

# 시설 내부의 음향설계 및 검증 툴 개발

김태구 · 이형원\* · 정대업\*\* · 최진원\*\*\*

인제대학교 보건안전공학과 · \*컴퓨터응용과학부 · \*\*전북대학교 건축공학과

\*\*\*연세대학교 주거환경학과

## 1. 연구의 배경 및 목적

최근 보다 나은 생활 환경의 추구라는 의식이 보편화 되면서 주거 공간 및 각종 문화 생활 관련 공간에서의 바람직한 실내 음환경 조성에 관심이 확산되고 있다. 공간의 활용 용도에 따라 그 건축물이 요구하는 실내 음환경 조건은 다양하며, 음향 부분을 중요하게 고려해야 하는 강의실, 교회, 극장 및 각종 공연장 등과 같은 공간에서는 그 목적에 맞추어 음환경에 걸맞는 건축물 설계가 요구된다. 특히, 공연장의 경우 다목적홀과 같이 여러 가지 형태로 음환경이 요구되어지는 건축물의 경우, 설계 단계에서부터 필수적으로 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 다양하고 반복적인 모델링에 의한 분석으로 다목적홀의 목적에 가장 부합하는 음환경을 제공할 수 있어야 한다. 현재 사용되고 있는 시뮬레이션의 경우, 대부분의 시뮬레이션 프로그램들이 외부모델링 프로그램 (예, AutoCAD 등)을 이용하여 공간정보의 입력을 하도록 되어 있으며, 일부 프로그램은 자체 인터페이스에 의해 모델링을 할 수 있도록 하였으나 사용자 편의성 측면에서 매우 부족하여 사용을 기피하는 실정이며, 설계자의 전문적인 지식이 요구되고 외산 프로그램을 그대로 도입하고 있는 경우가 대부분이므로, 본 연구에서는 소규모 공연장과 건축물 내부 등에서 쉽게 이용될 수 있는 건축음향 설계 및 검증을 위한 분석 시뮬레이션 툴을 제작하여 사용자의 편의와 경제적인 이익을 고려하는 것이 필요하다 판단하였다.

## 2. 연구 내용

### 2.1 공간 음향 모델링 기술 개발 및 음향 파라미터 추출 기술 개발

소규모 공연장과 건축물의 설계 시 필요한 음향 시뮬레이션은 사용 용도에 따라 세분화 되는 추세이므로, 본 연구에서는 소규모 공연장 및 건축물 시설의 내부를 위주로 개발하되 확장성을 고려하였다. 또한, 현재 외산 모델링 프로그램을 통한 공간정보 입력 방식으로 사용자의 편의성이 저하되어 있는 점을 감안하여, 자체 빌트인 입출력모듈을 개발하여 사용자의 편의성을 확보하고 기술의 독립성을 증대시켰으며, 외국산 기술의 대체효과도 기대할 수 있도록 하였다. 현재 대부분의 음향 시뮬레이션 프로그램은 Ray Tracing 기법을 이용하고 있다. 본 연구에서도 Ray Tracing 이용한 음선 추적법을 도입하여 주요 음향 파라미터를 추출할 수 있는 기술을 개발하였으며, 추출된 주요 음향 파라미터에 의해 음향의 특성을 파악할 수 있도록 연구하였다.

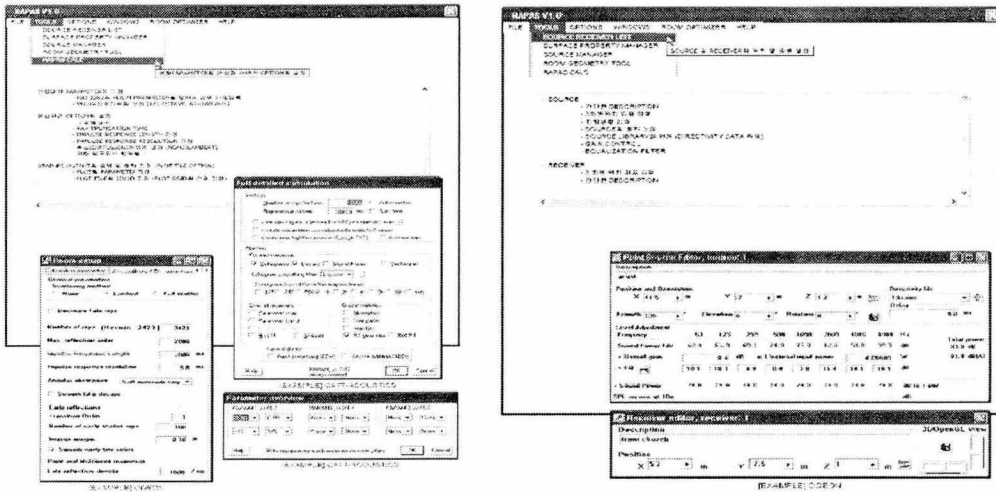
## 2.2 음향 시설 배치 방법 제시 기술 개발 및 편리한 사용자 인터페이스 제공

현재 사용되어 지고 있는 음향 분석 방식은 비전문가가 사용하기에 어려운 점이 있으므로 음향 설계 전문가의 음향 장비 배치 지식을 베이스로 구축하여 재치 대안을 자동적으로 생성·평가 후 최적안을 도출하여 사용자가 전문적인 지식이 없는 경우라 할지라도, 설계 시 유용하게 적용할 수 있도록 하였다. 현 음향 시뮬레이션의 경우, 기술적 난이도가 높아 현장의 사용성이 낮았으나, 본 연구에서 음향 가청화 기술을 개발하여 편리를 도모하였다. 또한, 음향 설계 전문가가 부족할 뿐만 아니라, 건축물이 소규모일 경우 음향 설계에 전문가 의뢰가 현실적으로 어려울 수 있으므로, 음향 설계 비전문가도 사용하기 편리한 사용자 인터페이스를 제공할 수 있도록 연구·개발하는데 중점을 두었다.

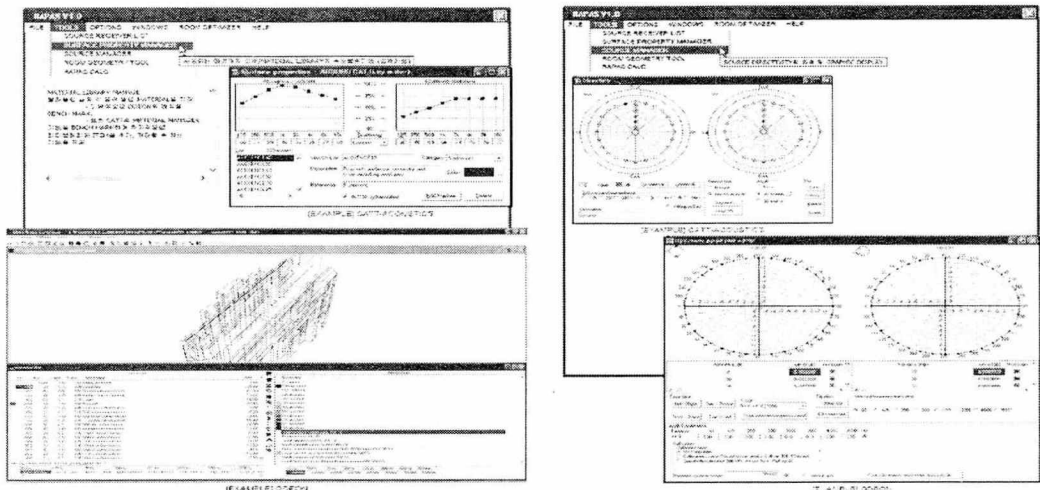
## 3. 연구 결과

### 3.1 시스템 인터페이스 설계

상용 소프트웨어인 ODEON 및 CATT을 참고 하여 연구의 목적에 맞도록 설계하였으며, 사용자 편의를 위하여 그래픽 디스플레이를 원칙으로 하여 설계하였다. 또한, 기존의 조사된 소프트웨어 인터페이스의 단점을 보완하고 모델링 작업 기능을 강화하였다.



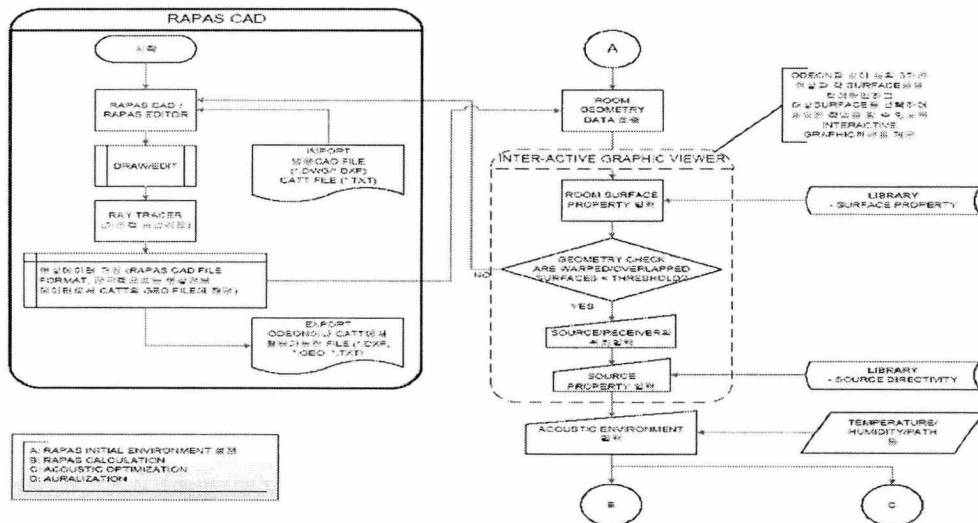
[그림 1] 음향파라미터의 연산 옵션 창(좌), 소스 및 리시버 옵션 창(우)



[그림 2] 건축물 표면 재질 옵션 창(좌), 소스 Directivity 옵션 및 그래픽 디스플레이(우)

### 3.2 시스템 구성 및 예측모듈 알고리즘 설계

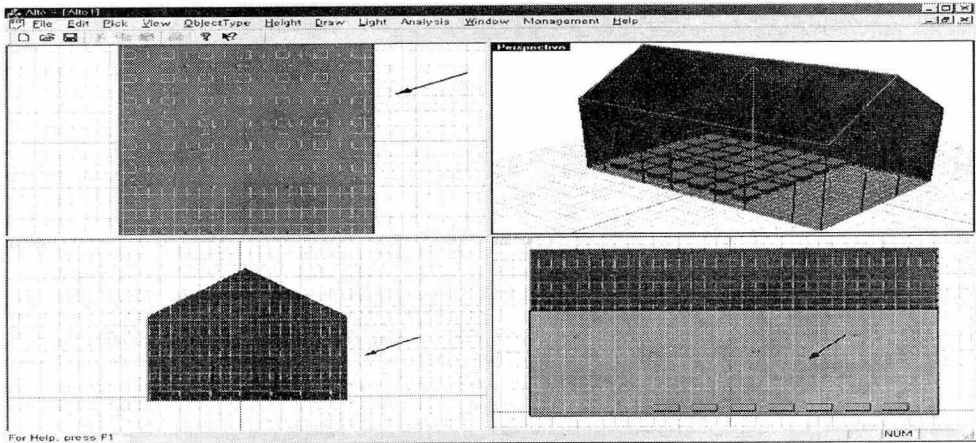
본 연구에서 개발한 시스템은 건축물 모델러, 분석 모듈, 포스트 프로세싱 모듈로 크게 나뉘며, 세 가지 모듈이 하나의 시스템에 통합되어 모델링, 분석, 시뮬레이션을 일원화시켰으며, 디자인과 분석이 연계되도록 시스템을 구성하여 보다 나은 설계 대안 창출에 기여할 수 있도록 하였다.



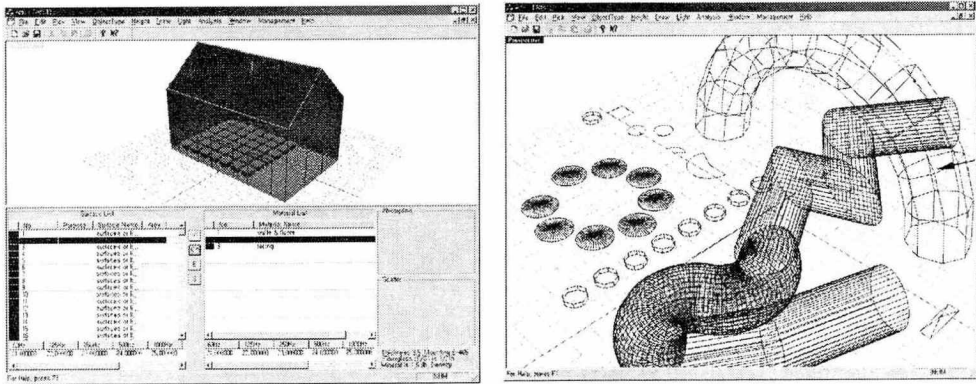
[그림 3] RAPAS의 시스템 구조

### 3.3 모델러 개발

기존의 음향관련 툴은 모델링 기능이 취약하여 사용하기에 어려움이 있었다. 본 연구에서 개발한 시스템은 이와 같은 단점을 보완하여 빠르고 쉬운 모델링이 가능하도록 자체 3차원 엔진을 통하여 모델러를 개발하였다. 또한, 음향 모델링의 특수성을 고려하여 reverse direction, wire/render view와 같은 특수 기능을 추가·개발하였다.



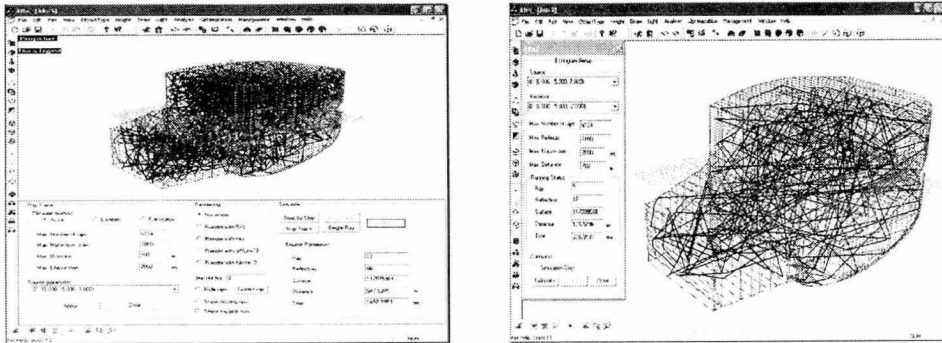
[그림 4] RAPAS 의 모델링 인터페이스



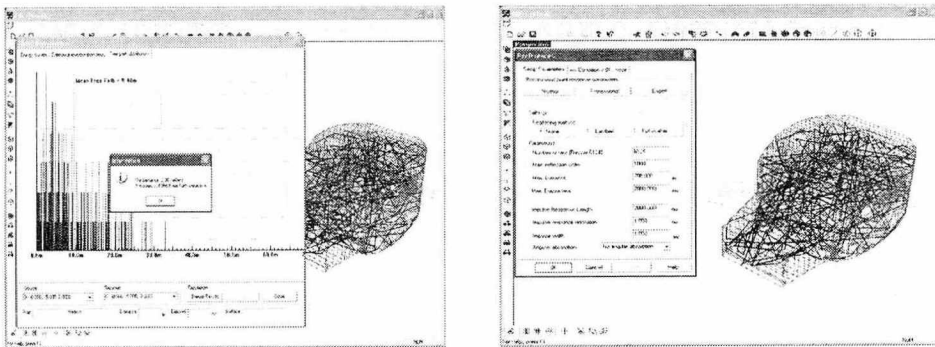
[그림 5] 건축 표면 재질 설정 창의 모습(좌), 다양한 방법의 모델링 기능의 예(우)

### 3.4 음향 파라미터 추출 기술 개발

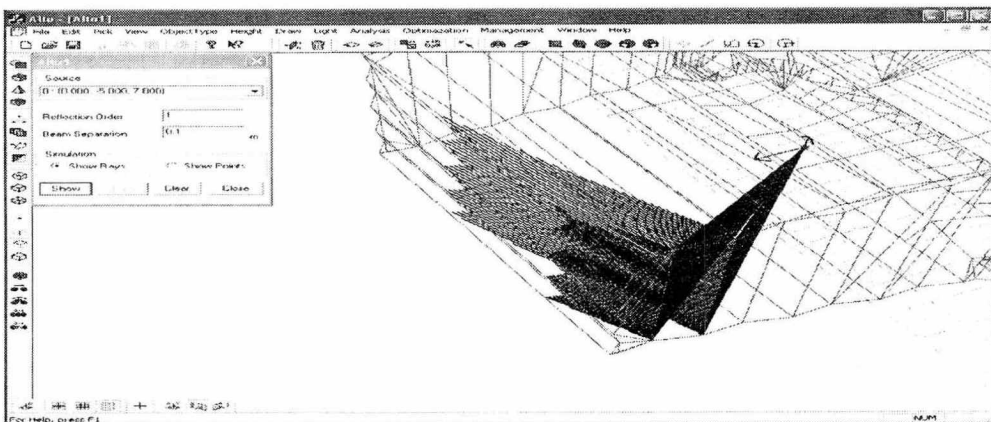
현재, 거의 모든 음향 시뮬레이션 프로그램들이 Ray Tracing 기법을 이용하고 있으며 본 연구에서도 이를 이용하여 주요 음향 파라미터를 추출하여 공간 내의 음향 특성을 파악할 수 있는 모델링을 개발하였다. 본 연구에서는 잔향, 반사, 흡음에 대한 파라미터 추출 기술을 우선적으로 개발하였으며, 회절 및 확산은 차후에 고려하는 것으로 하였다.



[그림 6] raytrace(좌) 및 echogram(우) 추출 시행 결과



[그림 7] reverberation 및 setup parameters 추출 시행 결과



[그림 8] reflect의 추출 시행 결과

#### 4. 결론

본 연구는 소규모 공연장 및 건축물 내부의 설계 시 요구되어야 하는 실내 음환경의 조성을 돕기 위한 시뮬레이션의 기존 문제점들을 개선하여 사용자의 편의를 도모하고

자 시행하였으며, 시스템 인터페이스의 설계 및 시스템 구성 및 예측모델 알고리즘 설계, 모델러 개발, 음향 파라미터 추출 기술의 개발 등과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 본 연구를 통해서 음향분석 툴의 핵심 기술 국산화 및 그로 인한 외산 음향분석 툴의 대체, 음향설계 및 음향시뮬레이션 관련분야의 요소기술 확보 및 국내 건축음향 시장 창출 등과 같은 효과를 기대할 수 있으며, 이 기술에 의한 정확한 분석에서 얻어진 효과적인 건축 설계 및 모델링 기능 강화를 통한 사용자 편의 제공이라는 이점뿐만 아니라, 사용이 쉬운 Built-in 입출력기능(음향공간의 3차원 모델링기능)의 제공을 통해 추가의 모델링 프로그램 구매에 따른 비용을 절감 등과 같은 부분의 가격 경쟁력까지 갖추고 있으므로 상용화까지도 기대할 수 있다.

그러나 이는 현재 연구가 진행되고 있는 중이며, 궁극적으로 연구의 목적에 부합하는 결과를 얻기 위해서는 현행되고 있는 연구가 더욱 발전되어 음향 가청화 모듈 및 음향 장치 배치 최적안 도출과 같은 새로운 기술을 개발하여 연구의 완성도를 높일 필요가 있으므로, 앞으로의 연구개발이 보다 중요하다 하겠다.

## 참고문헌

- 1) 김태훈, 주문기, 오양기, 표면재 및 배후 다공질재의 유형에 따른 복합 흡음구조의 흡음특성, 추계학술발표회 논문집, 한국소음진동공학회, pp65~72, 2000.
- 2) 정대업, 오양기, 주현경, 초기반사음의 공간적 성분이 명료도에 미치는 영향에 관한 연구, 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, pp537~540, 2001.4.
- 3) ISO 3382, Measurement of reverberation time in auditoria
- 4) 최병호, 건축음향설계, 세진사, 1988.1.
- 5) 윤장섭, 건축음향계획론, 동명사, 1990.10.
- 6) 손장열, 오디토리움의 음향설계, 건축사 No.225, p48~55, 1987.12.
- 7) 정일록, 소음진동학, 신광출판사, 1984
- 8) V.O.Knudsen, C.M.Harries, Acoustical Designing in Architecture, John Wiley & Sons, Inc., Nes York, p.161~165, 192~195, 1995.