

유럽 도시철도 신호시스템의 표준화 동향

The Trend of the Standardization of the Urban Guided Transport Management System in Europe

이영훈 *

Lee, Young-Hoon

김종기 **¹⁾

Kim, Jong-Ki

ABSTRACT

Urban railway signaling system is for train operation with safety in the urban crowded area, that has been increasing the demand of use of advanced train control systems with safe. European Commission is supporting the UGTMS(Urban Guided Transport Management System) project for the research and development. The main objective of UGTMS is to provide the European urban guided transport sector (comprising metro, tram and light rail systems) with a common Management System. A key topic is the extent to which the specifications for the successful ERTMS(European Rail Transport Management System) can be adapted to UGTMS needs. Beyond this, it is necessary to define the relevant functional and system requirements for all types of urban guided transport management systems in order to improve interoperability and intermodality. Also to be explored are the prospects for open system standards. In this article, we look into the trend of the standardization through the UGTMS project in Europe and consider any benefit to the project of the standardization for the urban railway signaling system in Korea.

1. 서론

도시철도 신호시스템은 지하철을 중심으로 하는 열차의 운행을 제어하기 위한 것으로, 도시내 교통수단의 특성상 빈번한 운행 횟수와 함께 인원 및 설비의 안전을 위한 시스템적 대응에 대해 점차 고도화된 열차제어시스템이 요구되고 있다. 그러나 현재 국내 지하철의 핵심 신호제어장치는 다국적 다품종의 외국제품이 도입되어 각 노선별로 상이한 시스템을 운용하고 있으며, 이에 따라 동일 기능별로 상호호환성 및 상호교체성이 부족한 실정이다. 따라서 향후 기술발전 추세를 고려하여 도시철도 개량을 대비하고, 발전적인 표준화를 통한 국내 기술력 확보 및 제품간 호환성의 확보는 매우 중요하다.

그 동안 국내에서는 1995년부터 2000년까지 5개년에 걸쳐 철도기술연구원이 주관하여 도시철도용 차량시스템에 대한 표준화/국산화를 시행하여, 차량 표준화기준을 제정하고, 핵심장치의 국산

* 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

** 한국철도기술연구원 책임연구원, 정회원

화 개발, 시험설비 구축 등 한국형 표준전동차를 개발하였다. 이후 2001년부터 2005년까지 도시철도 인프라에 대한 표준화를 위한 1단계 연구가 진행되고 있다.

국외의 경우, 미국의 뉴욕 지하철(NYCT)은 신호시스템을 CBS(Communication-Based System)로 개량 중이며, 이와 함께 CBS에 대한 기술표준화를 병행하여 추진중이다.

아울러 EC유럽 공동체 위원회(European Commission)에서는 통합 유럽에 대한 연구개발 프로그램의 일환으로 UGTMS(Urban Guided Transport Management System) 프로젝트를 지원하고 있다. 이 프로젝트는 우리나라의 도시철도 표준화 연구와 매우 유사하며, 상호운영성 및 상호교체성을 고려하는 시스템 표준을 연구개발하고 있다. 본 논문에서는 이러한 유럽의 UGTMS 프로젝트를 통한 표준화 동향을 분석한 후, 국내 도시철도 신호시스템의 표준화 연구방향과 활용방안에 대해서 검토한다.

2. UGTMS의 배경

2.1. UGTMS의 목적

UGTMS란 EC(European Commission)가 지원하는 경쟁적인 무한 성장을 위한 연구개발 관련 유럽 프로그램의 프로젝트이다. 이러한 UGTMS 프로젝트의 주요 목적은 우선 UGTMS로 전이되는 ERTMS(European Rail Transport Management System) ATP(Automatic Train Protection) 요구사항을 검토하고, 상호운영성 및 교통통합성을 개선하기 위하여 모든 종류의 도시교통관리시스템에 관계되는 기능과 시스템 요구사항을 정의하는 것이다. 아울러 이러한 시스템으로 점진적으로 개량하며, 유럽시장의 육성, 제품의 수명주기비용(LCC : Life Cycle Costs)의 저감 등이 가능하도록 하는 개방형 시스템 표준을 만드는 것이다. 또한 IT(Information Technology) 시스템을 고려하면서 기존 규정과 일관성을 유지시키기 위하여 안전성 및 적합성 평가에 대한 접근방안을 제안하며, 대학 연구망(NoU : Network of Universities)을 통하여 안전성에 대한 '역량 집중'의 과업을 시행하는데 있다.

UGTMS 프로젝트의 장기적인 목적은 현재 간선철도의 ERTMS에 버금가는 수준의, 유럽의 UGT(Urban Guided Transport) 시스템 분야(지하철, 트램, 경량전철 등 포함)에 사용될 공통의 관리시스템을 마련하는 것이다. 현재 UGTMS 프로젝트는 제1단계가 진행되고 있으며, UGTMS 프로젝트의 두번째 사용자 그룹(UG) 회의가 지난 2003년 12월 17일 파리의 Noisise에 있는 RATP 교육센터에서 개최되었다.

2.2. UGTMS의 배경

대부분의 주요 도시는 UGT 시스템에 어느 정도 의존하여 수송문제를 해결하고 있다. 교통혼잡이나 환경적 고려요소가 증가하는 양상에 따라 이와 같은 시스템의 중요성이 점차 커지게 되었고, 기술의 발전, 특히 정보 및 제어 기술분야에서의 진보에 따라 공공교통시스템에 대한 장점이나 경제성, 효율성 등을 획기적으로 개선할 수 있다는 가능성을 갖게 되었다.

상업적 측면에서는 다양한 교통시스템에 대한 제품을 공급하는 회사에게 주어지는 기회는 그 영역이 막대하며 범세계적이다. 유럽은 시스템에 대한 장기간의 경험을 토대로 교통산업분야에서 세계적 역할을 주도하고 있다.

그러나 역설적으로 주로 유럽에서 개발한 UGT에는 실질적인 유럽형 시스템이나 유럽형 표준이 없는 형편이며, 각 운영기관에 따라 각자의 작업 방법을 가지고 있고, 각자의 사양을 만들며, 독특한 규정 및 안전 구조를 가지고 있다. 따라서 상호운영성의 수단이 거의 없고, 이에 따라 다른 최첨단산업에서의 경쟁적인 투자가 제한되는 결과를 초래하였다.

유럽의 각 도시교통 운영기관이 과거 30여년 동안 ATS/ATP/ATO나 무인운전 열차 등과 같은

첨단시스템을 적용해오는 동안 시스템에 대한 지침이나 사양의 개발은 ‘그때 그때의 상황에 따르는 원칙’에 따라 수행되어 왔다. 이는 주로 철도에서 필요로 하는 상호운영성이나 교통통합성에 대한 실질적인 필요성을 인식하지 못한 것에서 기인하는 것이며, 특히 국경을 통과하여 운행하는 경우 더욱 심각하다. 이에 따라 유럽은 무엇보다도 공통의 관리시스템에 대한 요구사항 일체를 합의하여 개발하는 것을 그 출발점으로 제시하고 있다.

3. UGTMS 프로젝트의 추진 현황

3.1. UGTMS 프로젝트의 개요

UGTMS는 최소 6년 동안 추진되는 프로젝트로서, 1단계는 2002년부터 시작되어 24개월로 계획되었으며, 결과평가를 통하여 향후 추진방향이 다시 결정된다(표 1). 만약 프로젝트가 성공적일 경우에는 신설 또는 개량되는 트램이나 경량전철, 지하철 시스템 대부분에 UGTMS가 운영 시스템으로 채택될 것이다. 이에 따라 첨단기술을 이용하여 편의성 및 안전성을 최적 수준으로 처리하며, 또한 시스템 구성품을 시장에서 폭넓게 선택할 수 있게 된다.

이번 1단계 프로젝트는 본질적으로 예비조사(타당성 조사)단계로써, 기존 시스템의 특성에 따른 구축 가능성과 극복해야 할 문제 등을 확인하는 것이다. 이에 대하여 주요 논제는 ERTMS가 성공적으로 수행되어 그 사양이 UGTMS의 요구사항에 적용하도록 확장시키는 것이다.

그 외에 상호운영성이나 교통통합성을 개선할 수 있도록 모든 형태의 UGTMS에 대하여 관련 기능이나 시스템 요구사항(FRS, SRS)을 정의하고, 또한 개방형 시스템 표준을 조사하는 것이다.

이 프로젝트를 통하여 안전성 및 적합성 평가에 대한 공통의 접근방안도 제안될 예정이다. UGTMS에서 대학 연구기관에 대한 주요 업무는 독자적인 안전성 지침을 개발하는 것으로, 이는 다음 단계에서 위험관리나 규제 적합성 분석, 인적요소 분석 등과 같은 분야를 새롭게 개발하는 것이다(표 2).

3.2. UGTMS 프로젝트의 연구방안

UGTMS 프로젝트의 첫 번째 단계는 요구사항에 따른 연구방법론으로, 사용자의 요구사항이나 목표를 콘소시엄 내의 주요 운영기관이나 산업계 기업체간의 브레인 스토밍 및 의견일치를 통하여 분석한다. 또한 다른 운영기관 뿐만 아니라 규제기관의 대표나 지자체, 집행기관, 시설관리기관 까지도 포함하는 광범위한 사용자(북미 및 아시아 참석자 포함) 그룹을 통하여 이론 및 실제 경험을 부가하여 적용한다.

연구방법에 있어서 특이한 요소로는 ERTMS 프로젝트를 통하여 개발되는 기술을 적극 이용하는 것이다. UGTMS 프로젝트에 참여하고 있는 대부분의 기관은 ERTMS 프로젝트에 있어서 높은 관심과 함께 적극 참여하여 왔으며, 프로젝트에 대한 정보를 통하여 요구사항이 어디까지 적용될 수 있는지 알아볼 수 있다. 또한 벤치마킹을 통하여 실제의 프로젝트나 최첨단 기술의 혼합적용의 정도 등을 조사하여 직무 수행방안으로 고려한다. 운영기관의 관리에 있어서 학문적 분야는 위험도 분석이나 적합성 평가, 인적요소 등과 같은 방법론을 개발하는 것으로 되어 있다.

3.3. UGTMS 프로젝트의 구성

UGTMS 프로젝트(1단계)는 다음과 같은 5개의 업무분야(WP)로 구성되어 있다.

(1) WP1 : 프로젝트 관리 / 수행기관 : RATP

본 업무분야는 프로젝트의 조정을 담당하며, 프로젝트 관리팀 및 조정위원회를 통하여 EC의 지

원과 관련 프로젝트, 품질관리, 계약 및 재정관련 문제의 조정 등을 다룬다.

(2) WP2 : UGTMS 정의, ERTMS 및 다른 프로젝트 검토/ 수행기관 : RATP

본 업무분야는 ERTMS뿐만 아니라 유럽 및 그 밖의 UGT 운영기관에서 사용하고 있는 다양한 첨단기술의 시스템에 대하여 폭넓게 검토하는 것이다. UGTMS 기능에 대하여 합의된 내용을 발간하도록 하는 의견수렴 업무와 UGTMS로 직접 적용될 수 있는 주요 프로젝트 및 그 기능사양의 확인 등에 대한 벤치마킹 업무 등을 수행한다.

(3) WP3 : UGTMS의 ATP에 대한 기능 요구사항 작성 / 수행기관 : BVG

본 업무분야는 ATP 기능 및 상호관계에 대한 기능 요구사항을 정의 및 규정하는 것이다.

(4) WP4 : 기능 요구사항에 대한 안전성 및 적합성 평가 / 수행기관 : JRC

본 업무분야는 UGT 시스템에 대한 ‘안전성에 대한 체계적인 접근방안’을 수행하며, UGTMS에서 안전성 개념을 기존 개념을 포함하여 어떻게 적용할 것인가에 대한 지침을 마련하는 것을 목표로 한다.

(5) WP5 : 결과 홍보 / 수행기관 : JRC

본 업무분야는 웹사이트나 출판, 회의 발표, 최종 협의 등 전형적인 홍보활동과 함께 사용자 그룹(UG) 및 대학 연구망(NoU)의 관리를 담당한다.

3.4. UGTMS 컨소시엄

UGTMS의 초기 2년 동안의 추진을 위해 구성된 컨소시엄은 17개의 기관으로, 5개의 운영기관과 7개 기업체, 5개 연구기관 및 기술협력기관으로 구성되어 있으며{표 3}, 컨소시엄은 사용자 그룹(UG)과 대학 연구망(NoU)과 같은 2개의 자문기관으로부터 도움을 받는다.

(1) 사용자 그룹(UG)

UGTMS에는 사용자 그룹(UG)이 형성되어 있는데, 교통관련 공공기관이나 운영기관, 시설관련 관리자, 지정기관(Notified Body), 표준화 기관, 다른 사용자 관련 기관 등으로 구성된다. 이러한 사용자 그룹은 사용자 요구사항을 정의하는데 협력하며 프로젝트의 중간결과에 대한 의견을 제출한다. 사용자 그룹에게는 프로젝트 결과를 우선적으로 제공한다.

(2) 대학 연구망(NoU)

대학 연구망은 대학이나 연구기관, 실험실 등을 담당하며 안전성 접근 방법에 대한 일관성을 제공하거나 유럽 전반에 걸친 적합성 평가 절차, 교육 프로그램 등을 수행한다. 프로젝트 결과는 대학 연구망에 우선적으로 제공된다. UGTMS를 담당하는 NoU의 대학은 초기에는 드레스덴 공대(TUD)와 발렌시엔 대학(UVAL), 런던 대학(UCL) 등 3개로 시작되었으나 현재는 15개 대학으로 늘어났다{표 5}.

4. 사용자 그룹 회의

4.1. RATP의 추진 방향

RATP에서는 UGTMS를 대형 개량 프로그램으로 인식하고, 2005년부터 2016년까지 2번선에서 13번선까지 개량될 것이며, 13번선의 경우 2005년 가을에 종료될 예정이다. 개량 목표는 상호교체

성의 확보와 구매정책을 수립하는 데에 있다.

구매정책에 있어서는 시스템을 서로 다른 공급자가 개발할 수 있게 하여 각 구성품을 여러 공급자가 공급할 수 있도록 하며, 단계적으로 개량, 설치, 확장 등이 가능하도록 하는 것이다. 운행 선로 및 편성 열차에 대한 조달전략은 대상 전체에 대해서, 또는 부분적으로 나누어 입찰제안이 시행될 수 있다. 부분적으로 조달되는 경우 부분별로 상이한 공급자가 선정될 수 있다. RATP에서 UGTMS 개량 프로그램을 통하여 내부적으로 추구되는 목적들을 살펴보면 통합된 시스템에 대한 비전 마련과 상호교체성 확보, 인터페이스 내용에 따라 정해진 S/W 및 H/W 블록을 사용하는 시스템의 구축, 안전성 개념에 대한 공통된 개념의 확보 등을 들 수 있다.

RATP의 연구전략은 우선 유럽의 연구프로그램에 참여하여 연구활동을 위한 정보 및 이론을 강화하여 UGTMS 1단계에서의 요구사항과 일치시키고, 통합된 프로젝트인 차세대 UGT와 같은 R&D에 참여한다. RATP로서는 콘소시엄 회원간 경험 교류를 중요하게 생각하며, 이를 RATP의 세계화 전략에 반영시키려 하고 있다.

4.2. EC의 추진 방향

EC에서는 유럽철도가 그동안 저속도의 서비스와 신뢰성 저하, 신축성 상실 등으로 인해 지속적으로 시장을 잃어가고 있었다는 보고에 힘겨, 유럽 철도 서비스는 EU철도의 핵심 사업자산으로 유럽철도에 대한 혁신의 필요성을 강조하였다.

따라서 유럽 철도는 우선 환경 친화적인 교통시스템을 개발하기 위하여 모든 형태의 교통수단(도로, 철도, 해양 등)을 위한 새로운 기술이나 아이디어를 활용하고, 설계, 생산 기술 등의 개선이 필요함을 지적하였다. 아울러 교통시스템이 보다 안전하게 되기 위해서 효율성 및 경쟁력이 강화되어야 하고, 이를 위해 다른 교통수단을 비교평가 및 통합 등의 검토가 필요하며, 관련 교통수단에서의 안전성을 향상시키고 교통 혼잡성을 저하시키는 방향으로 하는 추진전략을 제시하였다.

5. UGTMS의 표준화

기존 도시철도 시스템은 간선철도에 준하는 자동화 수준으로 추진되어 왔으며, 주요 공급회사에서 전용의 시스템을 개발하여 각 운영기관이 사용하여 왔다. 이에 따라 도시교통 시스템을 범세계화 하기 위하여 기능 요구사항 및 시스템 요구사항, 인터페이스 요구사항을 포함하는 개방형 시스템 표준을 개발하며, 여기에 UGT 운영상 필요한 모든 기능을 포함시키려 한다(그림 1).

UGTMS는 기능 및 하부시스템에 대한 통합 신축성, 상이한 열차 및 시설, 운영기관간의 상호운영성, Plug-and-Play가 가능한 상호교체성, 안전성 및 적합성 평가에 대한 접근방법의 통일 등과 같은 특성을 수반하는 시스템 핵심사항에 기반을 두고 새로운 개념의 시스템을 정의한다.

UGTMS는 IEC WG40을 통하여 표준화 과정을 거치고 있는데, WG40에서는 표준 내용에서 UGT 선로나 운영망에 적용된 제어 및 관리 시스템에 대하여 기능 요구사항 및 시스템 요구사항, 인터페이스 요구사항을 제시하는 것으로 그 범위를 정하고 있다(그림 2).

표준화와 함께 유럽 내의 관련 제도 검토 또한 병행하여 추진되는데, 다음 단계에서는 UGT 운영망에 대해 EC 수준의 보완된 제도가 마련될 것으로 예상되며, 이로써 UGTMS는 연구뿐만 아니라 제도화, 표준화 과정으로 추진될 것으로 보인다.

6. 결론

실제적으로 유럽은 우리나라보다 시스템의 안전성 및 신뢰성이 높고 신축적이며 넓은 시장성을 가지고 있는 것으로 인식되어 온 것이 사실이다. 그러나 유럽 통합과 함께 우리나라의 도시철도 문제와 유사하게 각 국가에서 설치 운영되어온 시스템간의 인터페이스 문제를 해결하기 위한 프

로젝트를 진행하면서 표준화를 병행하여 추진하고 있다. 이는 시장의 범세계화라는 측면에서 우리와도 매우 관계가 깊은 것으로서, 표준의 국제화 추세에 따라 우리나라 표준이나 규격에도 영향을 미칠 것으로 생각된다.

이러한 UGTMS 프로젝트 동향을 분석해 보면서 우리나라의 신호시스템 표준화 연구에서 고려해야 할 사항을 살펴보면, 우선 궁극적으로 상호교체성을 고려하는 표준화 연구가 지속적으로 진행되어야 한다는 것이다. 유럽의 경우 이미 선진기술을 확보한 상태에서 시장까지 고려하여 표준화를 추구하는 상황에 비해 기술적 문제에만 치중하고 있는 것이 우리의 현실이라 할 수 있다. 또한 운영 노선의 상호호환성을 보유하는 측면을 반영해야 하는 것으로, 운행 열차가 다른 노선의 일부 구간을 운행해야 하는 우리나라 도시철도 운영상의 문제를 해결해야 할 것이다. 따라서 도시철도 신호시스템 표준화 연구 1단계('01~'05) 이후에는 상호교체성을 위한 폭 넓은 연구와 대안을 마련하기 위해 대학 연구기관과의 공동연구를 적극 추진하고, 운영기관을 포함하여 산업계의 참여와 함께 광범위한 공감대 형성이 필요하다고 판단된다.

2004년 6월 8일 UGTMS 사용자 그룹 회의가 파리에서 개최될 예정이며, 이러한 회의를 통하여 지속적으로 동향을 파악하여 국내 도시철도 표준화에 참조할 수 있도록 적극 참여할 필요가 있다. 이는 또한 IEC 표준화에도 기여되도록 유도할 필요가 있다.

<표 2. UGTMS 프로젝트 1단계 요약>

구분	내 용
기간	· 24 개월 · 2002년 3월~2004년 3월까지
투입인원	· 380 M/M
사업비	· 총 493만 유로 · EC에서 255만 유로 지원
추진현황	· 5개의 업무분야(WP) 추진 · 사용자 그룹(UG) 회의 진행 · 안전성 분야에 대한 "역량 집중"

<표 3. UGTMS 프로젝트의 단계별 추진내용>

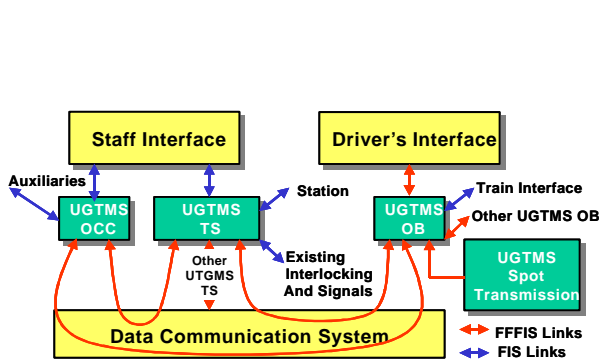
구분	내 용
제1단계	· UGTMS 정의 · ATP 기능 요구사항(FRS) · FRS에 대한 안전성/적합성 평가
제2단계	· FRS 완성 · 시스템 요구사항(SRS) 제정 · 표준 인터페이스 작성(FIS, FFFIS)
제3단계	· 실제 규모의 시연

<표 5. UGTMS 대학 연구망(NoU)>

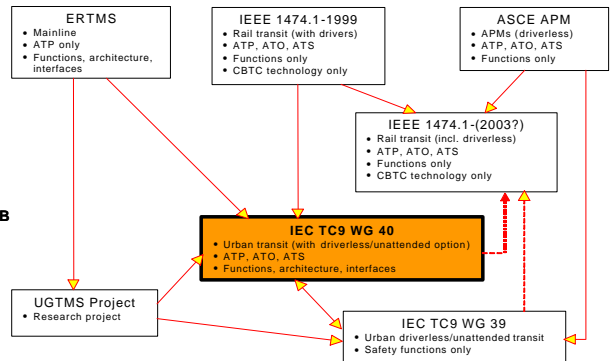
대학명	국가
Dresden University of Technology	독일
TU Budapest,	헝가리
University of Zilina	슬로바키아
University of Pardubice	체코
Universidad Politecnica de Madrid	스페인
Delft University of Technology	네델란드
TU Braunschweig	독일
University of Sheffield	영국
Imperial College	영국
Universite de Valenciennes	프랑스
Universite de Technologie de Compiegne	프랑스
Ecole Nationale des Ponts et Chaussees	프랑스
LCIS - INPG	프랑스
University of Roma "La Sapienza"	이탈리아

<표 4. UGTMS 컨소시엄 구성내용>

구분	참여기관명	참여기관명
운영 기관 (5개)	RATP	Regie Autonome des Transports Parisiens
	ML	Metropolitano de Lisboa Ep
	LUL	London Underground Limited
	MM	Metro de Madrid
	BVG	Berliner Verkehrsbetriebe
기업 (7개)	STS	Siemens Transportation Systems
	INVENSYS	Dimetronics (representing Invensys)
	SIEMENS TS RA	Siemens Aktiengesellschaft
	ANSALDO CSEE	Ansaldo-Signal NV CSEE Transport SA
	BOMBARDIER	Bombardier Transportation
	ALSTOM	Alstom Transport SA
	ALCATEL	Alcatel Transport
연구 기관 (5개)	UCL	University College London
	TUD	Technische Universitat Dresden
	UVAL	Universite de Valenciennes
	INRETS	Institut National de Recherche sur les Transport et leur Securite
	EC JRC IPSC	European Commission, Joint Research Centre



<그림 1. UGTMS의 전체 구조>



<그림 2. 다른 표준과의 관계>

7. 참고문헌

1. 김종기(2004), "도시철도 신호시스템 표준화 동향", 한국철도기술, 통권 46호, pp.22-25
2. WP2(2003), "First report for a preliminary definition of UGTMS", UGTMS Conference 2003, UGTMS
3. Christophe Cassir, Jörg Schütte and besides(2003), "Final report on a safety conceptual approach & guidelines for UGTMS", UGTMS Conference 2003, UGTMS

4. WP3, "Functional Requirement Specification ATP core functions", UGTMS Conference 2003, UGTMS
5. UIC(2003), "Implementing the ETCS Opportunities for European Rail Corridors", ERTMS Conference 2003, UIC
6. 김종기(2003), "도시철도 신호시스템 표준화 연구", 3차년도 최종보고서, 한국철도기술연구원.
7. 류상환(2004), "도시철도 신호시스템 표준화 연구", 2차년도 최종보고서, 한국철도기술연구원.
8. 류상환(2001), "도시철도 신호시스템 표준화 연구", 1차년도 최종보고서, 한국철도기술연구원.