



# 제5회 산업융합 비즈니스모델 논문 공모전

(제조서비스 융합 활성화 방안 연구논문 공모전)

좌장 : 이정훈(연세대학교)





장려상 수상논문 발표 I



# 자율무기체계(AWS)의 자율 수준에 대한 윤리적 관점의 평가 필요성에 대한 연구

2017.05.08

정보보호학과 박사과정 주문호

## Contents

- I. 서 론
- II. 로봇 자율성 개념의 출현과 자율무기체계
- III. 기존 자율 수준 평가 체계 분석
- IV. 로봇 윤리에 대한 논의 검토와 자율무기체계에의 적용
- V. 윤리 관점의 자율 수준 평가 요소 도출
- VI. 결 론

## I. 서론 연구의 배경

### ● 제4차 산업혁명 시대의 도래

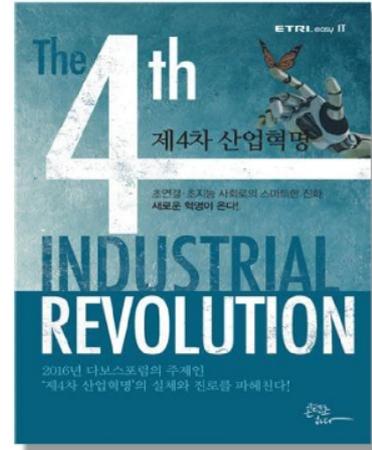
- 초연결사회 + 기술 융합의 시대
- 빅데이터, 로봇공학, 인공지능, 클라우드 등

### ● 인공지능(AI) 기술의 발전과 인간 대체의 시작

- 인공지능 관련 기술의 급속한 발전에 따라, 다양한 분야에서 인간의 역할 대체 시도
- 특히, 국방 분야에서의 정치적·경제적 효용성으로 인해 무기체계에 인공지능 도입 추진

### ● 인공지능 로봇으로 인한 위험성 증가와 윤리적 관점의 논의 필요성 대두

- 인공지능으로 인해 자율성을 갖춘 로봇이 '인간을 살상'할 가능성이 생김
- 이로 인해, 기존 연구 방향의 전환과 윤리적 관점의 논의와 연구가 필요



- 3 -

## I. 서론 연구의 목적

국방 분야 특성을 반영한  
기존 자율무기평가 체계의  
혁신적 전환 필요성

자율무기체계의 자율 수준에 대한  
윤리적 관점의 평가 필요성 연구

로봇의 인간 공격  
가능성으로 인한  
윤리적 관점의 논의 필요성

### 윤리 관점의 자율 수준 평가 요소 도출 및 정책적 제언

- 윤리적 관점에서 자율무기체계의 자율수준 평가 기준이 될 수 있는 요소 도출
- 향후 자율무기체계 도입에 대한 윤리적 연구의 방향성에 대한 제언

- 4 -

## II. 로봇 자율성 개념의 출현과 자율무기체계 로봇 자율성?

### ● 자율성의 정의

- 타인으로부터 방해 받지 않고 자기 스스로 자신의 목적을 설정하고 실현시킬 수 있는 상태 (I.Berlin, 1995)

### ● 로봇 자율성의 출현

- 딥러닝 기술의 비약적인 발전으로, 인공지능은 엄청난 양의 빅데이터를 통해 학습하고 미래의 복잡한 의사결정을 자동화하여 충분히 합리적인 결정을 내릴 수 있는 수준으로 발전
- 로봇은 인공지능을 탑재함으로써 지능 정보를 수령하여 분석·판단하고 필요한 조치를 취할 수 있는 존재인 “자율형 로봇”으로 거듭남 (이중기, 2016)

### ● 무기체계+인공지능(AI)+로봇 자율성 = 자율무기체계

- 자율무기체계 ( Autonomous Weapon System ; AWS )
  - ✓ 일단 활성화되면, 조작자가 더 이상 개입하지 않고 목표물을 선택하여 치명적인 무력 사용까지 관여할 수 있는 무기시스템 (US DoD, 2012a)

- 5 -

## II. 로봇 자율성 개념의 출현과 자율무기체계 국방 분야에서의 자율무기체계의 효용성

### ● 1. 국방비의 절감

- 적은 비용으로 어렵거나 불가능한 미션을 신속하게 수행할 수 있음
- 군의 유지비용 절감
  - ✓ 로봇 1구의 유지비 <<< 군인 1인의 유지비
  - ✓ 실제로 현재 운용되고 있는 국방 무인 로봇들은 상당한 비용 절감 효과를 입증 (Aleš Olejníček, 2016)
- 수많은 데이터를 스스로 학습하고 능력을 개발하기 때문에, 수 십 년간의 교육비용과 유지비용을 투자하여야만 키워낼 수 있는 노련한 장군을 즉시 대체할 수 있음
- 미국, 영국, 러시아, 중국 등 40여개 국가들은 이미 인공지능을 이용하여 자율적으로 전투를 수행하는 차세대 전투 로봇 개발 경쟁을 하고 있는 중(Daniel McGlynn, 2015)

- 6 -

## II. 로봇 자율성 개념의 출현과 자율무기체계 국방 분야에서의 자율무기체계의 효용성

### ● 2. 군인 생명 희생 감소

- 인간 군인들을 희생시키지 않고서도 소기의 전투 목적 달성이 가능하며, 인간 생명의 안전을 극대화 할 수 있음 (Altmann, Jürgen, 2009)
- 병사들의 사망 숫자를 크게 감소시킬 수 있기에 군 지휘부와 국가의 정치적 부담을 덜어줌

### ● 3. 임무 수행 능력의 탁월성

- 원격통제가 제한되거나 통제 범위 바깥에 있는 환경에서도 작전 수행 가능(US DoD, 2012b)
- 같은 상황에서 인간보다 침착하고 더욱 빠른 반응 속도를 지닐 수 있음 (Evan Wallach&Erik Thomas, 2016)
- 위험한 전장 상황에서도 공포나 다른 감정의 영향으로 판단력을 상실하는 일이 없을 것 (Titus Hattan, 2015)

- 7 -

## II. 로봇 자율성 개념의 출현과 자율무기체계 자율무기체계 도입의 위험성

### ● 자율무기의 위험성에 대한 우려

- 아직 완벽한 형태의 자율무기체계는 등장하지 않았으며, 기술 개발의 역사도 짧기에 향후 기술 발전에 따른 위험성을 미리 예측하기는 쉽지 않음 (Report of the Special Rapporteur on Extrajudicial, 2013)
- 자율무기체계는 무력 사용의 한계점을 낮춤으로써 전보다 갈등을 더욱 쉽게 일으키게 될 가능성이 있음 (ICRC, 2014)
- 만에 하나 생길 수 있는 자율무기의 오작동이나 오판에 의한 결정이 무고한 생명을 앗아가는 결과를 초래할 수도 있을 것
- 자율무기체계로 인해 수배로 강력해진 군사력이 AI 기술의 강대국들을 평화적 외교 방식이 아닌 군사적 해결 방식에 의존하도록 변모시킬 수도 있을 것
- 스티븐 호킹 박사, 테슬라의 창립자 엘론 머스크, 애플의 공동 창립자 스티브 워즈니악 등 1,800명이 넘는 인공지능 및 로봇틱스 전문가들도 자동화 공격 무기 개발 경쟁 및 전쟁이 일어나기 전에 이에 관한 연구를 규제해야 된다는 공개서한을 발표(The Guardian, 2015)
- UN도 제네바에서 개최된 2017 국제 재래무기 협약에서 해당 문제를 공식적으로 언급하기로 결정(recode, 2016)

- 8 -

## II. 로봇 자율성 개념의 출현과 자율무기체계 자율 수준 평가의 필요성

### ● 자율무기체계 도입의 불확실한 미래

- 자율무기체계는 전장에서 인간에게 이로움을 가져다 줄 수도, 해로움을 가져다 줄 수도 있음
- 장점의 극대화와 단점의 최소화 방안이 있을까?

### ● 자율 수준 평가의 필요성

- 고민의 출발점은 '인간이 가지고 있는 권한을 로봇에게 어느 수준까지 양도할 것인가' 임
- 이에 대한 판단 이전에 반드시 선행되어야 하는 것이 자율무기체계의 '자율 수준의 평가' 임

### ● 자율 수준 평가의 중요성

- 자율무기체계가 가지고 있는 자율 수준을 파악하고 발전의 속도와 한계점이 예측되어야 그에 맞는 개발 정책과 관리 방안을 수립할 수 있을 것
- 이미 세계 주요국들은 자율 수준 평가기준을 마련하고, 해당 기준에 따른 체계를 운영 중

- 9 -

## III. 기존 자율 수준 평가 체계 분석 국내 자율무기체계의 자율 수준 평가 체계

### ● 국방과학연구소 자율무인전투체계 자율 수준 평가 기준 (Agency for Defense Development, 2013)

자율수행 레벨	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8
	원격제어 (가시선)	원격제어 (비가시선)	경로주행 (시설감지/경계)	기동원주행 (범무인 감시정확)	목표물수행 (무인 감시정확)	제한속도 자율주행 (장전무로봇)	고속자율주행 (중전무로봇)	협동자율주행 (다목적 화력로봇)
자율단계	원격제어	반자율단계		자율단계		협력단계		
인식수준	운영자 인식 및 판단	성지/이동 장애물 판단 + 운영자가 인식 지원		지형/장애물 인식 + 운영 자 판단 지원		환경인식 + 지출판단		

- 10 -

### Ⅲ. 기존 자율 수준 평가 체계 분석 주요국 자율무기체계의 자율 수준 평가 체계

#### ● 주요국 국방로봇의 자율수준 평가체계 현황 (2002~2009)

연도	연구자/연구기관	평가 대상	자율 수준 평가 기준
2002	U.S. Air Force Research Laboratory	무인항공기	• 임무 별 기능 수행 수준
2005	Agency for Defense Development	무인 경전투차량	• 이동성 • 대표 기능 • 인간과의 유사도
2005	Autonomy Levels For Unmanned Systems(ALFUS)	무인차량	• 환경장애 정도 • 인간 개입 정도 • 임무 복잡성
2007	Gancet and Lacroix	무인체계	• 의사결정 장소
2007	Cleary et al	무인항공기	• 이동 통제 • 임무 계획 • 상황 인식
2007	U.S. Department of Defense	무인체계	• 이동성 • 인간 협업
2007	Defense Evaluation Research Agency(DERA)	무인항공기	• 파일럿의 조정권한 • 임무 세어 능력
2009	Young et al	무인항공기	• 인간의 개입 정도

- 11 -

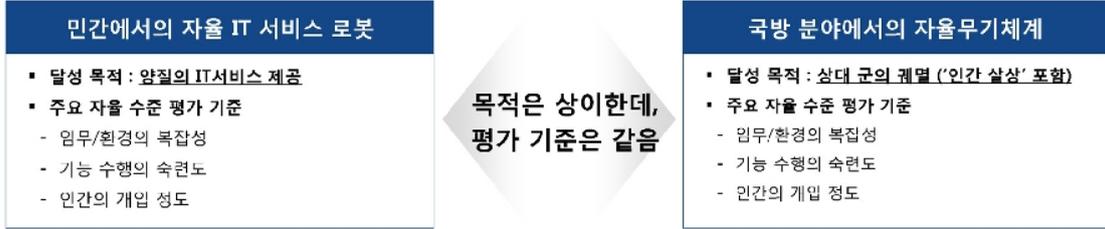
### Ⅲ. 기존 자율 수준 평가 체계 분석 주요국 자율무기체계의 자율 수준 평가 체계

#### ● 주요국 국방로봇의 자율수준 평가체계 현황 (2011~2016)

연도	연구자/연구기관	평가 대상	자율 수준 평가 기준
2011	U.S. Department of Defense	무인체계	• 인간통제 / 상호작용
2012	Cobweb	무인체계	• 의사결정 • 인지 / 협동 • 상호작용 / 네비게이션
2012	Wang and Liu	무인체계	• 핵심기술의 기술 성숙도
2012	Li and Wang	단일 무인체계	• 인간과의 상호작용 • 상황인식 / 환경적응 • 의사결정
2012	ADD Knowledge Transfer Network	무인체계	• 인간의 개입 정도
2014	Pouly et al	우주시스템	• 계획 전송 / 임무 데이터 수정 • 예상 획득 용량 • 지상 획득계획 취소 • 획득계획 수립
2016	Laeun Kwon(ADD)	무인해양체계	• 의사결정 • 임무복잡성 / 환경인식 • 운용환경 복잡성

- 12 -

### Ⅲ. 기존 자율 수준 평가 체계 분석 기존 자율 수준 평가 체계의 문제점



#### ● 국방 분야의 특수성을 반영하지 못한 자율 수준 평가 기준

- 민간에서의 자율 IT 서비스 로봇과 국방 분야의 자율무기체계는 존재 목적 자체가 다름
- 자율무기체계는 인간 살상의 결정을 포함하는 체계이기에 국방 분야의 특수성 반영이 필요
- 반드시 '윤리' 관점의 평가 요소가 도입되어야 함

### Ⅲ. 기존 자율 수준 평가 체계 분석 윤리적 평가 기준 마련의 필요성

#### ● 윤리적 관점에서의 '자율성'의 정의

- 감각적 욕구나 이해관계에 좌지우지되지 않고 자기 스스로 도덕 원칙을 수립하고 따를 수 있는 능력, 즉 도덕적 자유를 의미 (I. Kant, 1785)

#### ● 자율무기체계에 대한 윤리적 문제의 우려와 관련 연구의 필요성

- 자율무기체계가 출현하면서 자율무기의 위법적이며 비도덕적인 행동이 큰 문제를 초래할 것 (Doare, R., Danet, D., Hanon, J-P, & Boisbissel, 2009)
- 자율무기체계의 자율적 행동에 대한 윤리적 통제에 대한 논의가 전 세계적으로도 상당히 부족한 실정 (P.W. Singer, 2011)
- 한국 군의 경우에도 자율무기체계의 자율성과 연관된 윤리적 문제에 대한 논의가 부족하고 이에 대한 통제기준의 작성 연구도 착수되고 있지 않은 상태 (Kim Min-Hyuk, 2016)
- 자율무기체계의 도입의 원천 반대 입장이든, 올바른 활용과 관리로 인해 인간의 희생을 최소화시킬 수 있다는 입장이든, 자율무기체계의 자율 수준이 어느 정도까지 와있는지에 대한 파악이 선행되어야 자율무기체계의 개발 허용 수준을 정하고 그에 따른 규제 정책을 수립할 수 있음

## IV. 로봇 윤리에 대한 논의 검토와 자율무기체계에서의 적용 아시모프 “로봇 3원칙” (1942)

### ● 아시모프의 로봇 3원칙

- 원칙 ① 로봇은 인간을 해쳐서도, 인간이 해를 입도록 방지해서도 안 된다.
- 원칙 ② 로봇은 첫 번째 법칙과 상충하지 않는 한 인간의 명령에 복종해야 한다.
- 원칙 ③ 로봇은 첫 번째 법칙이나 두 번째 법칙과 상충하지 않는 한 스스로의 존재를 보호해야 한다.

### ● 자율무기체계에서의 적용

- 원칙 ①을 포괄적인 의미로 받아드린다면, 인간을 살상하거나 해를 가할 수 있는 자율무기는 전면 금지해야 한다고 주장할 수 있을 것임
- 그러나 국가 안보에 해당되는 경우를 예외로 생각한다면, 자율무기의 사용으로 인해 군과 관련 없는 무고한 민간인의 희생이 있어서는 안 된다고 해석할 수도 있음

- 15 -

## IV. 로봇 윤리에 대한 논의 검토와 자율무기체계에서의 적용 영국 EPSRC “로봇 공학자의 5가지 원칙” (2010)

### ● 영국 공학·물리학 연구협의회(EPSC)의 로봇 공학자의 5가지 원칙

- 원칙 ① 로봇은 다용도 도구이다.
- 원칙 ② 로봇이 아니라 인간이 책임의 주체이다.
- 원칙 ③ 로봇은 안전과 보안이 확실한 공정을 이용해 설계되어야 한다.
- 원칙 ④ 로봇은 인공물이며, 취약한 사용자를 기만하는 방법으로 설계되어서는 안 되고, 기계의 성격이 투명해야 한다.
- 원칙 ⑤ 로봇에 대한 법률적 책임이 누구한테 있는지 언제나 분명해야 한다.

### ● 자율무기체계에서의 적용

- 자율무기가 스스로의 판단 하에 결정을 내리고 그에 대해 공격 등의 행동을 개시하였을 경우, 그 행동에 대한 책임은 해당 로봇 자체가 아니라 로봇 제조자, 로봇 통솔자, 나아가 해당 로봇의 제조국에 귀속되어야 할 것 (원칙②,⑤)
- 자율무기가 악용되지 않고 인간에게 이로운 방향으로 활용되기 위해서는 그 무기의 행동 속성을 명확히 알 수 있도록 투명하게 설계되어야 한다는 주장이 있을 수 있음 (원칙④).

- 16 -

## IV. 로봇 윤리에 대한 논의 검토와 자율무기체계에의 적용 EU “로봇 규제 가이드라인” (2014)

### ● EU의 로봇 규제 가이드라인 (Guidelines on Regulating Robotics)

- 해당 가이드라인은 주로 건강과 안전, 소비자 및 환경, 법적 책임, 지식재산권, 프라이버시와 데이터 보호, 로봇의 법적 인격 부여 등의 이슈를 다루고 있음
- 이 중 특히 법적 책임에 관한 부분에서 **로봇의 과실이 발생할 시 전통적 책임 원칙 위에서 제조자, 소유자, 사용자 및 제3자 등의 주체에 어떻게 책임을 귀속할지에 대한 문제를 강조**

### ● 자율무기체계에의 적용

- 가이드라인 내에서의 과실 책임 귀속의 문제는 자율무기체계의 운용 하에서 윤리적 가치와 상충되는 문제 상황이 발생할 시 책임 분배 문제에 대한 심화된 논의로 연결될 수 있을 것임

- 17 -

## IV. 로봇 윤리에 대한 논의 검토와 자율무기체계에의 적용 IEEE “인공지능 설계 가이드라인” (2016)

### ● IEEE의 인공지능 설계 가이드라인 (Ethically Aligned Design)

- 해당 가이드라인은 인공지능 윤리와 관련한 주요 이슈로 인권(Human Rights), 책임 (Responsibility), 투명성(Transparency), 교육(Education)을 제시
- 책임과 관련한 이슈에서는, 인공지능의 프로그래밍과 출력물이 일반 대중에게 쉽게 인식되기 어렵고, **인공지능으로 인해 법적 문제가 발생했을 시 일반 대중의 혼란이나 두려움을 최소화 시킬 수 있도록 프로그램 수준의 책임성이 확보되어야 한다고 말하고 있음**
- 투명성과 관련하여서는, 인공지능은 이전 세대의 기술보다 훨씬 복잡하고 영향력 있는 작업을 수행하기 때문에 시스템이 야기할 수 있는 잠재적 위험 수준이 높고 이 때문에 시스템이 특정 결정을 내린 방법이나 이유를 발견할 수 있어야 한다는 점을 지적

### ● 자율무기체계에의 적용

- 가이드라인에서 언급되고 있는 책임과 투명성에 대한 내용은 자율무기체계의 위험에 대한 관리 및 규제와 관련하여 동일한 문제의식이 도출될 것이라 생각됨

- 18 -

## IV. 로봇 윤리에 대한 논의 검토와 자율무기체계에의 적용 아실로마 인공지능 23원칙 (2017)

### ● 인공지능 연구자 및 학자들이 미국 캘리포니아 주, 아실로마에서 발표한 '아실로마 인공지능 23 원칙' 중 자율무기체계 관련 원칙

- 원칙 ⑦ 오류 투명성 (Failure Transparency)
  - AI 시스템이 해를 입히는 경우 그 원인을 확인할 수 있어야 한다.
- 원칙 ⑧ 사법 투명성 (Judicial Transparency)
  - 사법 결정에 있어 자동화된 시스템이 개입할 경우, 권한 있는 기관이 감사할 수 있는 충분한 설명을 제공해야 한다.
- 원칙 ⑨ 책임성 (Responsibility)
  - 고급 AI시스템의 설계자와 제조자는 그것의 사용, 오용 및 행위의 도덕적 함의에 책임을 가지는 이해관계자이다.

- 19 -

## IV. 로봇 윤리에 대한 논의 검토와 자율무기체계에의 적용 국제 인도법 ( 제네바 협정 추가 의정서 I )

### ● 국제 인도법 중 '1977년 국제적 무력충돌의 희생자 보호에 대한 제네바 협정의 추가 의정서 I'

- 추가의정서 I 제36조
  - 신무기, 전투수단 또는 방법의 연구·개발·획득 및 채택에 있어서 계약당사국은 동 무기 및 전투수단의 사용이 본 의정서 및 계약당사국에 적용 가능한 국제법의 다른 규칙에 의하여 금지되는지의 여부를 결정할 의무가 있다.
- 추가의정서 I 제51조 1항
  - 민간주민 및 민간개인은 군사작전으로부터 발생하는 위험으로부터 일반적 보호를 향유한다.
- 추가의정서 I 제51조 4항
  - 무차별 공격은 금지된다. 무차별공격이라 함은 군사목표물과 민간인 또는 민간물자를 무차별적으로 타격하는 성질을 갖는 것을 말한다.

- 20 -

## V. 윤리 관점의 자율 수준 평가 요소 도출

### 1. 구별성 ( Discriminability )

#### ● 구별성 (Discriminability)

- 자율무기체계의 자율 운용에 있어 '구별성'이란 군사적 목표물과 민간 목표물을 구별할 수 있는 능력을 의미함
- 자율무기가 궁극적으로 전장에서 활용되기 위해서는 국제법에 적합한 형태로 만들어져야 할 것이고, 국제인도법 상 가장 중요한 원칙 중 하나인 '구별성의 원칙'을 준수하여야 함
- 자율무기가 적군과 민간인을 명확히 구별할 수 있는 능력을 가지고 있어야 군의 목적에 부합하는 미션을 수행할 수 있고, 전쟁과 관련 없는 민간인의 희생을 최소화시킬 수 있음
- 나아가, 적군과 아군을 구별할 수 있는 구별성의 수준을 지켜야 자율무기체계의 자율성의 최고 수준인 아군과의 협동 작전이 가능할 것임

- 21 -

## V. 윤리 관점의 자율 수준 평가 요소 도출

### 2. 책무성 ( Responsibility )

#### ● 책무성 (Responsibility)

- 자율무기체계에 있어 책무성이란 자율무기가 오작동, 오판을 했을 시 그에 대한 책임 귀책을 명확화 해야 한다는 것을 뜻함
- 모든 결정에는 책임이 따르며 이것은 자율성을 가진 로봇의 결정이더라도 마찬가지임
- 그 책임의 주체가 로봇이 되어야 할지, 로봇을 만든 제조자가 되어야 할지 혹은 그 외의 누군가가 되어야 할지는 아직 논의 중인 사안임
- 하지만, 향후 자율무기체계의 운용에 있어 어떠한 문제가 발생할 시 그 책임이 법률적으로 누구에게 있는지를 분명히 하여야 문제의 해결이 가능함

- 22 -

## V. 윤리 관점의 자율 수준 평가 요소 도출

### 3. 투명성 ( Transparency )

#### ● 투명성 (Transparency)

- 자율무기체계에 있어 투명성이란 행동을 결정하는 과정을 논리적이고 이성적으로 타당하도록 설계하여 그 과정의 당위성을 확보하도록 하는 것을 뜻함
- 자율무기의 판단이 잘못되었을 경우 그 원인을 확인할 수 있어야 이로 인한 문제를 바로잡을 수 있고, 그 문제에 대한 사법 결정 등의 책임을 물을 수 있을 것임
- 이를 설명 가능한 인공지능(Explainable Artificial Intelligence)라고 정의하기도 함
- 인공지능 분야에서 기계학습, 특히 딥러닝 기술의 특성상 어떤 과정에 의해 판단을 내렸는지를 명확히 알아내는 것은 기술적으로 쉽지 않은 사안
- 그러나, 자율무기체계의 투명성이 확보되지 못한다면 실수로 민간인을 타격하는 등 윤리적 문제가 발생했을 시에도 문제의 발생 원인을 알아낼 수 없고, 이러한 원인 파악이 불가하다면 이에 따른 책임 또한 귀속시킬 수 없기에, 윤리적 관점의 문제 판단과 해결을 위한 모든 기반 요소가 무너질 수밖에 없을 것임

- 23 -

## V. 윤리 관점의 자율 수준 평가 요소 도출

### 윤리 관점의 자율무기체계 자율 수준 평가 요소 도출 근거

구분	아시모프, "로봇 3원칙" (1942)	영국 EPSRC, "로봇공학자 5가지 원칙" (2010)	EU, "로봇 규제 가이드라인" (2014)	IEEE, "Ethically Aligned Design" (2016)	"아실로마 인공지능 23원칙" (2017)	국제인도법
구별성 (Discriminability)	원칙 ① 로봇은 인간을 해쳐서도, 인간이 해를 입도록 방치 해서도 안 된다.	-	-	-	-	- 후기개정서 I 제51조 1호 : 민간주민 및 민간기관은 군사작 전으로부터 탈락하는 무력으로무 터 일반적 보호를 향유한다. 후기개정서 I 제51조 4항 : 무차별 공격은 금지된다. 무차별 공격이라 함은 군사목표물과 민간 인 또는 민간물자를 두자별적으로 타격하는 성질을 갖는 것을 말한다.
책임성 (Responsibility)	-	원칙 ② 로봇이 아니라 인간이 책 임의 주체이다. 원칙 ③ 로봇에 대한 법률적 책임 이 누구한테 있는지 먼저 - 분명해 야 한다.	법적 책임에 관한 부분에서 도국 의 과실이 발생할 시 전통적 책 임 원칙 위에서 제조자, 소유자, 사용자 및 제3자 등의 위치에 여 해가 책임을 귀속받지에 대한 문 제를 검토	Principle 2 - Responsibility	원칙 ② Responsibility : 고급 AI시스템의 설계자와 제조자는 그들의 사용, 오용 및 편향의 도덕적 함의에 책임을 가지는 비파생적이어야 한다.	-
투명성 (Transparency)	-	원칙 ④ 로봇은 인공지능이, 적 한 사용자를 기만하는 방법으로 신 계되어서는 안 되고, 기계의 성격 이 투명해야 한다.	-	Principle 3 - Transparency	원칙 ③ Failure Transparency : AI 시스템이 해를 입는 경우 그 원인을 확인할 수 있어야 한다. 원칙 ④ Judicial Transparency : 사실 결정에 있어 자동화된 시스템이 가인할 경우, 권한 있는 기관이 심사할 수 있는 충분한 설명을 제공해야 한다.	-

- 24 -

## VI. 결론 결론 및 제언

### ● 자율무기체계 평가에 대한 윤리적 관점의 연구 필요성

- 세계 강대국들이 자율무기체계의 실질적 운용을 위한 개발에 본격적으로 착수하고 있는 현대 사회는 보다 현실적이고 구체적인 수준의 로봇 윤리 규범 정립을 위한 논의가 절실히 필요한 시점
- 인간은 윤리에 관한 최고 수준의 법적-전문가적 기준을 충족시키는 인간-로봇 작업체계 없이 로봇을 작업에 배치해서는 안 될 것임 (Roblin R.Murphy & Daid D.Woods, 2009)

### ● 국방 분야의 특성을 반영한 자율무기체계 개발 계획 필요

- 자율무기의 기능 도출, 로봇 윤리 규범 개발, 전쟁법 준수를 위한 국제법 파악, 기술 변화에 따른 사회적 요구 사항 반영 등을 군 내부의 역량만으로 모두 수행하여 자율무기체계의 소요-기획-개발-획득 단계를 진행하는 것은 현실적으로 한계가 있을 것으로 예상됨
- 이를 극복하기 위하여 산·학·연·군의 로봇 윤리 규범 공동 연구를 추진하고, 국방 로봇의 소요 단계부터 민간 전문가 집단의 참여가 이루어져야 함

## 부록. 참고문헌

- ❖ [1] Agency for Defense Development, "Introduction of Ground Unmanned System and Development Direction." Army Infantry School Seminar, 2013
- ❖ [2] Aleš Olejníček, "Introduction to the Economic Theory of Military Robotics", *Forum Scientiae Oeconomia*, Volume 4. Special Issue No.1, 2016
- ❖ [3] Altmann, Jürgen, Preventive Arms Control for Uninhabited Military Vehicles, Rafael Capurro and Michael Nagenborg, *Ethics and Robotics*, Heidelberg; Akademishce Verlagsgesellschaft AKA, 2009.
- ❖ [4] Byun Sun-Yon & Song Sun-Young, "A Study of the Theoretical Foundation of Roboethics", *Korea Ethics Education Research*, Vol. 2012. No.2, 2012
- ❖ [5] C. Heyns, *Report of the Special Rapporteur on extrajudicial, summary or arbitrary executions, Christof Heyns*. UN General Assembly, A/HRC/23/47, 2013
- ❖ [6] Daniel McGlynn, *Robotic Warfare : Should autonomous military weapons be banned?*, *CQ Researcher*, Volume 25. Issue 4, 2015
- ❖ [7] Defense Acquisition Program Administration, "Revision of Law / System for Defense Robot Operation and Study on Certification System", 2016
- ❖ [8] Defense Agency for Technology and Quality, "Defense Science & Technology Level Assessment by Country", 2015
- ❖ [9] Doare, R., Danet, D., Hanon, J-P, & Boisbissel, "Robots on the Battlefield". *Combat Studies Institute Press, US Army Combined Arms Center*, 2009
- ❖ [10] EPSRC(Engineering and Physical Sciences Research Council), "Principles of robotics", 2010

## 부록.

### 참고문헌

- ❖ [11] E. Wallach & E. Thomas, The Economic Calculus of Fielding Autonomous Fighting Vehicles Compliant with the Laws of Armed Conflict, *Yale Journal of Law and Technology*, Volume 18. Issue 1, 2016
- ❖ [12] Financial News, “AI robot is electronic human’, EU grant legal status”, 2017.01.13
- ❖ [13] Future of Life Institute, “Asilomar AI Principles”, 2017 Asilomar Conference, 2017
- ❖ [14] Isaac Asimov, “Runaround”, *Amazing Science Fiction*, 1942
- ❖ [15] ICRC, Autonomous weapon system : Technical, Military, Legal and Humanitarian Aspects, Expert Meeting, Geneva, Switzerland, 2014
- ❖ [16] IEEE, “Ethically Aligned Design : A Vision for Prioritizing Human Wellbeing with Artificial Intelligence and Autonomous System”, The IEEE Global Initiative for Ethical Considerations in Artificial Intelligence and Autonomous Systems, 2016
- ❖ [17] I. Berlin, Zwei Freiheitsbegriffe, *Freiheit*, Frankfurt, 1995, 197-256
- ❖ [18] I. Kant, *Grundlegung zur Metaphysik der Sitten, Akademie-Ausgabe IV*, 1785
- ❖ [19] Kim Min-Hyuk, “Development Direction of Autonomy of Unmanned Ground Systems to Advance Combat Effectiveness”, *The Quarterly journal of defense policy studies*, Vol. 32. issue. 4, 2016
- ❖ [20] Lee Choong Kee, How to Treat A Robot with Artificial Intelligence, *Hongik Law Review*, Vol. 17, No.3, 2016, 1-27.
- ❖ [21] Lyou Byung-Woon, Legality of Autonomous Weapons such as Drone and Robot under International Law, *Hongik Law Review*, Vol. 17, No.2, 2016, 61-80.)

## 부록.

### 참고문헌

- ❖ [22] Rebecca Crootof, The Killer Robots Are Here: Legal and Policy Implications, 36 *Cardozo L. Rev.* 1837, 2015.
- ❖ [23] recode, “The UN has decided to tackle the issue of killer robots in 2017”, Dec 16, 2016
- ❖ [24] P.W. Singer, “Wired for War : The Robotics Revolution and Conflict in the 21<sup>st</sup> Century”, *The Penguin Press*, 2009
- ❖ [25] Report of the Special Rapporteur on Extrajudicial, Summary or Arbitrary Executions, Human Rights Council, U.N. Doc. A/HRC/23/47, 2013
- ❖ [26] Roblin R.Murphy&Daid D.Woods, “Beyond Asimov: The Three Laws of Responsible Robotics”, *IEEE Intelligent System*, 2009
- ❖ [27] silicon, “AI and Cyber Attacks Will Be Put To The Test By Royal Navy’s Information Warrior 17 Exercise”, 2017.02.20.
- ❖ [28] TECH M, “Artificial intelligence ethics guidelines come out”, 2017.04.13.
- ❖ [29] Titus Hattan, Lethal Autonomous Robots: Are They Legal under International Human Rights and Humanitarian Law?, *Nebraska Law Review*, Volume 93. Issue 4. Article 7, 2015
- ❖ [30] The Guardian, “Musk, Wozniak, Hawking urge ban on warfare AI and autonomous weapons”, July 27, 2015
- ❖ [31] US Department of Defense, *Autonomy in Weapon Systems, Directive 3000.09*, 2012a
- ❖ [32] US Department of Defense, Task Force Report: The Role of Autonomy in DoD Systems, 2012b
- ❖ [33] UN, “Guidelines on Regulating Robotics”, Project of Regulating Emerging Robotic Technologies in Europe: Robotics facing Law and Ethics, 2014



장려상 수상논문 발표 II

# 금형 제품 품질 향상을 위한 스마트팩토리 표준 및 정보시스템 구조 설계 제안 연구

아주대학교 김 윤경, 여 인웅, 박 범



IT서비스학회

## CONTENTS

- I. 연구배경
- II. 연구방법
- III. 연구결과
- IV. 결론

## 1. 연구배경

## 4차산업혁명 중심인 스마트팩토리

- 미국, 독일 등 선진국에서는 4차 산업혁명인 스마트팩토리 도입을 통한 제조업 경쟁력 강화
- 정부에서는 2025년까지 30,000개 스마트팩토리를 도입할 예정



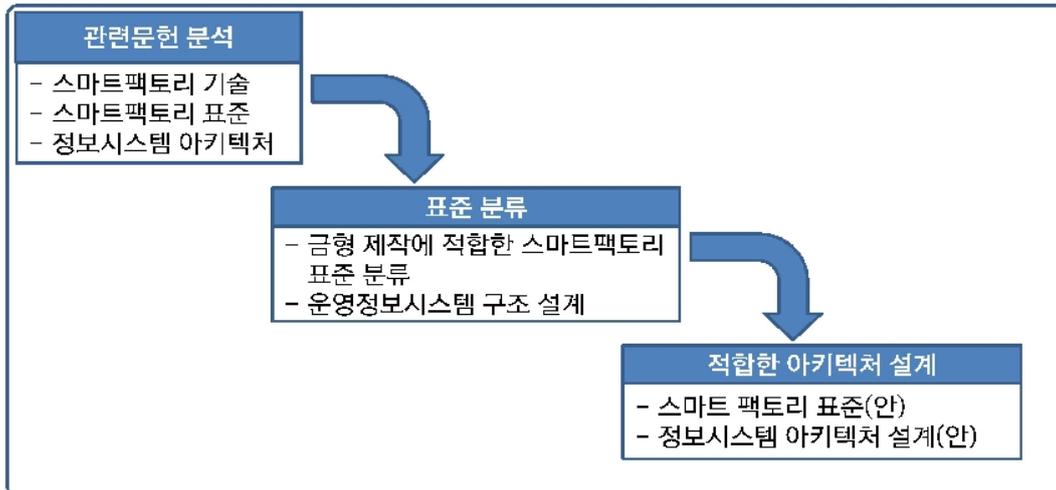
## 1. 연구배경

## 연구주제

- 중소기업에 적합한 스마트팩토리 중 금형 제품 품질 강화 위한 기술 표준(안)?
- ICT와 절삭 장비가 융합할 수 있는 정보시스템 구조 설계(안)?
- 금형 제작 장치에 대한 기술 적용 방안은?

II. 연구방법

연구개요



II. 연구방법

관련 연구

- **스마트공장지원사업가이드북(2017)**  
 [ 스마트팩토리 도입 현황 및 정보 지원 사업 설명  
 2016년 12월말 기준 2800여개 도입(정부지원) ]
- **스마트팩토리디바이스(Detlef Zuehlke, 2008)**  
 [ SmartFactory - from Vision to Reality in Factory Technologies.  
 스마트팩토리 금형 장비에 도입되는 디바이스에 대한 정의 및 표준 ]
- **스마트팩토리 표준(Deloitte operational excellence service, 2016)**  
 [ 유연 생산 체계를 구현하는 Smart Factory: 생산 전략의 효과적 운용 방안  
 스마트팩토리 필수적인 요소 및 유기적 결합 ]

II. 연구방법

관련 연구

- 제어기술 동향(Dae Ho Byun, 2016)  
[ Trend of Smart Factory and Model Factory Cases  
 스마트팩토리 기술 동향 및 모델 ]
- 스마트팩토리 디바이스(차석근, 2015)  
[ IoT/M2M를 적용한 스마트 팩토리 표준화 동향과 시스템 구조  
 스마트팩토리에 도입되는 정보시스템관련 표준 ]
- 금형제작장비 요소(박흥석, 2014)  
[ 3. 제조를 위한 인더스트리 4.0“ 인더스트리 4.0  
 금형 장비에 필요한 기술 ]

II. 연구방법

온라인광고 및 광고 메시지 관련 연구

내 용	반영
금형 장비에 포함된 디바이스에 대한 기술 및 표준 동향	자동 틀 교체, 틀 마모 검사, 제품 품질 검사
Control 기술 및 표준 동향	인지 기술 도입(장비, 주변환경), 제어기술
정보시스템 기술 및 표준 동향	고객, 경영자, 관리자 등과 소통, 정보시스템 보안 기술

기존장비

- 단일디바이스로 운영
- 장비설치주변에대한정보수집안됨
- 다른금형제작하기위해장비교체가어려움
- 제품품질개선어려움

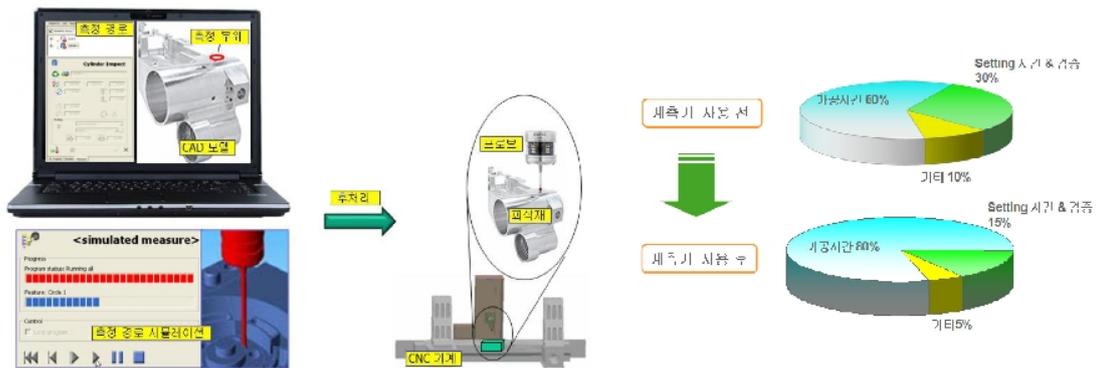


본 연구에서 제안하는 장비

- 여러디바이스장작가능
- 주변환경정보수집을 통한 운영시간확대
- 틀자동 교체기능 도입하여 다품종생산할 수 있는 체계 마련
- 금형제품 품질 개선

III. 연구결과

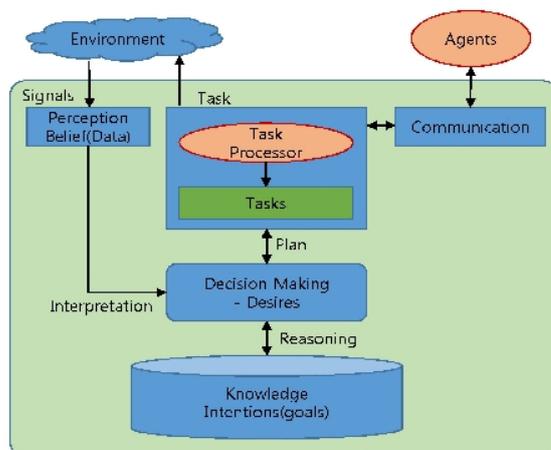
시뮬레이션 도입한 장비구조



III. 연구결과

제안하는 스마트팩토리

- 인지에이전트 기술 도입



Behaviors of Cognitive agent :

- Perception : Recognizing current states of the environment
- Autonomy : able to autonomous to achieve its goals without intervention of human or others
- Cooperation : communication with other agents to achieve global goals of the system
- Intelligence : Decision making based on collected Knowledge

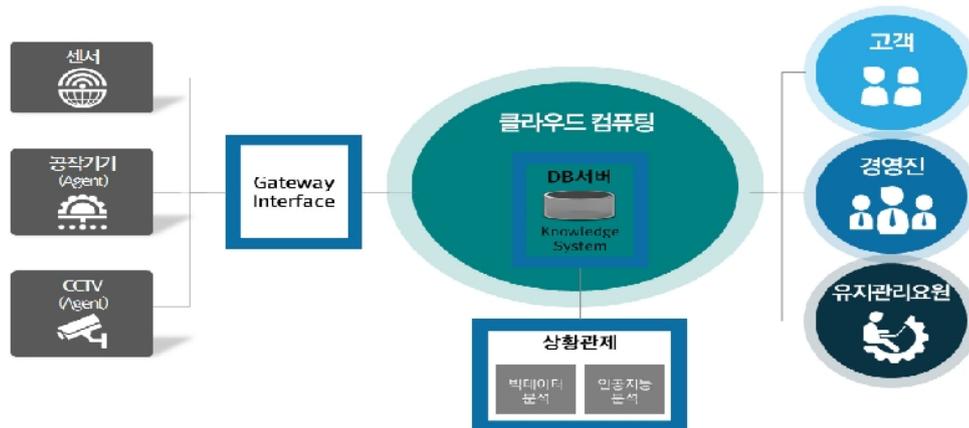
Characteristics of Cognitive agent :

- Cognitive agent has reasoning process with Belief, Desires and Intentions.
- Beliefs : Grasping the information of the current states of an agent's environment
- Desires : All the possible states of tasks that agent could carry out
- Intentions : The states of tasks that the agent has decided to work towards

III. 연구결과

제안하는 스마트팩토리

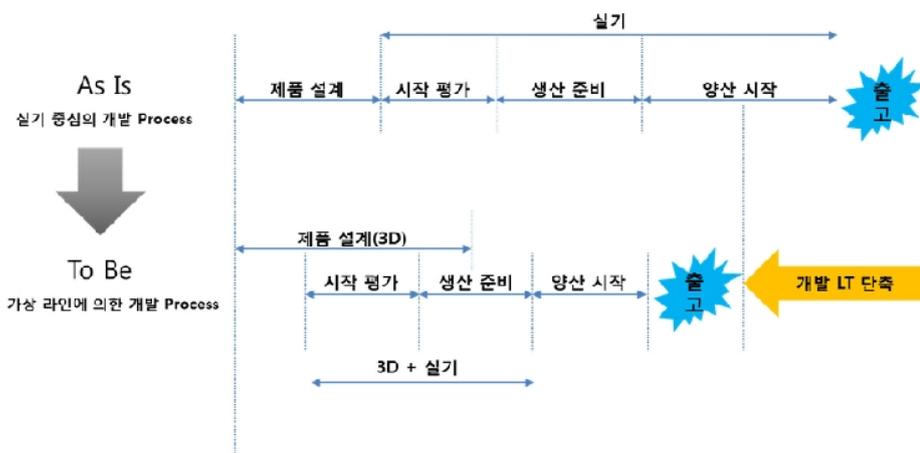
- 운영관리를 위한 정보시스템 구조 설계



IV. 결론

연구결론

- 시뮬레이션 기능을 도입 전후의 작업 시간에 대한 비교 결과는 다음과 같다.



#### IV. 결론

##### 연구한계 및 향후 활용 확대

- 특정사 제품을 대상으로 연구 실시로 인한 한계점 봉착
- 제품 품질, 자동 틀 교체, 틀 마모 및 파손 검사를 인지하고 제어할 수 있는 다양한 분야에 대한 연구 필요
- 절삭장비 제조사와 협력하여 다양한 인지 기능을 추가한 장비로 실제 운영에서 품질향상여부에 대한 연구 필요
- 공작기기 센서와 주변 환경 센싱 정보를 활용한 시알고리즘 개발 필요

경청해주셔서 감사합니다

Thank you for Listening!



장려상 수상논문 발표Ⅲ

# 머신러닝 기반 맞춤형 웰니스케어 예측모형 개발 [Development of customized wellness care prediction model based on machine-learning]

이상호, 송태민, 김애성, 최경식

2017. 5. 8.

## 1. 서론

### ❖ 연구배경 및 필요성

- 고령화 사회로의 진행에 대비한 웰니스케어 정책 및 수요 증가와 맞물려 성장 가능성이 높을 것으로 전망되며, 이에 따라 모바일, 원격 모니터링 진단기기(IoT 센서 디바이스) 서비스 등의 기술개발 및 제품 니즈 또한 증가 추세
  - ✓ 국가의 미래 신성장동력 기술/사업분야 중 하나로 의료기기가 선정되었고, 만성·퇴행성 질환의 증가로 의료비용이 급증, 의료재정 적자가 증가하고, 난치성 질환 치료에 한계가 있어서 진단/예방 시장 확대되고 유헬스 산업 활성화를 위한 법적 제도적 장치 마련 요구가 커지고 있음
  - ✓ 산업통상자원부는 국내 스마트 헬스케어(u-헬스) 시장이 연평균 12.5%로 성장하여 2014년 3조원 넘어설 것이라고 전망하고 있고, 특히, 일반인을 대상으로 하는 건강관리 중심의 u-웰니스(스마트 헬스케어)시장의 규모가 약 2조원으로 가장 큰 시장을 형성할 것이라고 추산
  - ✓ 국민의료비가 2008년 68조원(GDP 대비 6.2%)에서 2013년 102.9조원(GDP 대비 7.2%)으로 5년간 51% 급증
  - ✓ 원격 모니터링 서비스는 당뇨[1-5], 고혈압[6,7], 결핵[8], 천식[9], 대사증후군[10,11], 금연[12]을 위한 효과적인 수단으로 제공되며, u-Health 서비스를 통한 만성질환관리는 건강상태를 개선하고 의료비 지출을 낮추는데 유용함[13,14]

## 1. 서론

### ❖ 연구배경 및 필요성

- IoT기반 웰니스케어 서비스는 건강 상태에 대한 정보를 수집하고 이를 효율적으로 관리하여 개인 맞춤형 건강관리 및 의료서비스 제공 필요성 대두
  - ✓ 개인의 건강정보를 수집하는 기기, 헬스 앱 등 제품 공급자와 건강관리 및 의료 서비스 제공자가 개인건강정보를 효율적으로 관리할 수 있는 IoT기반 웰니스 플랫폼을 중심으로 웰니스 생태계 조성 필요 - 바쁜 직장인들의 생활여건 상 의료기관의 정기 방문 및 상담이 어려우므로, 일상 생활현장에서 접근이 용이한 자가 증제 관리 및 전문 관리 프로그램 필요성 대두
  - ✓ IT산업 발달과 비례적으로 의료기기 산업이 발전하여 IoT기반 웰니스 서비스의 도입이 가시화된 상황으로 온라인, 모바일 상으로 원격 모니터링이 가능해야 할 것으로 예측되며, 이를 활용할 수 있는 정보 제공이 우선적으로 필요하며, 고부가가치 창출 산업으로 향후 진단기기 산업구조에서도 IoT 기반 웰니스 서비스의 비중이 크게 높아질 것으로 전망

## 1. 서론

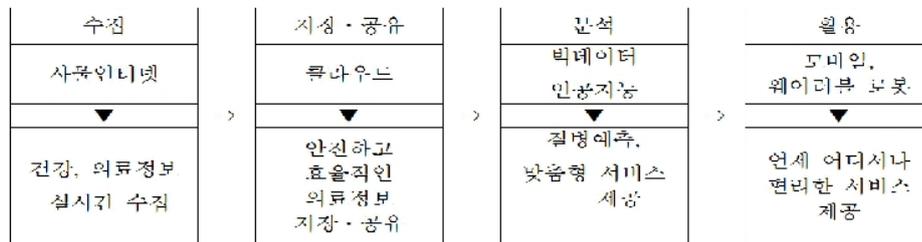
### ❖ 연구배경 및 필요성

- 건강관리서비스 중 생활습관 관리 및 체력관리는 현장 중심의 대면적 지도와 운동으로 진행되고 있으나, 웰니스 산업과 IoT 산업의 발달로 인하여 활동량계, 모바일, 웹 등 IoT와 웰니스가 결합된 서비스가 증가하고 있음
  - ✓ 웰니스는 신체적, 정신적인 건강상태를 포함해 사회적, 정서적, 지적, 직업적, 재정적으로 최적의 상태를 만들어가는 과정. 건강에 대한 총체적인 개념으로서 삶의 질을 향상시키는 것을 목표로 함. 총체적인 건강상태를 유지하기 위해서는 생활습관의 변화, 마음가짐의 변화 등이 요구됨
- 건강증진 분야 중 생활습관 관리와 운동을 통한 체력관리는 자기 관리가 중요하며, 자발적 관리를 위한 서비스 시스템이 필요함
  - ✓ 자발적 선택에 의해 발생하는 생활습관 개선 관리, 적극적인 건강개선과 체력 증진을 위한 관리 서비스가 필요함

# 1. 서론

## ❖ 연구배경 및 필요성

- IoT 기술의 발전으로 AI 기반의 디지털 헬스케어로 건강관리 트렌드가 급격히 변화되고 있는 추세임
  - ✓ 웨어러블 형태의 개인건강 측정기기와 건강관리 앱이 연계된 새로운 형태의 비즈니스 모델이 다양하게 만들어지고 있는 상황
    - 4만개 이상의 모바일 헬스케어 앱이 등록되어 있고, 매월 1,000개 이상의 의료관련 앱이 신규로 출시(디지털 헬스케어동향 2015, 융합연구정책센터)
  - ✓ 스마트폰 등 디지털 기기와 서비스에 익숙한 세대의 증가로 디지털 문화 전환 시기가 도래하여 의료서비스도 디지털화가 급속히 진행
  - ✓ ICBM(IoT-Cloud-Bigdata-Mobile)의 진화는 실시간·지능형 맞춤형 서비스 기능을 가능하게 하면서, 헬스케어 서비스 분야의 혁신을 주도하고 있음



# 1. 서론

## ❖ 연구목적

- 머신러닝 기술을 활용한 u-Health 맞춤형 건강관리서비스를 제공하여 소득 수준별, 지역별 건강격차를 줄이고 삶의 질을 향상시키고자 함.
  - ✓ u-Health 서비스를 통해 생성된 Life Log Data를 머신러닝 기술을 활용하여 예측모델을 개발한 후, 예측된 데이터를 딥러닝 기술인 CBR(Case based reasoning: 사례기반추론)의 입력 데이터로 활용하여 개인별 맞춤형 서비스 제공

## ❖ 연구대상

- 연구 대상 데이터는 2013년 5월 ~ 2015년 5월 서울 강서구와 강동구의 u-Health 서비스의 대상자임
  - ✓ u-Health 서비스 관리의 주요서비스 내용은 u-Health 기기의 개별 제공 및 맞춤형 건강관리 서비스 제공, u-Health 연계 대상자의 건강정보를 기반으로 상담 서비스 제공, 24시간 상시 모니터링 대상자의 자기건강관리 프로그램 제공, 서비스 종료 시 사후 건강측정을 통한 평가 및 피드백 등임
  - ✓ u-Health 대사증후군 관리서비스는 u-Wellness 영역으로 건강위험요인 보유자를 대상으로 정기적인 건강측정, 생활습관개선을 위한 상담, 영양·운동 프로그램과 서비스를 u-Health 디바이스를 활용하여 모니터링을 실시

# 1. 서론

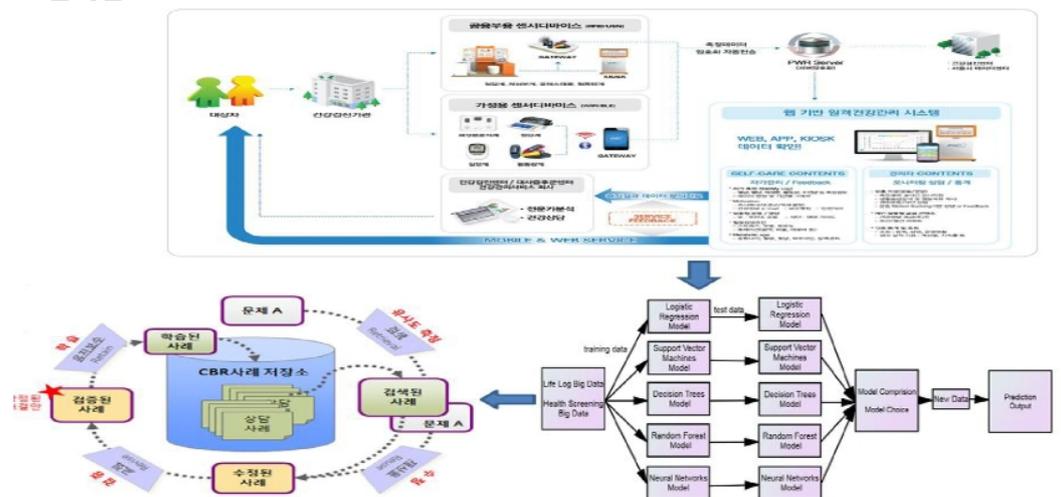
## ❖ 연구도구

- u-Health 서비스 효과 측정은 u-Health 기기에서 전송된 신체측정 자료와 서비스 시작 초기와 완료 시점에 문진하여 작성된 건강생활습관 자료를 활용함
  - ✓ 대사증후군 판정기준은 복부비만(허리둘레 > 90cm[남], > 85cm[여]), 고중성지방(혈중 중성지방 > 150mg/dL), 저 HDL 콜레스테롤(혈중 HDL-C < 40mg/dL[남], < 50mg/dL[여]), 높은혈압 (혈압  $\geq 130/85$ mmHg), 혈당장애(공복혈당  $\geq 100$ mg/dL) 중 1개 이상 해당되는 자가 대상자임
- 대사증후군 개선 성공유무를 종속변수로 Life Log Data Data와 생활습관 문진데이터는 독립변수로 하여 머신러닝 예측모델링을 실시함
  - ✓ 대사증후군 성공유무(1: 성공, 0: 실패)를 종속변수로 투입
  - ✓ Life Log Data 중 처음 측정된 체중 대사증후군 여부(1: 있음, 0: 없음), TG 대사증후군 여부(1: 있음, 0: 없음), HDL-C 대사증후군 여부(1: 있음, 0: 없음), 혈당 대사증후군 여부(1: 있음, 0: 없음), 혈압 대사증후군 여부(1: 있음, 0: 없음)를 독립변수로 투입
  - ✓ 생활습관 문진 데이터 중 처음 질문한 복약여부(1: 있음, 0: 없음), 음주여부(1: 있음, 0: 없음), 흡연여부(1: 있음, 0: 없음), 운동빈도여부(1: 있음, 0: 없음), 운동량여부(1: 있음, 0: 없음), 규칙적운동여부(1: 있음, 0: 없음), 규칙적식사여부(1: 있음, 0: 없음), 단백질섭취여부(1: 있음, 0: 없음), 동물성지방섭취여부(1: 있음, 0: 없음), 짬을식섭취여부(1: 있음, 0: 없음), 채소류섭취여부(1: 있음, 0: 없음), 식사시간여부(1: 있음, 0: 없음), 인스턴트섭취여부(1: 있음, 0: 없음), 유제품섭취여부(1: 있음, 0: 없음)를 독립변수로 투입

# 1. 서론

## ❖ 연구모델

- 다양한 머신러닝 분석기술을 사용하여 예측모델링을 실시한 후, 모델을 평가하여 평가결과 예측 성능이 우수한 모델을 신규 대사증후군 서비스 대상자의 최초 데이터(검진결과, 문진)에 적용하여 실패로 예측된 대상자에 대한 순응도를 높이기 위한 지표로 관리함



## 2. 연구결과

### ❖ u-Health 서비스 대상자 특성

- u-Health 서비스 대상자의 특성은 강서구 40.8%, 강동구 59.2%, 남자 35.2%, 여자 64.8%, 49세 이하 7.5%, 50-64세 29.5%, 65-74세 40.0%, 75세 이상 23.0%로 나타남

[표 1] u-Health 서비스 대상자의 특성

특성	구분	응답 수 (%)
지역	강서구	278(40.8)
	강동구	404(59.2)
성별	남	240(35.2)
	여	442(64.8)
연령	49세이하	51(7.5)
	50-64세	201(29.5)
	65-74세	273(40.0)
	75세이상	157(23.0)

## 2. 연구결과

### ❖ u-Health 서비스 효과

- u-Health 서비스 대상자들의 9개월간 신체측정치의 변화는 최고혈압, 최저혈압, 근육량, 체중, 기초대사량, 신체나이, 혈당, HDL-C는 증가하였으며 중성지방은 감소한 것으로 나타남
  - 바람직하지 않은 상승: 혈압, 체중, 체지방률, 내장지방량, 신체나이,
  - 바람직한 상승: 근육량, 기초대사량, HDL-C
  - 바람직한 감소: 허리둘레, 중성지방, 콜당

[표 2] u-Health 메시지 후구 관리 서비스 대상자의 신체측정치 변화

구분	성별				연령별							
	남		여		49세이하		50-64세		65-74세		75세이상	
	최초 평균	최종 평균										
최고혈압	141.1**	143.0**	127.5**	128.6**	127.2**	127.5**	123.4**	125.9**	130.8**	130.6**	141.9**	145.9**
최저혈압	81.4**	81.6**	77.4**	78.0**	81.8**	81.1**	77.4**	78.5**	79.5**	79.3**	78.3**	79.6**
체중	65.3**	65.7**	58.0**	58.3**	66.6**	67.5**	60.3**	60.6**	61.0**	61.1**	57.9**	59.0**
체지방률	24.3**	23.9**	32.5**	32.8**	30.6**	29.9**	30.8**	30.5**	29.0**	29.0**	29.0**	29.1**
근육량	16.6**	17.3**	16.7**	16.8**	13.8**	14.7**	19.2**	19.7**	19.9**	19.1**	18.7**	19.3**
기초대사량	1353**	1367**	1127**	1128**	1342**	1367**	1195**	1199**	1219**	1110**	1154**	1170**
내장지방량	12.6**	12.7**	7.9**	7.9**	9.3**	9.1**	8.4**	8.5**	10.3**	10.3**	9.6**	10.1**
신체나이	48.5**	48.7**	51.8**	52.2**	46.8**	46.2**	48.7**	48.3**	51.1**	51.6**	53.3**	54.7**
허리둘레	86.9**	81.9**	83.6**	82.6**	86.2**	85.0**	83.6**	82.5**	85.8**	83.8**	83.7**	83.5**
중성지방(TG)	156.3	140.8*	143.9	128.6*	161.7	145.5	143.2	132.1	140.6	128.1	163.9	138.2
혈당	108.3*	105.6*	103.4*	102.3*	99.2	105.8	105.4	101.2	105.8	103.5	105.5	105.4
HDL-C	47.2**	50.3**	53.0**	56.1**	49.3*	50.6	52.9*	55.1	54.9*	54.9	48.5*	52.3

\*\* p < 0.01, \* p < 0.05

## 2. 연구결과

### ❖ u-Health 서비스 효과

- u-Health 서비스 초기 대사증후군 유소견이 3개 이상인 대상자수가 233명에서 서비스가 완료된 시점에 174명으로 25.3%가 감소한 것으로 나타남
  - ✓ u-Health 서비스 초기 대사증후군 유소견이 1개 이상인 대상자수는 591명에서 552명으로 6.6% 감소, 유소견이 2개 이상인 대상자수는 407명에서 340명으로 16.7% 감소, 유소견이 4개 이상인 대상자수는 91명에서 61명으로 28.6% 감소, 유소견이 5개인 대상자수는 21명에서 13명으로 35.1% 감소한 것으로 나타남
  - ✓ 9개월간 u-Health 서비스 대상자의 대사증후군의 진단별 변화를 살펴보면 혈당은 37.0%, 허리둘레는 28.0%, 중성지방은 22.9%, HDL-C는 20.6%의 순으로 감소한 것으로 나타남

표 3] u-Health 서비스 대상자의 대사증후군 진단별 변화

구분	진단	허리둘레	허리둘레	중성지방	중성지방	HDL-C	HDL-C	혈당	혈당	혈압	혈압
		최초	최종(%)*	최초	최종(%)*	최초	최종(%)*	최초	최종(%)*	최초	최종(%)*
지역	강서	107	96(10.3)	91	92(-1.1)	88	70(20.5)	108	124(-14.8)	129	127(1.6)
	강동	186	115(38.2)	140	86(38.6)	72	57(23.1)	229	176(23.1)	193	201(-4.1)
성별	남	91	58(56.9)	91	73(19.9)	77	65(15.6)	123	114(0.07)	131	132(-0.01)
	녀	202	153(24.3)	140	105(25.0)	83	62(25.3)	214	186(13.1)	191	196(-0.03)
연령	40세이하	21	19(9.5)	22	20(9.1)	15	14(6.7)	19	21(-10.5)	23	22(4.3)
	50-64세	80	52(35.0)	62	47(24.2)	36	33(8.3)	101	80(20.8)	69	77(-11.6)
	65-74세	124	89(28.2)	90	65(27.8)	61	47(23.0)	136	122(10.3)	144	143(0.7)
	75세이상	68	51(25.0)	57	46(19.3)	48	33(31.3)	81	77(4.9)	86	86(0.0)
	전체	293	211(28.0)	231	178(22.9)	160	127(20.6)	337	300(37.0)	322	328(-1.9)

\*: (대상증후군 최초진단 대상자-대상증후군 최종진단 대상자)/(대상증후군 최초진단 대상자)×100

## 2. 연구결과

### ❖ u-Health 서비스 효과

- 최초 문진 시 규칙적인 운동을 하는 대상자수가 u-Health 서비스를 받은 9개월 이후에는 23.2% 증가한 것으로 나타남
  - ✓ 월 2회 이상 음주 대상자수가 u-Health 서비스를 받은 9개월 이후에는 3.7%가 감소하였으며, 흡연 대상자수는 20.0%가 감소하였고, 규칙적인 식습관 대상자수는 3.3% 증가한 것으로 나타남

표 4] u-Health 서비스 대상자의 생활습관 변화

구분	진단	운동빈도 (월2회 이상)		흡연여부 (흡연자)		운동빈도 (규칙적 운동)		식습관 (1일 3끼 규칙적 식사)	
		최초	최종(%)*	최초	최종(%)*	최초	최종(%)*	최초	최종(%)*
지역	강서	80	84(5.0)	51	40(-21.6)	51	65(2.5)	182	195(7.1)
	강동	82	72(-12.2)	14	12(-14.3)	139	169(0.9)	335	464(38.6)
성별	남	109	105(-3.7)	48	37(-22.9)	92	103(1.2)	186	194(4.3)
	녀	53	51(-3.8)	17	15(-11.7)	108	131(1.1)	331	340(2.7)
연령	40세이하	21	20(-4.8)	11	10(-9.1)	7	9(18.4)	51	33(-35.3)
	50-64세	45	51(13.3)	26	21(-19.2)	54	60(2.1)	147	153(4.1)
	65-74세	75	64(-14.7)	14	12(-14.3)	95	121(1.3)	217	228(5.1)
	75세이상	21	21(0.0)	14	9(-35.7)	34	44(3.8)	119	120(0.8)
	전체	162	156(-3.7)	65	52(-20.0)	190	234(23.2)	517	534(3.3)

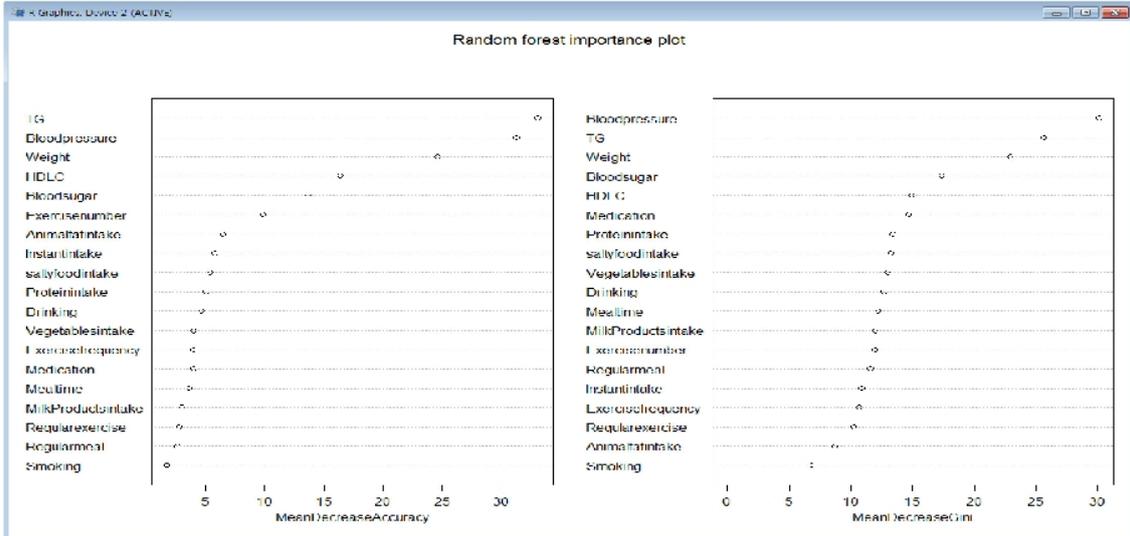
\*: (생활습관 최종 대상자-생활습관 최초 대상자)/(생활습관 최초 대상자)×100



## 2. 연구결과

### ❖ 머신러닝 기반 u-Health 맞춤형 건강관리 서비스 모형 개발

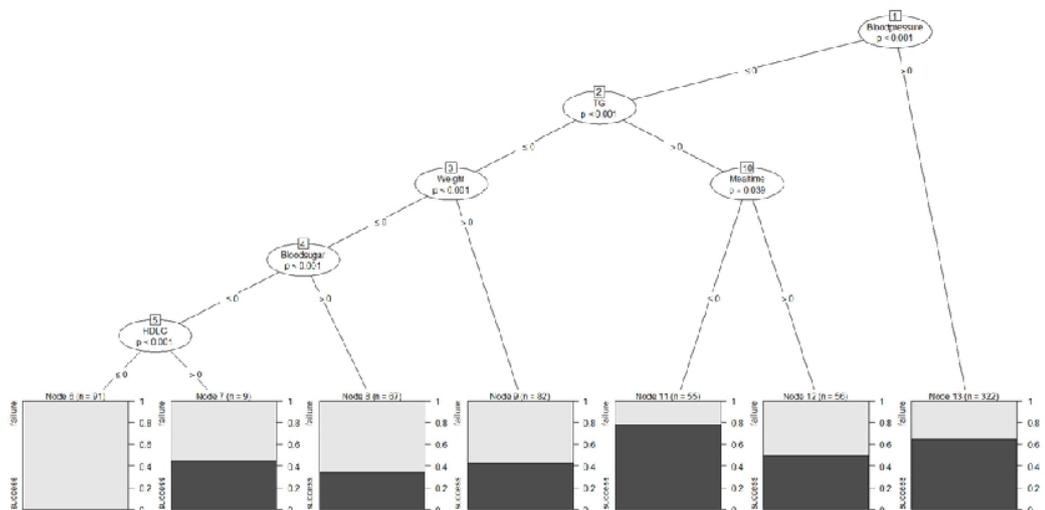
- Random Forest 모델을 활용하여 u-Health 서비스 대상자의 대사증후군 성공, 실패에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 혈압으로 나타났으며, 그 뒤를 이어 중성지방, 체중, 혈당, 복약유무, 고콜레스테롤 등의 순으로 나타남



## 2. 연구결과

### ❖ 머신러닝 기반 u-Health 맞춤형 건강관리 서비스 모형 개발

- Decision 모델의 평가에서 u-Health 서비스 대상자의 대사증후군 성공, 실패에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 혈압으로 나타남





### 3. 결론 및 시사점

- u-Health 서비스 초기 대사증후군 유소견이 3개 이상인 대상자수가 223명에서 서비스가 완료된 시점에 174명으로 25.3%가 감소한 것으로 나타남
- 최초 문진 시 규칙적인 운동을 하는 대상자수가 u-Health 서비스를 받은 9개월 이후에는 23.2%증가하였으며, 월 2회 이상 흡주 대상자수는 3.7%가 감소하였으며, 흡연 대상자수는 20.0%가 감소하였고, 규칙적인 식습관 대상자수는 3.3% 증가한 것으로 나타남
- 머신러닝의 모형 비교결과 inflate데이터에서 Random Forest 모형의 평가 지수(정확도 93.26% 등)가 가장 높게 나타남
  - ✓ Random Forest 모형을 분석결과 u-Health 서비스 대상자의 대사증후군 성공, 실패에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 혈압으로 나타났으며, 그 뒤를 이어 중성지방, 제당, 혈당, 복약유무, 고콜레스테롤 등위 순으로 나타남. 신규대상자를 예측모델(tddata.rf)에 적용한 결과 예측모델이 정확하게 분류한 것으로 나타남
- 연관분석에서 대상자가 '흡주, 흡연, 채소섭취, 규칙적식사' 의 생활태도를 가지고 있으면 대사증후군 개선에 대해 실패의 확률이 2배 높아짐
  - ✓ 실패할 확률이 높은 대상자는 '흡주, 흡연' 과 '규칙적식사, 채소섭취 등' 의 생활습관이 연관된 것으로 나타남
- 본 고의 연구의 제한점은 실제 측정된 데이터가 적어 inflate한 데이터를 사용하여 머신러닝 모델에 적용하여 모형을 평가함
  - ✓ 실제데이터를 적용한 예측모델은 Decision Tree로 나타났으며, inflate한 데이터를 사용한 모델은 Random forest로 나타남, 따라서 대사증후군 모든 서비스 대상자의 데이터를 활용할 경우 예측모형은 고도화 될 것으로 봄
  - ✓ 본 연구 대상은 50세 이상이 92.5%로 향후 20세 이상 전 연령 중에 대한 예측 모델의 검증이 필요할 것으로 봄
- 본 연구에서 개발된 예측모델을 CBR과 연동할 경우 예측모형에서 성공확률이 높은 대상자 사례를 CBR의 사례 데이터로 활용하면 대상자의 순응도를 높이고 과학적 근거에 의한 상담사의 대사증후군 개선에 위한 상담의 질적효과를 확보할 수 있을 것임

### 참고문헌

1. Ahring KK, Ahring JP, Joyce C, Farid NR. Telephone modem access improves diabetes control in those with insulin-requiring diabetes. *Diabetes Care* 1992; 15: 971-975.
2. Benhamou PY, Melki V, Boizei R, Perreal F, Quesada JL, Bessieres-Lacombe S, Bosson JL, Halimi S, Hanaire H. One-year efficacy and safety of Web-based follow-up using cellular phone in type 1 diabetic patients under insulin pump therapy: the PumpNet study. *Diabetes Metab* 2007; 33: 220-226.
3. Cho JH, Kwon HS, Yoon KH. Perspectives of "ubiquitous health care system" for diabetes management. *J Korean Diabetes Assoc* 2008; 30: 87-95.
4. Sacco WP, Morrison AD, Malone JL. A brief, regular, proactive telephone "coaching" intervention for diabetes: rationale, description, and preliminary results. *J Diabetes Complications* 2004; 18: 113-118.
5. Vahatalo MA, Virtamo HE, Viikari JS, Ronnemaa T. Cellular phone transferred self blood glucose monitoring: prerequisites for positive outcome. *Pract Diabetes Int* 2004; 21: 192-194.
6. Marquez Contreras E, de la Figuera von Wichmann M, Gil Guíñen V, Ylla-Catala A, Figueras M, Balana M, Naval J. Effectiveness of an intervention to provide information to patients with hypertension as short text messages and reminders sent to their mobile phone (HTAAlert). *Aten Primaria* 2004; 34: 399-405.
7. Park MJ, Kim HS, Kim KS. Cellular phone and internetbased individual intervention on blood pressure and obesity in obese patients with hypertension. *Int J Med Inform* 2009; 78: 704-710.
8. DeMalo J, Schwartz L, Cooley P, Tice A. The application of telemedicine technology to a directly observed therapy program for tuberculosis: a pilot project. *Clin Infect Dis* 2001; 33: 2082-2084.
9. Ostojic V, Cvoriscec B, Ostojic SB, Reznikoff D, Stipic- Markovic A, Tudjman Z. Improving asthma control through telemedicine: a study of short-message service. *Telemed J E Health* 2005; 11: 28-35.
10. Kim HS, Song MS. Technological intervention for obese patients with type 2 diabetes. *Appl Nurs Res* 2008; 21:84-89.
11. Kim SI, Kim HS. Effectiveness of mobile and internet intervention in patients with obese type 2 diabetes. *Int J Med Inform* 2008; 77: 399-404.
12. Brendreyen H, Kraft P. Happy ending: a randomized controlled trial of a digital multi-media smoking cessation intervention. *Addiction* 2008; 103: 478-484.
13. Kim KH, Lee MO, Lee JG, Ryu S. Compliance of hypertensive patients registered in primary health care posts implementing the Gangwon telemedicine service system. *J Korean Soc Health Inf Health Stat* 2008; 33: 59-78.
14. Bergmo TS. Can economic evaluation in telemedicine be trusted? A systematic review of the literature. *Cost Eff Resour Alloc* 2009; 7: 18.



한국IT서비스학회장상  
수상논문 발표

# 교통 CCTV 및 자료융합기술을 활용한 통행속도 추정



## 목 차

- 연구 개요
- 도시교통정보센터 교통정보 운영현황
- 영상기반 교통정보 수집기술 개발
- CCTV 및 교통정보센터 소통정보 융합 알고리즘
- 현장실험 및 결과
- 결론

## 1.1 연구 개요

### 연구 목적

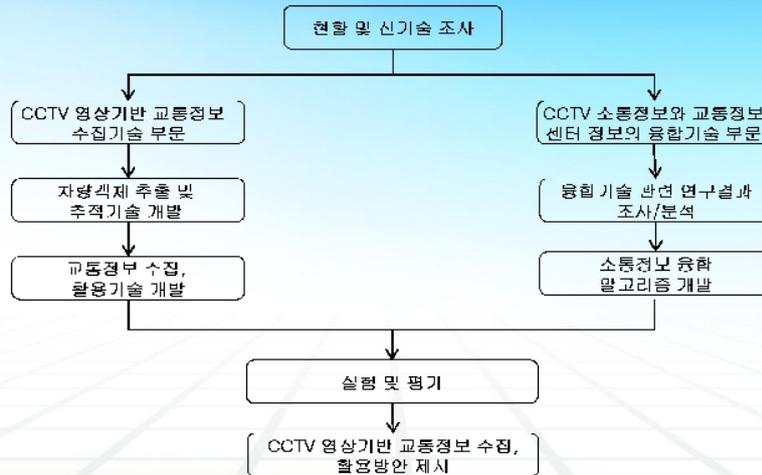
도시교통정보센터는 전국 약 3,600개의 CCTV 영상정보를 수집하여 교통상황을 파악하는 용도로 사용하고 있으며, 다른 용도로는 사용되지 못하고 있음. 본 연구에서 교통정보센터에 설치된 CCTV를 활용하여 소통정보를 생산하는 기술을 개발하고, 자료융합 알고리즘을 개발하여 고급 교통정보를 사용자에게 제공하는 방안을 제시함



1

## 1.2 연구 내용 및 절차

### 연구 내용 및 수행절차

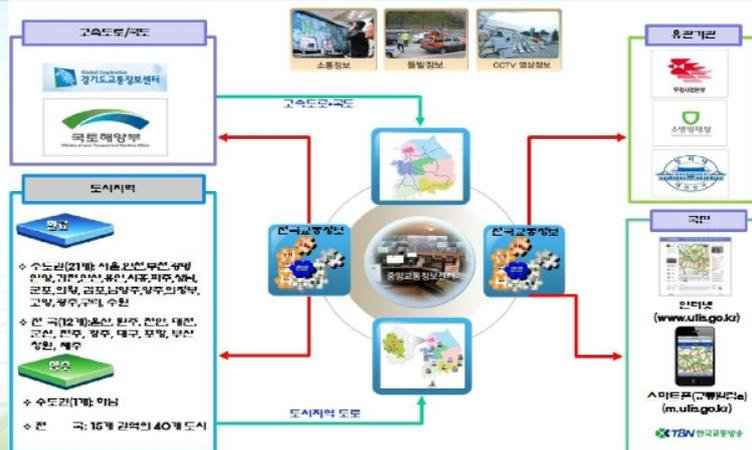


2

## 2.1 도시교통정보센터 운영현황

### 도시교통정보센터 설치 및 운영

- 도시교통정보센터는 전국 주요도로(시가지도로, 고속도로, 일반국도)의 소통정보, 돌발정보, 약 3,600개의 CCTV 정보를 스마트폰, 교통방송, CNS 등을 통해서 국민들에게 제공하고 있으나, CCTV 영상정보는 많이 활용되지 못하고 있음



3

도로교통공단

## 2.2 도시교통정보센터 교통정보 현황 및 문제점

### 교통정보 운영현황 및 문제점

- 2015년 9월 기준, 도시교통정보센터 DB에 저장되는 1일 데이터 총량은 약 3,211MB/일
  - 교통정보가 2009년부터 2015년까지 6년 동안 약 20배 증가하였음
- 2013년 5월 한글 동안의 UTIS 교통정보 결측율을 조사한 결과, 서울시 1레벨 링크의 48.8% 결측(정보 없음) 발생
- 2014년 2월 기준 도시교통정보센터는 주요도시 도로의 약 92% 구간에 교통정보를 제공하고 있으나, 이중 42%는 결측치 예측알고리즘으로 교통정보를 예측하여 제공하는 것이며 50%정도만 실측 교통정보를 사용하고 있음



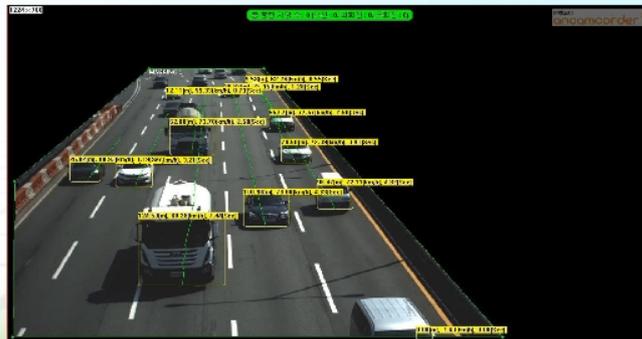
4

도로교통공단

### 3.1 영상기반 교통정보 수집기술 개발

#### CCTV기반 영상처리기술 개발

- 국내에도 영상감지기가 일부 설치되어 있으나, 대부분 지점감지기로 검지영역이 20m로 협소하고, 성능측면에서 만족할 만한 결과를 보이지 못하고 있는 실정이며, 이를 개선하기 위해 본 연구에서 새로운 객체 Tracking 알고리즘 및 영상처리 기법을 적용하여 CCTV 동영상에서 다양한 교통정보를 수집하는 영상기반 교통정보 수집기술을 A사와 같이 개발함
- 개발된 시스템은 도로의 구간교통정보(구간통행속도, 구간통행시간, 대기행렬 길이, 교통밀도 등), 지점교통정보(교통량, 속도, 점유율 등), 교차로의 회전 교통류별 교통량정보(직진, 우회전, 좌회전, 유턴 등)를 수집하는 것이며, 수집된 정보는 교통정보 제공, 스마트 교통신호 제어 등에 활용됨



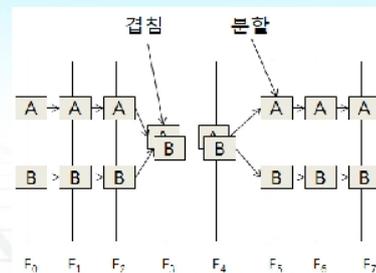
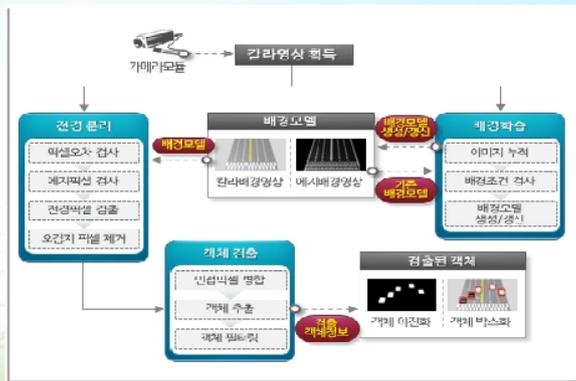
5



### 3.2 차량객체 추출 및 추적기술 1/2

#### 차량객체의 추출 및 추적기술

- 영상기반 교통정보 수집기술의 핵심 기술은 교통 CCTV 동영상에서 차량객체를 추출 및 추적하여 소통정보를 추출하는 엔진을 개발하는 것이며, 본 연구의 영상처리 기술은 3단계로 구성됨
- 첫 번째 단계는 실시간 영상분석에 의한 객체 검출기술을 개발하는 것이며, 두 번째는 이전 프레임에서 검출된 객체와의 매칭을 이용한 객체 추적기술을 개발하는 것이고, 세 번째는 객체 추적에 의한 구간교통정보, 지점교통정보, 회전교통류별 교통량 등 교통정보 측정기술을 개발하는 것임



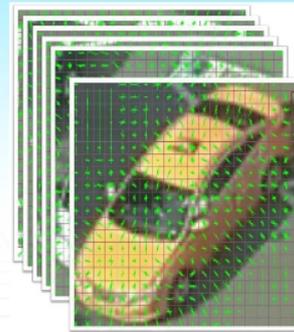
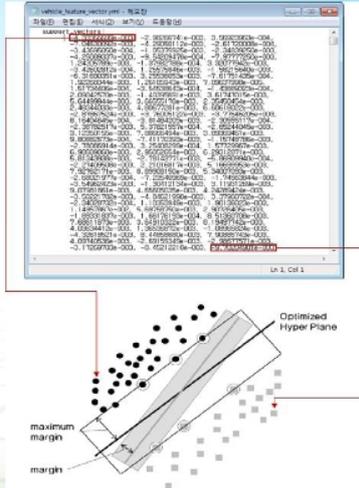
6



## 3.2 차량객체 추출 및 추적기술 2/2

### Machine learning 기반의 차량검출 알고리즘

- Feature vector 자료를 SVM(Support Vector Machine) 알고리즘에 적용하여 차량을 검출하고 분류함



7

## 4.1 교통정보센터 CCTV 소통정보 활용방안

### CCTV 소통정보 활용방안

- 도시교통정보센터 소통정보의 신뢰도를 높이기 위해서는 정확도 높은 소통정보를 보다 많이 수집하여 제공하는 것이 중요하며, 도시교통정보센터에 설치된 CCTV에서 영상분석을 통해 소통정보를 수집하여 사용한다면, 교통정보의 신뢰도를 상당수준 높일 수 있을 것임
- 본 연구에서 개발된 영상기반 교통정보 수집기술을 활용하여 CCTV가 설치된 도로구간의 소통정보를 측정하고, 도시교통정보센터에 수집된 소통정보가 없는 구간에는 영상기반 교통정보 수집기술로 산출한 소통정보를 활용하며, 제공될 소통정보가 있는 구간에는 두 개의 소통정보를 융합하여 사용하는 방안을 마련함

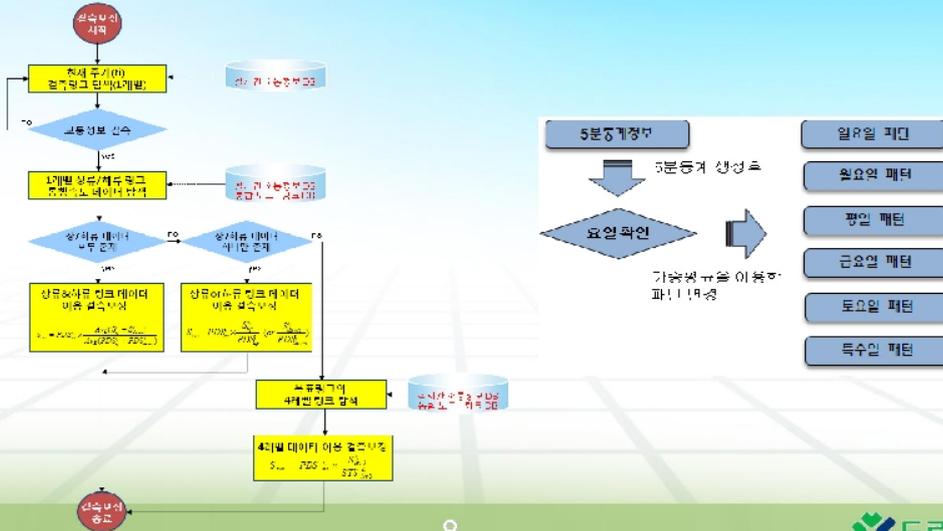


8

## 4.2 교통정보센터 소통정보의 문제점

### 교통정보센터 소통정보 결측보정의 문제점

- 2014년 2월 기준 도시교통정보센터는 주요도시 편도 2차로 이상도로 약 92% 구간에서 교통정보를 제공 하고 있으며, 그중 약 42%는 아래 그림과 같이 교통정보 결측치 예측 알고리즘을 적용하여 산출한 것임. 이러한 정보는 실측 소통정보가 아니므로 정확도가 떨어짐



9

## 4.3 CCTV 및 교통정보센터 소통정보 융합 알고리즘 개발

### 소통정보 융합 알고리즘 개발

- 본 연구에서 CCTV에서 산출된 소통정보와 도시교통정보센터가 수집한 소통정보를 융합하는 알고리즘 2개를 개발하고, 개발된 알고리즘의 성능을 현장실험을 실시하여 평가하였음. 기존 교통정보 융합기술별 특징은 아래 표와 같음



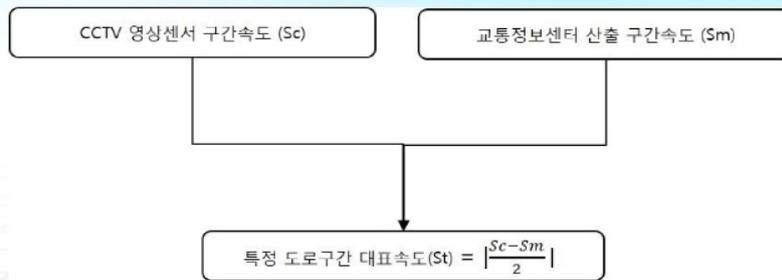
기술	내용
계측식 기법	외부모형 등이 쓰여져서 A 계열차로를 이용하여 과거 동행시간 데이터를 분석하고, 현재 또는 가까운 상·하점의 동행시간을 예측하고 전달
Fuzzy Logic	Fuzzy 로직을 활용하여 광범위하게 추정되고 있는 데이터 불확실성으로 야생적인 추측동행시간을 제공하기 위하여 원천적
Neural Network	대표적인 데이터 마이닝기술로 산출동행시간과 감지차로에 이용처에 기중치를 최소화하여 동행시간을 추정하는 기법
기타 소통식 방법	기존에 널리 사용되는 방법으로 CCTV나 수집된 광 광학체부 등 수집 데이터로 산출된 정보를 제공하는 것

10

## 4.4 CCTV 및 교통정보센터 소통정보 융합 알고리즘 1

### 소통정보 융합 알고리즘 1

- CCTV 영상센서가 측정한 구간속도 정보와 교통정보센터의 구간속도 정보에 각각 가중치를 주어서 특정 도로구간의 대표속도를 산출함
- 본 연구에서는 가중치를 같게(1:1) 적용하였음



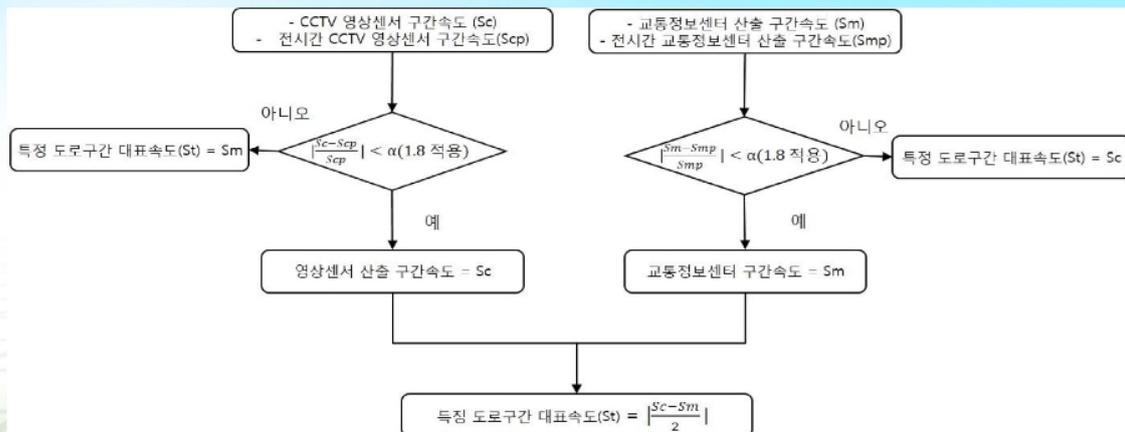
11



## 4.5 CCTV 및 교통정보센터 소통정보 융합 알고리즘 2

### 소통정보 융합 알고리즘 2

- CCTV에서 산출된 구간속도 정보와 도시교통정보센터의 구간속도 정보에 가중치를 주어서 특정 도로구간의 대표속도를 산출함
- 본 연구에서는 가중치를 같게(1:1) 적용하였음
- CCTV 영상센서 및 교통정보센터 산출 구간속도 정보가 이전시간 대 자료보다 임계값 이상으로 크거나 작을 경우, 해당 자료는 오류로 판단하여 다른 자료를 사용하도록 하는 이상치 보정 알고리즘을 적용하였음



12



## 5.1 현장실험 방법

### 현장실험 및 결과 분석방법

- 서울시 오금교를 실험대상 지점으로 선정하고, 교통정보 융합 알고리즘이 산출한 구간통행속도와 현장실험에서 측정된 구간통행속도 기준값의 정확도를 비교/분석하여 새로운 알고리즘의 성능을 평가함
- 조사구간에 통과하는 차량을 비디오 촬영하여 동일차량의 해당 도로구간 진입과 진출시간을 측정하고, 해당 도로구간의 실제 통행속도 값(기준속도)을 5분 단위로 측정하여 활용



### 알고리즘의 정확도 평가방법

- 기준속도와 융합 알고리즘이 산출한 속도에 대한 정확도 평가는 '평균절대오차백분율(MAPE)' 을 사용
- 시스템 산출속도 정확도(%) = 100 - MAPE, 여기서 MAPE는

$$MAPE(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - X_i|}{Y_i}}{n} \times 100$$

13



## 5.2 현장실험 및 결과 1/2

### 서울시 오금교

- 10월 19일 서울시 오금교 서단에서 현장실험을 실시하여 결과를 분석함
- 도시부 단속류 지역으로 진출부에 교통신호기가 설치되어 있어서 영향을 많이 받는 지역임
- CCTV 영상검지 구간속도의 정확도는 80.6%였으며, 교통정보센터가 제공하는 속도의 정확도는 62.8% 수준임

시간	기준속도	교통정보센터 구간속도	구급정보센터 구간속도 오류	CCTV 측량구간속도	CCTV 구간속도 오류
9:10~9:15	15,438	20,000	0.684	18,450	0.195
9:15~9:20	21,997	21,000	0.045	17,330	0.212
9:20~9:25	18,053	21,000	0.166	20,540	0.143
9:25~9:30	25,725	23,000	0.106	21,530	0.159
9:30~9:35	18,829	42,000	1.231	18,270	0.030
9:35~9:40	23,647	35,000	0.607	18,350	0.237
9:40~9:45	25,564	35,000	0.369	20,560	0.196
9:45~9:50	32,869	32,000	0.026	44,370	0.350
9:50~9:55	28,051	32,000	0.141	23,110	0.176
9:55~10:00	21,280	25,000	0.316	19,400	0.088
10:00~10:05	25,610	15,000	0.258	22,340	0.104
10:05~10:10	18,352	25,000	0.526	26,320	0.418
10:10~10:15	22,984	32,000	0.392	28,110	0.223
MAPL			37.267		19.473
신속도			62.8%		80.6%

14



## 5.2 현장실험 및 결과 2/2

### 서울시 오금교

- 알고리즘 1의 적용결과 속도정확도가 77.8%로 나타났으며, 이는 교통정보센터 정보(62.8%) 보다정확도가 높은 것이나, CCTV 영상센서 산출 구간속도(80.6%) 보다는 낮은 것임
- 알고리즘 2의 이상치 제거 알고리즘에 의해 속도변화가 큰 두개(빨간색으로 표시)의 자료가 보정되었으며, 실험결과 정확도가 83.6%로 알고리즘 1, 교통정보센터 및 CCTV 산출 구간속도 정보보다 높게 나타남



시간	기본구간	교통정보센터 구간속도	CCTV 영상 구간속도	알고리즘 1 산출 구간속도	알고리즘 1 정확도	알고리즘 2 산출 구간속도	알고리즘 2 정확도
9:10~9:15	15,438	26,000	18,450	22,225	0.440	22,225	0.440
9:15~9:20	21,997	21,000	17,330	19,165	0.129	19,165	0.129
9:20~9:25	18,053	21,000	20,640	20,820	0.153	20,820	0.153
9:25~9:30	25,725	23,000	21,630	22,315	0.133	22,315	0.133
9:30~9:35	18,829	42,000	18,270	30,135	0.600	18,200	0.033
9:35~9:40	23,647	38,000	18,050	28,025	0.185	28,025	0.185
9:40~9:45	25,564	35,000	20,560	27,780	0.087	27,780	0.087
9:45~9:50	32,869	32,000	44,370	38,185	0.169	32,000	0.026
9:50~9:55	28,051	32,000	23,110	27,555	0.078	27,555	0.018
9:55~10:00	21,280	28,000	19,400	23,700	0.174	23,700	0.114
10:00~10:05	25,610	19,000	22,940	20,570	0.181	20,970	0.181
10:05~10:10	18,352	28,000	26,020	27,010	0.472	27,010	0.472
10:10~10:15	22,984	32,000	20,110	30,055	0.308	30,055	0.308
MAPL					22.2/1		16.4/15
정확도					77.8		83.6

## 5.3 실험 결과 및 평가

### 현장실험 개요

- 본 연구에서 CCTV 영상기반 교통정보 수집기술을 개발하였고, CCTV 소용정보 및 교통정보센터 소용정보 융합 알고리즘을 개발하였음
- 개발된 기술의 성능평가를 위해 10월 19일 서울시 오금교에서 현장실험을 실시하였음

### 현장실험 결과 및 평가

- 도시교통정보센터 구간속도 정보의 정확도가 62.8%로 분석되었는데, 이는 실험대상 지점의 평균속도가 낮은 것 등이 영향을 미친 것으로 추정됨, 반면 CCTV 영상기반 구간속도 정보의 정확도는 80.6%로 일정수준 이상의 정확도를 확보하였음
- 도시교통정보센터 구간속도 정보와 CCTV 영상기반 구간속도 정보를 융합하는 알고리즘 1의 정확도는 77.8%였으며, 알고리즘 1에다가 이상치 보정기술을 추가적으로 적용한 알고리즘 2는 정확도는 83.6%로 분석되어 이상치 제거 알고리즘이 적용된 알고리즘 2가 더 좋은 성능을 나타냄
- 본 연구에서 개발된 알고리즘 2가 산출한 구간속도의 정확도는 83.6%로, 기존 도시교통정보센터 구간속도의 정확도(62.8%)를 크게 높여줌

구분	도시교통정보센터 구간속도	CCTV 영상기반 구간속도	알고리즘 1 산출 구간속도	알고리즘 2 산출 구간속도
MAPL	37.2	21.2	22.2	16.4
정확도	62.8%	80.6%	77.8%	83.6%

## 6. 결론

- 본 연구에서 CCTV 영상기반 교통정보 수집기술을 개발하였고, CCTV 소통정보 및 교통정보센터 소통정보의 융합기술을 개발하고, 성능평가를 위해 10월 19일 서울시 오목교에서 현장실험을 실시하였음
- 본 연구에서 개발된 CCTV 영상분석을 통해 산출된 구간속도 정보의 정확도는 80.6%로 일정수준 이상의 정확도를 확보하였음
- 도시교통정보센터 구간속도 정보와 CCTV 영상기반 구간속도 정보를 융합하는 알고리즘1의 정확도는 77.8% 였음
- 알고리즘 1에다가 이상치 보정기술을 추가적으로 적용한 알고리즘 2는 83.6%의 정확도를 나타내어 도시교통정보센터의 구간속도 정보의 정확도(62.8%)를 크게 높여주는 것으로 분석되었음

# 감사합니다!



한국생산기술연구원장상  
수상논문 발표

# 3D 카메라와 IoT-Lite 온톨로지를 활용한 증강현실 사물인터넷 인터페이스에 관한 연구

2017. 5. 17.

발표자 : 박 종섭

연세대학교 대학원

기술정책과정

저자: 박종섭, 김우주(연세대학교 교수), 홍준석(경기대학교 교수)

 YONSEI UNIVERSITY

## 목 차

3D 카메라와 IoT-Lite 온톨로지를 활용한 증강현실  
사물인터넷 인터페이스에 관한 연구

1. 연구 배경/ 연구 목적
2. 관련연구 및 주변 기술
3. 증강현실 사물인터넷 시맨틱 인터페이스를 위한 방법론
4. 증강현실 기반 및 시맨틱 정보연동 방법 프로토타입 구현
5. 결론

 YONSEI UNIVERSITY

1

## 1.1 연구배경

서론

### ● 사물인터넷의 중요성

- 모든 사물들이 인터넷에 연결되어 새로운 서비스 창출
- 빅데이터와 결합되어 기존에 볼 수 없었던 비즈니스 개척
- 사물인터넷 장비의 폭발적 성장(300억개~ 500억개 장비예측)

### ● 사물인터넷 정보 획득 및 제어를 하기 위해선(사용자 관점)

- 접근방식이 필요함/ 별도의 응용 소프트웨어 및 앱 설치가 필요함
- 직관적 인터페이스의 필요성 대두
- 사물인터넷 장비 ⇔ 모바일 기기, 사물인터넷 장비 ⇔ 인터넷 ⇔ 모바일 기기

접근 방식	문제점
IP주소, ID이용	IP 주소와 ID를 정보를 미리 알아야 접근가능
NFC, RFID, QR Code, Marker	NFC, RFID는 접촉(Tagging)을 해야 하고 QR Code방식과 Marker방식은 최소 10Cm 방경에 이내어 있어야 하는 지리적, 공간적 제약(SeokJae, oh et al.2016)
WI-FI, Bluetooth	WI_FI AP접속, Bluetooth Paring 단계를 거쳐가야 함
별도의 앱(App) S/W	IoT장비 및 서비스 별 앱(App)을 찾아 설치해야 하는 번거로움

Home Network Devices

Russ-Power-Mac	<a href="#">Access Files</a>	<a href="#">Device Details</a>
unknown3C54MFE12C88		<a href="#">Device Details</a>
Apple-TV-4		<a href="#">Device Details</a>
unknown0017C4989C06		<a href="#">Device Details</a>
TIVO-74600C19063ED66		<a href="#">Device Details</a>
RL80-iPhone		<a href="#">Device Details</a>
unknown7CC5375D7D52		<a href="#">Device Details</a>
unknown88FF61D0303C		<a href="#">Device Details</a>
russells-airpart-extreme	<a href="#">Access Files</a>	<a href="#">Device Details</a>
Apple-TV-3		<a href="#">Device Details</a>
unknown7CC5372B0A8F		<a href="#">Device Details</a>
remote-speakers	<a href="#">Access Files</a>	<a href="#">Device Details</a>
Maria	<a href="#">Access Files</a>	<a href="#">Device Details</a>
unknown001E52C59217	<a href="#">Access Files</a>	<a href="#">Device Details</a>
iPad		<a href="#">Device Details</a>



## 1.2 연구목적

서론

### 연구배경 계속

### ● 사물인터넷 서비스 정보를 얻기 위해선(서비스 설계자 및 개발자 관점)

- 사물인터넷 장비의 기능 및 서비스 증가
- 사물인터넷 서비스 발견, 검색, 공유, 조합, 실행의 필요성 대두

### 연구목적

#### ● 문제점 해결을 위한 솔루션 제시

#### ● 사물인터넷 장비 접근방식 및 별도의 어플리케이션 소프트웨어 필요

- 기존연구 방식: Marker 활용한 증강현실, GPS을 이용한 위치 정보 증강현실
- 제안방식: 3D 깊이 인식카메라를 활용한 증강현실 기술 제시

#### ● 사물인터넷 서비스 발견, 검색, 공유, 조합, 실행 필요성

- 기존 방식: 웹 서비스 아키텍처
- 제안 방식: 시맨틱 웹 서비스 기반 IoT-Lite 온톨로지



## 2.1 사물인터넷과 증강현실 인터페이스

관련연구 및 주변기술

- 양현진등의 연구, 2015
  - IoTivity를 통하여 이질적인 사물인터넷 기기들의 통신기술 감소를 확인하였음
  - 증강현실 인터페이스를 이용하여 사용자가 직관적이고 편리하게 다양한 기기를 연결할 수 있는 시스템 구현
  - 근거리 마커를 태그 해야 하는 증강현실 어플리케이션이 작동하는 제한을 갖는다.
- 오석재의 연구, 2016
  - GPS기반의 증강현실 오픈 소스 소프트웨어 Mixare를 수정 및 보완해서 사물인터넷 장비의 접근방식의 번거로움 해결
  - 시맨틱 정보연동을 통해 사물인터넷 과의 애드혹 인터페이스 모델 제시
  - 위치결정이 GPS에서 이루어짐에 따라 실내에서는 지원이 안 되고 한곳에 GPS마커가 집중되어 있는 경우 선택의 어려움이 존재

## 2.1 사물인터넷과 증강현실 인터페이스 기존연구 한계점

관련연구 및 주변기술

- 위치정보 기반한 인터페이스 과다한 정보 노출
- 반경에 의한 필터링의 서비스 한계
- 표시 마커 이외의 사용자 주도의 디바이스 선택 서비스 불가
- 마커를 태그를 해야만 증강현실 인터페이스 작동



## 2.2 사물인터넷과 온톨로지

관련연구 및 주변기술

- Bernudez-Edo Maria and Elsaleh Tarek의 연구, 2017
  - 시맨틱 진영에서 SSN, IoT-A 사물인터넷용 온톨로지 정립, 사용 권고
  - 복잡성과 검색시간 증가로 인한 잘 사용되지 않음 지적, IoT-Lite 온톨로지 개념 도입
  - IoT-A, IoT-Lite을 사물인터넷을 적용하고 검색시간이 단축됨을 증명
- 최용구 연구, 2016
  - 기존의 사물인터넷의 온톨로지 모델은 정적인 환경에 대해 지적
  - 동적인 사물인터넷 환경인 빅데이터 실시간 분석에 용이한 순응적(Adoptive) 온톨로지 모델 제안
  - 사물인터넷용 온톨로지 모델을 객체(Object), 사용자(User), 상황(Context), 서비스(Service) 그리고 환경(Environment)으로 클래스 구성
  - 환경클래스에 시간과 위치를 포함시켜 사물인터넷 빅데이터 분석 성능을 향상

## 2.3 3D 카메라와 위치결정 기법

관련연구 및 주변기술

- Computational Camera의 한 종류, 3D 깊이 카메라
- 반도체의 소형화, 고급화로 인해 스마트폰, 태블릿에 적용시작
- 사람의 몸짓 동작을 인식하는 인터페이스 개발, 가상현실, 증강현실, 충돌방지 드론 개발에 사용
- 3D 깊이 인식 기술
  - 스테레오 비전(Stereo Vision), TOF(Time of Flight), Structured Pattern 방식
  - 마이크로소프트사 키넥트, 인텔사 리얼센서가 대표적, 구글의 탱고 프로젝트
- 위치결정 기법 및 오차범위



Category	Positioning Technique	Error Range	Reference
Outdoor	GPS	Within 25M	[13]
Indoor	Inertia sensor	Cumulative value by time	[14]
	Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee	Within 5M	[15]
	3D Depth image	Within 10cm	[2]

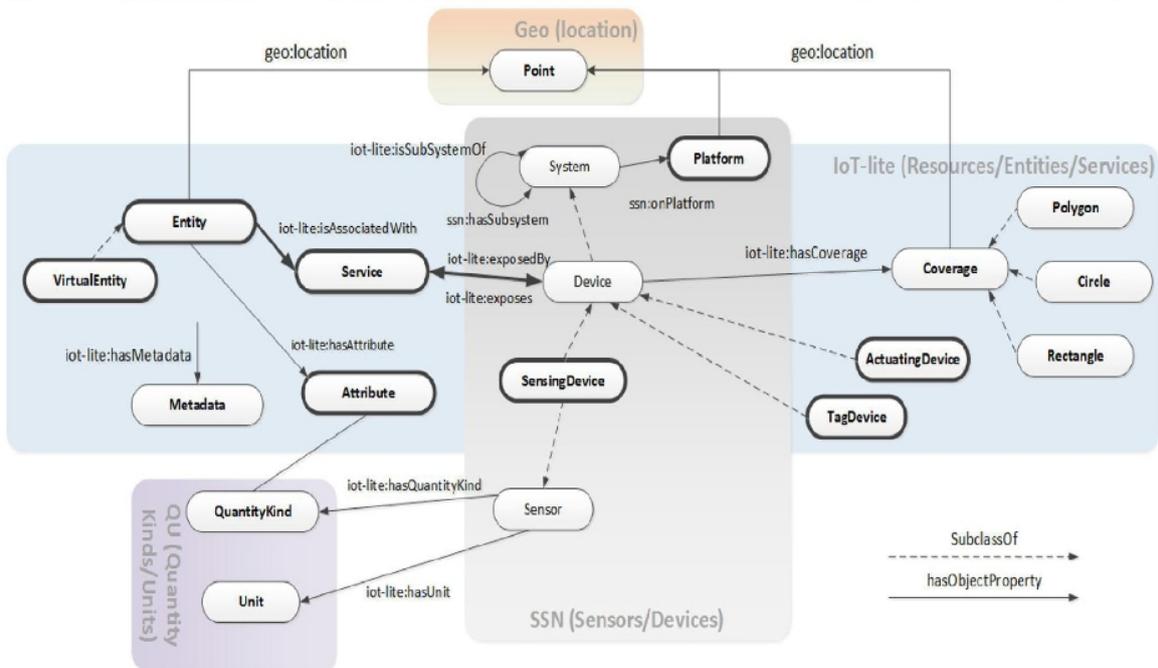
## 2.4 IoT-Lite 온톨로지

관련연구 및 주변기술

- SSN(Semantic Sensor Network), IoT-A 대표적인 사물인터넷 지원용 온톨로지
- IoT-Lite는 시맨틱 센서 네트워크 온톨로지의 경량의 모델
- IoT-Lite는 사용자의 질의에 빠르게 응답할 수 있도록 온톨로지 설계 시 최소 개념 및 관계를 찾음
- 기본적으로 IoT-Lite는 사물인터넷을 위한 완전하고도 전체적인 온톨로지는 될 수가 없음을 전제
- 개발자에게 있어서 융통성과 개발에 있어서 부담 경감
- 시맨틱 사물인터넷의 장점
  - 사물인터넷 장비에 대한 정의, 개념, 관계, 서비스 대하여 정의를 내리므로 모호함 제거, 사람뿐만 아니라 컴퓨터에 의한 서비스 발견, 검색, 추론 가능
  - 유사개념의 서비스에 대한 중복을 제거하고 관계를 추론을 할 수 있으므로 정보를 체계화 가능
  - 제약과 관계를 검사하고 공리(Axioms)과 추론을 이용하여 새로운 관계들을 유도해 낼 수 있도록 해준다.
  - 최대한 IoT의 장비의 간단함과 다이내믹에 초점을 맞추고 설계

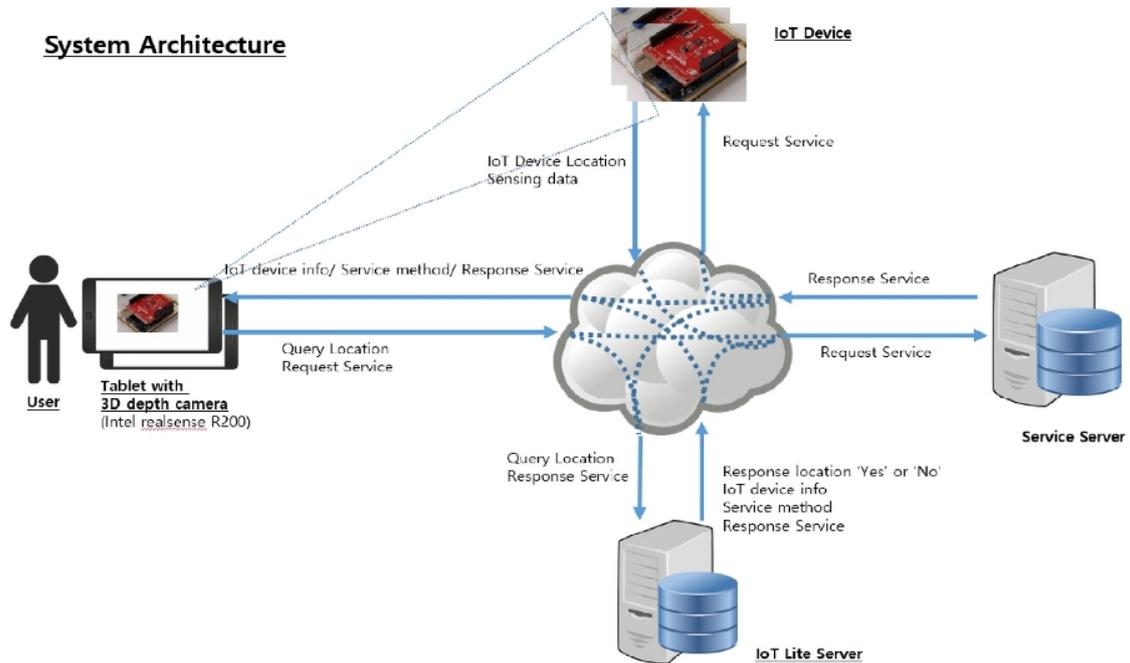
## 2.4 IoT-Lite 온톨로지(계속)

관련연구 및 주변기술



### 3.1 시스템 아키텍처

시맨틱 증강현실 서울인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론



### 3.2 시스템 아키텍처 특징

시맨틱 증강현실 서울인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

#### ● 직관적 인터페이스 구현

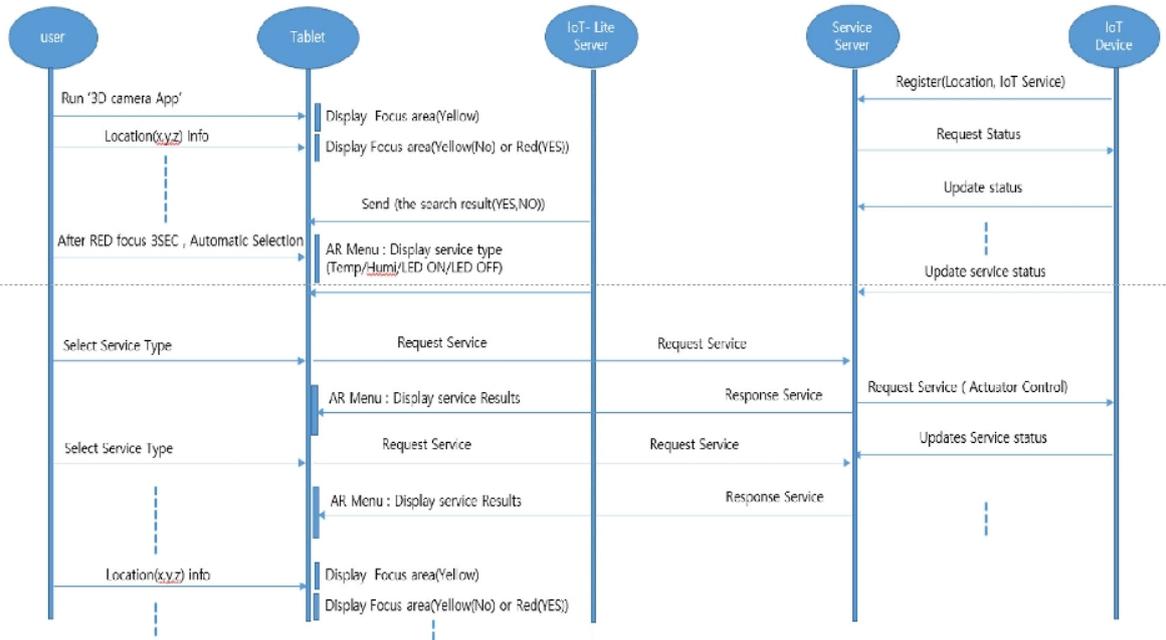
- Active Selection : 능동적으로 장비를 검색하고 선택 가능
- Sight Base Interface : 보이는 것 위주의 장비선택
- Service based Interface : 원하는 서비스를 선택가능

#### ● 시맨틱 웹 서비스 장점 지원

- 비즈니스의 신속성 : 비즈니스 요구를 빠르게 반영할 수 있음
- 상호 운영성 : 온톨로지 서버와 서비스 별개의 운영
- 플랫폼의 독립성 : 웹만 지원이 되면 가능하므로 (윈도우, 유닉스, 리눅스 무관)
- 투자비용 절감 (소프트웨어의 재사용)

### 3.3 시스템 구현 시나리오

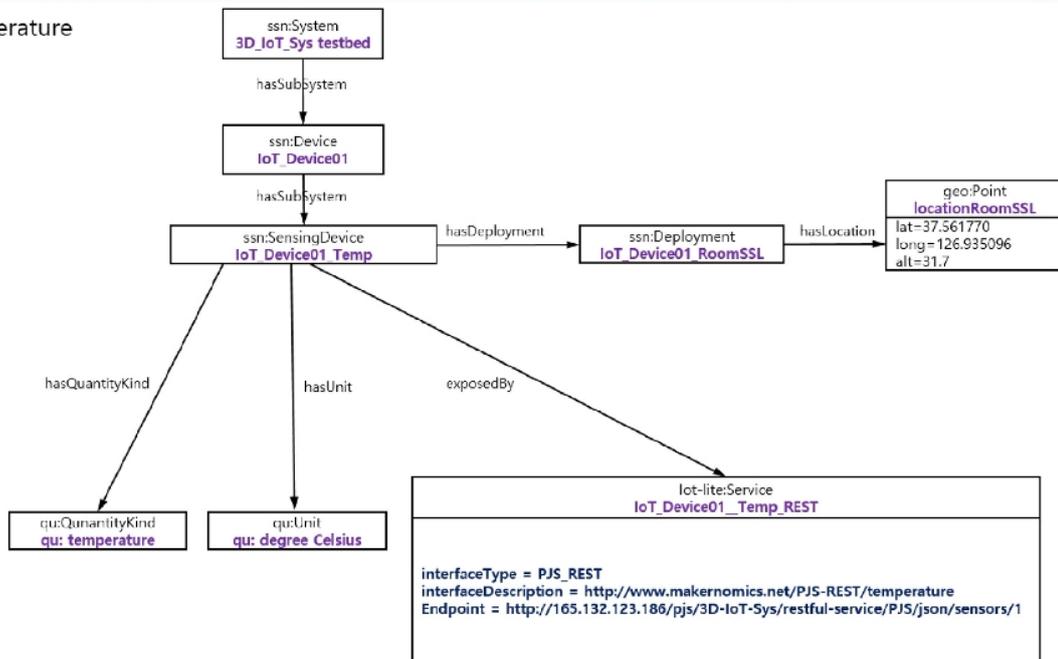
시맨틱 증강현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론



### 3.4 IoT-Lite을 적용한 사물인터넷 장비 모델(온도)

시맨틱 증강현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

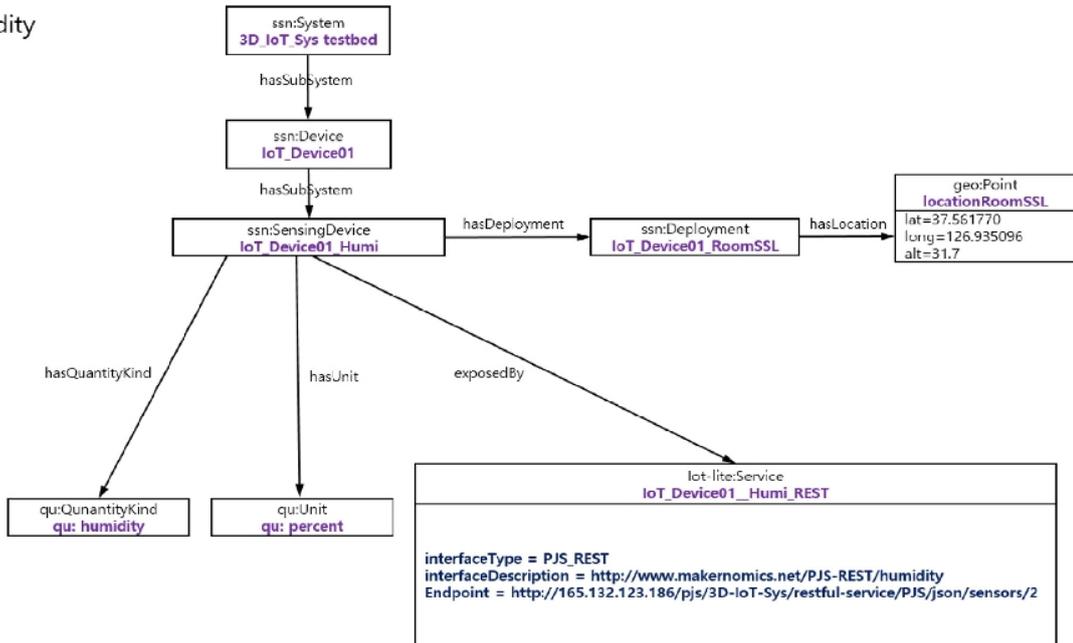
Temperature



### 3.4 IoT-Lite을 적용한 사물인터넷 장비 모델(습도)

시맨틱 증강현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

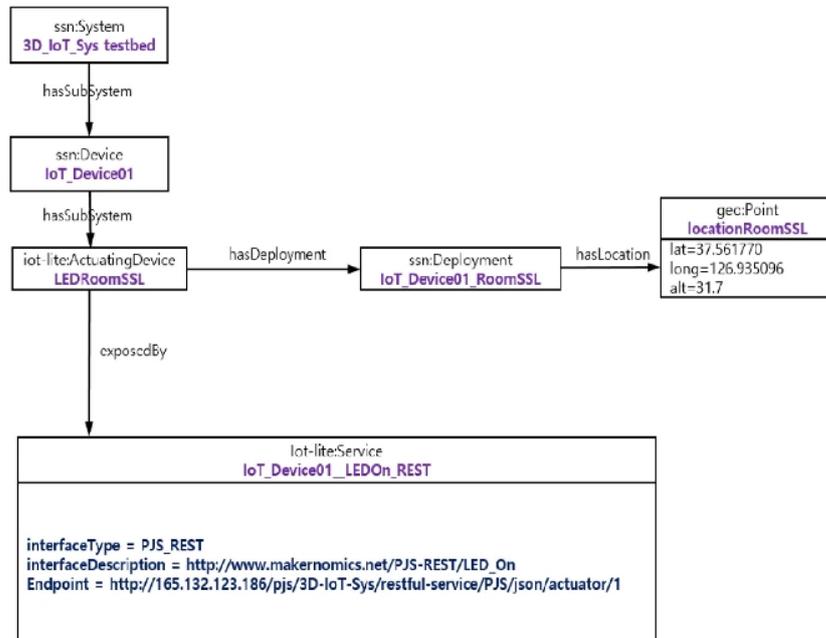
Humidity



### 3.4 IoT-Lite을 적용한 사물인터넷 장비 모델(LED\_On)

시맨틱 증강현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

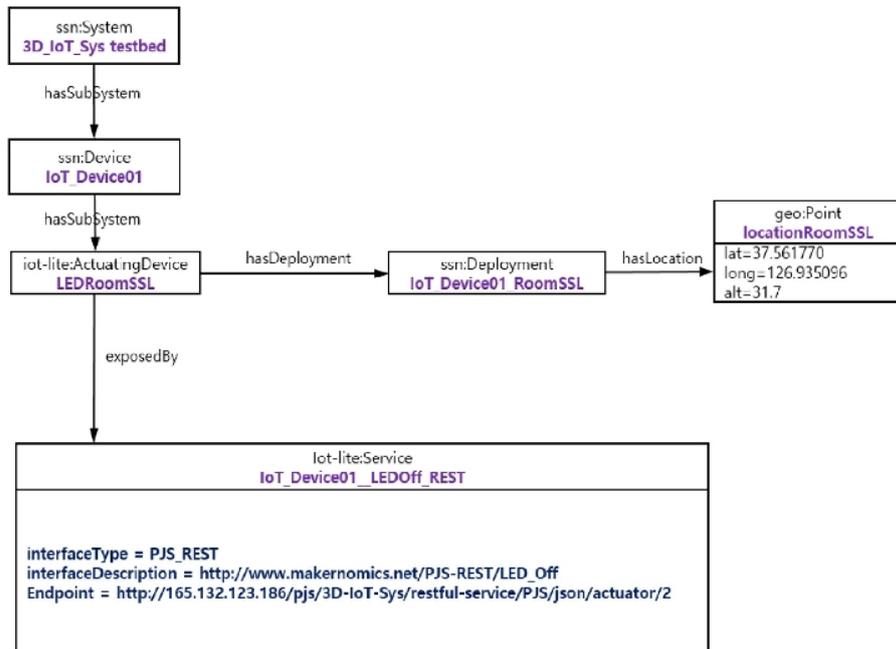
LED\_On



### 3.4 IoT-Lite를 적용한 사물인터넷 장비 모델(LED\_Off)

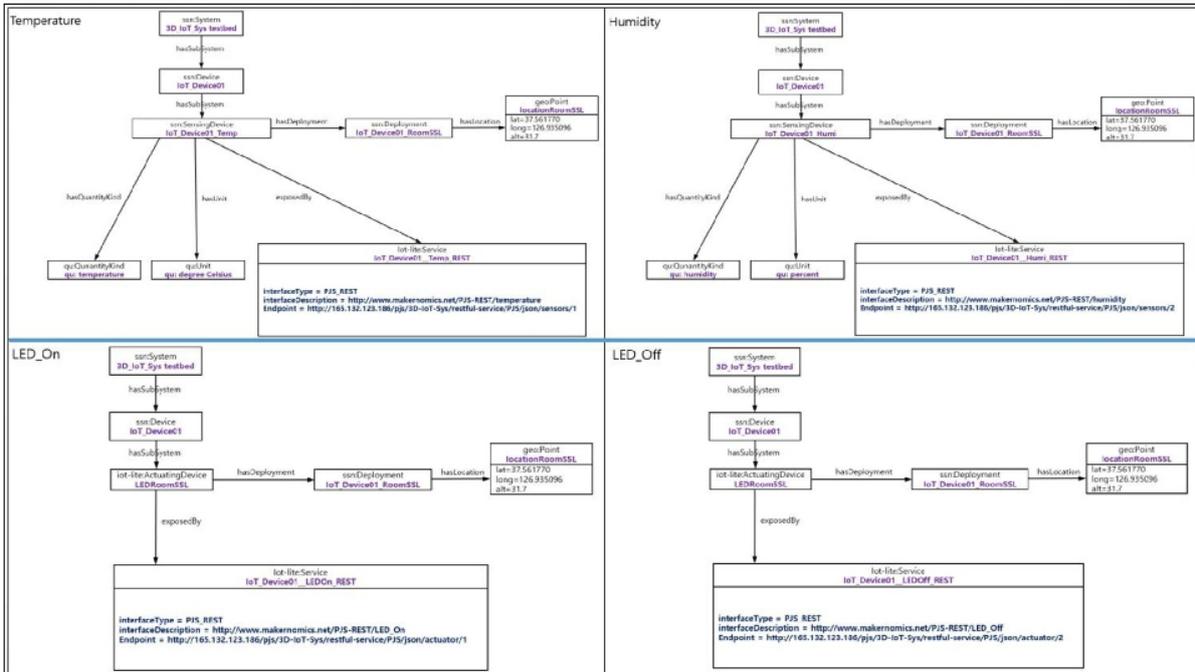
시맨틱 증강 현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

LED\_Off



### 3.4 IoT-Lite를 적용한 온톨로지 모델

시맨틱 증강 현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론



### 3.5 RDF/OWL SPARQL Query Example

시맨틱 증강현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

#### ● SPARQL Query

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX iot-lite: <http://purl.oclc.org/NET/UNIS/fiware/iot-lite#>
PREFIX ssn: <http://www.w3.org/2005/Incubator/ssn/ssnx/ssn#>
PREFIX ssn2: <http://purl.oclc.org/NET/ssnx/ssn#>
SELECT ?x ?y ?z ?a ?b
WHERE { ?x rdf:type ssn2:Device.
?x ssn2:hasSubSystem ?y.
?y iot-lite:exposedBy ?z.
?z iot-lite:interfaceDescription ?a.
?z iot-lite:endpoint ?b.
}
```

#### ● Query Result(json Type)

```
{
  "head": {
    "vars": [ "x", "y", "z", "a", "b" ]
  },
  "results": {
    "bindings": [
      [
        "x": { "type": "uri", "value": "http://www.makernomics.net/ow/IoT_Device01" },
        "y": { "type": "uri", "value": "http://www.makernomics.net/ow/IoT_Device01_Temp" },
        "z": { "type": "uri", "value": "http://www.makernomics.net/ow/IoT_Device01_Temp_REST" },
        "a": { "type": "literal", "datatype": "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#anyURI", "value": "http://www.makernomics.net/PJS-REST/temperature" },
        "b": { "type": "literal", "datatype": "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#anyURI", "value": "http://165.132.123.186/pjs/3D-IoT-Sys/restful-service/PJS/json/sensors/1" }
      ]
    ]
  }
}
```

### 3.6 구면 좌표계를 이용한 공간 좌표 계산 알고리즘

시맨틱 증강현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

$x = r \cdot \cos\theta \sin\phi$   
 $y = r \cdot \cos\theta \cos\phi$   
 $z = r \cdot \sin\theta$

- r : 원점으로 부터 P까지의 거리
- $\theta$  : z축의 양의 방향으로부터 원점과 P가 이루는 직선까지의 각
- $\phi$  : x축 양의 방향으로부터 원점과 P가 이루는 직선을 xy평면에 투영시킨 직선까지의 각

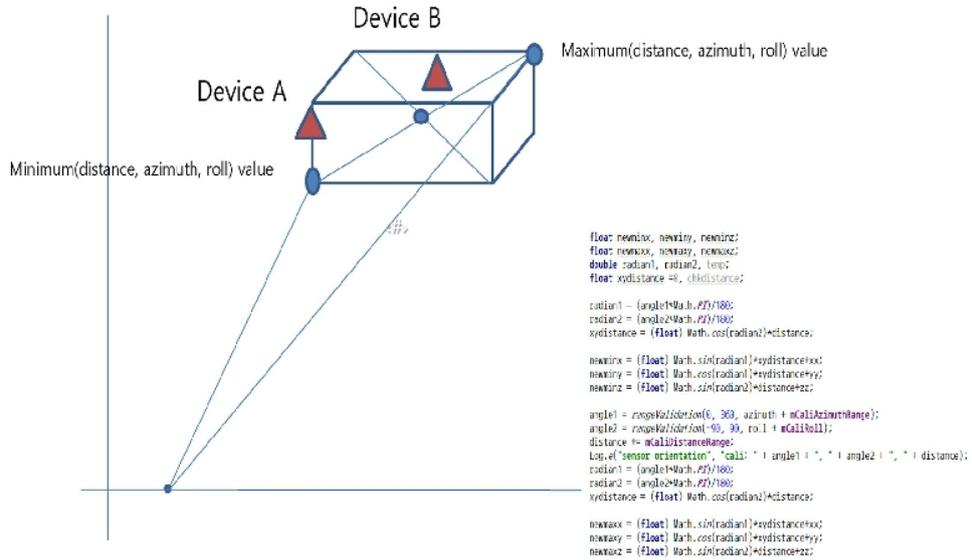
- r=distance : 3D 깊이 카메라  
 -  $\phi$  : 방위각 (태블릿 센서정보)  
 -  $\theta$  : FoV값 (태블릿 센서정보)

태블릿 (x1, y1, z1)에서 Distance로 떨어진 좌표계산  
 경도(x2) = distance\*cos $\theta$ sin $\phi$  + x1  
 위도(y2) = distance\*cos $\theta$ cos $\phi$  + y1  
 고도(z2) = distance\*sin $\theta$  - z1

### 3.6 구면 좌표계를 이용한 공간 좌표 계산 알고리즘(중복처리)

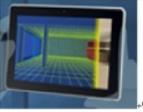
시맨틱 증강현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

- 같은 곳에 2개 이상의 device가 발견되었을 경우 어떻게 처리하는 지에 대한 알고리즘 처리



### 3.6 시스템 프레임 워크

시맨틱 증강현실 사물인터넷  
인터페이스 시스템 구현을 위한 방법론

CAT	Mobile Tablet	Server	IoT Device
H/W	 Intel Tablet R200 Mobile Reference Tablet RealSense Camera(R200탑재) OS: Android Development Tools: Android JAVA platform	 Cloud Service Server Software: PHP Database: MySQL	 Arduino UNO Sparkfun ESP8265 Wi-Fi shield S/W tools: C, Adafruit Library, ESP8266 library
S/W	<ul style="list-style-type: none"> <li>User Interface                             <ul style="list-style-type: none"> <li>3D ceptch Camera</li> <li>Focus Area(rectangle)</li> <li>IoT Device Control</li> </ul> </li> <li>API Mgmt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>IoT Service API Mgmt</li> <li>Server API Mgmt</li> </ul> </li> <li>Data Mgmt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Location Calculation</li> <li>Searching DB</li> <li>IoT Device DB</li> <li>Sensing DB (GPS, Azimuth, Roll, Pitch value)</li> </ul> </li> <li>AR Engine                             <ul style="list-style-type: none"> <li>IoT device Info display</li> <li>IoT device control</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobile Service Mgmt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>IoT location result</li> <li>IoT device sensing info Service</li> </ul> </li> <li>IoT Mgmt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Registration and Management</li> <li>Sensing data updating</li> </ul> </li> <li>API Mgmt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>IoT Information</li> <li>HTTP WEB connection</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Web Service Mgmt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>ESP8266(WiFi) Client(HTTP Request)</li> </ul> </li> <li>Sensors and Actuators Mgmt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Get Sensing Info. And Publishing</li> <li>LED Control modules</li> </ul> </li> </ul>

- 인텔 리얼센스 Camera R200을 탑재한 모바일 태블릿
  - 서버와 IoT 장비와의 연동을 위한 Web API, DB 연동
  - 실 좌표 계를 위한 계산 알고리즘 처리
  - AR Engine으로 크게 구성
  - Android Programming and 리얼센스 SDK
- 서버
  - Web Program 처리를 PHP
  - Database 는 오픈소스 기반의 MySQL
  - 모바일 서비스, IoT Management, API Management
- 사물인터넷 장비
  - 웹 서비스 management
  - Sensor 및 Actuator Control

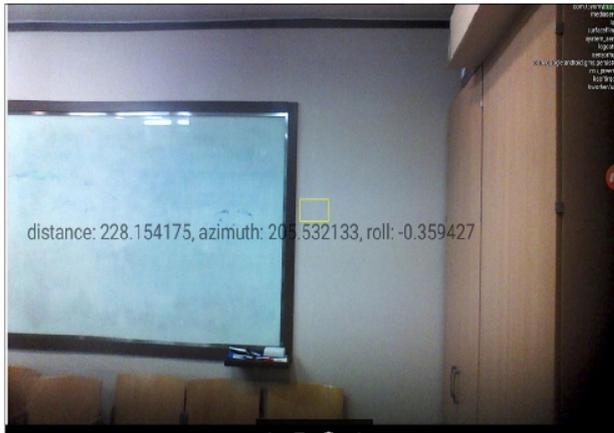
## 4.1 3D 모바일 태블릿(Depth 정보 Method 호출)

증강현실 시맨틱 기반 정보연동  
프로토타입 구현

DepthImage depthImage;

depthImage.getZ(x,y) method 호출로 mm 단위로 값

사람 인식 편의를 위한 cm 단위 변환



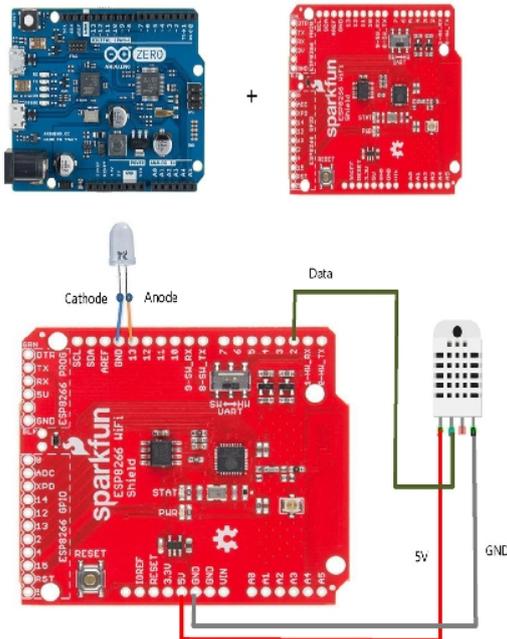
Android 5.1 (API 22)			
↳ SDK Platform	22	2	Installed
↳ Android TV ARM v8a System Image	22	1	Not installed
↳ Android TV Intel x86 Atom System Image	22	3	Not installed
↳ Android Wear ARM v8a System Image	22	7	Not installed
↳ Android Wear Intel x86 Atom System Image	22	7	Not installed
↳ ARM v8a System Image	22	7	Not installed
↳ Intel x86 Atom System Image	22	5	Not installed
↳ Intel x86 Atom System Image	22	5	Not installed
↳ Google APIs ARM v8a System Image	22	10	Not installed
↳ Google APIs Intel x86 Atom System Image	22	10	Not installed
↳ Google APIs Intel x86 Atom System Image	22	10	Not installed
↳ Google APIs	22	1	Not installed
↳ Intel RealSense SDK Add-on for R200 Camera	22	8	Installed
↳ Sources for Android SDK	22	1	Installed
Extras			
↳ Google APIs by Google Inc, Android API 23, revision	0		Installed
↳ Broken Source Package	0		Installed
↳ Android Support Repository	39		Installed
↳ Android Auto Desktop Head Unit emulator	1.1		Not installed
↳ Google Play services	37		Installed
↳ Google Repository	26		Installed
↳ Google Market Apk Extension	1		Installed
↳ Google Play License Library	1		Not installed
↳ Google Play Billing Library	5		Not installed
↳ Android Auto API Simulator	1		Not installed
↳ Google USB Driver	11		Installed
↳ Google Web Driver	2		Not installed
↳ Intel i86 Emulator Accelerator (HAXM installer)	604		Installed
↳ Intel RealSense SDK	1.14		Installed
↳ hdk Bundle	13.1		Installed

```
for(int wstart = 228; wstart < 252; wstart++)
for(int hstart = 171; hstart < 189; hstart++) {
    depthSum += depthImage.getZ(wstart, hstart);
}

if(mCameraCallback != null)
    mCameraCallback.or(amera).instanceAvailable(depthSum/(74*18));
```

## 4.2 OSHW 이용한 사물인터넷 장비

프로토타입 구현

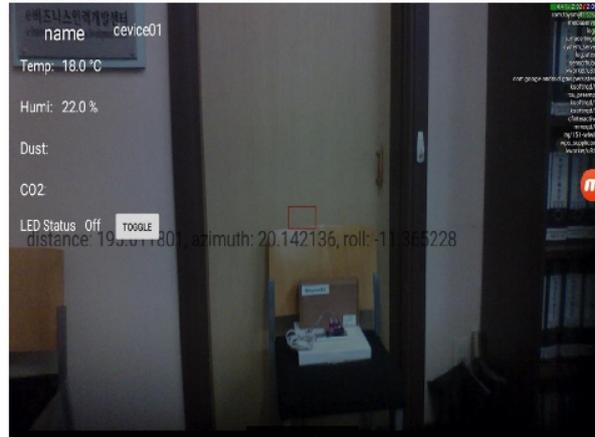
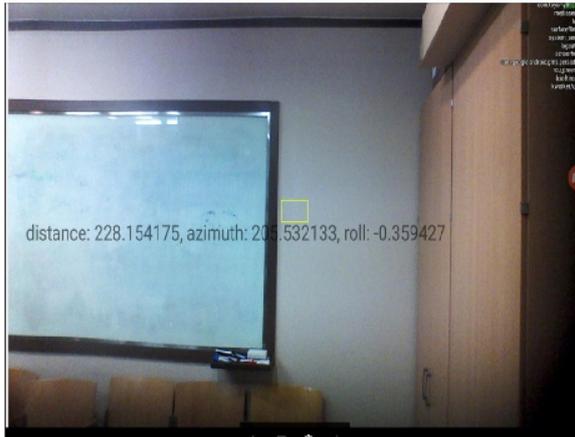


- Arduino Uno B/D + Sparkfun ESP8266 Wi-Fi shield
- DHT22 Sensor (Data read(2pin), 5Vcc, GND) connected
- Super white light LED (Anode(13pin), Cathode(GND))
- No resistance for simple circuit schematic

### 4.3 사물 인터넷 정보획득 : 온도 및 습도

프로토타입 구현

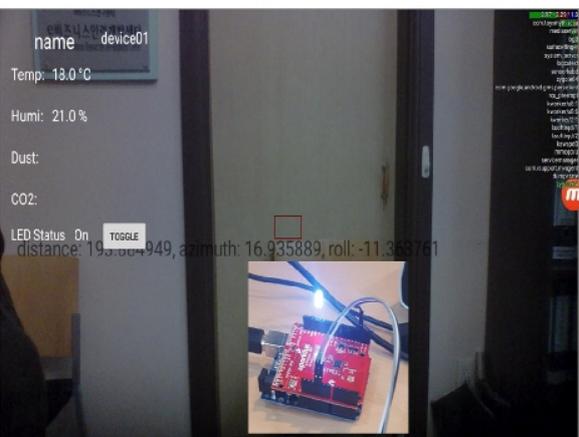
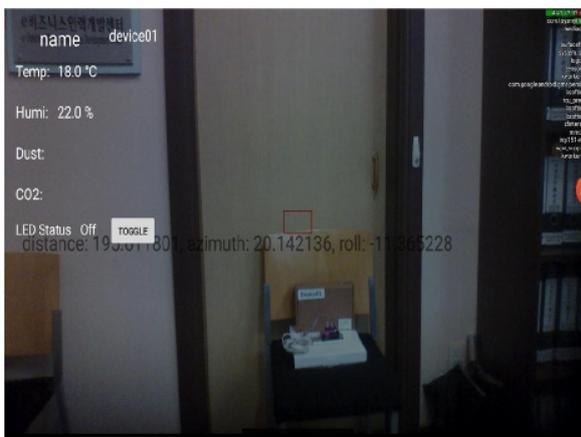
- 화면 중앙에 노란색 박스(24\*18 픽셀)의 평균 깊이
- 아래화면에서 벽까지 거리 228Cm(2.2m), 방위각 205°, 롤값 -0.3
- 평상시 화면에 표시되는 정보를 가지고 좌표 값 계산 후 서버에서 사물인터넷 장비 조회
- 서버에서 조회 후 장비가 있으면 Focus Area가 빨강색으로 변경
- 빨강색 변경 후 3초간 정지하면 포커스 장비선택으로 간주하여 해당 장비의 온도 및 습도를 서비스 하는 장면



### 4.4 사물 인터넷 장비 제어 : LED On/Off

프로토타입 구현

- 화면에 증강현실 메뉴 화면 오버래핑 되어 온/습도 표시
- 화면 메뉴에 LED 등을 작동할 수 있는 Toggle 스위치 버튼
- 현재 LED Status는 Off 상태 확인
- 컨트롤 메뉴에서 Toggle버튼을 눌렀을 경우 LED Status On으로 바뀜
- 증강현실 인터페이스를 통해 LED 등이 켜진 모습을 확대한 모습



### ● 본 연구의 특징

- 3D 카메라를 활용하여 사물인터넷 장비의 공간 좌표 값 자동 계산으로 장비를 검색가능
- 별도의 접속방법 없이 사물인터넷 장비와의 증강현실 인터페이스를 통한 정보 획득 및 제어 가능
- IoT-Lite 온톨로지 설계로 인해 기존의 무거웠던 SSN, IoT-A 방식 탈피, 경량화 모델구현
- 시스템에 의한 사물인터넷 서비스 자동발견, 검색, 공유, 실행 가능

### ● 활용방안

- 공공 사물 인터넷 서비스 대국민 서비스 편익 확대
- 민간의 제품 홍보 및 광고에 활용
- 공공 사물인터넷 서비스 확장 시 중복투자 방지 및 재 활용성 극대화

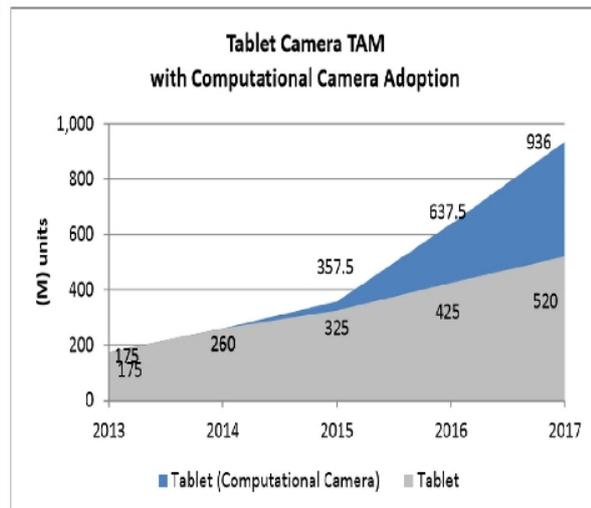
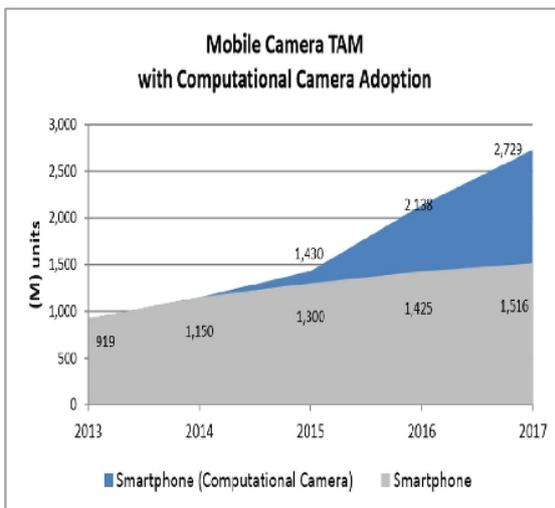
### ● 향후 연구 방향

- 거리한계에 따른 다른 측위방법과의 연동(관성센서 또는 Wi-Fi, Bluetooth)
- 사물인터넷 장비 기능 증가에 따른 가상 사물인터넷 서비스 개념

# Backup Slides

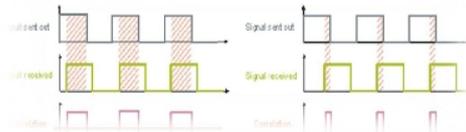
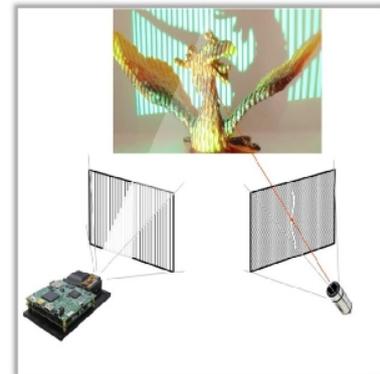
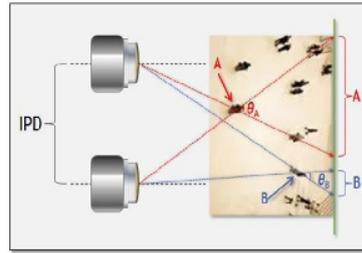
● 3D(IR Depth)카메라 도입 확산

- 마이크로소프트 Kinect / 인텔 리얼센스카메라
- Apple의 Xbox 360의 Kinect를 개발했던 PrimeSense 인수
- Google은 Tango와 함께 세계적으로 유명한 적외선 Depth 센서 직접개발
- Apple 아이폰 7에 듀얼 카메라 장착, 향후 Android phone에 확장적용 예상



추가사항 Stereo Type, Structured, TOF, Hybrid 방식

	Stereoscopic Vision	Structured Light Fixed Pattern	Structured Light Programmable Pattern	Time of Flight
Depth Accuracy	mm to cm Difficult with smooth surface	mm to cm	$\mu\text{m}$ to mm Variable patterns & different light sources improves accuracy	mm to cm Depends on resolution of sensor
Scanning Speed	Medium Limited by software complexity	Fast Limited by camera speed	Fast/Medium Limited by camera speed	Fast Limited by sensor speed
Distance Range	Mid range	Very short to mid range Depends on illumination power	Very short to mid range Depends on illumination power	Short to long range Depends on laser power & modulation
Low Light Performance	Weak	Good	Good	Good
Outdoor Performance	Good	Weak/Fair Depends on illumination power	Weak/Fair Depends on illumination power	Fair Depends on illumination power
Software Complexity	High	Low/Middle	Middle/High	Low
Material Cost	Low	Middle	Middle/High	Middle



● Web Service 표준

- Description 표준안 : WSDL(Web Services Description Language) : XML을 기반으로 웹 서비스를 기술(description)하는 표준안으로 웹 서비스의 메소드, 메소드인자, 리턴 데이터형, 전송 프로토콜 등을 명시합니다.
- Publish 및 Finding 표준안 : UDDI(Universal Description, Discovery and Integration) : 웹 서비스를 등록하고 검색을 위한 Registry에 관련한 표준안입니다
- Binding 표준안 : SOAP(Simple Object Access Protocol) : XML 을 포맷으로 하여 웹서비스의 메소드를 호출하기 위한 프로토콜로 어플리케이션의 운영체제, 언어, 플랫폼에 독립적으로 통신을 가능하게 해 줍니다.

● 웹 서비스 구성

- 서비스 등록 및 검색 : UDDI
- 서비스 기술 : WSDL
- XML 메시징 : SOAP
- 전송네트워크 : http, smtp, ftp, https over tcp/ip

● 출처: <http://gisulsa.tistory.com/268> [정보처리 기술사]