and apply a decision making theory for selecting an optimal method. The authors propose that Axiomatic Design Principles can be applied as a decision making theory. In order to apply Axiomatic Design for this problem, this paper describes four domains(customer, functional, physical, and process domain) and four axioms(independence, information, cost, time axiom) for the decision making process for the optimal technology valuation method. The result of this study will contribute flexibility to the dynamic technology valuation process.

1. 서론

현재까지 많은 기술가치평가방법들이 개발되었지만 보편적 혹은 통일적으로 사용될 수 있는 모형은 존재하지 않는다[(박용태 외(2001), 설성수(2000b)]. 이것은 기술가치평가에서의 가치의 가변성, 평가의 목적, 기술의 종류와 형태의 다양성에 따른 어려움에 기인한다[유선희(2001), 설성수(2000a)]. 따라서 평가결과에 대한 신뢰성과 효율성을 확보하기 위해서는 적절한 평가모델의 선정[유선희(2001), 윤석환(2002)]과 평가투입요소의 선정 및 측정의 향상이 요구된다. Damodaran(1995)¹는 평가모형에 실제로 사용되는 변수의 값보다 평가모형 자체의 선택이 때로는 가치평가에 더 큰 영향을 줄 수 있으며, 또한 절대적인 의미에서의 최상(best)의 모형은 존재하지 않으며, 어떤 특수한 상황에서 적용해야 할 적절한 평가모형은, 평가하고자 하는 자산 등의 여러 특성들을 감안하여 결정해야 한다고 설명하고 있다.

기술가치평가방법의 특징과 장·단점에 대해 많은 문헌[이상필 외(1999), 테크밸류역 (2000), 안두현(2000), 이재억 외(2000), 배종태 외(2001), 이명택(2001),

¹ 이명택(2001)에서 인용

김희곤(2003) 등에서 서술하고 있지만 적절한 평가기법과 평가실행수준의 결정을 위한 가이드라인으로는 한계가 있다. 이것은 가치평가방법의 선정을 위한 의사결정과정을 합리적으로 평가하는 체계가 없기 때문이다.

본 논문은 기술가치평가방법의 선정에 관한 것으로 평가의사결정의 질적 수준을 높이기 위해서는 좋은 평가기법선정의 원칙에 대해 이해하고, 최적의 평가기법의 선정을 위한 의사결정과정을 정의하여 사용하여야 한다. 이러한 의사결정과정의 기초로서 공리적 설계가 사용될 수 있다. 본문에서는 공리적 설계를 가치평가방법의 선정에 적용하기 위해 공리적 설계에서의 도메인 개념과 공리에 대해 서술하고, 공리적 설계의 원리를 적용하는 방법에 대해 제안한다.

II. 공리적 설계의 개요²

공리는 항상 옳다고 간주되고, 또 반증이나 예외가 없는 기본적인 진리이다. 공리적 설계[Suh (1990), Suh (2001), 차성운, 박경진 공역(2002)]는 지난 10년간 제품설계, 제조시스템 설계, 소프트웨어 설계 등에 성공적으로 적용되었으며, 설계과정에서의 의사결정을 지원하기 위해 개발되어 왔다. 공리적 설계는 아래 두 개의 공리에 기초한다.

- 공리 1: 독립성을 유지하라.
- 공리 2: 정보량을 최소화하라.

공리적 설계는 도메인 개념에 초점을 둔 원칙기반 설계방법으로 이 도메인 사상과정(mapping process)은 아래의 그림 1과 같다.

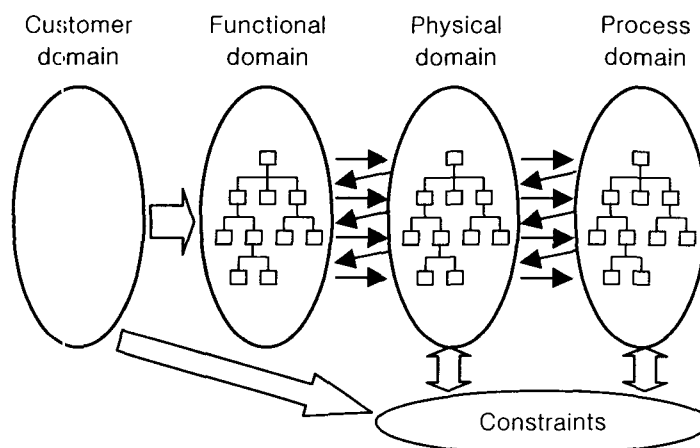


그림 1. 공리적 설계에서의 설계 도메인

² Suh (2001), 차성운, 박경진 공역(2002)에서 공리적 설계의 개념을 정리함

설계과정은 그림 1 과 같이 4 개의 도메인인 고객, 기능적, 물리적, 프로세스 도메인의 사상을 통해 발생한다. 고객의 요구(CA, Customer Attribute)는 기능적 요구(FR, Functional Requirement)와 제약(C, Constraint)으로 변환된다. 그리고 기능적 요구를 만족하기 위한 설계 파라미터(DP, Design Parameter)를 공리 1 과 2 를 통해 결정한다. 또한 설계 파라미터를 만족하기 위한 프로세스 변수(PV, Process Variable)도 공리 1 과 2 를 통해 결정한다. 설계과정의 분해(decomposition)는 그림 1 의 화살표와 같이 zigzagging 과정을 통해 발생된다. 예를 들어 기능적 요구의 분해는 대응하는 설계 파라미터를 고려하며 결정된다.

설계계층의 각 단계에서 FR과 DP, DP와 PV의 관계는 아래의 식 (1)과 (2)처럼 표시될 수 있다.

$$\{FR\} = [A]\{DP\} \quad (1)$$

$$\{DP\} = [B]\{PV\} \quad (2)$$

식 (1)에서 [A]는 설계행렬로서 각각의 요인들은 $A_{ij} = FR_i / DP_j$ 로 표현될 수 있다. 식 1 은 설계방정식으로 주어진 FR 를 만족하기 위한 정확한 DP 의 집합을 선정하는 것으로 해석될 수 있다. 각 요소 A_{ij} 는 DP_j 에 대한 FR_i 의 독립성을 나타내는 것으로 해석될 수 있다. 요소 A_{ij} 값의 단순화를 위하여 0(의존 적이지 않음)과 그렇지 않을 경우 X 로 표현될 수 있다. 아래의 식 (3), (4), (5)에서 설계행렬 [A]는 각각 비연성(uncoupled), 비연성화(decoupled), 연성화(coupled) 설계를 의미한다.

$$\begin{bmatrix} FR1 \\ FR2 \\ M \\ FRm \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & \Lambda & 0 \\ 0 & X & \Lambda & 0 \\ M & M & O & M \\ 0 & 0 & \Lambda & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP1 \\ DP2 \\ M \\ DPn \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} FR1 \\ FR2 \\ M \\ FRm \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & \Lambda & 0 \\ X & X & \Lambda & 0 \\ M & M & O & M \\ X & 0 & \Lambda & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP1 \\ DP2 \\ M \\ DPn \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} FR1 \\ FR2 \\ M \\ FRm \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & \Lambda & X \\ X & X & \Lambda & X \\ M & M & O & M \\ X & 0 & \Lambda & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP1 \\ DP2 \\ M \\ DPn \end{bmatrix} \quad (5)$$

비연성 설계는 식 (3)과 같이 각 FR 이 정확히 하나의 DP 에 의해 만족될 때 발생하는 것으로 설계행렬은 대각행렬이다. 비연성화 설계는 식 (4)와 같이

설계행렬이 삼각행렬을 구성하는 것으로 DP 를 만족하기 위해서는 특정 순서대로 DP 를 조정해야 한다. 연성화 설계는 식 (6)과 같이 대각행렬 위쪽에 0 이 아닌 요소를 가지는 것으로 FRs 는 독립적으로 만족될 수 없다. 연성화에 영향을 미치는 다른 요인은 FR 의 수(m)과 상대적인 DP 의 수(n)이다. 만약 $m > n$ 이면 연성화이거나 FR 은 만족될 수 없으며, $m < n$ 이면 설계는 중복이다.

정보량의 최소화를 나타내는 두 번째 설계공리는 기능의 만족가능성의 확률을 증가시키는 것이다. 그림 2 는 주어진 시스템 파라미터의 확률분포와 설계파라미터의 절대값에 대한 그래프이다. 그림 2 에서는 설계자 의해 지정된 DP 와 관련된 공차를 나타내는 설계영역(design range)와 공차의 향으로 주어진 시스템의 능력을 나타내는 시스템 영역(system range)을 정의하고 있다(편의상 그림 2 에서 시스템 영역을 실선이 가리키는 균등확률밀도 함수로 가정하고, 점선으로 된 곡선은 좀더 복잡한 확률밀도 함수를 나타낸다). 정의된 설계영역과 시스템 영역은 그림 2 와 같이 공통영역을 형성한다. 식 (6)에 의해 정보량은 $I = \log(\text{시스템영역}/\text{공통영역})$ 으로 정의한다.

Frey et al(2000) 은 비연성화 설계에서 단순함으로 정보량을 계산할 수 없음을 보였고, 정보량을 계산하기 위한 방법을 소개했다. 현재 연성화 설계에서 정보량을 계산하는 방법은 존재하지 않는다.

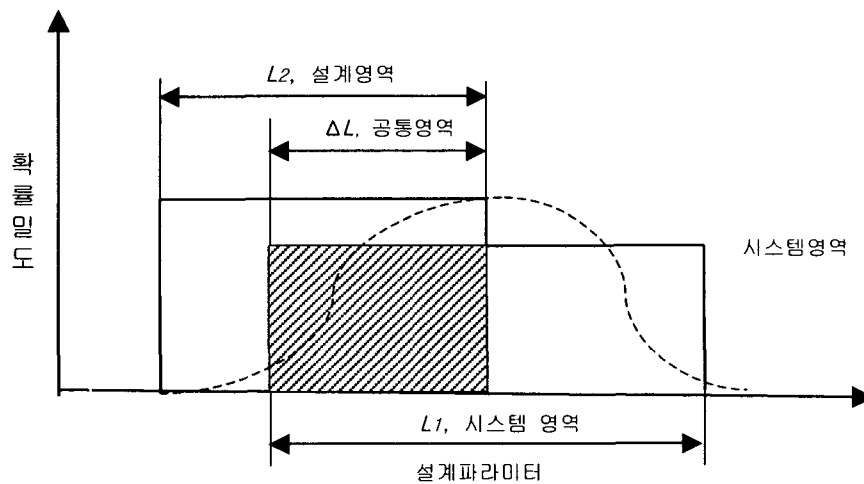


그림 2. 설계 파라미터의 확률 분포

III. 공리적 설계를 이용한 기술가치평가 기법의 선정

1. 기술가치평가방법 선정에서의 원칙

Damodaran(1996)³은 기술가치평가에 대한 잘못된 이해와 진실에서 “평가 대상 이해 및 결과의 가치는 평가결과보다는 평가 과정(기술분석, 시장분석, 평가모형 구축 투입 변수 결정 및 측정 등)에서 이루어지며, 가치평가의 질은 평가모델 자체보다는 자료수집과 분석에 보낸 시간 및 기술의 전문성에 비례한다”고 지적하였다. 기술의 특성, 평가의 목적 및 평가환경에 적합한 기술가치평가방법과 평가자료 수집 수준의 선택은 평가의 질적인 측면과 경제적인 측면에서 중요하다. 본 논문에서 기술가치평가방법의 선정에 위한 원칙은 기술가치평가의 질(quality) 및 경제성이다. 평가의 질은 평가결과의 신뢰성뿐 아니라 평가과정의 합리성으로 특징지어지며, 평가의 경제성은 평가실행과정에서의 자료수집 수준에 소요되는 최소비용과 최소시간으로 특징지어진다. 기술가치평가에서의 이러한 원칙들은 본 논문에서 기술가치평가방법을 선정하기 위한 공리를 정의하는 개념의 기초로 이용된다.

2. 기술가치평가 기법의 선정에 위한 도메인 사상

기술가치평가방법의 선정에 공리적 설계를 적용하기 위한 도메인 사상과정은 그림 3과 같다. 기능적 요구(FR)는 기술가치평가의 기능적 요구사항, 설계 파라미터(DP)는 개별 기술가치평가방법의 입력항목, 프로세스 변수(PV)는 가치평가를 수행하기 위해 필요한 조직, 자원, 정보를 의미한다. 여기서 조직은 가치평가를 수행하는 주체로서 팀 혹은 가치평가 전문가, 자원은 가치평가를 수행을 지원하는 객체로서 가치평가시스템, 가치평가모듈 혹은 가치평가진단시스템 시스템을 나타내며, 정보는 가치평가를 위한 절차 및 방법 혹은 가치평가 경험 등 가치평가의 실행을 위한 입력이다. 그리고 제약은 가치평가기관의 기술가치평가기관의 실행규약, 정보가치(VOI Value Of Information), 평가비용 및 평가기간 등 평가실행에서의 제약에 관련한 것이다.

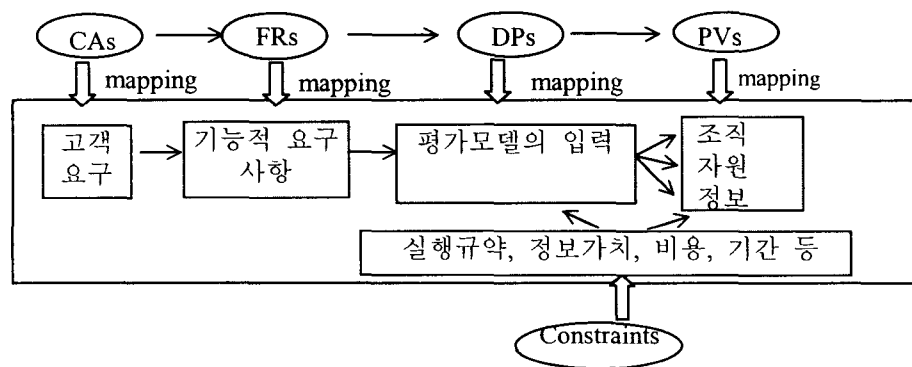


그림 3. 도메인 사상 과정

정보가치[나상익 역, 2001]는 완벽한 정보가 있을 때의 기술가치평가에 대한 기대치와 완벽한 정보가 없는 현재 상황의 기대치의 차이이다. 정보가치는 ‘LOLA

³ 윤석환(2002)에서 인용

rule'⁴에 대응하는 개념으로서 신속한 의사결정을 위한 것이지만 본 논문에서는 가치평가방법의 선정과 평가실행수준의 결정을 위한 제약으로 적용한다. 여기서 정보가치에 대한 제약은 평가기법의 수행비용이 정보가치보다 작아야 한다는 것이다.

3. 기술가치평가 기법의 선정을 위한 공리

Suh(1990)의 의해 개발된 공리적 설계의 이론은 공리 1(독립공리)과 공리 2(정보공리)로 구성되어 있지만 의사결정에서 생산성을 고려하기 위하여 Sohlenius(2000), Schlenius et al.(2002)는 공리 3(에너지 or 비용 최소화), 공리 4(시간최소화)를 제안하였다. 본 논문에서는 가치평가방법 선정에서의 경제성 측면을 고려하기 위해 공리 3과 4를 고려한다.

공리 1: 독립공리

독립공리는 평가절차와 평가항목의 독립성을 보장하기 위한 것으로 평가방법(평가절차, 평가요인 등)의 설계행렬에 대해 평가한다. 만약 평가방법의 설계행렬이 연성화되어 있다면 평가방법의 질적수준의 향상과 평가과정에 대한 평가 및 개선이 어렵다.

공리 2: 정보공리

정보공리는 평가결과에 대한 확실성에 대한 척도로 최소의 정보량을 가진 평가방법(평가절차, 평가항목 등)을 선정한다. 본 연구에서는 시스템 영역은 평가항목의 허용오차에 대한 기술가치평가 결과의 기대치의 범위로 정의되며, 설계 영역은 개별 평가요인의 평가자의 판단에 의한 기대치의 범위로 정의된다

기술가치평가는 흔히 본질적으로 기술적(art) 속성을 내포하고 있기 때문에 기술적 속성을 최소화하면서 평가자의 주관적 해석에 따른 왜곡의 방지가 중요하다. 이러한 관점에서 정보공리는 주관적 해석에 의해 오차가 크게 발생하는 평가절차 및 평가요인의 선정을 피하게 한다.

공리 3: 비용최소화 공리

이 공리는 기술가치평가방법의 선정 평가의 실행에서 평가 조직, 자원, 평가정보의 실행 비용을 최소화하는 평가방법을 선정하게 한다.

공리 4: 시간최소화 공리

이 공리는 기술가치평가방법의 선정 평가의 실행에서 평가 조직, 자원, 평가정보의 실행 시간을 최소화 하는 평가방법을 선정한다.

⁴ LOLA 은 LOw and LAte 를 의미하는 것으로[Martensson(2000)], 분명한 의사결정은 빨리, 명확하지 않은 것은 늦게 결정함 뜻한다.

여기서 공리 3 과 4 는 제약으로도 고려할 수 있다. 이 경우 이들은 수용가능한 대안평가방법의 선정에서 실효성있고, 분리가능한 의사결정을 위한 공리로서 필요하지 않다. 그러나 비용과 시간은 최소화되어야 한다는 것이 바람직하다. 만약 이 요인들을 제약으로 생각한다면 보수적으로 평가방법을 선택하게 되는 위험이 존재하게 된다. 따라서 이들 요인을 의사결정의 원리로 사용하는 것이 보다 바람직하다고 판단된다.

4. 기술가치평가방법의 선정을 위한 절차

기술가치평가방법을 위한 평가과정은 평가를 위한 준비 분석, 대안 평가방법의 선정, 그리고 최적 평가방안의 선정으로 구성된다.

(1) 평가를 위한 준비 분석

이 단계는 두 가지 과정으로 구성된다. 첫 번째 과정은 고객의 가치평가에 대한 요구 분석이다. 이 과정에서는 기술가치평가 목적과 평가대상을 명확히 한 후, 평가에 사용할 가치의 개념(설성수, 2000a)을 선택하게 된다. 두 번째 과정은 평가환경에 대한 이해로 가치평가의 실행에서 고려해야 하는 입력과 제약으로 작용할 요인들에 대해 분석한다.

(2) 대안 기술가치평가방법의 선정

평가대상기술에 따라 우선적으로 적용될 수 있는 방법론에 대해 Smith and Parr(1994)는 비용접근법, 시장접근법, 이익접근법을 기준으로 정리하고 있으며, Damodarn(1995) 옵션가치평가방법은 특허권과 같은 옵션의 성격을 갖는 자산의 가치평가에 가장 유리한 방법론으로서 전통적인 현금할인율(이익접근법)과 상대적 가치평가방법이 효과적이지 않을 때에도 유용한 방법론으로 제시하고 있다. 이처럼 이 단계는 평가대상기술의 성격과 평가기관의 평가방침에 따라 대안으로 고려할 수 있는 평가방법을 선정하는 과정으로 기존의 개별 기술가치평가방법에 대한 특징 및 장·단점에 대한 분석이 가이드라인으로 사용된다.

(3) 최적 평가방법의 결정

이 단계에서는 각각의 대안 기술가치평가방법에 대해 공리 1~4 까지의 공리와 공리적 설계의 원칙을 적용하여 최적의 평가방법, 평가항목 및 평가실행 수준을 선정한다. 여기서 평가 과정은 zigzagging 사상과정을 통해 진행된다.

(i) 평가항목에 대한 평가

계량적 평가과 비계량적 평가를 위한 평가항목에 대한 연구들이 각 나라별로 많이 수행되었으며, 현재 수행되고 있다. 평가항목에 대한 평가에서 기존의 평가항목을 이용하는 경우 혹은 자체적으로 개발한 평가항목을 사용할 경우 먼저 비연성 설계 혹은 비연성화 설계 기준에 대해 평가하고, 복잡도 측면(비용과 시간)에서의 평가를 부차적으로 수행하는 접근이 요구된다.

(ii) 평가자료 수집의 수준 결정

평가 자료 수집의 수준의 결정은 위험과 정보가치 제약을 기준으로 결정된다.

(iii) 가치평가방법 선정: 종합화

본 과정은 개별 기술가치평가 방법에 대한 평가결과를 종합화해서 최종적으로 평가방법을 결정하는 단계이다. 이 단계는 공리 1 과 공리 2 의 질적인 측면이 만족되는 여러 개의 가치평가방법들 중에서 공리 3 과 4 에 대한 종합적 분석을 통해서 최종적으로 선정한다. 이러한 종합적 분석과정을 위해서는 종합화를 위해 다기준 의사결정, value-focused thinking 과 같은 의사결정이론이 적용될 수 있다.

IV. 결론

본 논문은 ‘공리적 설계’라는 과학적 설계기법을 기술가치평가방법의 선정이라는 ‘의사결정’의 방법론에 적용하는 새로운 접근을 제안하고 있다. 공리적 설계를 기술가치평가방법의 선정 평가에 적용하기 위해 먼저 도메인 사상과 4 개의 공리(독립공리, 정보공리, 비용최소화 공리, 시간최소화 공리)를 정의하였으며, 최적의 평가방법의 선정을 위한 절차를 제안하였다. 본 연구의 결과는 기술가치평가방법의 선정에 공리적 설계를 적용함으로써 유연한 기술가치평가의 실행을 가능하게 할 것으로 사료된다. 향후 연구에서는 많은 대상기술에 대한 다양한 평가경험을 토대로 평가과정에서의 의사결정과정을 정교화하는 방안과 최적 기술가치평가방법의 선정 과정을 지원하기 위한 S/W의 개발이 요구된다.

V. 참고문헌

- 나상억 외, *의사결정의법칙*, 21세기 북스, 2002.
- 배종태 외, *가치평가모델개발*, 과학기술부, 2001.
- 유선희, *기술가치평가*, 한국과학기술정보연구원(KISTI), 2001.
- 이상필 외, *개별기술가치평가모델개발*, 중소기업청, 1999.
- 안두현, *기술의 투자가치분석 모형 개발을 위한 탐색 연구*, STEPI, 2000.
- 이재억 외, *기술가치평가방법의 개발을 위한 연구*, 과학기술부, 2000.
- 차성운, 박경진 공역, *공리적 설계(1)*, 2002.
- 테크밸류 역, *지적재산과 무형자산의 가치평가*, 세창출판사, 2000.

김희곤, “ 특허권의 가치평가에 관한 신 고찰(2)” , 지식재산 21, 2003.
박용태 외, “ 첨단기술의 기술가치 평가방법론에 대한 연구” , 기술경영경제학회
하계발표논문집, 2001.
이명택, “ 특허기술의 경제적 가치평가에 관한 연구” , 지식재산 21, 2001.
윤석환, “정보통신기술가치평가”, 기술이전세미나((재)부산테크노파크 주관), 2002.
설성수, “ 기술가치평가의 분석의 틀” , 기술혁신학회지, 2000a.
_____, “ 기술가치평가의 개념적 분석” , 기술혁신학회지, 2000b.
전효리, 신용희, “ 사용자 중심의 기술평가체계에 관한 연구” , 기술경영경제학회
하계 발표논문집, 2001.

Damondaran, A., *Investment Valuation*(1st Edition), John Wiley & Sons, 1995.

Suh, N.P., *The Principles of Design*, Oxford University Press, 1st Edition, 1990.

Suh, N.P., *Axiomatic Design: Advances and Applications*, Oxford University Press,
New York, 2001.

Smith, V. Gordon, and Russell L. Parr, *Valuation of Intellectual Property and
Intangible Asset*(2nd Edition), John Wiley & Sons, 1994.

Frey et al, “ Computing the Information Content of Decoupled Design” , ICAD 2000
2000.

Sohlenius, G., “ Productivity, Quality and Decision Theory based on Axiomatic
Design” , ICAD 2000, 2000.

Sohlenius, G. et al., “ The Innovation Process and The Principle Importance of
Axiomatic Design” , ICAD 2002, 2002.