

지능형 방법 실증지구 경제적 가치평가

최우철, 나준엽*

한국건설기술연구원 미래융합연구본부

Economic Value Estimation of Intelligent Crime-Zero Testbed

Woo-Chul Choi, Joon-Yeop Na*

Department of Future Technology and Convergence Research, KICT

요약 본 연구는 방법분야와 같은 비시장재에 대한 가상시장을 구축하여 사람들의 만족감 및 선호의 정도를 계량화 하는데 가장 효과적인 가상평가법(CVM: Contingent Valuation Method, 이하 CVM)을 이용하여 지능형 방법 실증지구에 대한 경제적 가치를 계량적으로 평가하였다. 가설적 편의를 최소화하고 실제적 상황을 피설문자에게 인지시키기 위해, 연구단에서 진행 중인 지능형 방법 기술 및 솔루션을 활용하여 실제 지역인 안양시 인덕원지구를 대상으로 분석하였다. 이를 통해 방법관련 공공사업에 대한 타당성을 분석할 수 있는 체계적인 기반을 제공하고자 하였다. 분석 결과 지능형 방법 실증지구의 안양시민 1인당 지불의사금액(WTP: Willingness To Pay, 이하 WTP)는 7,160원으로 추정되었다. WTP를 가구 수에 적용하여 경제가치를 추정한 결과, 테스트베드가 속한 관양2동 지역은 연 6.6억원, 안양시 전역으로 확대하면 연 514억원의 높은 경제적 가치를 갖는 것으로 분석되었다. 본 연구는 국내 최초로 방법 분야 실증지구를 대상으로 경제적 가치를 분석하였으며, 실제 적용이 가능한 지능형 방법 기술 및 솔루션, 실증지구를 활용하여 미래지향적 서비스모형을 제시한 점에서 의의를 가진다. 향후 지능형 방법 실증지구의 경제적 가치분석이 심층 연구되어 지능형 방법 사업의 자자체 확산 및 정책적 지원이 활발해지기를 기대한다.

Abstract This study quantitatively evaluates the economic value of an intelligent crime-zero testbed by using the contingent valuation method (CVM), which is the most effective for non-market valuations in fields like crime prevention. To minimize hypothetical convenience and increase respondents' awareness regarding the actual situation, an analysis was conducted for Indukwon District, Anyang City, Gyeonggi-do, by using the intelligent crime prevention technologies and solutions being developed by the KICT Research Center. This analysis was aimed at providing a systematic basis for determining the feasibility of crime prevention-related public projects. As a result, the WTP of Anyang citizens in the intelligent crime prevention demonstration district was estimated to be 7,160 won. The analysis shows that the area of Gwanyang 2, where the test bed belongs, has a high economic value of KRW 660 million per year, and KRW 51.4 billion per year when expanded to Anyang City. This study is significant in that it provides the first domestic evaluation of the crime-zero testbed. In addition, it has academic and practical value for a future-oriented service model by using intelligent crime prevention technologies and solutions that can be applied in real life and to the crime-zero testbed.

Keywords : Economic Value Estimation, Intelligent Crime-Zero Testbed, Safe City, CVM, WTP

본 논문은 한국건설기술연구원의 연구비 지원(20190542-001)에 의해 수행되었습니다.

*Corresponding Author : Joon-Yeop Na(KICT)

email: naz@kict.re.kr

Received August 14, 2019

Revised September 17, 2019

Accepted November 1, 2019

Published November 30, 2019

1. 서론

최근 살인, 강도, 성범죄, 방화, 폭행 등 강력범죄와 아동·치매환자 실종사건 등 국민안전을 위협하는 사건·사고의 발생빈도가 높아짐에 따라 방법분야에 대한 국민적 이목이 쏠리고 있다. 이에 따라 CCTV(Closed Circuit Television), 측위, 센서, 원격제어, 사물인터넷(IOT: Internet of Things), 방법플랫폼 등 범죄를 억제할 수 있는 방법기술에 대한 관심 역시 높아지고 있다. 이 중 측위기술과 CCTV, 이를 통합·운영하는 방법플랫폼과 같은 공간정보 기반의 방법기술은 촌각을 다투는 범죄대응 및 실종사건을 직접적으로 해결할 수 있는 핵심 기술이다. 하지만 이러한 기술들이 통합운영 측면이 고려되지 않은 채 지자체 별로 상이하게 구축되어 비효율적으로 운영되고 있다. 또한 경찰에 사건·사고 신고가 접수되어도 적절한 초기대응 한계로 인해 골든타임을 놓치거나, CCTV 모니터링 운영 효율성 저하에 따른 용의자 추적 실패 등 바람직하지 않은 결과로 사건이 종결되는 경우가 빈번히 발생하고 있다. 이에 국민들이 체감할 수 있는 실질적 범죄대응 및 예방차원의 만족도를 충족시키기 위해 지능화된 방법 관련 기술 및 솔루션을 바탕으로 지능형 방법 실증지구 서비스 모델을 구축하는 것이 필요하다.

본 연구는 사업 실행에 많은 예산을 필요로 하는 지능형 방법 실증지구를 구축하기 이전에, 실질적으로 국민들에게 제공가능한 지능형 방법 서비스에 대한 가치를 계량화하여 누구나 그 중요성을 인식하고 공감할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다. 국민의 안전한 삶을 영위하는데 큰 도움을 주는 방법분야는 공공재적 성격이 강하여 시장가격의 관찰이 어려운 비시장재의 일종이다. 이러한 비시장재의 계량적 가치 도출을 위해 가상시장을 구축한 뒤 설문을 통해 개인이 직접 화폐단위로 WTP를 진술하는 CVM 방법론을 적용하고자 한다. 가치평가 대상의 경우 국토교통부 국가공간정보사업의 '공간정보기반 지능형방법연구단(이하 연구단)' 개발 기술 및 솔루션이 적용되는 지능형 방법 실증지구로 설정하며, 해당 실증지구의 가치평가를 위해서 연구단 개발기술을 토대로 설정된 지능형 방법 서비스 시나리오를 활용한다. 또한 가설적 편익(hypothetical bias)을 최소화하기 위해 안양시 인덕원지구에 실제적 상황을 설정하여 보다 진정한 가치를 도출한 뒤, 실증지구가 속한 안양시 관양2동 및 안양시 전역에 대한 편익 총량을 산출하고자 한다. 이를 통해 누구나 공감할 수 있는 객관적 지표로써 지능형 방법에 대한 편익을 좀 더 명확하게 인식시킬 수 있다. 이는 방

범활동에 대한 정책적 의사결정 과정을 수립하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

2. 관련 연구 고찰

2.1 선행 연구

현재 방법기술 및 서비스 개발은 민간 분야의 개별 사업으로 활발히 이뤄지고 있다. 하지만 공공 차원의 가이드라인, 정책 브리핑과 같은 행정적 조치가 취해졌을 뿐 실제 방법서비스가 가지는 학문적 연구는 부족한 실정이다. 방법분야의 경우 공공재적 성격을 가졌음에도 불구하고, 기술 개발 위주의 연구에 집중되었기 때문이다. 하지만 최근 들어 지능형 방법 기능 및 서비스 평가 기준과 앱 기능의 우선순위 도출을 통한 지능형 방법서비스 어플리케이션 구현방안 도출 연구[1], 통합운영 측면이 고려된 지능형 방법 실증지구 조성을 위한 방법 관련 기술/시스템의 우선순위 및 기관별 연계 고려사항 제시 연구[2], 실시간 범죄대응을 위한 지능형 방법 통합 플랫폼 요소 설정 및 연계방안 제시 연구[3] 등 방법분야의 학문적 접근을 모색한 연구가 수행되었다.

방법론적인 측면을 살펴보면 가상시장을 구축하여 가치를 평가하는 CVM분석은 생태·환경, 문화·관광, 과학 분야 등 공공재적 성격의 재화를 대상으로 연구가 이뤄졌다. 방법분야 연구를 살펴보면 최우철은 긴급호출 및 출동서비스, CCTV 자동 추적, 사회안전망 정보공유시스템 등 지능형 방법 서비스별 가치를 산정하였으나, 실증지역과 같이 하나의 도시 공간 내에서 이뤄지는 방법지역 경제적 가치는 이뤄지지 않았다[4]. 가상시장을 테스트베드 공간으로 설정한 CVM 적용 연구로는 U-Eco City[5, 6]와 저탄소도시(부산시 해운대)를 대상으로 한 연구[7]가 있다. 공원을 대상으로 한 연구를 살펴보면, 국내 20개 국립공원[8], 울산지역 도시공원[9], 서울 한양도성 공원[10]을 대상으로 각각의 CVM 연구를 수행하였다. 지능형 시스템 대상의 CVM 연구로는 U-Eco City 외, 공유숙박업 공공 플랫폼[11] 대상의 연구가 수행되었다. 이밖에 관광분야의 부산 불꽃축제[12], 환경 분야의 생태관광자원을 활용한 보령 머드축제[13], 공공시설 분야의 지하철 역사 장애인 교통시설[14], 상수도시설[15], 공공도서관[16], 소상공인방송의 공익적 성과[17], TV 드라마 촬영장[18] 등 공공재적 성격의 다양한 분야에서 CVM을 활용한 연구가 진행되었다.

본 연구는 선행된 지능형 방법 연구를 통해 도출된 지능형 방법의 기능 및 서비스, 기술 및 시스템 등을 고려하여 가상시장인 실증지구 모델을 수립하고, 다양한 CVM 적용 연구를 기반으로 가장 적합한 방법론을 모색하고자 한다.

2.2 지능형 방법 기술 개발 연구

연구단은 미래지향적 방법기술 및 시스템 개발과 해당 서비스를 도시 전역(또는 지자체)에 확대 보급하기 위한 지능형 방법 실증지구 구축 연구를 동시에 수행하고 있다. 개발 중인 지능형 방법기술로는 고정밀/고신뢰성 기반 DGPS(differential GPS, 이하 DGPS)와 신호 취약 환경에서의 위치결정기술, 보조 위성 항법 시스템(A-GNSS: Assisted-Global Navigation Satellite Systems, 이하 A-GNSS)고도화, 다중 복합신호처리 프로그램 개발 등 측위기술과 상황 인지 가능한 지능형 CCTV, 클라우드소스 기반 소셜맵 서비스 등이 있다. 실증지구는 지자체 선정 평가과정을 거쳐 경기도 안양시로 선정되었으며, 범죄에 취약한 인덕원역 내 약 183,000㎡ 구역(이하 인덕원지구)에 지능형 방법기술을 적용할 예정이다. 참고로 CVM은 시장행동에 기초하는 것이 아니라 가상적 상황에 대한 개인들의 지불 의도에 바탕을 두기 때문에, 동일한 상황이 실제로 발생하였을 때 실제 지불하는 금액과 다를 수 있는 가설적 편익이 발생할 수 있다. 이에 본 연구는 가설적 편익을 최소화하기 위해 실제 공간인 인덕원지구에 연구단에서 개발 중인 기술 및 솔루션을 바탕으로 한 시나리오를 설정하여 실제적 상황에 기초한 경제적 가치를 도출하고자 한다.

3. 단일양분선택형 CVM 시나리오 설계

본 논문은 비시장재화인 지능형 방법 실증지구 서비스의 경제적 가치를 추정하기 위하여 본 연구는 CVM을 적용하고자 한다. CVM기법을 수행하기 위해서는 첫째, CVM에 대한 정확한 개념 이해를 바탕으로 연구자가 설정하는 가상시장에 대한 경제적 가치 추정이 가능한지, 어떤 유형의 지불의사액 질문방법이 효과적인지 가능할 필요가 있다. 둘째, 기존 문헌연구 및 현장조사를 통해 구체적인 사업시행 내용과 이에 따른 구체적 편익이 무엇이고 수혜자가 누구인지 등 가상시장에 대한 설정을 명확히 한다. 셋째, 목표포집단 설정과 표본선택 및 설문조사기법 선정 등 설문조사 전반에 대한 사전점검을 실시

한다. 넷째, 평가의 목적과 평가대상인 재화의 익숙한 정도 및 실제 활용, 그리고 가상 시나리오 및 가상시장의 설정 등에 유의하여 CVM 설문지를 디자인한다. 이후 설문지 초안에 대한 전문가 검토와 표적집단토론 과정을 거쳐 설문지를 검증하여 사전조사 및 본조사 설문을 수행한다.

3.1 연구모형 설정

지능형 방법 실증지구 서비스는 안전한 국민생활을 영위하기 위한 공공재적 성격을 가진다. 시장에서 거래되는 재화나 서비스가 아니기 때문에 시장가격의 관찰이 어려운 비시장재로 볼 수 있다. 이러한 비시장재에 대한 가상 시장을 구축하여 사람들의 만족감(wellbeing) 및 선호(preferences)의 정도를 계량화 하는데 가장 효과적인 CVM기법을 활용하고자 한다. CVM은 소비자 본인이 지불할 의사가 있는 최대금액(WTP)을 화폐단위로 계량화하여 경제적 가치를 도출하게 된다. 설문 기법으로는 질문형태에 따라 얼마를 지불할 것인가를 자유회답으로 질문하는 개방형(open-ended), 최초로 제시한 지불금액에 “예” 라고 대답하면 재제시액을 높여가며 응답자의 WTP에 도달할 때까지 반복 질문하는 경매법, 다양한 금액을 제시하고 선택하게 하는 지불카드법, 금액을 제시하고 “예” 또는 “아니오” 중 어느 한쪽을 선택하게 하는 양분선택형(DC: Dichotomous Choice, 이하 DC) 등이 있다. 최근 연구경향은 응답이 용이하고 각종 편익을 최소화하는 양분선택형(DC)이 널리 쓰이고 있다. DC분석은 앞서 살펴본 선행연구 뿐 아니라 정부 재정사업 예비타당성조사를 위한 한국개발연구원(KDI)의 CVM 수행 사업 방법론으로도 활용 중에 있다. DC기법은 주어진 제시금액에 ‘예’ 또는 ‘아니오’ 중 하나를 택하게 하는 단일양분선택형(SBDC: Single Bounded Dichotomous Choice, 이하 SBDC)과 주어진 제시가격에 대한 응답자의 수락여부에 따라 최초 제시액의 2배 또는 1/2를 제시하여 2차 수락 여부를 묻는 이중양분선택형(DBDC: Double Bounded Dichotomous Choice, 이하 DBDC)으로 나뉜다. DC 방식 중 DBDC의 경우 첫 번째 응답이 두 번째 응답에 영향을 줄 가능성이 높다. 예를 들어 첫 번째 제시금액에 ‘찬성’을 표시한 응답자는 ‘이 금액이 적당하다’는 인식을 형성하게 되어 두 번째의 높은 제시금액에 대하여 ‘필요 이상의 금액이다’라고 인식하게 됨으로써 ‘반대’를 표명하는 ‘하방 편익’이 발생한다. 이에 비해 SBDC는 응답자에 있어서 응답을 하기 쉽고, 질문자가 최초로 제시한 금액이 응답자에게 영향을 끼치

는 출발점 편이나 지불의사금액의 범위를 제시함으로써 생기는 범위 편, 응답자가 자신들의 유틸리티를 의식할 때 생기는 전략적 편 등이 발생하지 않으므로 CVM 설문조사에서는 가장 잘 이용되는 질문형식으로 평가받고 있다[7]. 이에 본 연구는 응답자의 선택이 한정적임에 따라 선택 대안에 따른 가설적 편이 없고[13], 일반시장 거래와 유사하여 전략적 편이 최소화되며, 한 번의 제시금액으로 출발점 편이 발생하지 않는 장점[19]을 가지는 SBDC 질문법을 활용하여 설문분석을 수행하고자 한다.

본 논문에서는 Hanemamm의 확률효용모형에 근거하여 Hicks의 보상잉여(compensating surplus)를 유도한다[19]. 예를 들어 지능형 방법서비스를 위한 추가지불액 A원을 부과할 경우, 응답자가 '예'를 선택한다는 것은 A원을 추가적으로 지불하고서라도 지능형 방법서비스를 이용하는 것이 그렇지 않은 경우에 비해 효용수준이 같거나 더 높다는 것을 의미한다. 이를 식으로 표현하면 Eq. (1)과 같다.

$$v(1, Y - A; S) + \epsilon_1 \geq v(0, Y; S) + \epsilon_0 \quad (1)$$

Where, $v(\cdot)$ denotes indirect utility function, Y denotes an income level, "1, 0" denote "yes or no", S denotes the Effects of Socioeconomic Factors, ϵ_1, ϵ_0 denote random variable [18]

효용함수 Δv 는 Eq. (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta v = v(1, Y - A; S) - v(0, Y; S) + (\epsilon_1 - \epsilon_0) \quad (2)$$

DC CVM은 "예"와 "아니오"라는 이변량 선택상황을 종속변수로 갖게 된다. 개별 응답자가 주어진 금액 A원에 대해 지불의사인 '예'를 선택할 확률은 Eq. (3)과 같다.

$$P_1 = F_\eta(\Delta v) \quad (3)$$

Where, Δv denotes utility function, $F_\eta(\Delta v)$ denotes cumulative distribution function of $\eta(= \epsilon_0 - \epsilon_1)$

확률모형의 추정에는 선행연구들의 관례를 따라 누적분포함수로 로지스틱 함수를 가정하는 로짓모형을 이용하며, Eq. (4)와 같이 나타낼 수 있다[18].

$$\text{Prob}(yes) = \frac{1}{1 + e^{-\Delta v}} \quad (4)$$

최우추정법(ML, maximum likelihood method)을 적용하여 파라메타를 추정하고 추정된 파라메타를 이용하여 WTP를 산정한다. WTP를 산정하는 방법으로 평균값과 중앙값이 있는데, 평균값 공식을 이용하며 해당 식은 Eq. (4)와 같다[18].

$$WTP = \int_0^{A^{\max}} \text{Prob}(yes) dA \quad (5)$$

Where, $\text{Prob}(yes)$ denotes Probability of answering "yes", A^{\max} denotes Maximum value of WTP

여기서 $\text{Prob}(yes)$ 는 WTP 선택질문에서 '예'라고 응답할 확률이며 응답자의 지불의사액(A) 함수이다. 적분 상한값 A^{\max} 는 응답자에게 제시된 WTP금액 중 최대값이며, 적분 상한값이 무한대인 경우에 비해 보수적인 추정치를 갖는다.

3.2 가상시장 설정

CVM 분석을 위한 가상시장은 공공재적 성격, 첨단 기술 활용, 실질적 제공 가능성 등을 고려하여 연구단에서 개발하고 있는 지능형 방법 실증지구인 안양시 인덕원 지역을 활용하고자 한다. 그 이유는 연구단의 실제 실증지구로서 연구단 기술성과 활용이 가능하고, 이를 적용하는 실질적 상황임을 설문응답자에게 인지시키기 위함이다. 구체적인 개발기술 및 대상지를 밝힘으로서 설문시 응답자에게 가상시장에 대한 가설적 편의를 최소화할 것으로 판단되며, 안양시 주민과 타지역 주민에게 나누어 설문하여 지불의사액 차이에 대한 비교분석이 가능하다.

연구단의 실증지구는 경기도 안양시 인덕원역 내 183,000㎡ 구역으로 Crime-Zero Zone으로 명명하였다. 실증지구가 속한 관양 2동의 인구수는 17,458명(7,730세대, 관양2동 주민센터 홈페이지 참조)이며, 인덕원역 주변은 유흥상가가 주거지역과 혼재되고 건물들이 노후화된 범죄에 취약한 지역으로, 본 연구 설문의 현실성을 반영하는데 적절할 것으로 사료된다. 해당 실증지역에 연구단에서 개발 중인 고정밀 측위기술, 방법 앱서비스, 3차원 CCTV 및 다중 CCTV 협업 기술, 소셜맵 등의 기술 및 솔루션[2]을 바탕으로 긴급상황 대처 및 용의자 자동추적, 사회안전망 정보공유시스템 서비스 모델이 적용되는 Crime-Zero Zone이라는 가상시장을 설정하였다. 해당지역 위치는 Fig. 1과 같다.

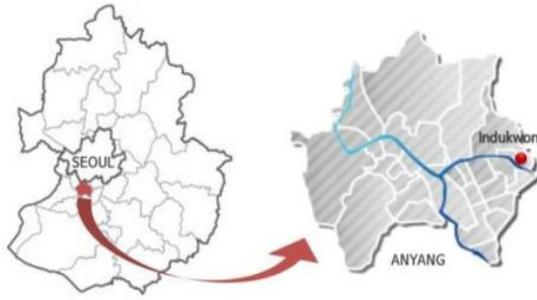


Fig. 1. Location of Testbed (Indukwon, Anyang)

3.3 서비스모델

시민제공서비스는 크게 a. 긴급상황 대응서비스, b. 용의자 자동추적서비스, c. 사회안전망 정보공유시스템으로 구분된다. a와 b는 범죄사건 발생 시 범죄자(또는 피해자) 중심의 전략적 서비스이며, c는 범죄를 줄이는 예방, 즉 예방적 방법활동이다. 해당 서비스는 방법기술 및 시스템 중요도 분석 결과를 토대로 도출하였다[2]. 총 15개의 기술 및 시스템 중 중요도 1위인 지능형 방법 플랫폼을 통해 전체적인 시민제공서비스 소프트웨어 개발을 연구하였다. 2, 3위인 다중 CCTV 협업 및 지능형 영상분석기술을 토대로 용의자 자동추적서비스를 연구하였고, 4위 방법 앱서비스 제공기술을 통해 사회안전망 정보공유시스템을 제공하였다. 마지막으로 5, 6위인 난수신환경 측위 개선 및 고정밀 위치결정 개선을 통해 긴급상황 대응서비스를 설정하였다.

a. 긴급상황 대응서비스는 여성, 어린이 등 범죄 취약자에게 범죄가 발생했을 때 모바일 및 전용 단말을 통해 피해자(또는 목격자)의 실시간 정확한 위치를 찾아내는 서비스이다. 실외의 경우 고정밀 DGPS 보정정보 및 A-GNSS 성능 개선을 통해 위치정확도를 기존 4~5m에서 1m 이내로 개선(신호취약환경의 경우 10m 이내)하고, 실내의 경우 와이파이, 블루투스, 가속도 센서, 기압계, GPS(Global Positioning System)/GLONASS(Global Navigation Satellite System) 등 다중복합신호를 활용하여 신고자의 건물내 층, 상점 위치까지 정밀하게 파악한다. 관제자는 경찰, 현장요원, 부모(미아의 경우)에게 위치정보를 전달하여 사건/사고를 즉각 대응하도록 한다.

b. 용의자 자동추적서비스는 범죄발생 후 용의자가 도주할 때 관제자는 주변 CCTV를 통해 그의 객체를 지정하면, 주변 CCTV(최대 9개소)에서 용의자와 가장 유사한 객체를 지속적으로 찾아내는 서비스이다. 용의자를 실

시간(또는 최근경로. 이 경우는 용의자가 건물로 진입했거나, CCTV 관제범위를 벗어났을 경우)으로 현장경찰한테 전달하여 도주로를 차단하고 최종적으로 용의자를 검거하도록 돕는다.

c. 사회안전망 정보공유시스템은 소셜맵 기반의 방법 정보지도 서비스이다. 지자체는 공원 안전도, 방범안전시설(경찰서, 소방서, 생활안전시설 등), 민원 정보 등 지자체 방법 관련 정보를 제공하고, 시민들은 방법취약장소, 시설물파손, 교통통제, 불법 쓰레기 투기장소 등을 업로드하여 소셜맵 위에 정보를 공유한다. 이와 같이 지자체와 시민 상호간 실시간 방법 관련 정보를 공유하는 서비스를 대중성을 고려하여 모바일 앱을 통해서 제공한다.

3.4 자료수집 및 분석방법

설문조사는 지불의사금액 선택지 설정 및 유도방법의 타당성을 확보하기 위해 관련 대학 교수 및 연구원 등 전문가 검토를 거쳤다. 검토된 설문지를 토대로 20명에 대한 사전조사 수행 후 수정보완을 거쳐 설문지를 완성시켰다. 본조사의 경우 조사원들에게 지능형 방법 실증지구 서비스의 가치 및 설문문의 내용을 충분히 숙지시킨 후 안양시 인덕원 주민들과 타지역 주민(방문객 포함)을 대상으로 현장 면접조사를 실시하였다. 조사방식은 응답자가 직접 기입하는 자기기입식으로 진행하였으며, 경제력이 없는 만 19세 미만은 설문에서 제외하여 설문조사를 수행하였다. 본조사 수행 결과 유형별로 총 561부의 설문지가 회수되었으며, 이 중 불성실하거나 미완성된 설문을 제거한 총 547부를 최종분석에 사용하였다.

3.5 CVM 설문 설계

설문지는 기초 신상 외 범죄 경험, 범죄 인지도(가치관) 등 범죄 관련도 조사와 지능형 방법 서비스에 대한 지불의사액 조사로 구성된다. 지불의사액 조사는 고정밀 측위기술이 탑재된 방법앱 서비스를 활용한 긴급상황 대처, 지능형 CCTV를 활용한 용의자 추적, 사회안전망 정보공유시스템을 통한 예방적 방법 등 연구단의 지능형 방법 서비스를 세세히 설명하였다. 피설문자에게 최첨단 기술을 활용하는 지능형 방법기술 및 실증지구 적용에 대한 이해를 돕기 위해, 주로 서비스 위주의 설명과 알기 쉬운 그림 및 다이어그램을 통해 설문조사 디자인을 설계하였다. 이후 해당 서비스를 제공받기 위해 공공채원 충당을 위한 부담금을 가구당 매월 납부해야 됨을 고지하여 실제적 상황임을 인지시켰다. 제시액의 경우 전문가

대상 사전조사를 통해 7개의 금액(1,000원, 2,000원, 4,000원, 7,000원, 10,000원, 15,000원, 20,000원)으로 가격범주별 설문지를 할당하였고, 응답자들은 할당된 가격에 대해 무작위로 제시되었다.

4. 분석 결과

4.1 응답자 특성

모형에 분석된 응답자의 특성을 살펴보면 Table 1과 같다. 유효 응답자 547명의 성별은 거의 비슷하나, 여성, 노인, 장애인 등 범죄약자가 281명(51.4%)으로 조금 높게 조사되었다. 연령은 30세 미만을 제외하고 대체로 고른 분포를 보이며, 가구 구성원은 4인가족 이상이 262명(47.9%)으로 가장 높게 조사되었다. 범죄 경험의 경우 121명(22.1%)이 '있다'라고 응답했으며, 이중 폭행(34.7%), 절도(28.1%), 성범죄(24.0%) 순으로 범죄에 노출되거나 목격한 경험이 있다고 조사되었다. 그리고 실제적 상황에 기초한 분석을 위해 실증지구인 안양시에 거주하는 응답자 255명(46.6%)을 선택적 조사대상으로 선정하였다. 특이점은 범죄 가치관 조사에서 범죄예방을 위한 CCTV 설치가 497명(90.9%)으로 CCTV로부터 사생활 보호가 중요하다는 응답자 50명(9.1%)에 비해 현저히 높은 비율로 조사되었다.

Table 1. Respondents' Characteristics

Category		response	Percent age
Gender	Male	274	50.1%
	Female	273	49.9%
Age	19-30*	5	0.9%
	31-40	166	30.3%
	41-50	152	27.8%
	51-65	127	23.2%
	≥65	97	17.7%
Family Members	1 member	43	7.9%
	2 members	85	15.5%
	3 members	157	28.7%
	4+ members	262	47.9%
Income (per family, million Won)	≤1	51	9.3%
	~2	88	16.1%
	~3	125	22.9%
	~4	105	19.2%
	~5	85	15.5%
	≥5	93	17.0%
Education Level	High School	105	19.2%
	University	380	69.5%
	Graduate or Higher	62	11.3%
Residential Area	Anyang City	255	46.6%
	Other Area	292	53.4%
Crime Experience	Yes	121	22.1%
	No	426	77.9%
Type (for "yes" response to crime experience)	Robbery	10	8.3%
	Sex Crime	29	24.0%
	Arson	2	1.7%
	Violence	42	34.7%
	Theft	34	28.1%
	Missing	2	1.7%
	Tailing	1	0.8%
	Kidnap	1	0.8%
Views	CCTV	497	90.9%
	Privacy against CCTV	50	9.1%

* Note: The sample's count for the age group of 19-30 is just 5 because only those who could pay the necessary fees were considered. Variables such as gender, age ≥65, and any other sample in Anyang and other regions are considered appropriate.

Table 2. Basic Statistical Analysis

Variable	Average	Standard Deviation	Variable Description
bid	8469.8	6534.251	7 prices in Won: 1,000, 2,000, 4,000, 7,000, 10,000, 15,000, and 20,000
income	3.665	1.562	Monthly family income: 1 = ≤1 million Won, 2 = ~2 million Won, 3 = ~3 million Won, 4 = ~4 million Won, 5 = ~5 million Won, and 6 = ≥6 million Won
experience	1.221	0.415	Crime experience or witnessing a crime: 1 = yes, 2 = no
value	1.091	0.288	Views on crime: 1 = CCTV installation, 2 = privacy against CCTV
sex	1.499	0.500	Gender: 1 = male, 2 = female
age	3.265	1.102	Age: 1 = 20-30, 2 = 31-40, 3 = 41-50, 4 = 51-65, and 5 = ≥65
family	3.166	0.961	Family members: 1 = 1 person, 2 = 2 persons, 3 = 3 persons, and 4 = ≥4 persons
education	1.921	0.547	Educational background: 1 = high school, 2 = university, and 3 = graduate school or higher

4.2 기초 통계분석

Table 2는 모형에 포함된 설명변수에 대한 기초통계량(n=547)을 제시해주고 있다. 성별(sex), 나이(age)의 경우 범죄에 취약한 사회적 약자를 구분할 수 있는 변수이며, 가족구성원(family) 및 학력(education)에 따라 방법에 대한 시각차가 존재할 수도 있기에 변수로 설정하였다. 또한 수입 정도(income)는 실제 비용지출에 직접적인 영향을 미칠 것으로 판단하였으며, 범죄 경험(experience) 및 범죄 가치관(value)은 방법에 대한 인식에 매우 중요한 것으로 판단되어 변수로 설정하였다.

4.3 지불의사 확률

Table 3은 지능형 방법서비스 이용을 위한 추가부담금 제시금액에 대해 '예'라고 대답한 응답자 수의 분포를 나타낸 것이다. 제시금액이 커짐에 따라 '예' 응답비율도 전체적으로 감소하는 것을 알 수 있다.

Table 3. WTP Probability

Presented Price	No. of Respondents	Integrated	
		No. of "Yes" Respondents	Probability
1,000	77	48	62.3%
2,000	77	42	54.5%
4,000	78	30	38.5%
7,000	80	27	33.8%
10,000	79	26	32.9%
15,000	76	13	17.1%
20,000	80	12	15.0%
Total	547	198	36.2%

4.4 로짓모형 추정 결과

로짓 모델을 추정함에 있어 본 연구에서는 최우추정법을 이용하였으며, 그 결과는 Table 4와 같다. Wald 통계량의 유의수준을 살펴보면, 범죄와 직접적으로 관련 있는 변수인 범죄경험유무(experience), 범죄가치관(value)과 실질적인 가계지출과 관련 있는 가구소득(income), 제시금액(wtp)만이 유의한 변수로 나타났다. 반면에 성별, 나이, 가구 구성원, 교육수준과 같은 인구통계학적 변수는 유의하지 않게 도출되었다. 이는 국민안전에 직접적 영향을 끼치는 방법분야에서는 변수별 요인간 큰 상관없이 그 중요도를 공통으로 인지하고 있는 것으로 해석된다. 제시금액(wtp)의 부호는 '-'로 나타났는데 이는 제시금액이 높을수록 부담금 납부에 참여할 확률이 감소한다

는 것을 의미하며, 이러한 결과는 경제관점(15)에 부합하는 것으로 판단된다. 예를 들어 가상적 상황에서 다른 변수의 값이 일정하다면 제시금액이 1단위 증가할 때마다 지불의사는 $\text{Exp}(-0.00012)=0.99988$ 배로 감소하는 것을 의미한다. 유의한 변수를 살펴보면 가구소득이 높을수록 지불의사가 1.183배 증가하였고, 범죄경험이 있는 경우 1.934배 증가하였다. 반면 CCTV 설치보다 사생활 보호가 중요한 응답자일수록 0.532배 감소하는 것을 알 수 있다.

Table 4. Logit Model Estimation Results

Variable	Estimation Coefficient (B)	Exp(B)
income	0.168***	1.183
experience	0.660***	1.934
value	-0.632*	0.532
sex	-0.025	0.975
age	-0.117	0.890
family	0.013	1.013
edu	-0.117	0.889
wtp	-0.00012***	0.99988
Constant	0.190	1.210
n	547	
R2	79.824	
-2 log likelihood	636.249	
Wald	40.585	
% of right prediction	69.3	

※ Note: ***, **, and * indicate statistical significance at 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

4.5 지불의사금액 추정 결과

해당 모형을 토대로 추정된 계수 값과 기초 통계분석을 통해 산출된 평균값을 적용하여 Table 5와 같이 1인당 WTP를 산정하였다. 그 결과 전체 인원(n=547)을 대상으로 추정된 WTP는 6,756원으로 나타났다. 가상시장에 대한 가설적 편의를 최소화하고 실제 거주자들의 지능형 방법 실증지구의 경제적 가치를 평가하기 위해 안양시 주민(n=255)을 대상으로 별도 분석한 결과 7,160원으로 산정되었다. 참고로 안양시 지역 외 주민(n=292)의 경우 6,588원으로 572원 가량 낮게 산정되어 가상시장을 안양시 지역으로 한정하여 실질적 상황임을 인지시킨 본 연구의 논리적인 설명력을 갖는다고 판단할 수 있다. 이상 3개의 모형 모두 WTP에 영향을 줄 가능성이 높은 변수들을 모두 포함하여 분석하였다. 그 이유는 각 모형간 유의한 변수들이 조금씩 다르기에 같은 기준으로 WTP를 추정하기 위해서다.

Table 5. WTP Price Estimation Results

Category	n	WTP(Won)
Total Respondents	547	6,756
Anyang City Residents	255	7,160
Residents from Other Areas (including visitors to Anyang City)	292	6,588

4.6 경제가치 추정 결과

본 연구에서는 실제적 상황에서의 지능형 방법 실증지구의 경제적 가치를 추정하기 위하여 안양시 주민(n=255)을 대상으로 산정된 WTP 7,160원을 활용하였다. 실증지구인 인덕원지구가 속한 관양 2동의 가구 수는 7,730세대로 매월 납부됨을 전제로 한 부담금 7,160원을 적용한 결과 55백만원으로 산정되었다. 이를 연간 편익으로 계산할 경우 664백만원이다. 이를 안양시 전역으로 확대할 경우 안양시 총 가구 수 598,166세대에 적용한 결과 월 4,283백만원, 연간 편익 51,396백만원으로 산정되었다.

지능형 방법 구축 예상비용은 관제센터 구축비용 약 8억원, 10,000㎡당 3차원 CCTV 설치비용 1억원이다. 안양시의 주거 및 상업면적인 18.92km²에 Stereo CCTV를 전체 적용하면 전체 비용은 관제센터 포함 1,900억원으로 산출되어 지능형 방법 4년째 운영되는 해의 편익(2,056억원) 회수가 가능하다. 참고로 기구축 CCTV로도 추적관제가 가능하므로, 지자체는 관제센터 구축비용만으로 대부분의 지능형 방법기술을 제공 받을 수 있다.

4.7 정책적 시사점

본 연구의 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 국민의 개인 안전상 가장 밀접하고 관심이 큰 방법 분야 공공사업의 타당성을 분석할 수 있는 체계적인 기반을 제공하였다. 둘째, 실제 적용이 가능한 첨단 지능형 방법 솔루션 기반의 미래지향적 실증지구 모델 및 평가 분석 기법을 제시함에 따라 학술적, 실용적 가치를 동시에 가진다고 할 수 있다. 셋째, 본 연구에서 도출된 지능형 방법 실증지구의 기대편익은 지자체 확산 및 의사결정의 근거자료로 활용될 것으로 예상된다. 마지막으로 일반 국민들에게 지능형 방법 실증지구에 대한 공감과 반드시 필요한 당위성을 인정받는 계기가 될 것으로 기대된다.

5. 결론

본 연구는 CVM을 이용하여 지능형 방법 실증지구에 대한 경제적 가치를 계량적으로 평가하였다. 가설적 편익을 최소화하고 실제적 상황을 피설문자에게 인지시키기 위해, 연구단에서 진행 중인 지능형 방법 기술 및 솔루션을 활용하여 실제 지역인 안양시 인덕원지구를 대상으로 분석하였다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 설명변수 중 월 가계소득, 범죄 경험(또는 목격) 유무, 범죄 가치관(CCTV 설치가 중요한지, 사생활 보호가 중요한지)은 지불의사에 유의한 영향을 미치지만, 그 밖에 성별, 나이, 가구 구성원, 교육수준과 같은 인구통계학적 변수들은 지불의사에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 둘째, 안양시 주민 대상 WTP가 7,160원으로 안양시 외 주민 대상 WTP 6,588원(총 인원 WTP 6,756원)보다 높게 산정됨에 따라 안양시 테스트베드라는 실제적 상황에 근거한 논리적 설명력을 가질 수 있었다. 셋째, 지능형 방법 실증지구가 가지는 총 경제적 가치는 테스트베드가 속한 관양2동의 경우 연 6.6억원, 안양시 전역으로 확대하면 연 514억원의 경제적 가치를 갖는 것으로 분석되었다. 관양2동 실증지구에 투입되는 예산의 예상비용은 약 30억원으로 산술적으로 5년 내 편익의 회수가 가능하고, 2008년부터 2015년까지 안양시에서 방법 CCTV 및 시스템을 단계적으로 구축한 총 비용이 165억원인 것을 감안하면 지능형 방법 실증지구에 대한 경제적 가치는 매우 높은 것으로 판단된다.

본 연구는 국내 최초로 방법 분야 실증지구를 대상으로 경제적 가치를 분석하였으며, 실제 적용이 가능한 지능형 방법 기술 및 솔루션, 실증지구를 활용하여 미래지향적 서비스모델을 제시한 점에서 의의를 가진다. 하지만 지능형 방법이란 대중적 개념이 잡혀있지 않으므로 연구단의 기술 및 솔루션을 차용할 수밖에 없었으며, 안양시 실증지구에 한정된 설문은 실제적 상황에 근거하여 가설적 편익은 줄였지만, 전국 대상의 가치추정은 어려운 것으로 보인다. 또한 실질적 비용편익분석이 가능한 비용측면의 데이터가 부족하여 경제성분석까지 수행하지 못하는 한계점을 가진다. 향후 이러한 한계점을 보완한 지능형 방법 실증지구의 경제적 가치분석이 심층 연구되어 지능형 방법 사업의 지자체 확산 및 정책적 지원이 활발해지기를 기대한다.

References

- [1] W. C. Choi, J. Y. Na, "A Method on the Implementation of Intelligent Security Service Application based on Spatial Information", *Spatial Information Research*, Vol.23, No.6, pp. 89-98, December, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12672/ksis.2015.23.6.089>
- [2] W. C. Choi, J. Y. Na, "Relative Importance for Security Systems of Crime-Zero Zone based on spatial information", *Spatial Information Research*, Vol.24, No.1, pp. 11-20, February, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s41324-016-0004-3>
- [3] W. C. Choi, J. Y. Na, "A Study on Establishment and Connection of Intelligent Security Integrated Platform Elements for Real-Time Crime Response", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.19, No.10, pp. 8-15, October, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.10.8>
- [4] W. C. Choi, J. Y. Na, "Evaluating economic values of intelligent security services based on spatial information in South Korea", *Spatial Information Research*, Vol.26, No.4, pp. 347-356, March, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s41324-018-0180-4>
- [5] S. K. Lee, W. J. Lee, "Estimating the Use Values of U-Eco City Services", *Journal of the Korea Planning Association*, Vol.45, No.4, pp. 197-207, August, 2010.
- [6] C. M. Lee, J. S. Lee, D. S. Kwon, J. S. Kim, M. H. Lee, "Estimation of WTP for U-Eco Housing Complex Using CVM", *Journal of the Korea Planning Association*, Vol.43, No.3, pp. 237-248, June, 2008.
- [7] H. C. Kim, Y. H. Ha, S. M. Kang, "Economic Assessment of Building a Low-Carbon City by Using Contingent Valuation Method", *Journal of the Korea Planning Association*, Vol.45, No.4, pp. 129-144, August, 2010
- [8] K. W. Sim, H. G. Kwon, S. H. Lee, "A study on Economic Value of National Park based on Contingent Valuation Methods", *The Journal of Korean Institute of Forest Recreation*, Vol.17, No.4, pp. 33-40, December, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34272/forest.2013.17.4.004>
- [9] J. H. Kim, "Valuing Urban Parks in Ulsan", *Korean Policy Sciences Review*, Vol.11, No.1, pp. 151-177, March, 2007
- [10] E. J. Lee, C. K. Lee, H. M. Lee, "Estimating the Preservation Value of Seoul City Wall Using Contingent Valuation Method", *Seoul Studies*, Vol.14, No.3, pp. 59-71, September, 2013.
- [11] D. Ju, "The Estimation of Socio-economic benefits of the Public Platform of sharing accomodation", *Journal Of Tourism&Leisure Research*, Vol.28(6), pp. 45-59, June, 2016.
- [12] S. H. Joo, S. H. Cheong, "Cost-Benefit Analysis for Busan Fireworks Festival Using Double- Bounded Dichotomous Choice CVM Method", *Journalism & Communication*, Vol.14, No.2, pp. 185-204, August, 2010.
- [13] C. K. Lee, T. K. Kim, "Estimating the Economic Value of Ecotourism Resources at Boryeong Mud Festival", *Tourism Study*, Vol.25, No.4, pp. 129-144, October, 2010.
- [14] H. Y. Jung, S. K. Baek, E. S. Baek, "Value Analysis of Barrier-free Facilities at Subway Stations Using CVM with a Double Bounded Dichotomous Choice Question", *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol.26, No.5, pp. 205-216, October, 2008.
- [15] J. H. Kim, "An Estimation of Citizen's Willingness-to-Pay for the Quality Improvement of Tap Water in the Ulsan Metropolitan Area Using CVM with a Double-Bounded Choice Model", *The Korean Association for Local Government Studies*, Vol.10, No.2, pp. 31-47, August, 2006.
- [16] S. H. Pyo, "The Comparative Study of Public Library Valuation Using CVM: Case of the Payment Vehicles", *Journal of the Korean Society for Information Management*, Vol.29, No.2, pp. 173-191, June, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2012.29.2.173>
- [17] S. K. Byun, "Estimation of the Small Enterprise Broadcasting's Fruit for Public Interest using CVM", *Review of business & economics*, Vol.24, No.1, pp. 303-325, February, 2011.
- [18] S. K. Lee, "Estimating the Use Value of the Open Set of TV Drama", *Journal of the Korea Planning Association*, Vol.40, No.5, pp. 165-175, October, 2005.
- [19] W. Michael Hanemann, "Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses". *American Journal of Agriculture Economics*, Vol.66, No.3, pp. :332-341, 1984.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1240800>

최 우 철(Woo-Chul Choi)

[정회원]



- 2011년 2월 : 가천대학교 일반대학원 도시계획학과 (공학석사)
- 2015년 5월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

공간정보, 도시계획, 스마트시티

나 준 엽(Joon-Yeop Na)

[정회원]



- 1999년 2월 : 서울대학교 대학원
농공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 서울대학교 대학원
농업시스템공학 (공학박사)
- 2001년 11월 ~ 현재 : 한국건설기
술연구원 연구위원

〈관심분야〉

공간정보, BIM/GIS, 스마트시티