4단계 BK21사업 자율주행 xEV 혁신 인재 교육연구단

국제학회 결과보고서

지원 기간	교육부, 한국연구재단	사업명	4단계 BK21사업
과제명	4단계 BK21사업 (자율주행 xEV 혁신 인재 교육연구단)		
연구 기간	2020.09.01.~ 2027.08.31		

이름	강연식 (인)	학번	2010164
장소	Pacifico Yokohama		
방문 기관	IFAC World Congress 2023		
일정	(3박 4일)		
목적	IFAC World Congress 2023에 차량 지능 연구실 소속 연구원의 연구 성과에 대한 발표 및 제어 연구의 동향과 논문 주제와 관련된 다른 기술들을 접하기 위한 세미나 참석을 위하여 해외 학술대회 참가.		

1. 해외연수 참가 세부 일정 및 활동 내역 (날짜순 기입)

일수	날짜	세부일정	활동내역
1	7/12	한국 출국 및 세미나 세션 참가	07:00 ~ 08:00 : 인천 공항 도착 08:00 ~ 08:50 : 탑승 수속 및 출발 09:00 ~ 11:20 : 도쿄 나리타 공항 도착 11:20 ~ 15:30 : 숙소 이동 15:30 ~ 16:00 : 학회장 도착 후 사전 답사 16:00 ~ 18:00 : NMPC 기법 관련 동향 파악 (Optimal Control 세션 참가)
2	7/13	세미나 세션 참가	10:00 ~ 12:00 : NMPC 기법 관련 적용 연구 파악 (Predictive Control I 세션 참가) 12:30 ~ 13:30 : 점심식사 13:30 ~ 15:30 : 센서 데이터 처리 기법 관련 적용 연구

			파악 (Kalman Filtering 세션 참가)
3	7/14	세미나 세션 참가 및 세미나 세션 발표	10:00 ~ 12:00 : 차량 제어 기술 동향 파악 (Transportation Systems I 세션 참가) 12:30 ~ 13:00 : 점심식사 13:30 ~ 15:30 : Automotive System II 세션 참기 및 발표 18:00 ~ 20:00 Closing ceremony 및 farewell Reception 참가
4	7/15	귀국 일정	16:00 ~ 18:00 : 공항 출발 18:00 ~ 19:25 나리타 공항 도착 및 출국 수속 19:25 ~ 22:05 인천 공항 도착

2. 해외연수 결과 보고

1. 주요 면담자				
성명	**소속, 지위**	**전공 담당 업무**	**전화**	**이메일**
Kelvin Wittmer	University of Stuttgart	Research Assistant institute for System Dynamics	+49 711 685 66622	kelvin.wittmer@isys.uni-stuttgart.de

2. 방문 기관에 대한 정보(상세 설명 및 사진 첨부)

- Pacifico Yokohama Conference Center

Pacifico Yokohama는 세계 최대 규모의 컨벤션 콤플렉스 중 하나로 극장 스타일의 홀, 회의실, 전시장 및 호텔과 같은 회의, 컨벤션, 전시회 및 이벤트를 조직하는 데 필요한 모든 기능을 포함하도록 설계되었다. 위치는 일본 가나가와현 요코하마 시 니 시구에 자리하고 있다.
외관이 아름답고 독특한 건물은 요코하마의 랜드마크 중 하나이다.
요코하마 국립 컨벤션홀은 조개껍질을 연상케 하며, 컨벤션 센터는 빛, 전시장은 파도, 호텔은 돛을 연상시킨다. 호텔의 바다 쪽 가장자리에는 항해의 안전을 기원하는 미치비키노조(항해의 동상)가 있다.
세미나는 Conference Center에서 진행 되었으며, 4개의 층에 모든 공간이 세미나 세션을 위

한 장소였다.

<Pacifico Yokohama 전경>

3. 연수 결과 (최대한 상세하게 1장 이상 작성)
* 연구 결과 또는 주요 면담 결과를 중심으로 기재
* 일정별 주요 논의사항 및 정보습득사항을 포함

- 7/12 (수) : NMPC 기법 관련 동향 파악 (Optimal Control 세션 참가)

NMPC 학문이 연구된 지 꽤 된 만큼 어떤 방식으로 제어 연구자들은 현실에 적용하는지와, NMPC가 어떤 방향으로 발전하고 있는지 공부하기 위해 세미나에 참석하였다.

그 중 현재 차량지능연구실의 제어 분야에서 공부하고 있는 Real Time NMPC에 관한 내용인 Performance Prediction of NMPC Algorithms with Incomplete Optimization 발표 내용이 있는 Optimal Control 세션에 참가하여 다른 발표 내용과 더불어 Performance Prediction of NMPC Algorithms with Incomplete Optimization를 들었다.

Performance Prediction of NMPC Algorithms with Incomplete Optimization에서 Optimization이 완벽하게 진행되지 않았을 때, optimization을 끝까지 하는 것과, Real time 관점에서 값을 출력하는 것과의 Trade-off 관계를 설명하였으며, Cost의 관점에서 분석한 내용에 대한 발표였다.

이를 통해 연구실에서 Optimization 문제를 다룰 때 Cost 관점에서 이를 접근하는 방식에 대한 접근방법을 학습하였다.

- **7/13 (목) : NMPC 기법 및 센서 데이터 처리 기법 관련 연구 동향 파악 (Predictive Control Ⅰ, Kalman Filtering 세션 참가)**

NMPC 학문의 광범위한 접근을 위해 다양한 Plant에 수식을 정의하여 적용하는 방식을 다루는 Predicitive Control 세션에 참가하였다.

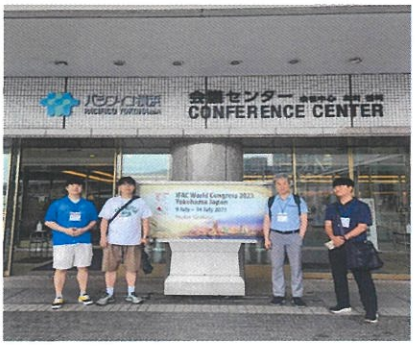
세션의 Rigid-Tube Nonlinear Model Predictive Control for Path Following 발표 내용에서 현재 원하는 대상이 되는 Plant와 제어 목표를 위한 Cost Function Desgin에 대해 연구 내용을 들었으며, 이를 통해 연구실에서 제어 대상이 변경 될 때 중요한 관점을 학습하였다.

차량 제어 시 사용되는 센서 데이터를 가공하기 위해 Kalman Filter를 사용 중에 있어서 다양한 접근 방법을 다루는 Kalman Filtering 세션에 참가하여 현재 연구 동향을 공부하였다.

세션의 The Weighted Kalman Filter 내용에서 모델 기반의 계산에 가중치를 주는 WKF에 관하여 처음 접하였으며, 가우시안 함수를 사용하여 현재 모델의 정확도를 올리는 방법에 대해 학습하였다.

- **7/14 (금) : Experimental Validation of Collision Avoidance Method Using Real-Time Model Predictive Control 주제로 발표 진행 (Automotive System Ⅱ 세션 참가)**

Automotive System Ⅱ세션에 참가하여 Experimental Validation of Collision Avoidance Method Using Real-Time Model Predictive Control를 주제로 연구실에서의 연구 성과를 소속 연구원이 발표하였다. 현재 연구실에서 이룬 연구 성과에 관한 많은 질문들을 받았고, 현재 사용하는 NMPC 이외에도 MPC를 사용해도 괜찮았을 거 같다는 질문에 다음 연구 방향의 관점에 대해 연구 방향을 제안 할 생각이다.



<IFAC 2023 World Congress 참가>

<Optimal Control 세션 참가>

<Automotive System Ⅱ 발표>

4. 해외연수 참가 소감 및 BK21사업에 활용계획방안 * 출장 소감, 연구, 사업 운영 등 BK21사업에 도움이 될만한 아이디어 * 기타 건의 사항 등 자유롭게 기재
BK21 사업을 통해 해외 학술대회에 참가하여 연구실의 연구에 필요한 정보를 폭 넓게 얻을 수 있는 기회가 주어졌다고 생각합니다. 연구실 소속 학생에게도 다양한 지식을 가진 사람에게 발표를 하는 과정에서 언어, 및 본인의 연구를 설명 하는 방식을 고려해 볼 수 있는 좋은 기회로 작용하였다고 생각합니다. 다양한 연구실에서 제어에 관한 연구 주제를 발표하는 자리에서 연구실의 연구 방향에 대해서 다시 생각해 볼 수 있는 좋은 계기였으며, 현재 진행 중인 연구에 다른 방향성을 부여할 수 있을 것이라 생각합니다. 이러한 경험이 연구실 소속 연구원에게 연구를 바라보는 새로운 시각을 주었다고 생각하며, 더 나아가 연구를 기획하고 지도하는 본인의 견문 또한 넓어져 BK21 사업의 목표인 혁신 인재를 양성하기 위한 초석이 되었다고 생각합니다.

*보고서는 가능한 자세히기록
*비행기내에서 숙박한 것은 숙박일수에 포함되지않음.
*반드시 해외연수종료후 30일이내에 제출해야함.

위와 같이 해외연수 결과보고서를 제출합니다.

2023년 7월 27일

신청인 : 강연식 (인)

참여교수 : 강연식 (인)

자율주행 xEV혁신인재 교육연구단장 귀하

BrainKorea21 FOUR

Certificate of Attendance/Presentation

Issued by
Conference: IFAC World Congress 2023
Date: 9-14 July, 2023
Location: Pacific Convention Plaza Yokohama, Yokohama, Japan

Issued to
Attendee Name: Yeonsik Kang
Attendee Affiliation: Kookmin University
Date: 2023-07-26

This is to certify that Yeonsik Kang from Kookmin University attended the IFAC World Congress 2023 held in Yokohama, Japan during 9-14 July, 2023.

If you should need any further information, please contact the Registration Committee via email at the following email address: registration@ifac2023.org

Sincerely,

(Jun-ichi Imura)
(NOC Chair)
(IFAC 2023)

Accepted submissions in the Conference Technical Program:

Experimental Validation of Collision Avoidance Method Using Real-Time Model Predictive Control, Hansol Kim (158141), jaehyun choi (158479), jongjin won (158435), Yeonsik Kang (19255)

시점확인본 진본 2023/07/25 16:43:23 KST 정부시점확인센터

문서확인번호 : 1690-2710-0332-0613

정부24 gov.kr

출입국에 관한 사실증명
CERTIFICATE OF ENTRY & DEPARTURE

발급번호 (Serial No.)	CR-GN-23-524411	발급일 (Date of Issuance)	2023.07.25	쪽수 (Page Count)	1/1

대상자 (Person to whom the Certificate is issued)	성명 (Full Name) 강연식	
	주민등록번호 (Resident Registration No.) / 생년월일 (Date of Birth) [redacted]	성별 (Sex) 남 (M)
	국적 (Nationality) KOREA	여권번호 (Passport No.) [redacted]

출입국 일자 (Date of Entry / Departure)	출국 (Departure)	입국 (Entry)	출국 (Departure)	입국 (Entry)
	2023.07.12	2023.07.15	이하빈칸(This space has been intentionally left blank.)	

조회기간 (Reference Period)	2023.07.01 부터 (from) 2023.07.24 까지 (to)

용도(Purpose)	교육기관 제출 (To be submitted to an educational institution)	신청인 (Name of Applicant)	강연식

「출입국관리법」 제88조제1항에 따라 위의 사실을 증명합니다.

I hereby certify that the above information is true accordance with paragraph 1, Article 88 of the Immigration Act of the Republic of Korea.

발급일 (Date of Issuance) 2023 년 (Year) 07 월 (Month) 25 일 (Day)

발급 담당자 (Officer in Charge) 전화번호 (Phone No.)

서울출입국·외국인청장 서울출입국외국인청장의인

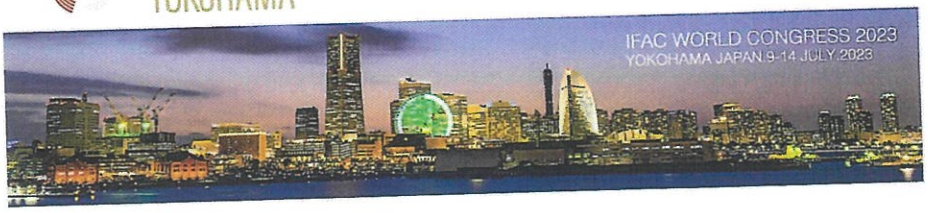
Chief of SEOUL IMMIGRATION OFFICE

◆ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 정부24(gov.kr)의 인터넷발급문서진위확인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일까지) 또한 문서 하단의 바코드로도 진위확인(정부24 앱 또는 스캐너용 문서확인 프로그램)을 하실 수 있습니다.

[redacted] [redacted] [redacted]

SICE
The Society of Instrument and Control Engineers
HITACHI
Inspire the Next
azbil
Fujita Corporation
KUMAGAI GUMI
Insight, Onsite, Farsight
MathWorks
YOKOGAWA
YOKOGAWA
Yokogawa Digital Corporation
ELSEVIER
CYBERNET SYSTEMS CO., LTD.
FANUC
IHI
Realize your dreams
Kawasaki
Powering your potential
Ritecs
TOSHIBA
AISIN
Fuji Electric
HONDA
The Power of Dreams
SUMITOMO CHEMICAL

IFAC2023
YOKOHAMA



Yeonsik Kang

Kookmin University

Korea, South

4단계 BK21사업 자율주행 xEV 혁신 인재 교육연구단

국제학회 결과보고서

지원 기간	교육부, 한국연구재단	사업명	4단계 BK21사업
과제명	4단계 BK21사업 (자율주행 xEV 혁신 인재 교육연구단)		
연구 기간	2020.09.01.~ 2027.08.31		

이름	김한솔 (한)	학번	A2022007
장소	Pacifico Yokohama		
방문 기관	IFAC World Congress 2023		
일정	(3박 4일)		
목적	IFAC World Congress 2023에 참가하여 차량 지능 연구실의 연구 성과에 대한 발표를 위하여 참가 및 현재 제어 연구의 동향과 논문 주제와 관련된 다른 기술들을 공부하기 위한 세미나 참석을 위하여 해외 학술대회에 출장을 다녀왔다.		

1. 해외연수 참가 세부 일정 및 활동 내역 (날짜순 기입)

일수	날짜	세부일정	활동내역
1	7/12	한국 출국 및 세미나 세션 참가	07:00 ~ 08:00 : 인천 공항 도착 08:00 ~ 08:50 : 탑승 수속 및 출발 09:00 ~ 11:20 : 도쿄 나리타 공항 도착 11:20 ~ 15:30 : 숙소 이동 15:30 ~ 16:00 : 학회장 도착 후 사전 답사 16:00 ~ 18:00 : NMPC 기법 관련 동향 파악 (Optimal Control 세션 참가)
2	7/13	세미나 세션 참가	10:00 ~ 12:00 : NMPC 기법 관련 적용 연구 파악 (Predictive Control I 세션 참가) 12:30 ~ 13:30 : 점심식사 13:30 ~ 15:30 : 센서 데이터 처리 기법 관련 적용 연구

			파악 (Kalman Filtering 세션 참가)
3	7/14	세미나 세션 참가 및 세미나 세션 발표	10:00 ~ 12:00 : 차량 제어 기술 동향 파악 (Transportation Systems I 세션 참가) 12:30 ~ 13:00 : 점심식사 13:30 ~ 15:30 : Automotive System II 세션 참가 및 발표 18:00 ~ 20:00 Closing ceremony 및 farewell Reception 참가
4	7/15	귀국 일정	16:00 ~ 18:00 : 공항 출발 18:00 ~ 19:25 나리타 공항 도착 및 출국 수속 19:25 ~ 22:05 인천 공항 도착

2. 해외연수 결과 보고

1. 주요 면담자				
성명	**소속, 지위**	**전공 담당 업무**	**전화**	**이메일**
Kelvin Wittmer	University of Stuttgart	Research Assistant institute for System Dynamics	+49 711 685 66622	kelvin.wittmer@isys.uni-stuttgart.de

2. 방문 기관에 대한 정보(상세 설명 및 사진 첨부)

- Pacifico Yokohama Conference Center

Pacifico Yokohama는 세계 최대 규모의 컨벤션 콤플렉스 중 하나로 극장 스타일의 홀, 회의실, 전시장 및 호텔과 같은 회의, 컨벤션, 전시회 및 이벤트를 조직하는 데 필요한 모든 기능을 포함하도록 설계되었다. 위치는 일본 가나가와현 요코하마 시 니 시구에 자리하고 있다.
외관이 아름답고 독특한 건물은 요코하마의 랜드마크 중 하나이다.
요코하마 국립 컨벤션홀은 조개껍질을 연상케 하며, 컨벤션 센터는 빛, 전시장은 파도, 호텔은 돛을 연상시킨다. 호텔의 바다 쪽 가장자리에는 항해의 안전을 기원하는 미치비키노조(항해의 동상)가 있다.
세미나는 Conference Center에서 진행 되었으며, 4개의 층에 모든 공간이 세미나 세션을 위

한 장소였다.

<Pacifico Yokohama 전경>

3. 연수 결과 (최대한 상세하게 1장 이상 작성)
* 연구 결과 또는 주요 면담 결과를 중심으로 기재
* 일정별 주요 논의사항 및 정보습득사항을 포함

- 7/12 (수) : NMPC 기법 관련 동향 파악 (Optimal Control 세션 참가)

NMPC 학문이 연구된 지 꽤 된 만큼 어떤 방식으로 제어 연구자들은 현실에 적용하는지와, NMPC가 어떤 방향으로 발전하고 있는지 공부하기 위해 세미나에 참석하였다.

그 중 현재 차량지능연구실의 제어 분야에서 공부하고 있는 Real Time NMPC에 관한 내용인 Performance Prediction of NMPC Algorithms with Incomplete Optimization 발표 내용이 있는 Optimal Control 세션에 참가하여 다른 발표 내용과 더불어 Performance Prediction of NMPC Algorithms with Incomplete Optimization를 들었다.

Performance Prediction of NMPC Algorithms with Incomplete Optimization에서 Optimization이 완벽하게 진행되지 않았을 때, optimization을 끝까지 하는 것과, Real time 관점에서 값을 출력하는 것과의 Trade-off 관계를 설명하였으며, Cost의 관점에서 분석한 내용에 대한 발표였다.

이를 통해 연구실에서 Optimization 문제를 다룰 때 Cost 관점에서 이를 접근하는 방식에 대한 접근방법을 학습하였다.

- **7/13 (목) : NMPC 기법 및 센서 데이터 처리 기법 관련 연구 동향 파악 (Predictive Control Ⅰ, Kalman Filtering 세션 참가)**

NMPC 학문의 광범위한 접근을 위해 다양한 Plant에 수식을 정의하여 적용하는 방식을 다루는 Predicitive Control 세션에 참가하였다.

세션의 Rigid-Tube Nonlinear Model Predictive Control for Path Following 발표 내용에서 현재 원하는 대상이 되는 Plant와 제어 목표를 위한 Cost Function Desgin에 대해 연구 내용을 들었으며, 이를 통해 연구실에서 제어 대상이 변경 될 때 중요한 관점을 학습하였다.

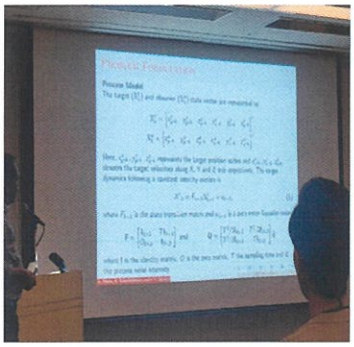
차량 제어 시 사용되는 센서 데이터를 가공하기 위해 Kalman Filter를 사용 중에 있어서 다양한 접근 방법을 다루는 Kalman Filtering 세션에 참가하여 현재 연구 동향을 공부하였다.

세션의 The Weighted Kalman Filter 내용에서 모델 기반의 계산에 가중치를 주는 WKF에 관하여 처음 접하였으며, 가우시안 함수를 사용하여 현재 모델의 정확도를 올리는 방법에 대해 학습하였다.

- **7/14 (금) : Experimental Validation of Collision Avoidance Method Using Real-Time Model Predictive Control 주제로 발표 진행 (Automotive System Ⅱ 세션 참가)**

Automotive System Ⅱ세션에 참가하여 Experimental Validation of Collision Avoidance Method Using Real-Time Model Predictive Control를 주제로 연구실에서의 연구 성과를 발표하였다. 연구 성과에 관한 많은 질문들을 받았고, 현재 사용하는 NMPC 이외에도 MPC를 사용해도 괜찮았을 거 같다는 질문에 다음 연구 방향의 관점에 대해 공부하였다.

<Optimal Control 세션 참가>



<Kalman Filtering 세션 참가>

<Automotive System Ⅱ 발표>

4. 해외연수 참가 소감 및 BK21사업에 활용계획방안 * 출장 소감, 연구, 사업 운영 등 BK21사업에 도움이 될만한 아이디어 * 기타 건의 사항 등 자유롭게 기재
BK21 사업을 통해 해외 학술대회 연수에 참가하여 같은 분야를 연구하는 다양한 사람들과 이야기를 나누고, 세미나를 듣는 과정에서 제어에 관한 견문과 많은 접근법에 대한 학습 기회가 되어 아주 유익하였습니다. 연구 내용을 PPT로 정리하여 영어로 발표하는 경험을 통해 본인의 연구를 정리하면서, 다른 사람들에게 본인의 연구를 소개할 수 있다는 좋은 경험을 할 수 있었고, 청중의 입장에서 생각하면서 자료를 정리하니 연구를 진행하면서 고려했던 다른 접근법에 대해서도 다시 생각해 볼 수 있는 기회였습니다. 세미나에서 들었던 많은 연구에 관한 접근 방법을 가지고 NMPC 연구 방향을 수정하여 졸업 논문에 적용할 예정이며, NMPC에서 사용하는 Cost Function과 Real Time에서 데이터 출력에 관한 부분이 도움이 많이 되었습니다. 연구실에서만으로는 얻지 못했던 경험을 해외 학술 연수를 통해 쌓아 견문을 넓혀가면서, BK21 사업에서 지향하는 혁신 인재로 도약할 수 있는 밑거름이 되었다고 생각합니다.

*보고서는 가능한 자세히기록
*비행기내에서 숙박한 것은 숙박일수에 포함되지않음.
*반드시 해외연수종료후 30일이내에 제출해야함.

위와 같이 해외연수 결과보고서를 제출합니다.

2023년 7월 27일

신청인 : 김한솔 (인)

참여교수 : 강연식 (인)

자율주행 xEV혁신인재 교육연구단장 귀하

BrainKorea21 FOUR

Certificate of Attendance/Presentation

Issued by
Conference: IFAC World Congress 2023
Date: 9-14 July, 2023
Location: Pacific Convention Plaza Yokohama, Yokohama, Japan

Issued to
Attendee Name: Hansol Kim
Attendee Affiliation: Kookmin University
Date: 2023-07-25

This is to certify that Hansol Kim from Kookmin University attended the IFAC World Congress 2023 held in Yokohama, Japan during 9-14 July, 2023.

If you should need any further information, please contact the Registration Committee via email at the following email address: registration@ifac2023.org

Sincerely,

J. Imura

(Jun-ichi Imura)
(NOC Chair)
(IFAC 2023)

시점확인본 진본 2023/07/17 15:26:59 KST 정부시점확인센터

문서확인번호 : 1689-5752-1929-9495

정부24 gov.kr

출입국에 관한 사실증명
CERTIFICATE OF ENTRY & DEPARTURE

발급번호 (Serial No.)	CR-GN-23-498528	발급일 (Date of Issuance)	2023.07.17	쪽수 (Page Count)	1/1

대상자 (Person to whom the Certificate is issued)	성명 (Full Name) 김한솔	
	주민등록번호 (Resident Registration No.) / 생년월일 (Date of Birth) [redacted]	성별 (Sex) 남 (M)
	국적 (Nationality) KOREA	여권번호 (Passport No.) [redacted]

출입국 일자 (Date of Entry / Departure)	출국 (Departure)	입국 (Entry)	출국 (Departure)	입국 (Entry)
	2023.07.12	2023.07.15	이하빈칸(This space has been intentionally left blank.)	

조회기간 (Reference Period)	2023.07.11 부터 (from) 2023.07.16 까지 (to)		
용도(Purpose)	공공기관 제출 (To be submitted to a public agency)	신청인 (Name of Applicant)	김한솔

「출입국관리법」 제88조제1항에 따라 위의 사실을 증명합니다.

I hereby certify that the above information is true accordance with paragraph 1, Article 88 of the Immigration Act of the Republic of Korea.

발급일 (Date of Issuance) 2023 년 (Year) 07 월 (Month) 17 일 (Day)

발급 담당자 (Officer in Charge) 전화번호 (Phone No.)

서울출입국·외국인청장 서울출입국외국인청장의인

Chief of SEOUL IMMIGRATION OFFICE

◆ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 정부24(gov.kr)의 인터넷발급문서진위확인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일까지) 또한 문서 하단의 바코드로도 진위확인(정부24 앱 또는 스캐너용 문서확인 프로그램)을 하실 수 있습니다.

[redacted] [redacted] [redacted]

SICE
The Society of Instrument and Control Engineers

HITACHI
Inspire the Next

azbil

Fujita Corporation

KUMAGAI GUMI
Insight, Onsite, Farsight

MathWorks

YOKOGAWA

YOKOGAWA
Yokogawa Digital Corporation

ELSEVIER

CYBERNET SYSTEMS CO., LTD.

FANUC

IHI
Realize your dreams

Kawasaki
Powering your potential

Ritecs

TOSHIBA

AISIN

Fuji Electric

HONDA
The Power of Dreams

SUMITOMO CHEMICAL

IFAC 2023
YOKOHAMA

Hansol Kim

Kookmin University

Korea, South

158141

WR,FR