

스마트 항공 보안 기술 적용에 따른 운영 효율성 향상 방안

한국SCM학회 춘계컨퍼런스(2017)

조성원^a, 임현우^a, QUAN JINXIAN^a, 김진주^b, 이철웅^{a*}

a. 고려대학교 공과대학 산업경영공학과

b. 고려대학교 지식재산학과

목차

1. 서론
2. 문헌 연구
3. 분석 방법 및 결과
4. 결론

1. 서론

1. 서론

- 미국의 9.11 항공테러를 기점으로 항공안전 및 보안 기술이 급격하게 발전
 - 최근 러시아 민간 여객기가 추락해 탑승객 2백여 명이 숨지고, 터키 이스탄불의 국제공항에서 일어난 테러로 40여 명이 숨지면서 테러 단체들이 민간 항공 시설을 목표물로 삼는 것을 우려한 UN 안전보장이사회에서는 모든 UN 회원국에게 공항의 보안 검색을 강화하도록 하는 결의안을 만장일치로 채택하였음
- 항공 보안 제고와 승객의 서비스 만족도 향상의 딜레마
 - 항공테러의 발생으로 공항에서 보안검색을 강화하자 공항을 이용하는 승객들의 불만이 급증함
 - 빠르고 정확한 보안검색을 위해 항공 보안 기술에 정보통신기술을 융합한 ‘ICT 융합 보안 기술’의 도입은 공항 경쟁력 강화와 승객의 서비스 만족도 향상에 필수적인 요소임

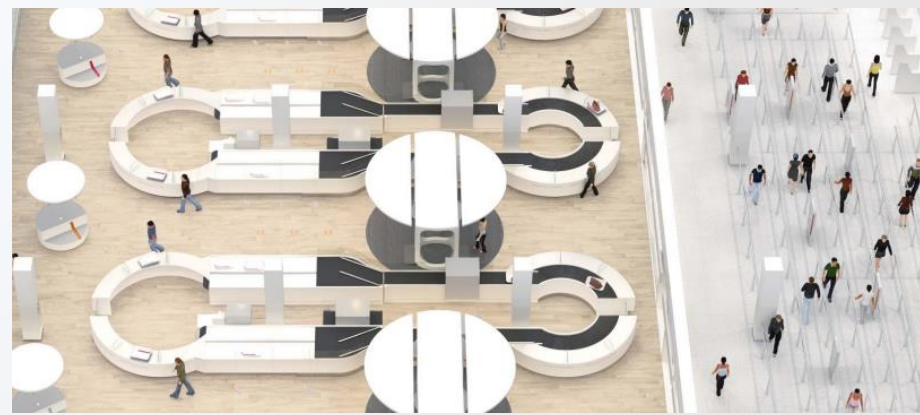
1. 서론

- 보안검색이란?

- 불법방해 행위를 하는데 사용될 수 있는 무기 또는 폭발물 등 위험성이 있는 물건들을 탐지 및 수색하기 위한 행위
- 항공기내 반입 금지물품, 휴대 반입 금지물품, 위탁수화물 금지물품에 대한 검색
- 보안감독자, X-Ray 판독자, 남/녀 검색원, 안내자 등 팀으로 구성되어 보안검색 실시



〈Atlanta Airport의 Innovation Lane〉



〈Amsterdam Schiphol Airport의 Smart Security〉

2. 문헌 연구

2. 문헌 연구

- 항공 보안 관련 연구

- X-ray 산란에 영향을 주는 파라미터 값들을 최적화하여 EDS(Explosive Detection System)의 성능을 향상시킨 연구(Harding, 2004)
- 사람의 생체적 특성을 인식할 수 있는 바이오메트릭스(Biometrics) 시스템은 항공 보안 프로세스의 효율성을 대폭 제고함(Jain et al., 2008)
- 바이오메트릭스 기술과 이미지 처리 기술의 적절한 융합방법에 대한 연구(Adler, 2004)
- 기존의 X-ray 기술에 비해 물체의 식별력이 더 좋은 CT(Computed Tomography) 기술 기반의 항공 보안 시스템에서 출력되는 이미지를 정량적으로 분석할 수 있음(Cho et al., 2016)
- 수화물 검사에서 CT 기술 기반의 영상 분할로 물체의 특징을 분석하고 시스템 작동 과정을 최적화하여 작업 효율을 높인 연구(Martin et al., 2015)

2. 문헌 연구

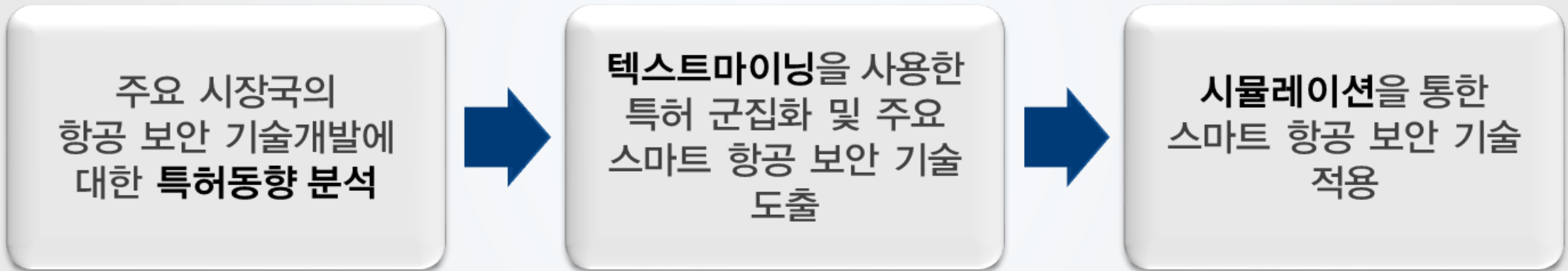
- 기술 예측 관련 연구

- 특허 명세서에서 기술 키워드를 추출하여 국외 상관기술의 개발 동향을 파악한 연구(Trappey et al., 2011)
- 위계적 군집 분석(Hierarchical Cluster Analysis)으로 주요 특허를 분류하고 인용특허 분석을 결합하여 기술 확산 정도를 제시한 연구(Chang et al., 2009)
- 앙상블(Ensemble) 방법과 베이지안(Bayesian) 학습법을 결합하여 휴머노이드(Humanoid) 로봇 시스템의 미래 기술을 도출한 연구(Choi et al., 2014)
- 장, 단기간으로 구분하여 항공 보안 기술 발전에 영향을 주는 요소를 분석하고 최적의 시스템을 제시한 연구(Kalakou et al., 2015)
- 공항 검색 프로세스와 소요 시간을 모듈화하여 미래 항공 보안에 적용 가능한 모델과 기술을 제안한 연구(Doran et al., 2013)

3. 분석 방법 및 결과

3. 분석 방법 및 결과

- 분석 단계 및 방법



3. 분석 방법 및 결과

- 특허동향 분석

- 특허 검색 DB 및 검색 범위

- ✓ 본 분석에서는 한국, 미국, 중국, 유럽 공개특허를 특허분석 대상으로 하여 유효특허를 추출하고, 1985년 1월 1일 ~ 2016년 8월 31일까지 공개된 유효특허를 분석 대상으로 한다. 일반적으로 특허가 출원된 후 18개월이 경과된 후 관련정보를 대중에게 공개하므로 정량분석은 2014년까지로 한정함.

자료 구분	국가	검색 DB	분석 구간	검색 범위
공개특허	한국	WIPS ON	1985. 1. 1. ~ 2016. 8. 31.	특허공개 전문
	미국			
	중국			
	유럽			

3. 분석 방법 및 결과

- 특허동향 분석
 - 검색식 도출

검색식	검색 건수				
	KR	US	CN	EP	합계
(((("advanced technology" or AT or (advance* near2 technolog*)) near2 (x-ray or "x ray" or xray)) near2 (detect* or inspect* or discriminat* or screen* or scan* or recogni*)) or (((x-ray or "x ray" or xray) near2 system*) near2 imag*) near2 (detect* or inspect* or discriminat* or screen* or scan* or recogni*)) or ((visual* near2 detect*) near2 imag*) or (multiview near2 imag*) or (("whole body imagers" or WBI* or (bod* near2 imag*)) near2 (detect* or inspect* or discriminat* or screen* or scan* or recogni*)) or (((low* near2 dose*) near2 ((x-ray or "x ray" or xray) near2 backscatter)) or "millimeter wave" or mmW) near2 imag*) or (((cast* or prosth* near2 imag*) or conceal*) near2 (weapon* or explosi*)) or (("bottle liquid scanners" or BLS or (liquid* near2 scan*)) near2 (detect* or inspect* or discriminat* or screen* or scan* or recogni*)) or ((handheld or "hand held" or "hand-held") near2 ((explosi* or flam*) near2 detect*)) or ("shoe scanner systems" or (shoe* near2 scan*)) or ((iris near2 (recogni* or scan*)) near2 pattern*) or ((Intelligen* or smart* or talk*) near2 cctv) or ((fac* near2 recogn*) near2 detect*))	82	531	637	179	1,429

3. 분석 방법 및 결과

- 특허동향 분석

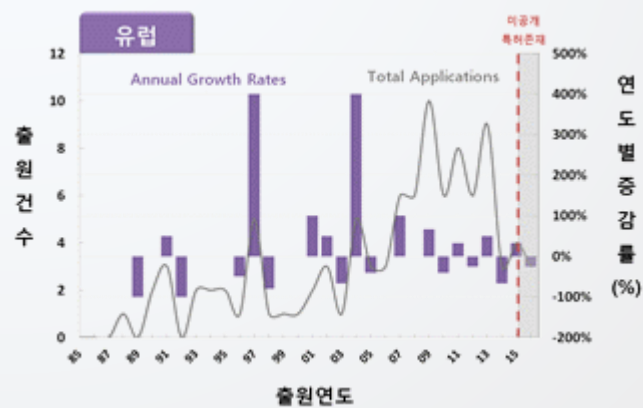
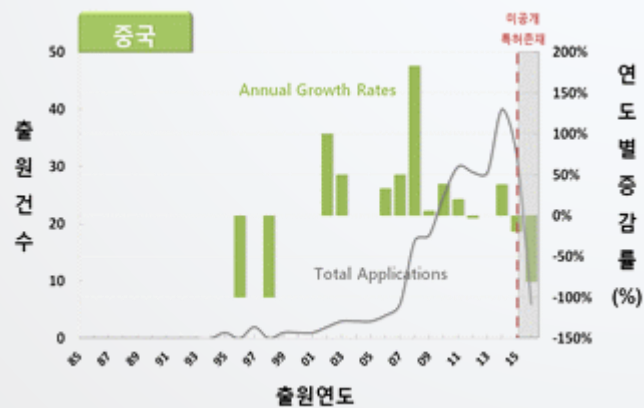
- 유효특허 선별

- ✓ 검색된 특허에서 발명의 명칭, 요약, 대표청구항에 대하여 항공 보안과 관련된 특허만을 추출하고 유효특허를 선별함

분석대상 기술	유효데이터 건수				
	KR	US	CN	EP	합계
항공 보안 기술	73	387	253	99	812

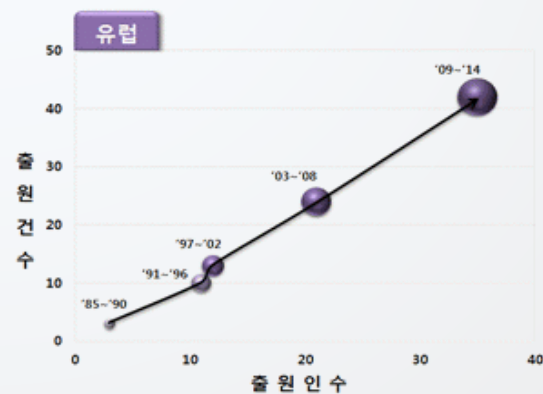
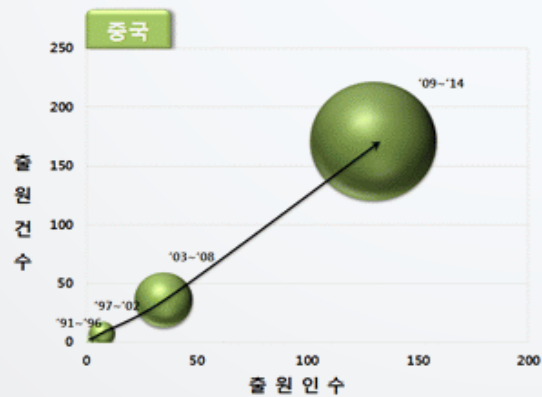
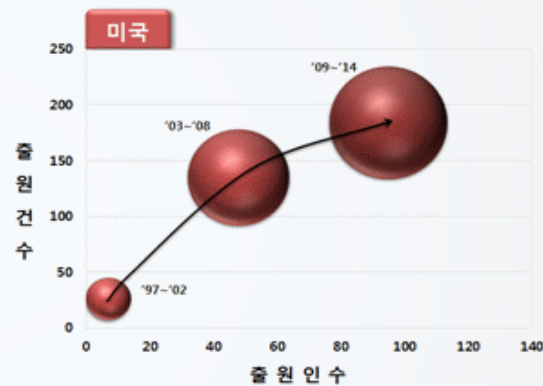
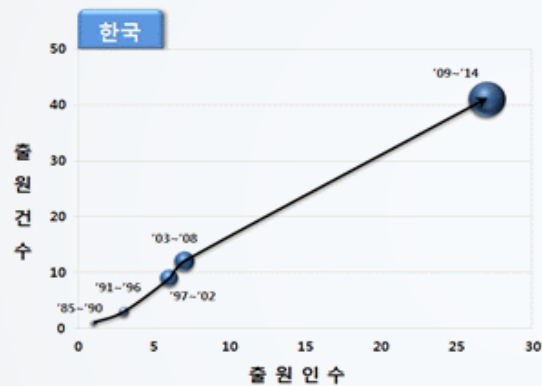
3. 분석 방법 및 결과

- 특허동향 분석
 - 주요 시장국의 기술개발 특허동향



3. 분석 방법 및 결과

- 특허동향 분석
 - 주요 시장국의 기술시장 성장단계



3. 분석 방법 및 결과

- 스마트 항공 보안 기술 도출

- 문서-단어 행렬 구성

- ✓ 학습데이터의 전처리를 위해 텍스트마이닝을 사용하여 대상 특허에서 발명의 명칭과 요약에 대한 부분만 추출하여 문서-단어 행렬을 만들
 - ✓ 문서-단어 행렬은 발명의 명칭과 요약의 내용에서 중복된 단어를 제거한 독립적인 단어들로 구성됨

국가	특허건수	단어 수
한국	44	1,459
미국	243	3,916
중국	117	3,056
유럽	74	1,911

3. 분석 방법 및 결과

- 스마트 항공 보안 기술 도출

- 주성분 분석

- ✓ 문서들을 구조적으로 해석하는 것은 어려우므로, 주성분 분석을 통해 저차원으로 변환하여 분석함
 - ✓ 국가별 특허 문서에 대한 주성분 수는 주성분에 의해 설명되는 설명력이 90%가 넘도록 선택함

국가	주성분 수	주성분 설명력
한국	29	90.60%
미국	123	90.10%
중국	72	90.20%
유럽	44	90.09%

3. 분석 방법 및 결과

- 스마트 항공 보안 기술 도출

- 최적 군집 수 결정

- ✓ 본 논문에서는 분할적 군집화에서 프로토타입 기반 기법 중 하나인 K-메도이드 군집방법을 이용하여 IPC코드를 군집화 하였다.
- ✓ 최적 군집 수를 결정함에 있어서 주성분 분석을 통해 군집화를 진행할 경우 이상치로 인해 데이터 분포가 왜곡될 가능성이 높기 때문에, 이상치에 강건한 K-메도이드 군집방법을 이용하여 군집화를 진행하였다.
- ✓ K-메도이드 군집방법은 군집의 무게중심을 구하기 위해 K개 데이터의 평균만을 사용하지 않고 PAM(Partitioning Around Medoids) 알고리즘을 사용하여 무게중심을 구한다. 즉, K-평균 군집방법과는 달리 유클리드 거리만 사용하지 않으므로 이상치로 인한 데이터 분포 왜곡을 방지할 수 있다.

3. 분석 방법 및 결과

- 스마트 항공 보안 기술 도출

- 최적 군집 수 결정

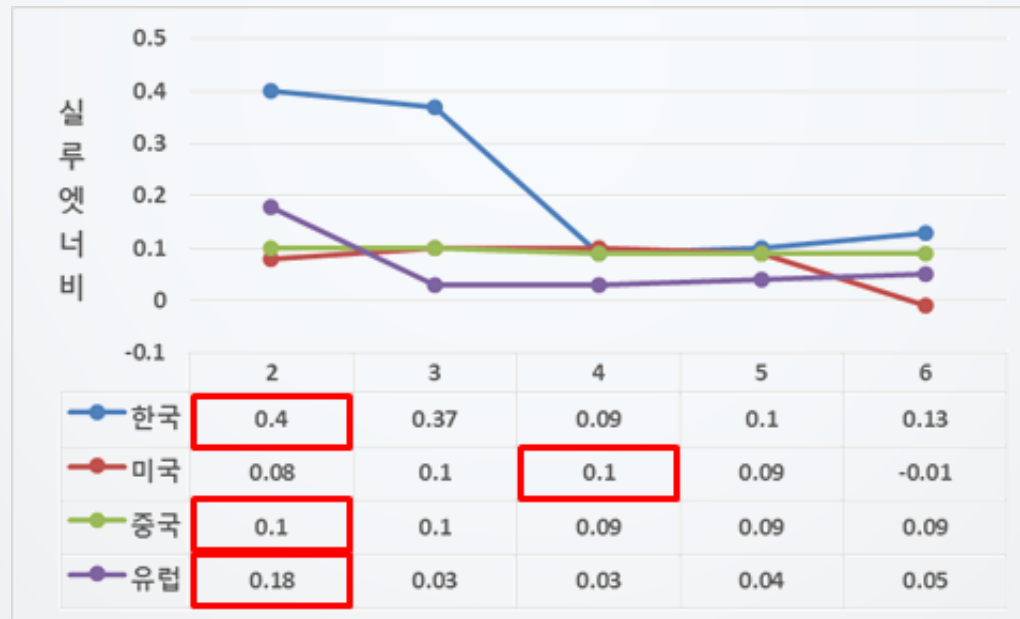
- ✓ 군집화가 얼마나 잘 되었는지 측정하기 위한 방법은 크게 내부 평가 혹은 외부 평가로 나눌 수 있다.
- ✓ 내부 평가는 데이터를 군집화한 결과 자체만으로 평가하는 방식으로, 군집 내 높은 유사도를 가지고 군집 간의 낮은 유사도를 가진 결과물에 높은 점수를 주게 된다. 그 중 하나의 데이터에 대해 해당 데이터가 속한 군집 내부의 데이터들과의 부동성과 해당 데이터가 속하지 않은 군집 내부의 데이터들과의 부동성을 통해 군집화를 평가하는 **실루엣 기법**을 이용하였다.
- ✓ 실루엣 값이 1에 가까울수록 군집화가 잘된 것이고, -1에 가까울수록 잘못 분류되었음을 나타낸다.

3. 분석 방법 및 결과

- 스마트 항공 보안 기술 도출

- 최적 군집 수 결정

- ✓ 실루엣 기법을 이용하여 국가별로 최적 군집 수를 결정함에 있어 실루엣 값이 1에 가장 가까운 군집 수를 선택하였다.



3. 분석 방법 및 결과

- 스마트 항공 보안 기술 도출

- 군집별 기술 정의

- ✓ 군집별 기술 정의를 내리기 위한 의미 있는 키워드를 선별하기 위해 군집별로 n개 이상 중복하는 단어를 키워드로 추출하고, 선별된 키워드를 바탕으로 군집별 기술을 정의함

국가	군집	특허 수	키워드	기술 정의
한국	1	41 (n=8)	다시점 화상, 밀리미터파, 부호화, 입체영상	다시점 이미지와 밀리미터파 이미지를 이용한 시각적 탐지 기술
	2	3 (n=7)	부호화, 복호화, 추정, 움직임	동작 인식을 이용한 영상 생성 기술
미국	1	108 (n=56)	millimeter, signal, target, wave	밀리미터파 이미지를 이용한 폭발물 탐지 기술
	2	106 (n=42)	body, detection, multiview, x-ray	다시점 이미지를 이용한 전신 스캔 x-ray 기술
	3	24 (n=14)	projection, beam, tube, x-ray	조립식 x-ray 검사 장비 기술
	4	5 (n=11)	collapsible, frame, inspecting, x-ray	x-ray 튜브 영사 기술
중국	1	63 (n=50)	body, millimeter, wave, x-ray	밀리미터파 이미지를 이용한 전신 스캔 x-ray 기술
	2	54 (n=28)	face, processing, image, recognition	얼굴 이미지 인식 처리 기술
유럽	1	70 (n=34)	object, processing, signal, wave	폭발물 탐지 기술
	2	4 (n=9)	characterizing, face, section, recognizing	얼굴(특정 부위) 인식을 통한 신원 확인 기술

3. 분석 방법 및 결과

- 스마트 항공 보안 기술 도출

- 스마트 항공 보안 기술

✓ 군집별 기술을 토대로 스마트 항공 보안 기술을 도출함

번호	기술	기술 설명
1	Advanced Technology(AT) x-ray	다시점 이미지와 자동화된 폭발물 탐지 알고리즘을 포함하는 시각적 탐지 기능을 가진 X선 시스템
2	Iris scan	홍채인식을 통하여 승객은 여권을 보여줄 필요가 없어 자동출입국 시간을 절약할 수 있는 시스템
3	Computed Tomography	컴퓨터 단층촬영(CT) 기반 솔루션을 사용하여 위험수하물과 휴대 가능한 액체를 식별하기 위한 3D 이미지 및 자동화 탐지 기능을 가진 시스템

– Source : Airport and Aviation Security : U.S Policy and Strategy in the Age of Global Terrorism

3. 분석 방법 및 결과

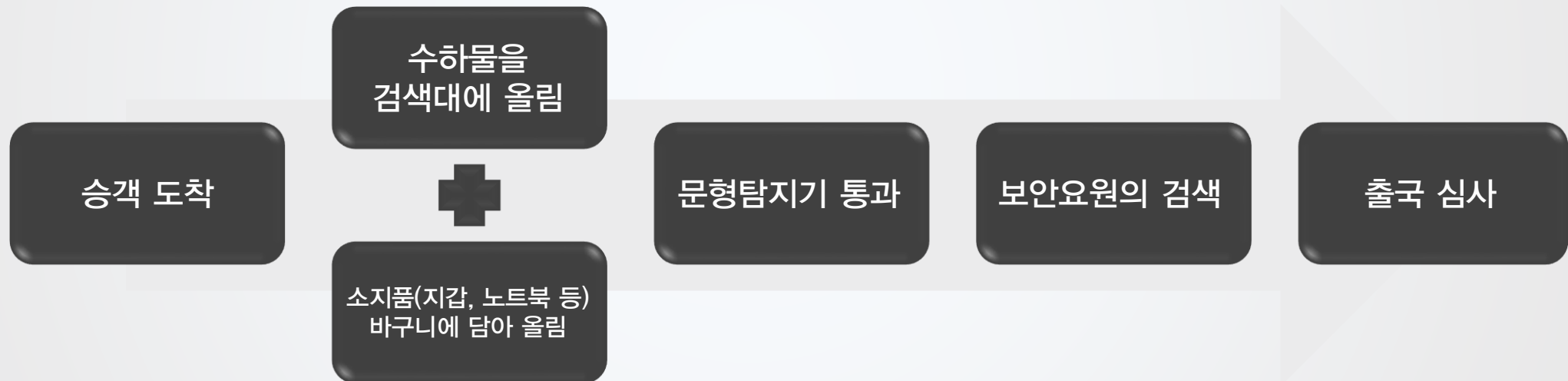
- 시뮬레이션 모형 설계

- Simulation Module

- ✓ 현재의 보안검색 방식을 포함한 4개의 Case 생성
 - Case1 : 현재 보안검색 방식(1번 기술 적용)
 - Case2 : 2번 기술 적용
 - Case3 : 3번 기술 적용
 - Case4 : 2,3번 기술 적용
- ✓ ARENA Simulation을 이용하였고, M/M/s Queue로 시뮬레이션을 수행함
- ✓ 2017.05.01~2017.05.28(1달) 인천국제공항의 출국장별 평균 승객수를 데이터로 대입함
- ✓ 1개의 출국장에 적용하였고, 출국장에 8개의 보안검색대와, 출국심사대가 있음
- ✓ 각 Case별로 1일에 대하여 50번의 시뮬레이션을 수행함
- ✓ 1명당 보안검색에 소요된 최소, 최대, 평균값 출력

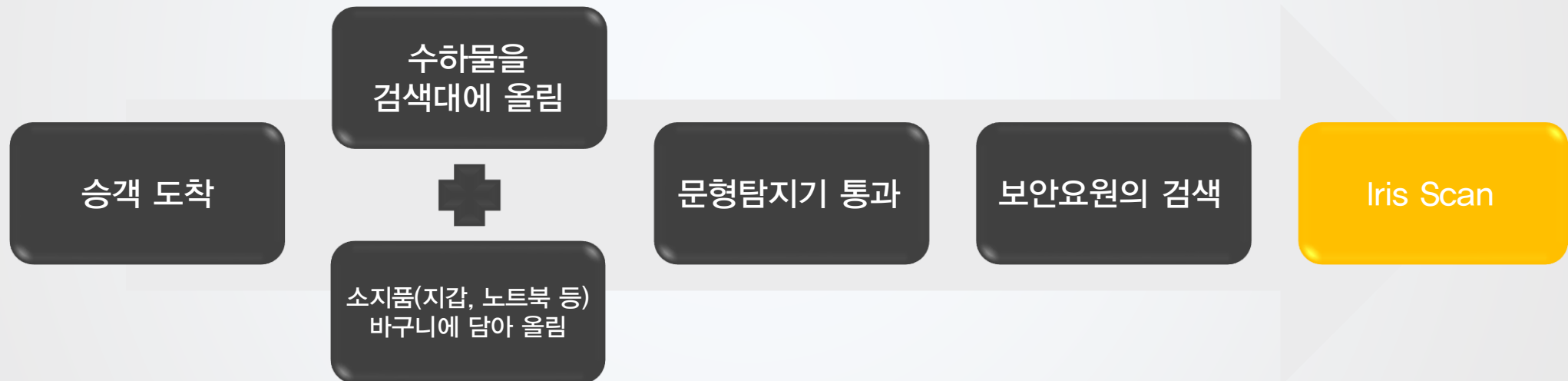
3. 분석 방법 및 결과

- 시뮬레이션 모형 설계
 - Simulation Cases ①



3. 분석 방법 및 결과

- 시뮬레이션 모형 설계
 - Simulation Cases ②



3. 분석 방법 및 결과

- 시뮬레이션 모형 설계
 - Simulation Cases ③



3. 분석 방법 및 결과

- 시뮬레이션 모형 설계

- Simulation Cases ④



3. 분석 방법 및 결과

- 시뮬레이션 분석

- 시뮬레이션 결과

(단위 : 분)

CASE	수하물 및 소지품 대기시간			문형탐지기 통과 소요시간			보안요원 검색 대기시간			출국심사 대기시간			총 소요시간		
	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대
1	3.180	1.030	5.945	0.250	0.170	0.332	0.752	0.512	0.992	3.672	3.000	4.948	7.854	4.713	12.217
2	3.180	1.030	5.945	0.249	0.171	0.332	0.752	0.512	0.992	0.530	0.255	0.982	4.711	1.968	8.251
3	2.671	1.042	4.952	0.250	0.168	0.330	0.751	0.505	0.996	2.821	0.513	4.944	6.494	2.228	11.223
4	2.677	1.039	4.953	0.251	0.168	0.332	0.774	0.514	1.034	0.526	0.251	0.987	4.228	1.972	7.306

4. 결론

4. 결론

- 결론

- 최근 4차 산업혁명으로 인해 다양한 산업에 ICT기술이 접목되고 있고, 항공 보안 산업 또한 보안의 제고 뿐 아니라 승객의 서비스 만족도를 동시에 향상시키기 위해 다양한 융합형 기술들이 도입되고 있다.
- 본 논문에서는 주요 국가의 ‘ICT 융합형 보안 기술 개발’에 대한 특허 동향을 분석하여 항공 보안 분야에 적용되는 다양한 기술들 중 주요 기술을 도출하고, 현재 공항에 시뮬레이션을 통해 적용하여 서비스 만족도를 감소시키는 주된 요인인 보안 검색 소요시간이 감소되는 것을 확인할 수 있었다.
- 본 논문에서 제시한 주요 스마트 항공 보안 기술을 통해 공항 운영의 주요 쟁점인 절차 및 규제와 승객 서비스 유지를 동시에 만족시킬 수 있는 효율화 방안으로 실제적인 운영 정책에 기여할 수 있을 것이다.

THANK YOU