

사내 기술 세미나

- 인공지능 연구 개발 -

2024.02.20(화)
개발팀/정중은

주식회사 모바힐

자기소개

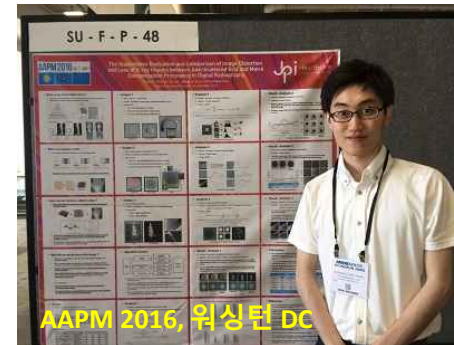
1. 의료

(JPI Healthcare, 2015~19)



2015.06-2016

- “의료영상의 S/W 처리 후 왜곡에 대한 정량적/정성적 분석” 연구
- 신 사업/신기술 아이템 발굴(3D printer)



2016.03

- 알파고 대 이세돌 (Google Deepmind Challenge match)
- 전 산업적으로 AI 열풍, “(사장) 우리도 AI로 뭔가 해보자!”

2017

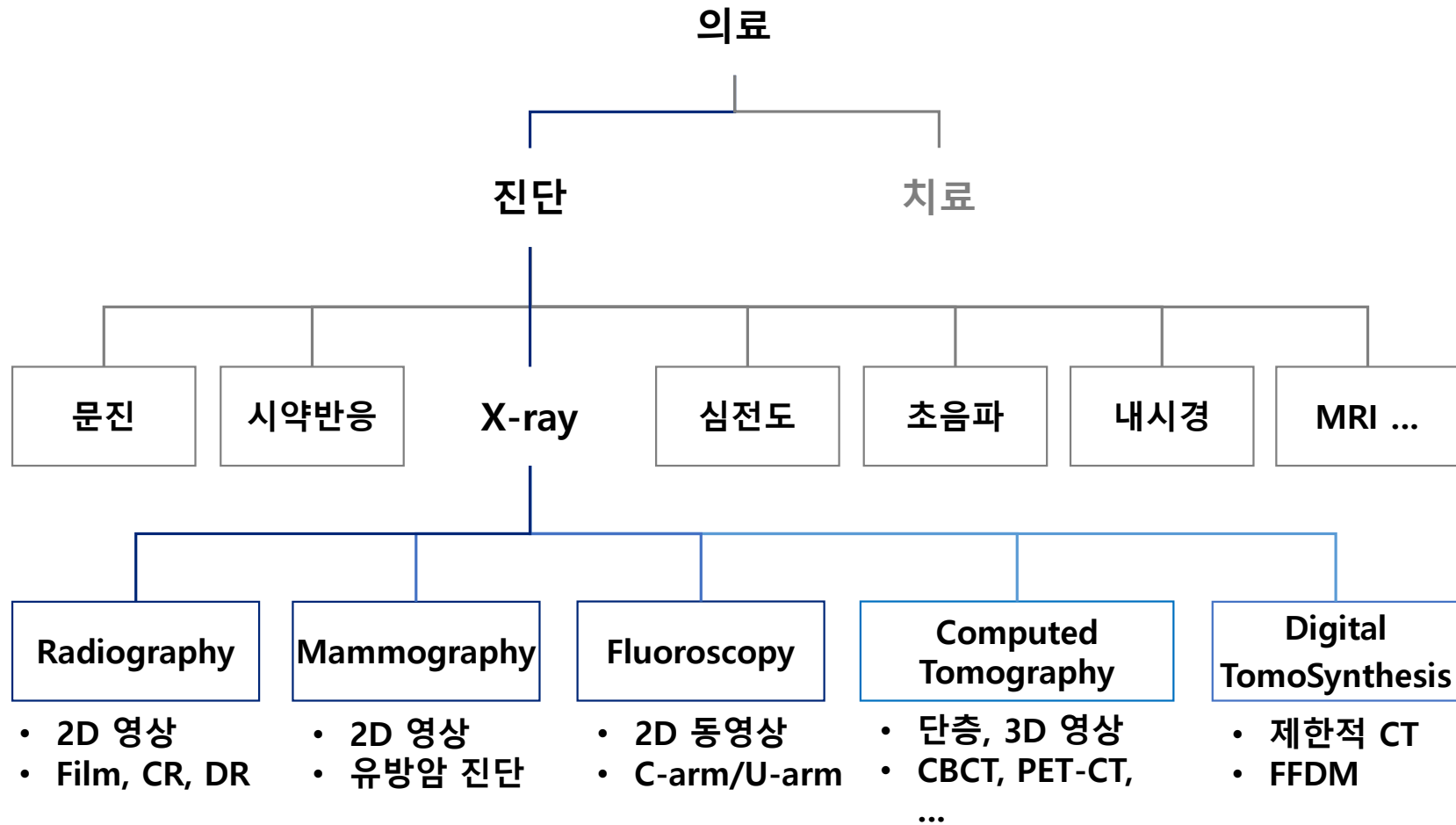
- “(팀장 ECR 2017 참관 후) S/W 물결을 막을 수 없다. 우리도 만들자!”
- “(사장) QC 직원들이 눈이 아프다는데 제품결함 자동검출 S/W 만들어봐!”
※ CNN, GAN 등 인공지능망 및 Python, TensorFlow 공부 시작

2018-19.10

- 학회 참관/U-Net, YOLO 등을 공부하여 Prototype 에 적용하기 시작
- 사내 1인 AI 개발자로 약 2년 근무 후 이직



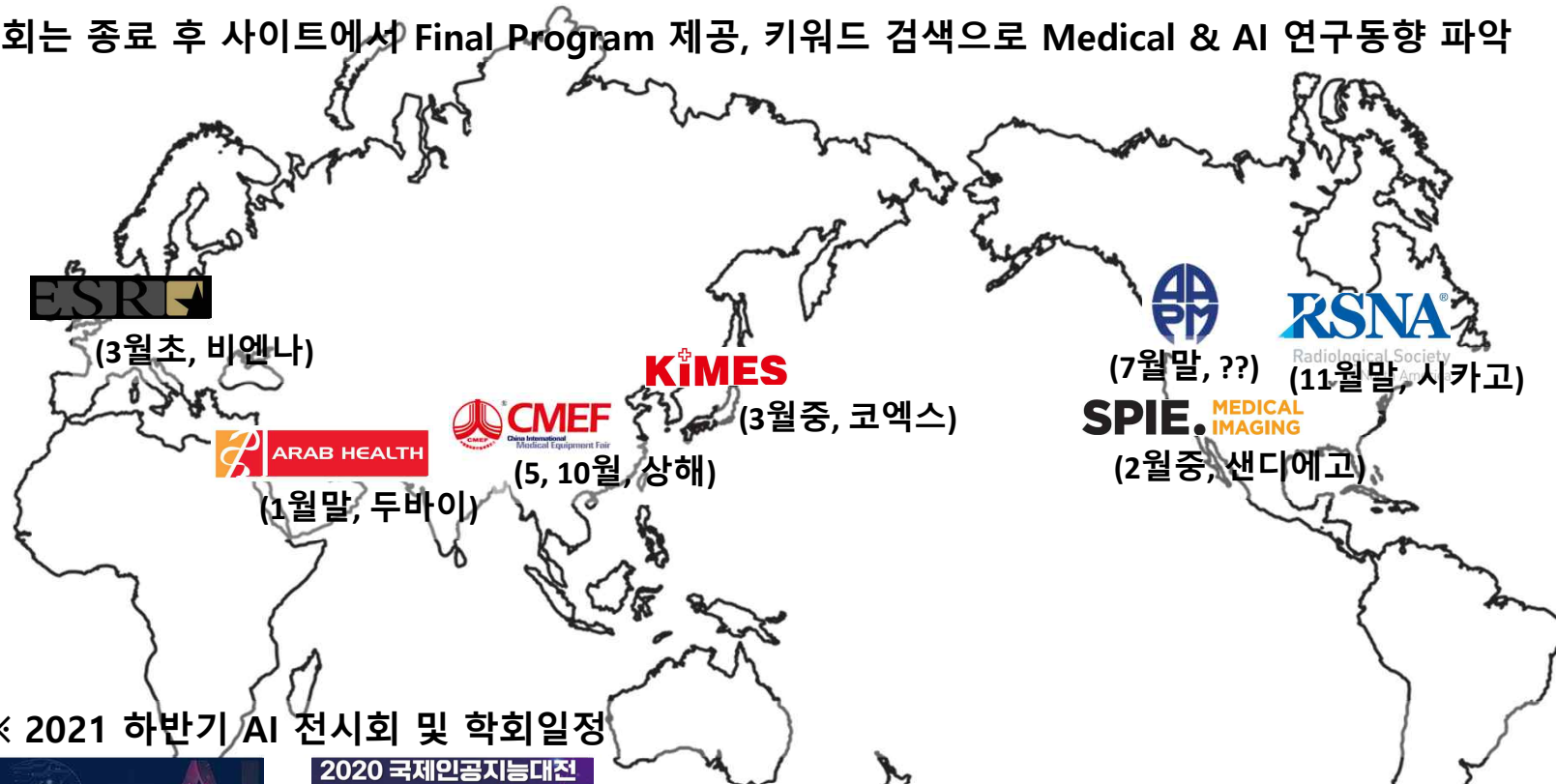
의료분야 프로젝트



의료기 전시회 및 학회

국내 전시회는 사전등록 시 무료,

학회는 종료 후 사이트에서 Final Program 제공, 키워드 검색으로 Medical & AI 연구동향 파악



※ 2021 하반기 AI 전시회 및 학회일정



9/17~19, 벅스코



9/27~29, 코엑스



[춘계: 5월 / 추계: 11월] [하계: 6월 / 동계: 12월] 대면 시 추천



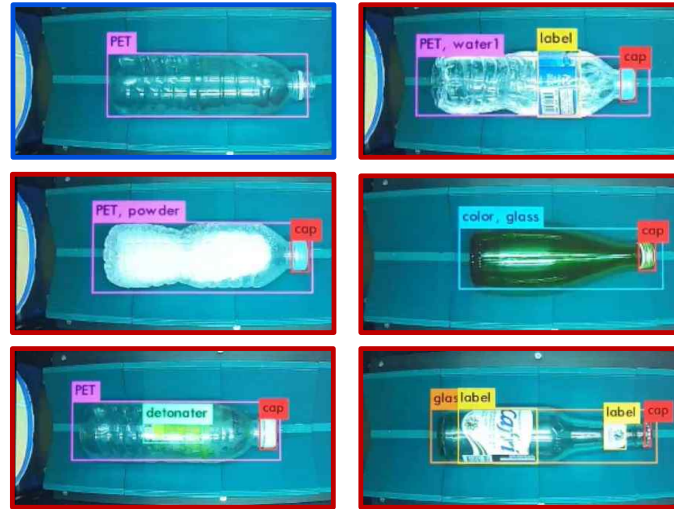
비전 AI 기반 순환자원 무인 수거기

재활용 자판기(RVM, Reverse Vending Machine)

- 인식 기술: 카메라(비전 AI) vs 바코드 인식
- 회수 물류시스템, 사업화도 중요(구매자와 사용자가 다름)

도전 과제

- 분류 대상(CAN, PET, PP...), 옵션(라벨, 뚜껑, 색상, ...) 다양화
- 형상모방(유리병, PET), 결합(CAN 입구, PET 몸체) 분류 고도화
- 보상시스템/현금화에 따른 치팅, 독점유저 대응 서비스 고도화



수퍼빈 네프론



오이스터에이블



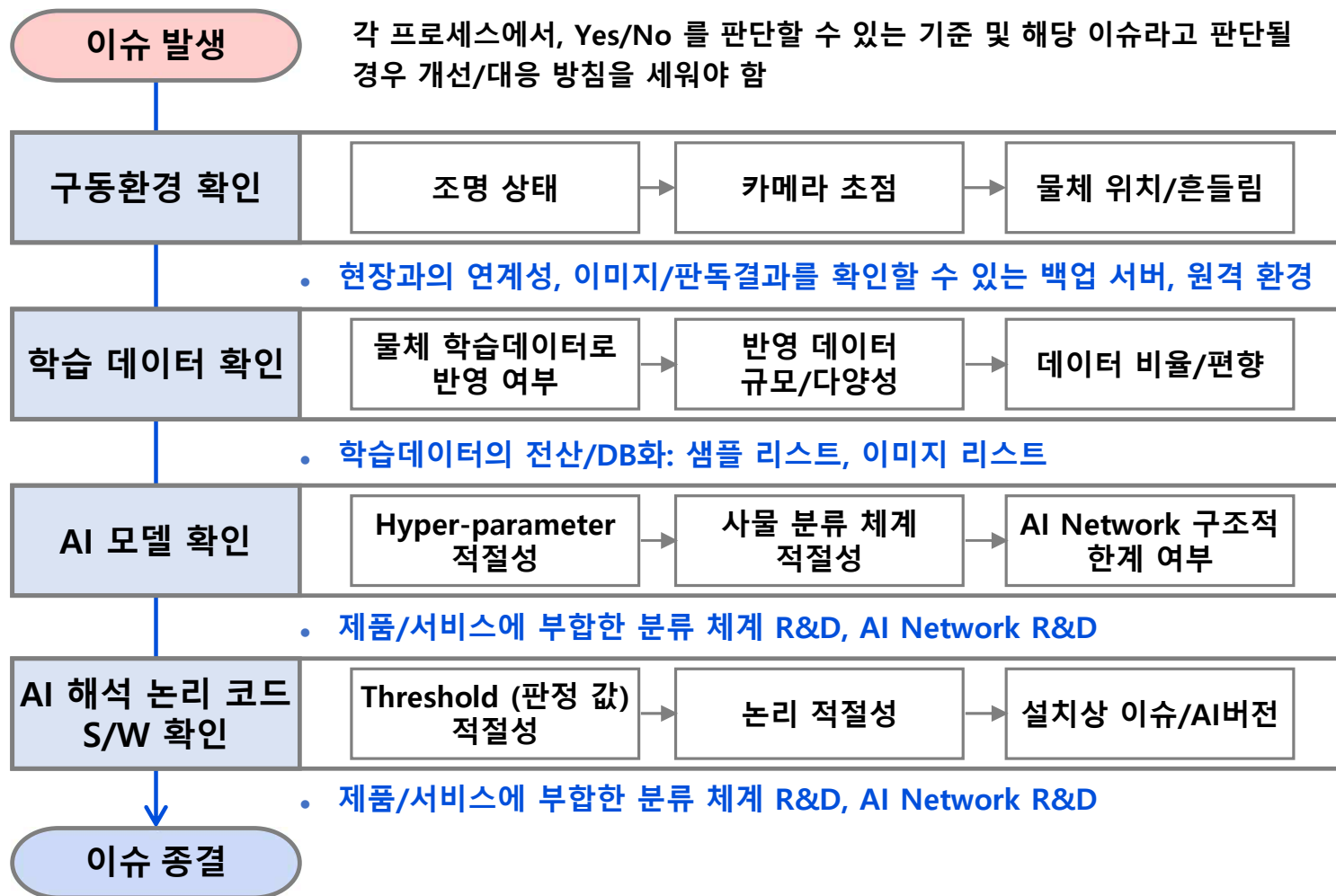
Tomra, R1 (2019)



Tomra 대형 설비는 국내에선
설치공간 문제로 어려운 구조



AI 물체인식 이슈 대응 프로세스

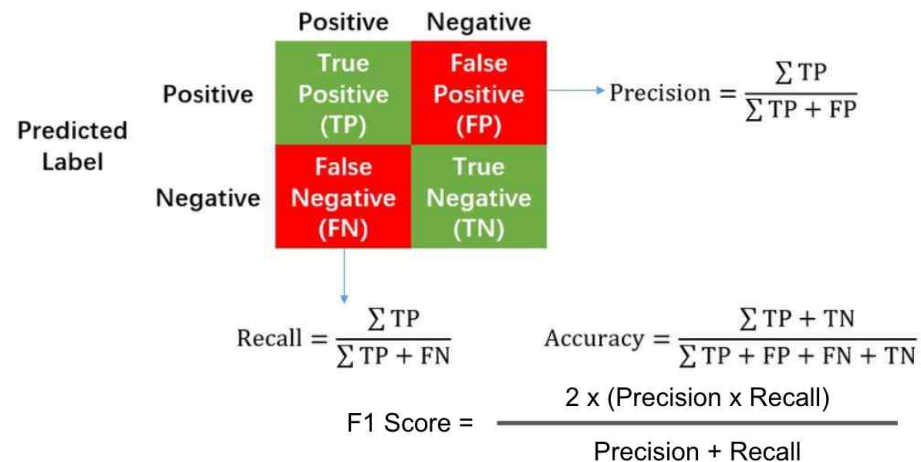
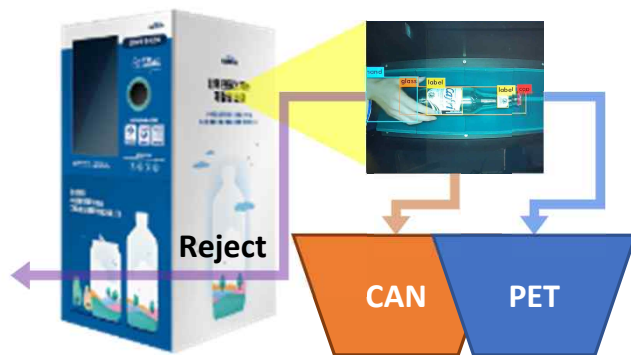


AI 성능/분류 정확도 평가

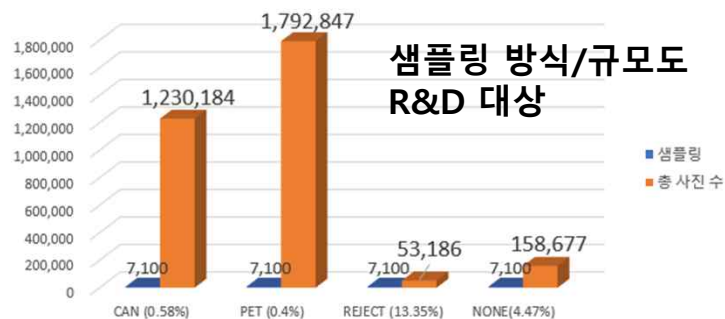
수퍼빈 비전 인공지능 평가방식

실제 PET를 AI가 PET로 판단한 건 수(TP)를,

- Recall : ÷ 실제 PET를 투입한 총량(TP+FN) → 낮아지면 투입 잘 안 됨(고객 불만)
- Precision : ÷ 어떤 물체 X를 AI가 PET로 판단한 총량(TP+FP) → 낮아지면 수거함의 purity가 떨어짐



2021.05 서버에 축적된 사진 데이터 및 항목별 샘플링 수 비율



현장 기기 A		실제 (Ground Truth)				Precision
		CAN	PET	REJ	총 계	
AI 판별	CAN	1834	0	0	1834	100.00%
	PET	0	1048	2	1050	99.81%
	REJ	6	84	303	393	77.10%
	총 계	1840	1132	305	총 투입량	정확도
Recall		99.67%	92.58%	99.34%	3277	97.19%

비전 AI 개발에서 가장 어려운 점?

답1: “No Silver Bullet”의 공감

- “Black-box” 구조적 한계를 “사업적으로” 공감시키는 것
- XAI(eXplainable AI, 설명 가능한 인공지능)
 - ① 기존 신경망에 설명을 위한 신경망을 추가
 - ② 신경망 설계부터 사람이 이해할 수 있는 구조로



(의료) 인공지능의 책임성 이슈

- MEDI:GATE NEWS 인공지능 왓슨 의료사고, 책임은 의사가 '17.10.10.
- 의료용 인공지능(AI)이 실수하면 누가 책임질까? - AI타임스 '20. 9. 21.

IBM Watson Health 관련

- 꽃길 걸던 IBM 인공지능, 가시밭길 접어든 이유는? - 메디칼업저버 '19.1.3
- 원조 AI헬스케어 IBM '왓슨헬스'...이대로 무너지나 - AI타임스 '21.2.26



AI가 의사를 대체한다? 영상의학과 의사가 보는 미래 의료(대한영상의학회) 2021.2.16

(예화) “그럼, 공정에 사람 없어도 돼?”

- “CAD(Computer-Aided Detection) 작업자를 돕는 S/W입니다.” >
 - < “성능 개선, 정확도를 계속 높이면 (언젠가는) 거의 100%가 되겠네?” >
- “확률 기반으로 동작하기 때문에 100%가 될 수 없고, 굉장히 낮지만 엉뚱한 결과를 낼 수 있습니다.” >
 - < “그럼 결국 어차피 사람이 필요한 건 똑같은데 왜 만들어?” >

성장의 방향성

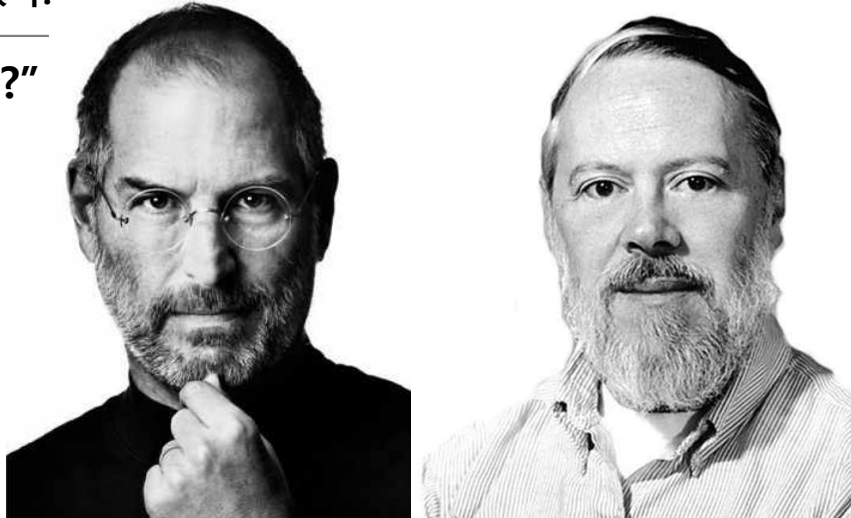
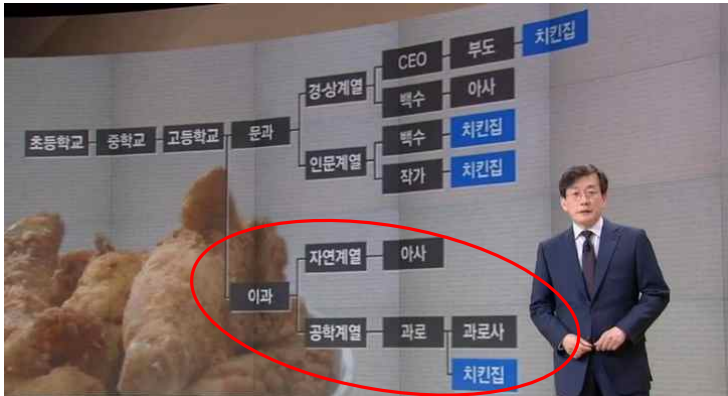
데니스 리치 (Dennis Ritchie, 1941 ~ 2011)

- C 언어와 Unix를 개발한 사람
- (Unix = 애플 매킨도시 OS X, 아이폰 IOS의 기반)
- “자택에서 사망한 채로 발견되었다.”

스티븐 잡스 (Steven Paul "Steve" Jobs, 1955 ~ 2011)

- 애플 창립자/전 CEO (아이폰, 아이패드, 맥북, ...)
- 픽사 애니메이션 스튜디오 CEO (토이스토리, 인크레더블, ...)
- “췌장암 투병 후 사망, 애플 공식 성명에 의해 알려졌다.”

(예화) “너 언제까지 개발할 수 있을 것 같아?”

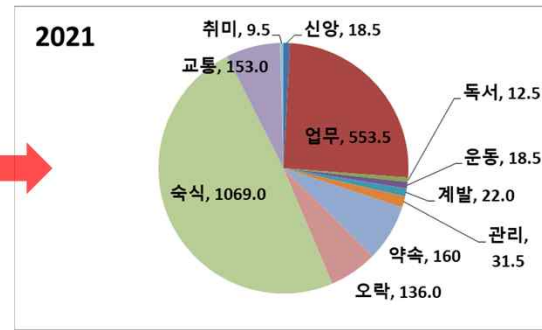
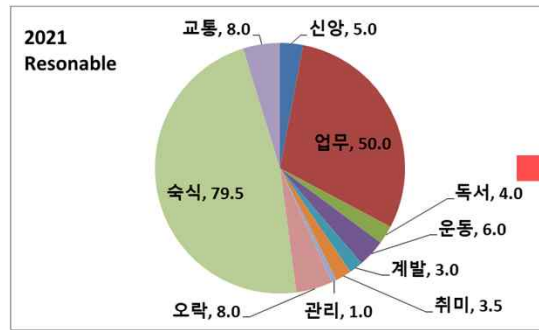
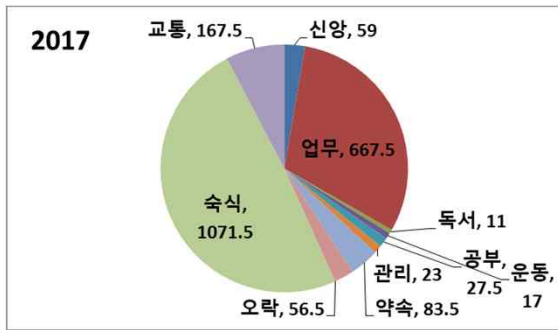


성장의 방법론

정산, 후회, 작심

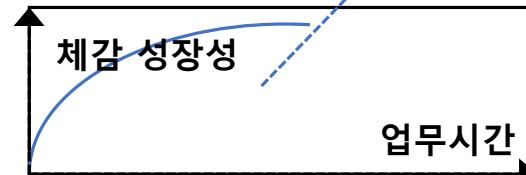
- 1분기(봄, 3-5월) 결산 - 주7일 기준 (※ 계획은 1달 기준으로)

대학 과목별 시간투자 대비 학점을 알고 싶어서,
직장에선 “1만 시간의 법칙” 달성하려고



- 매일 자기 전에 or 다음날 아침, (숙식 = 24H - 기록한 모든 활동H) / 다이어리 검용으로

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	일																						결산	실제
2	신앙	1	11시에배																				신앙	1
3	업무1	2	주간업무보고			9.5	데이터검수/	7	네프론2 학습	7	SGS/폴더구	4	폴더구조 개				6.5	폴더구조 개			6	쓰잡달	업무	47
4	업무2		시현황메이				연구노트		카드정산/H		네프론2배민		손 정확도 테					손 annotation						
5	업무3	3	특허초안				폴더구조 초	2	SGS 초안/상		서버 채용관							경 부과제 비						
6	독서	1	금융공학ch3			1	금융공학ch4																	
7	운동							0.5																
8	계발							1																
9	취미	0.5	피아노					0.5	피아노															
10	관리																							
11	약속1																							
12	약속2																							
13	교통					1.5																		
14	오락	2.5	니지/아프리			1.5																		
15	숙식	14.0				10.5																		
16	일																						결산	실제
17	신앙	1	새로남교회					0.5	출애굽기25		오전반차		상회님생일								0.5	출애굽기28	신앙	2
18	업무1	2	주간업무보고			7	업무계획/파	8	수퍼머	7.5	네프론2 테스	11	중기부과제				8	AI 현장적용			1.5	사업전략 자	업무	45
19	업무2		해글 DB Ref				품의서 구매		해글구조 2차		중기부과제		데이터 계약					연구노트						
20	업무3						DoG 필터		데이터바우처		Tictag 미팅(5		검증실험					배민투입구						
21	독서					1	금융공학ch5																	
22	운동					0.5																		



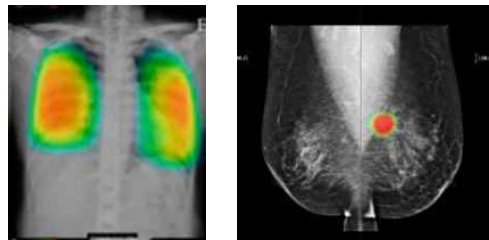
- 다른 역할을 요구 받는 시점
- 새로운 경험을 원하는 시점
- 이런 것에 안주하려는 시점

정기적으로 자신을 돌아보고
계획하는 시간은 필요할 듯!

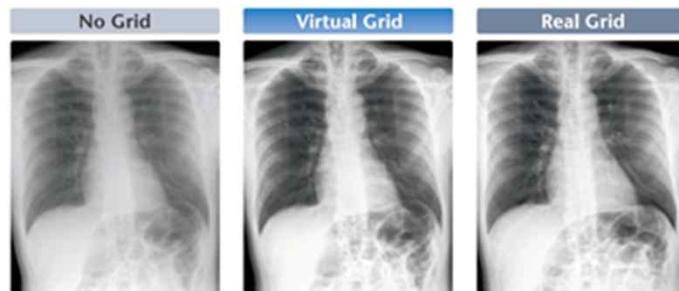
Medical Imaging & AI



[검출/진단] X-ray 폐 결절 / 유방암 판별



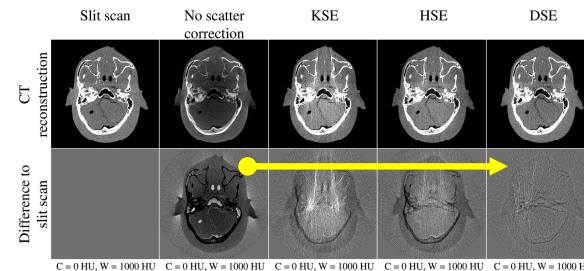
[화질 개선] Grid-less, Grid-line-Suppression



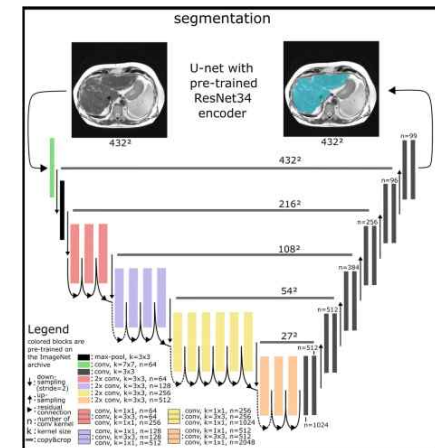
(MRI) 뇌 진단 / 알츠하이머 판별



DSE, 실시간 CT 화질 개선



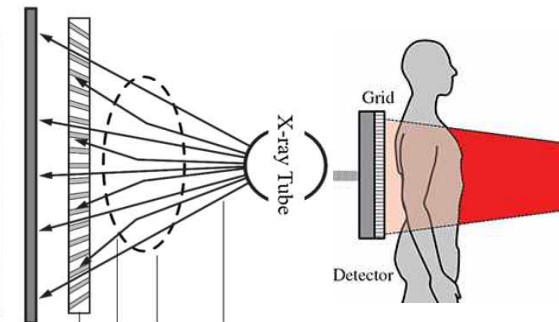
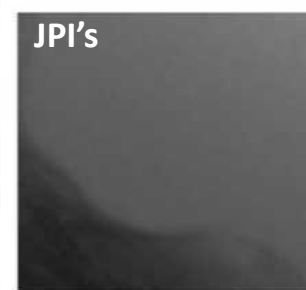
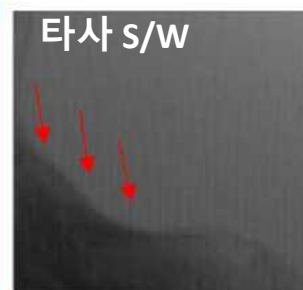
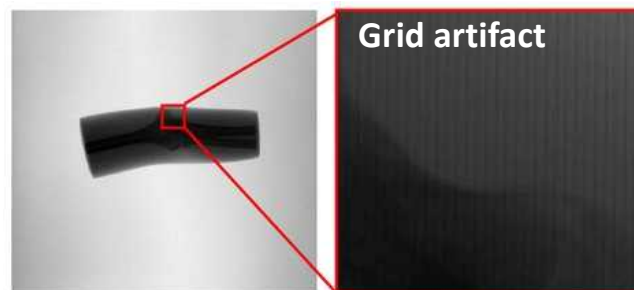
(CT) 장기/병변 시각화



dkfz.



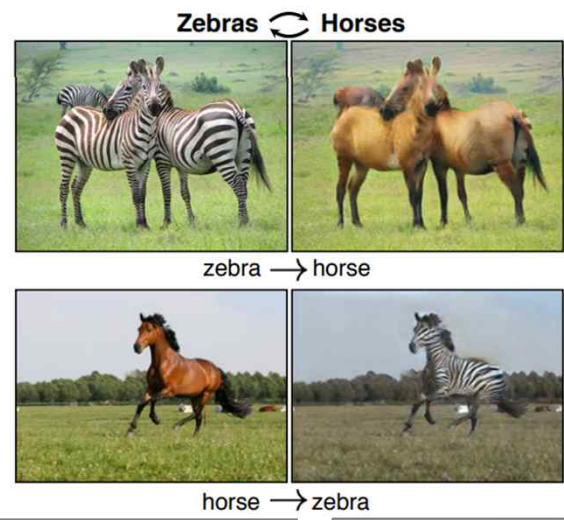
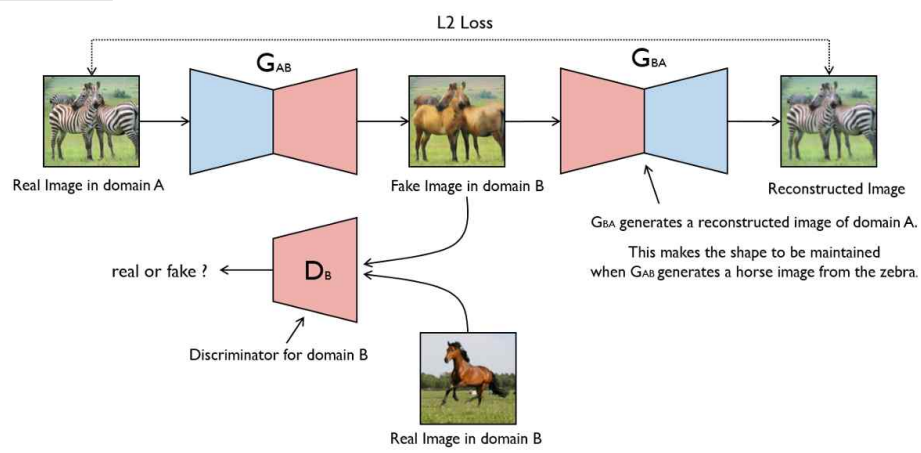
A grid-line suppression technique based on deep convolutional neural networks ('20.03)



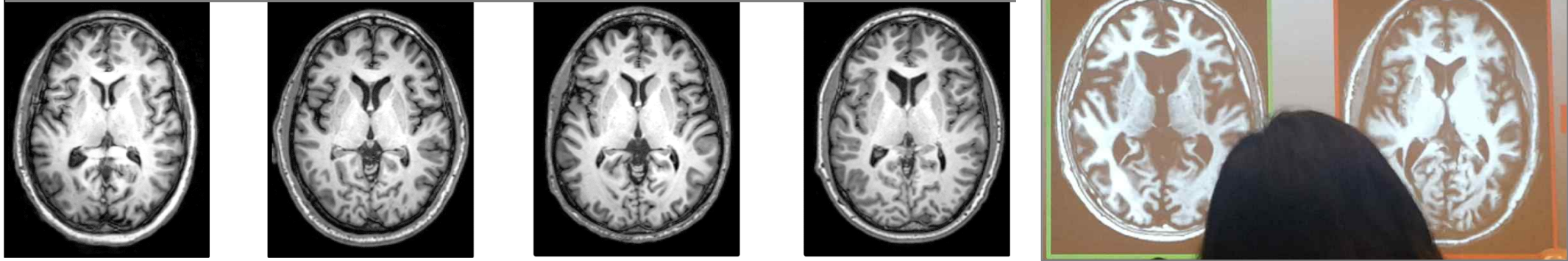
의료분야 프로젝트

CT-MRI

[영상 생성] GAN, 의료 영상 생성, CT-to-MRI Transfer Learning

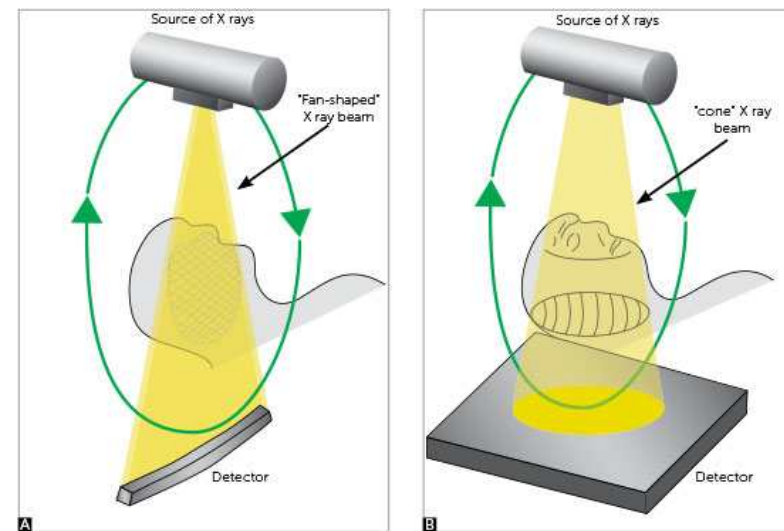


※ 아래 4 장 중 하나는 AI가 만들어낸 사진



디지털 영상처리

- ① 영상 개선: 밝기 조절, 대비도 개선(Histogram 이용)
- ② 영상 복원: 잡음 개선, De-blurring, De-hazing
- ③ 영상 분석: 분할, 특징 추출, 물체 분류
- ④ 영상 합성: 단층 촬영, 3-D Reconstruction



[그림] Bone-suppression 예시(윤곽선 약화)



[그림] 골밀도 검사 예시(윤곽선 검출 이용)



1. 영상 디지털화

1) 인간의 시각

③ 간단 테스트 (각 Level에서 한 개 Pixel 값이 차지하는 너비는 동일)

- 16 Level



- 32 Level



- 64 Level



- 128 Level (여기서부터 구분이 안 가는 듯함)



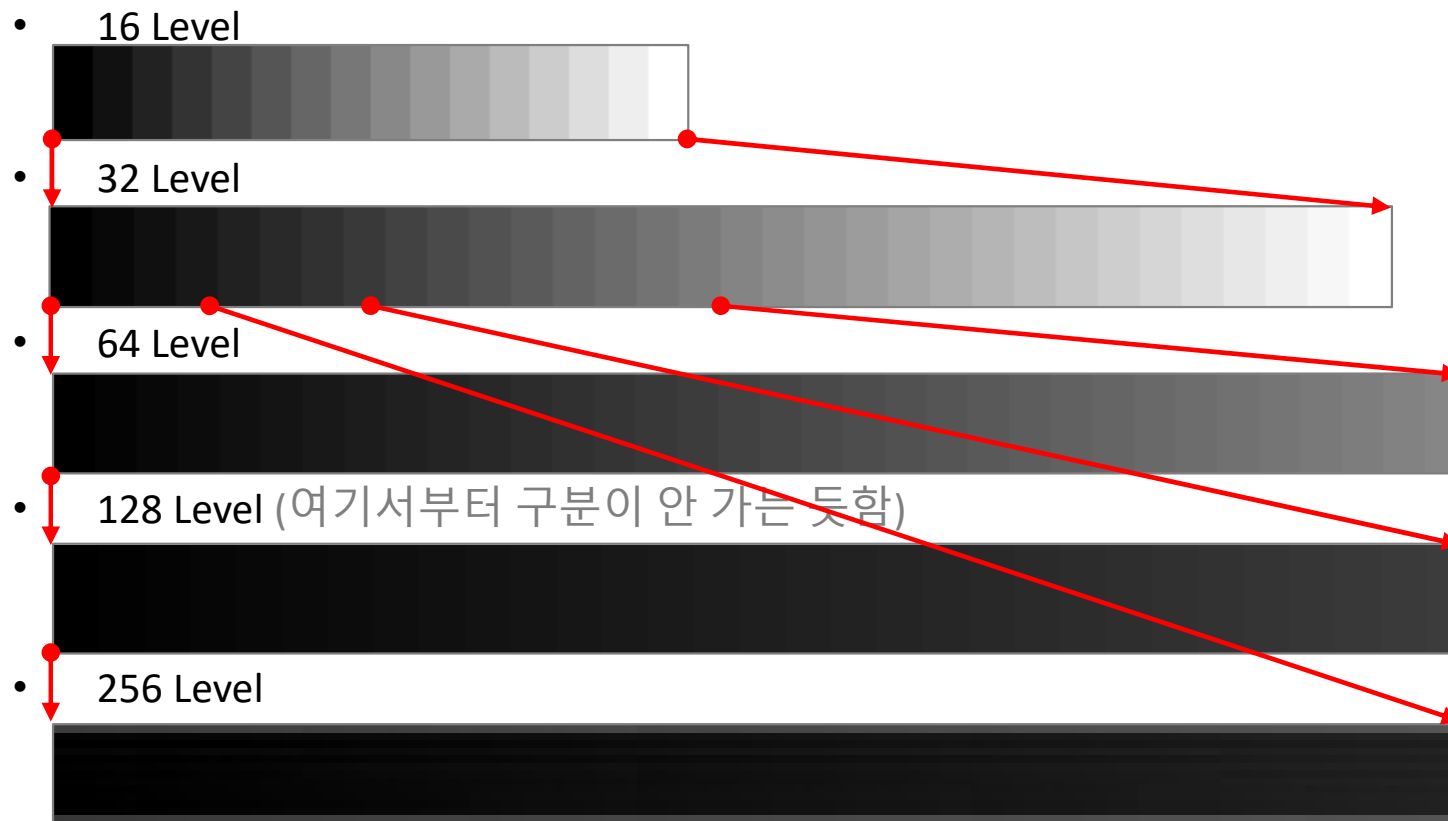
- 256 Level



1. 영상 디지털화

1) 인간의 시각

③ 간단 테스트 (각 Level에서 한 개 Pixel 값이 차지하는 너비는 동일)



1. 영상 디지털화

3) 강도 양자화

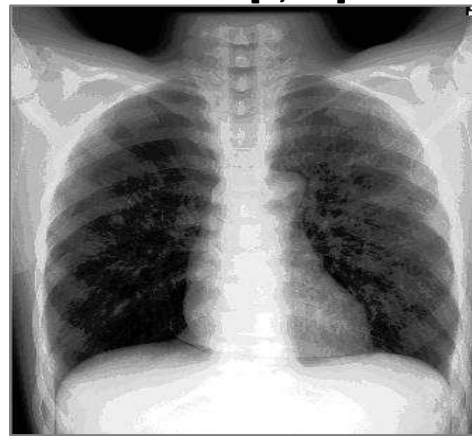
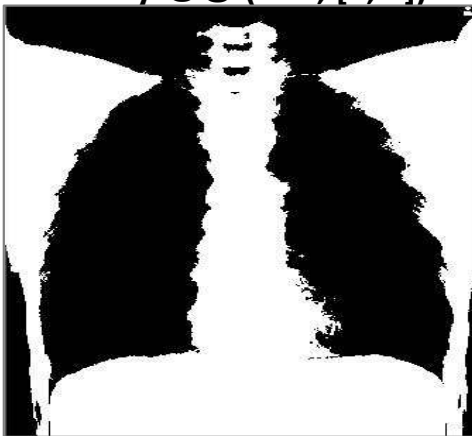
① 의미

- 연속된 신호(광원)을 한정된 공간(스캐너)에, 한정된 값(정수 단위)으로 기록

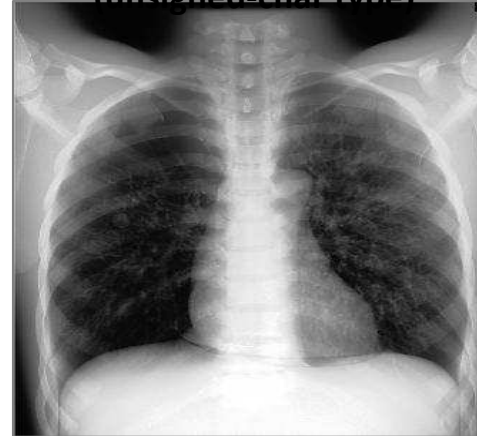
② 깊이(Depth), 비트(bit), 바이트(byte)

- 1 bit : 디지털 정보의 최소 단위. 신호가 있다(1), 없다(0)
- 1 byte = 8 bits (모니터 '트루 컬러' 는 4byte 표현, ARGB 각 x 1 byte = 32 bits)

Binary 영상 (1bit, [0, 1]) 디지털 의료 영상은 12~16bits 사용



1byte (8bits [0, 255])
(unsigned-char type)



2byte (12bits [0, 4095])
(unsigned-short type)



영상 용량 = 픽셀 수 (영상 가로 x 세로) x bytes 수

1. 영상 디지털화

3) 강도 양자화

③ CT 계수, HU(Hounsfield Units)

$$HU = 1000 \times \frac{(\mu - \mu_{H_2O})}{\mu_{H_2O}}$$

- X-ray 에너지 값에 의존하지 않고, 단위가 없는 명암도 값으로 표현 가능
- CT계수는 4000정도의 범위를 가짐 (12 bits = 4096)
- 예) 뼈= 1000 ~ 3000, 물= 0, 공기= -1000

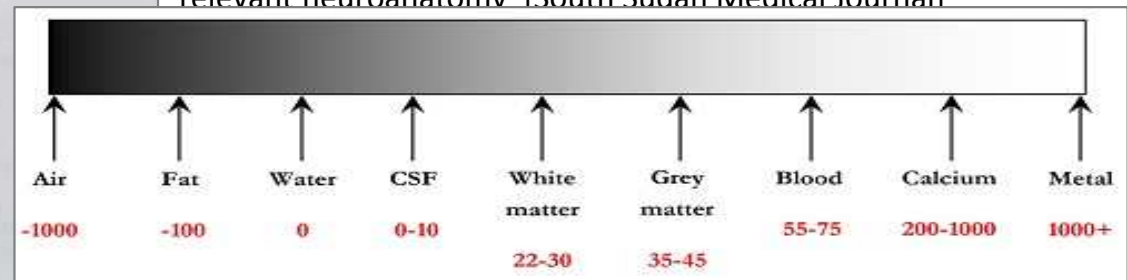


Godfrey Hounsfield
(1919 ~ 2004)

조직 유형	CT 계수(HU)
뼈	1000+
출혈	60~110
간	50~80
근육	44~59
혈액	42~58
뇌 회색질	32~44
뇌 백색질	24~36
심장	~24
뇌척수액	0~22
물	0
지방	-20~-100
폐	-300
공기	-1000

참조문헌: Webster(1988)

How to interpret an unenhanced CT Brain scan. Part 1:
Basic principles of Computed Tomography and
relevant neuroanatomy [South Sudan Medical Journal]



1. 영상 디지털화

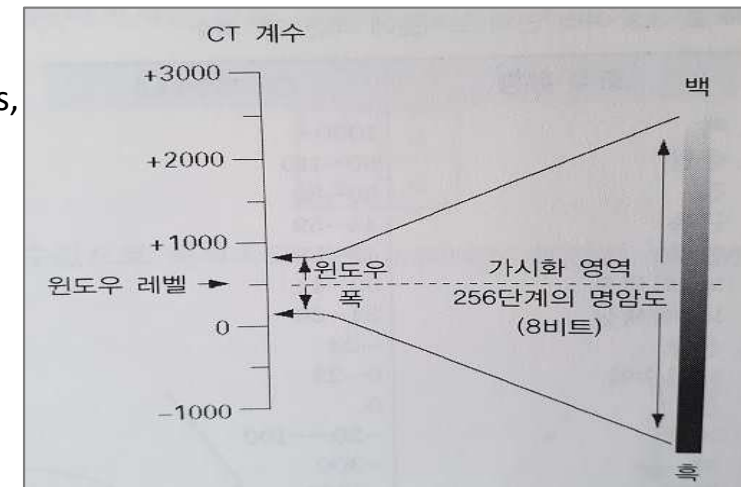
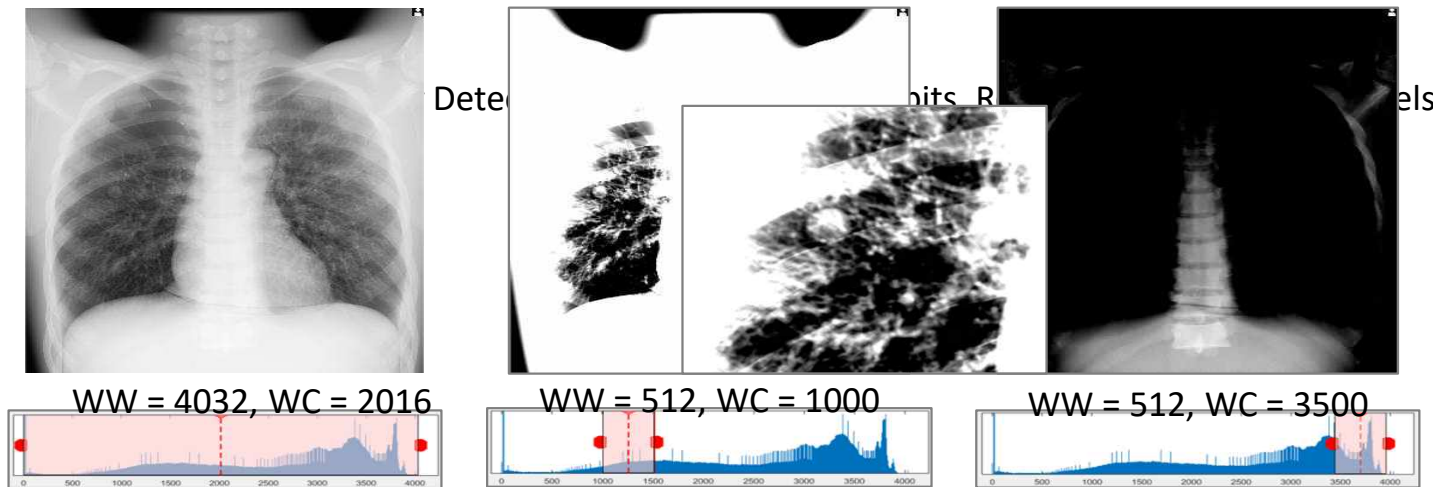
3) 강도 양자화

④ WW (Window Width), WL (Window Level)

- 보통 모니터(8bits, 256단계)에서 4096 단계의 명암을 모두 표현할 수 없음
- CT계수의 일부 범위만이 선택되고 이 범위를 기준으로 가시화

예시

- 히스토그램 붉은 영역 외부, 좌측은 0(검정 색), 우측은 255(흰 색) 표현 됨
- 범위 조절이 없다면 4096 → 256으로 표현하기 위해 16단계 → 1단계로



Window Leveling

저장된 pixel 값에서 표시할 값으로 변환하는 기능

주어진 window 공간 내 대비를 확장시키는 기능

사용자 정의 color-map(LUT 또는 Palette) 또는 linear-gray LUT를 이용해서

화면에 표시할 pixel 값을 mapping 함으로 동작

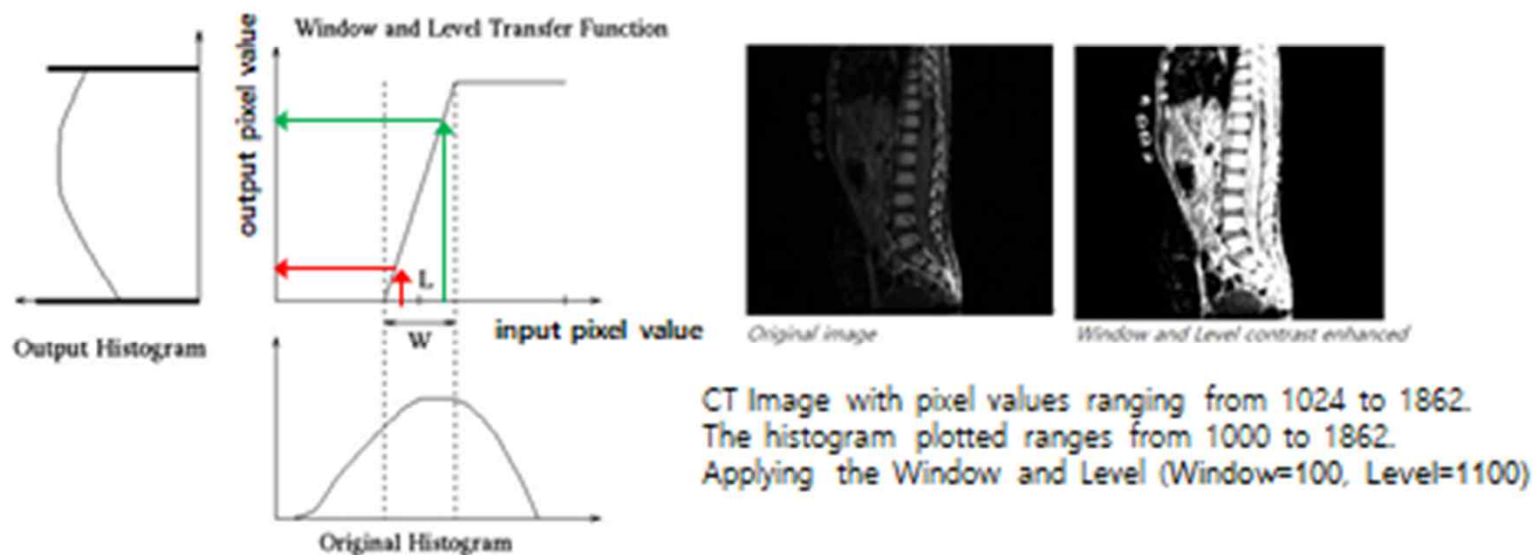


Fig 27. window and level in image processing

1. 영상 디지털화

2) 공간 양자화(Sampling)

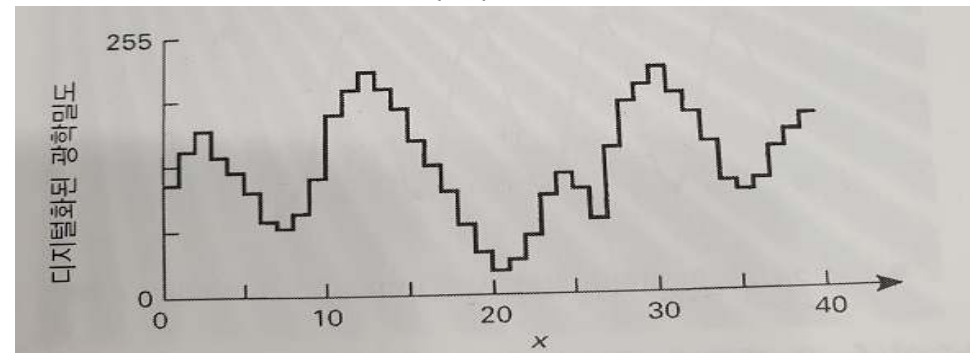
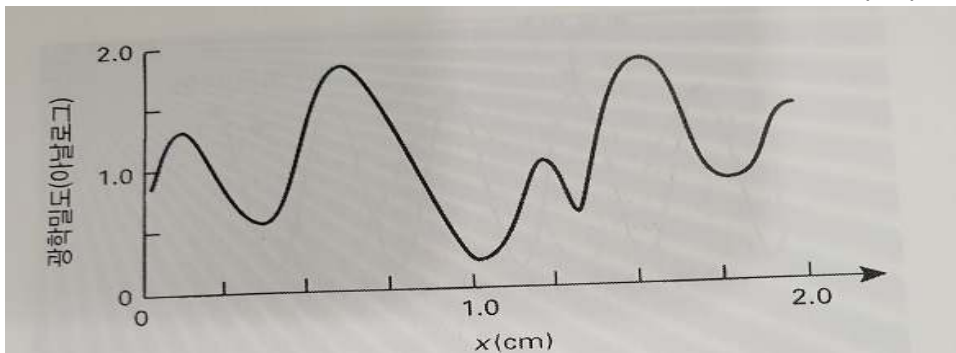
① 의미

- 연속된 신호(광원)을 한정된 공간(스캐너)에, 한정된 값(정수 단위)으로 기록

② Sampling 주파수 f_s

- 단위 거리당 취한 샘플 개수
- 센티미터(cm) 당 샘플, 또는 dpi(inch 당 dot, 점)
- 샘플링 빈도가 높을 수록 정확한 장면이 포착되며, 데이터 용량도 늘어남

[그림] 1차원 프로파일의 디지털화. (좌) 필름/아날로그 통과한 프로파일 (우) 디지털화 후

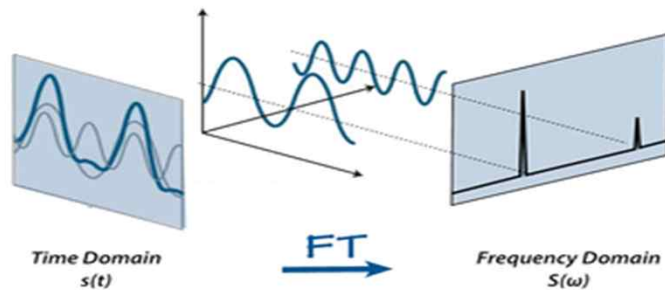


1. 영상 디지털화 (동영상)

2) 공간 양자화(Sampling)

③ Nyquist-Shannon sampling theorem

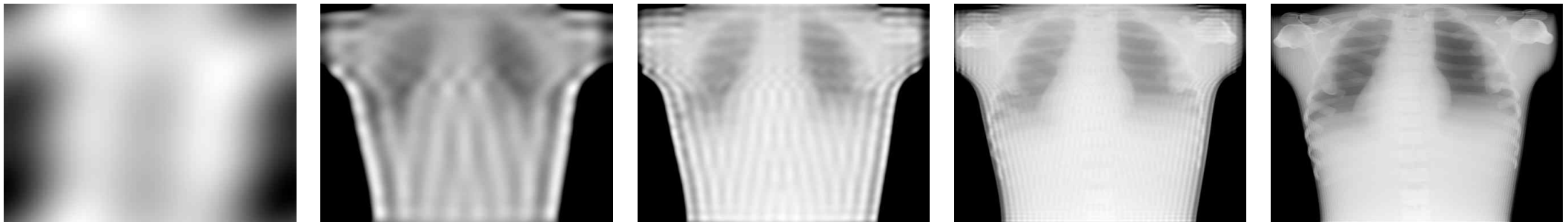
- **Fourier**, “(모든) 반복적인 패턴은, 수많은 Sine wave들의 합성으로 표현 가능”
- Fourier Transform: 데이터를 [시간/공간 ↔ 주파수] domain 변환
- 영상에서, 고주파(작고 예리한 edge) ↔ 저주파(크고 넓은 특징)



FT
↔
IFT



[그림] 저주파 성분만으로 구성된 결과로부터 점차 고주파 성분을 합한 Chest X-ray 영상



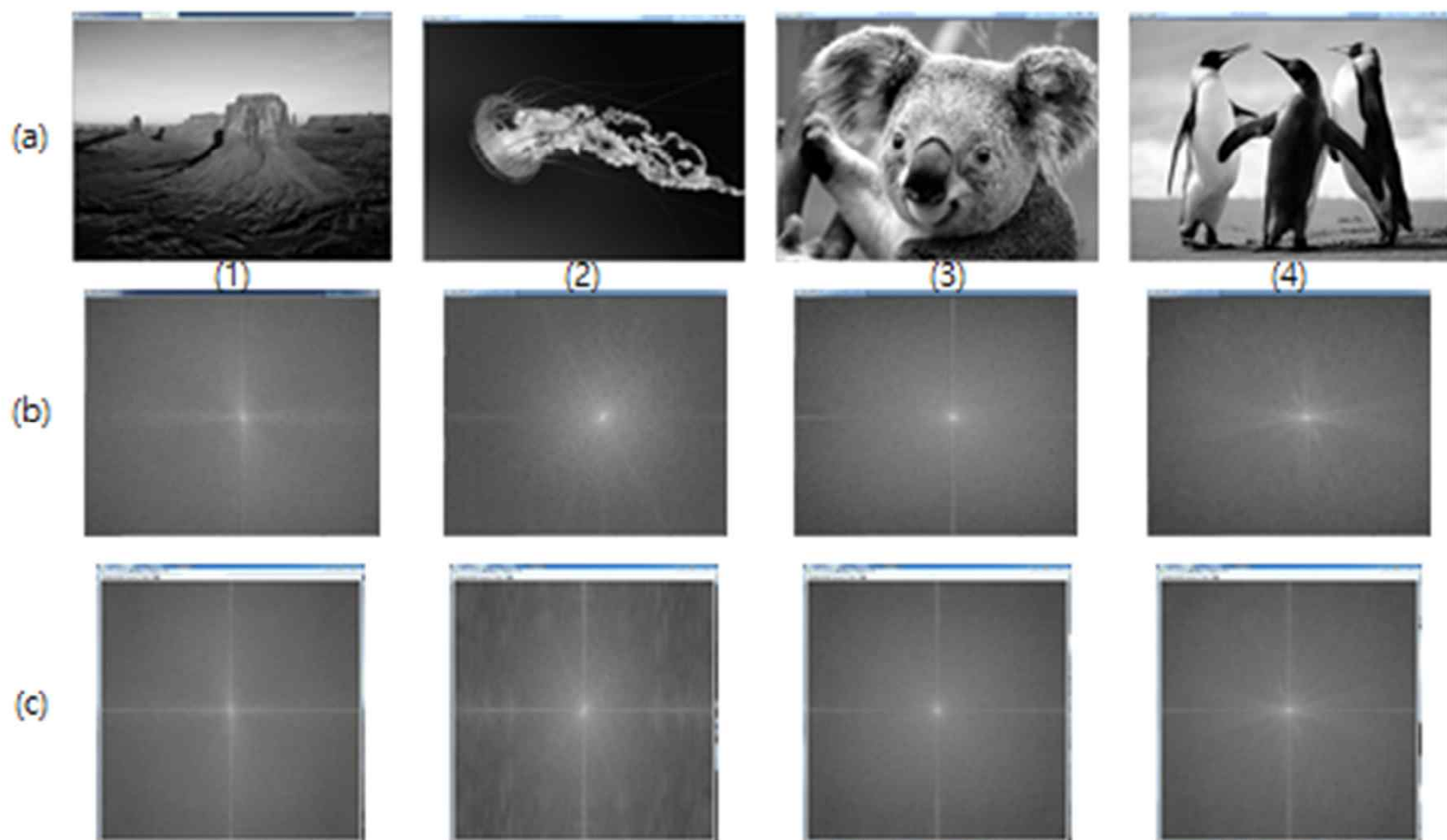


Fig 10. Comparison of FFT images : (a) input images (b) by open-cv algorithm (c) by Image J

1. 영상 디지털화

2) 공간 양자화(Sampling)

④ 예시 해결: Digital X-ray 영상

- 풀이: 5 cycle/mm = 10 pixel/mm 로 Sampling 해야 함 (최대 주파수의 2배)
- 정답: 3600 x 4300 (pixel pitch: 100 um)

⑤ Super-resolution 연구

- 장비 자체가 가지는 해상도의 한계 극복을 위한 영상처리
- Fluoroscopy(X-선 동영상)에서 움직임에 의한 흐려짐 개선

Super-resolution: quality and dose reduction with a fluoroscopic flat-panel detector (2011)

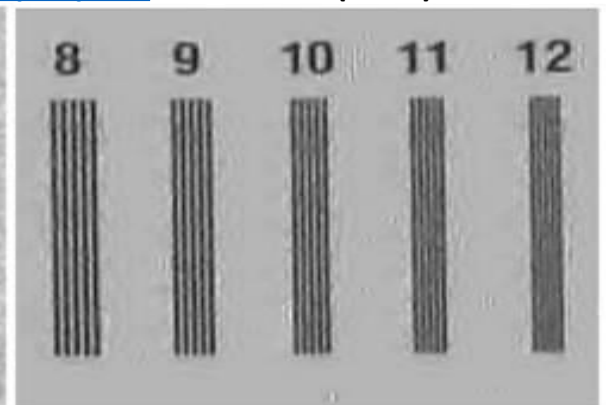
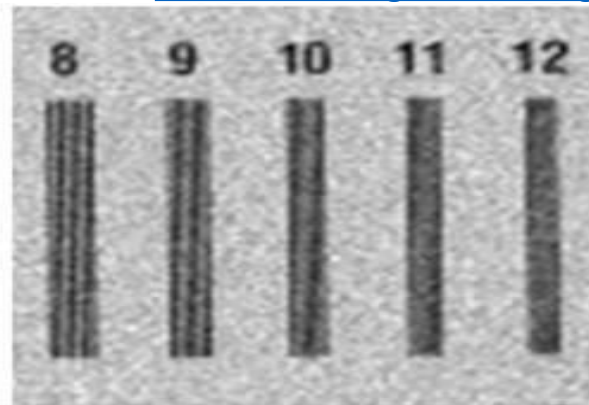
[Vision and Image Processing \(VIP\) Lab](#) Duke Univ. (2016)



Single Fluoroscopic



Super-Resolution



2. 디지털 영상 품질

2) 밝기 해상도

① 제품 예시

- CT, X-ray Detectors: 12~16 bits; 동일 제품 군이라도 다양함
- A/D conversion, Grays-scale, Dynamic range 등으로 표기
HDX WILL CORP. 제품 성능평가 보고서 (미 식약처)

CareStream

제품 자료

	Model	DENTRI α , DENTRI-C α , DENTRI-S α		PROMAX 3D MAX	RAYSCAN α -Expert3D
	Contents	CT detector (option)		3D detector	CT detector
	Detector model	Vineos 1313	PaxScan1313DX	Not known	C10900D
Components	CS 8100 3D / CS 8100 3D Accel CS 8100SC 3D / CS 8100SC 3D A			Not known	Hamamatsu
	Panoramic Modality			Flat panel detector	Flat panel detector
	Sensor technology	CMOS		Not known	624 × 624
	Image field	6.4 x 140 mm (Adult) 6.4 x 120 mm (Pediatric)		127.0	200.0
	Gray scale	16384 - 14 bits		Not known	60% at 1 LP/mm
				Not known	23% at 1 LP/mm
	Active area (mm)	131 x 131	130 x 130	193 x 242	124.8 × 124.8
	A/D Conversion	14 bits	16 bits	Not known	13 bits

2. 디지털 영상 품질

3) 잡음

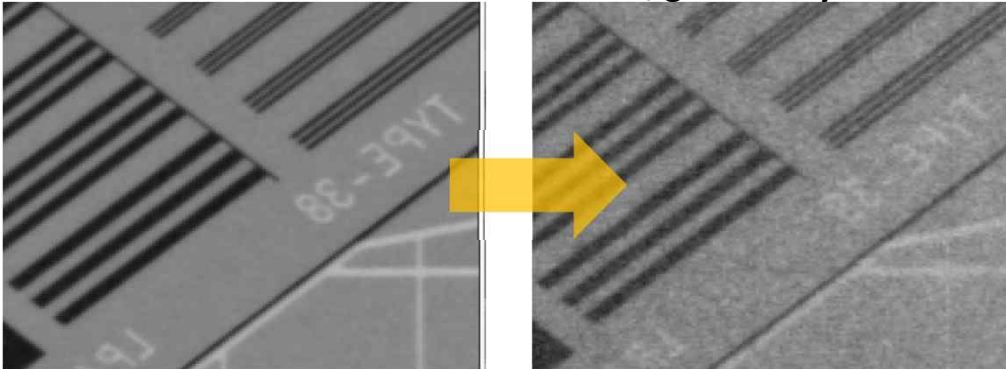
② 광자 잡음(=양자 잡음)

- 전자기 방사선 자체의 성질 + 물질과의 상호작용으로 발생
- 필수적, 피할 수 없는 잡음
- Poisson 분포를 따름

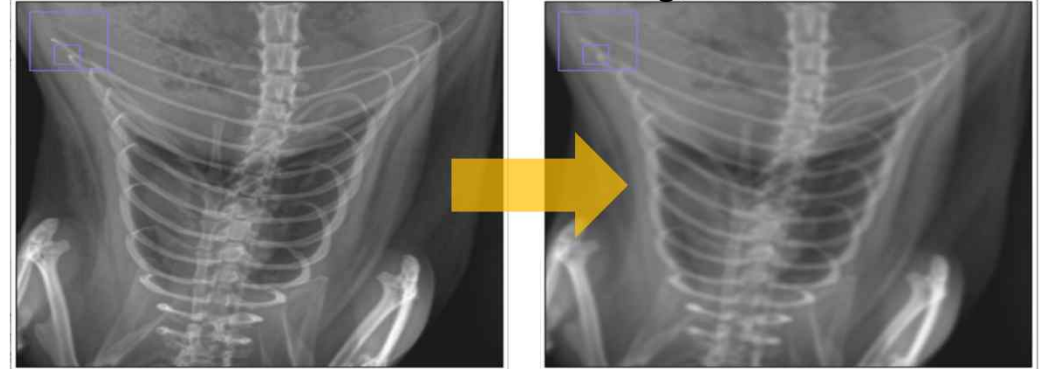
③ 전자 잡음

- 감지 장비, 신호 증폭기에서 발생
- Gaussian 분포를 따름: 영상을 Blur하게 보이도록 하는 요인

광자 잡음 예시: 질감이 거친 영상, granularity 유발



전자 잡음 예시: Blurring 유발



2. 디지털 영상 품질

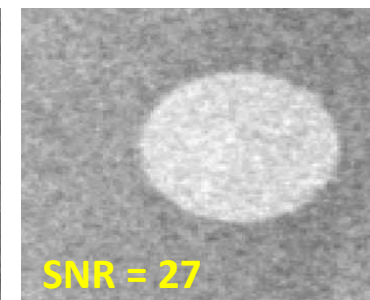
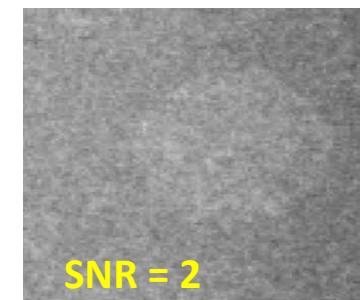
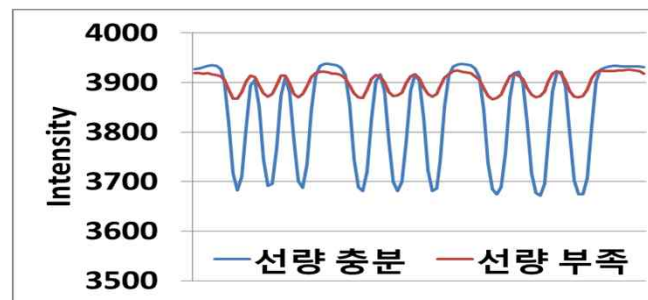
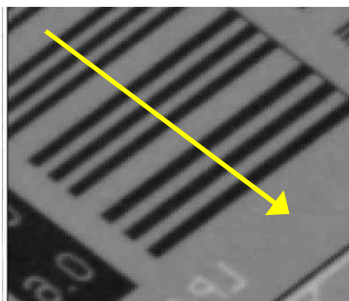
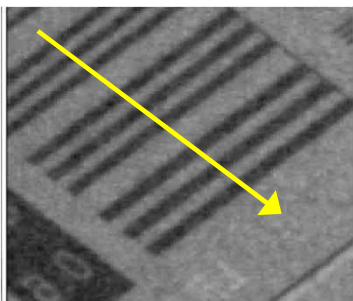
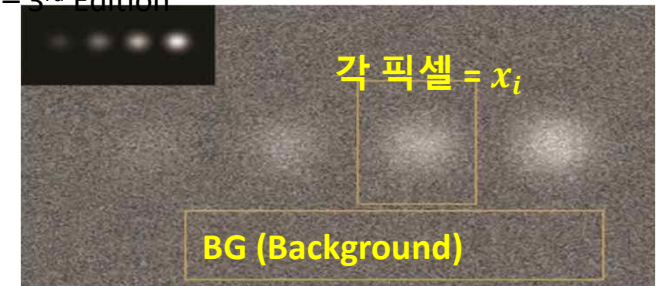
3) 잡음

④ SNR(Signal-to-Noise Ratio, 신호-대-잡음-비)

$$SNR = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x}_{BG})}{\sigma_{BG}}$$

- (각 신호 값 - 배경 영역 평균) / 배경의 표준편차
- 의미: 잡음 파워에 대한 신호 강도의 비율
- 광자 잡음과 SNR
 - 모-수 N (신호를 운반한 Photon 개수) 많을수록 → 잡음 감소, SNR 상승
 - X-ray 선량 (kV, mAs 둘 중 mAs) 풍부할수록 → SNR 상승

The Essential Physics of Medical Imaging
– 3rd Edition

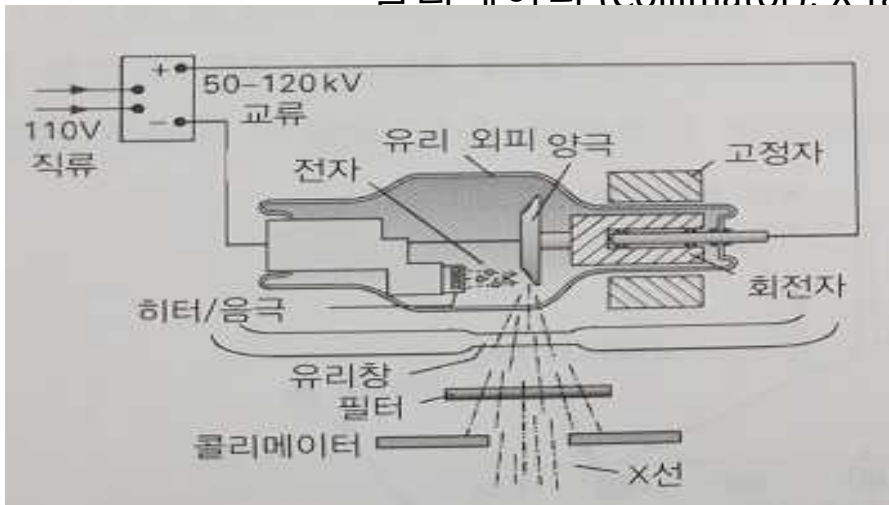


1. X-선 촬영 원리

1) X-선관 (X-ray Tube)

① 구성 ([회전 양극] X-선관)

- 음극/필라멘트 (Cathode): 전자를 모아서 방출시킴
- 양극/타겟 (Anode): 텅스텐 재질, 전자가 타격하여 X-ray 발생
- 초점 (Focal spot): 타겟에 전자가 충돌되는 지점
 - A. 소-초점: 세밀한 표현력이 중요할 때
 - B. 대-초점: 한 번에 많은 전자 방출이 필요할 때
- 콜리메이터 (Collimator): X-ray가 조사되는 영역(조사야) 조절



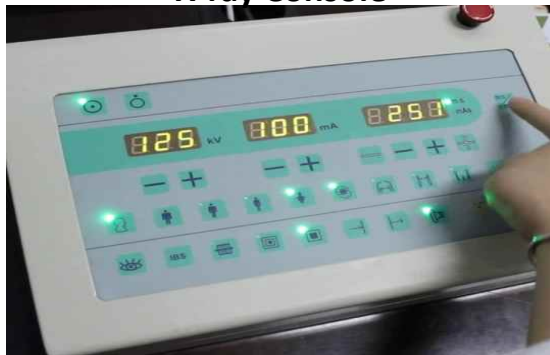
1. X-선 촬영 원리

1) X-선관 (X-ray Tube)

③ X-선량 조절

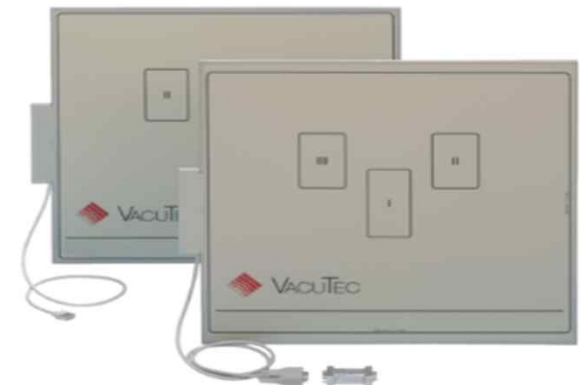
- 전압 (kV): 투과력. X-ray 광자들의 최대 에너지 크기를 조정
- 필라멘트 전류 (mA): 시간 당 발생하는 전자들의 수
- mAs = mA x sec(초)
- **노출 지수 (EI, Exposure Index)**
 - X-ray가 환자를 통과 후 검출기에서 측정치. 최적의 이미지 품질을 위해, 장비 제조업체에서 촬영부위별로 권장 값 제공
- **자동 노출 제어장치 (AEC, Automatic Exposure Control)**

X-ray Console



일정량 X-ray 노출이 감지되면 알아서 노출 중단
<https://doi.org/10.1016/j.irbm.2016.12.001>

	Exposure index value
Head	33.0
Thoracic spine	38.3
Lungs	104.5
Lumbar spine	25.4
Pelvis	28.8
Femurs	41.5
Knees	67.5
Tibiae	77.6

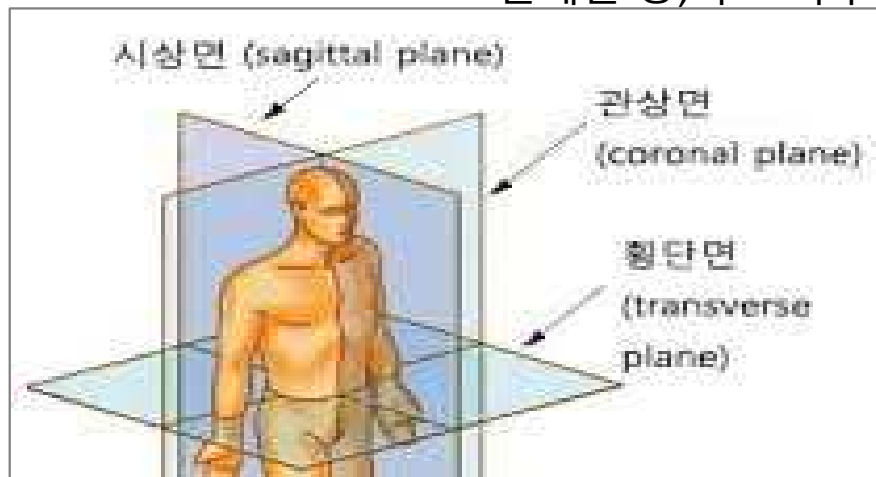


1. X-선 촬영 원리

1) X-선관 (X-ray Tube)

④ 촬영 방향

- **관상면(coronal plane)**
 - 신체를 앞, 뒤로 나누는 가상의 면
- **시상면(sagittal plane)**
 - 신체를 좌, 우로 나누는 가상의 면
- **횡단면(transverse plane)/축면(axial plane)**
 - 신체를 상,하로 나누는 가상의 면



관상면 촬영
(Chest PA)



시상면 촬영
(Chest LAT)



횡단면 촬영
(CT 촬영)



1. X-선 촬영 원리

3) 명암 대비도

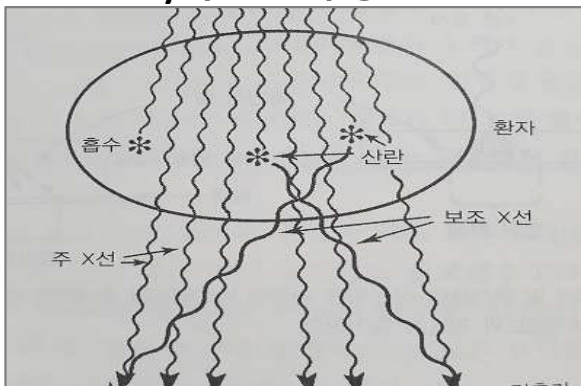
① 광전효과 (Photoelectric effect)

- X-ray가 물질에 입사해서 탈출하지 못하고 흡수되며 소멸하는 현상
- 물질(뼈, 장기 등) 흡수 차에 의해 대비가 일어남. X-ray 영상 생성
- 일부 저-에너지 X-ray는 영상에 영향을 주지 못하고 생리학적 손상만 초래

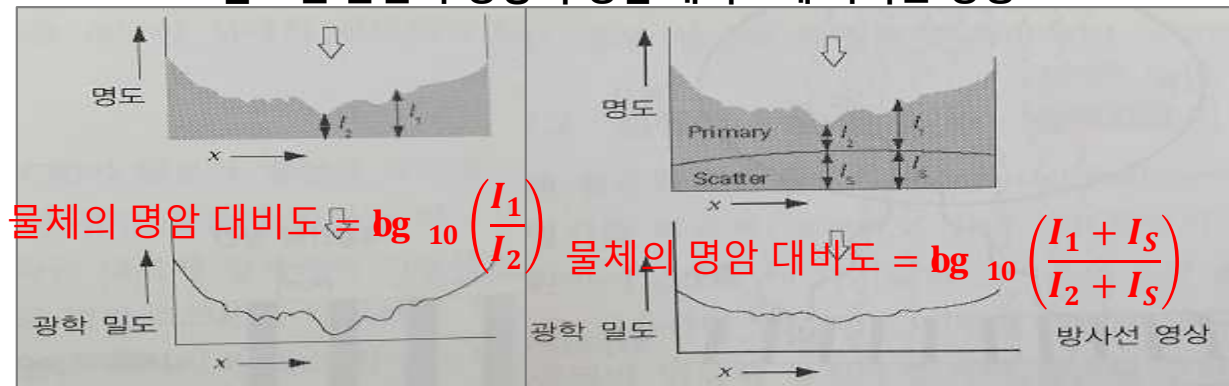
② 콤프턴 산란 (Compton scattering)

- X-ray가 물질에 입사해서 탈출 중 진행방향이 임의로 굴절됨
- 영상에서 Fog의 원인. 화질(대비) 감소를 야기시킴

X-ray와 물질의 상호작용



콤프턴 산란이 영상의 명암 대비도에 미치는 영향



1. X-선 촬영 원리

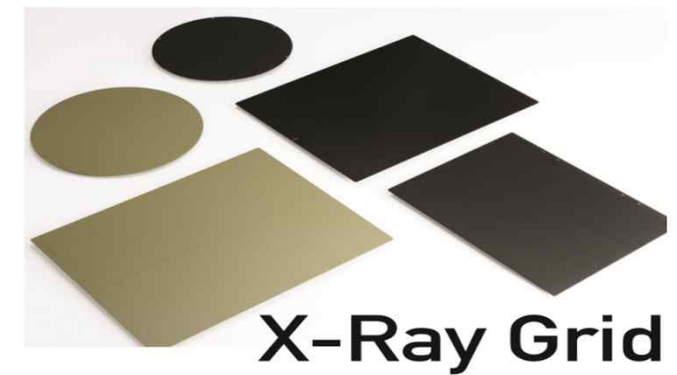
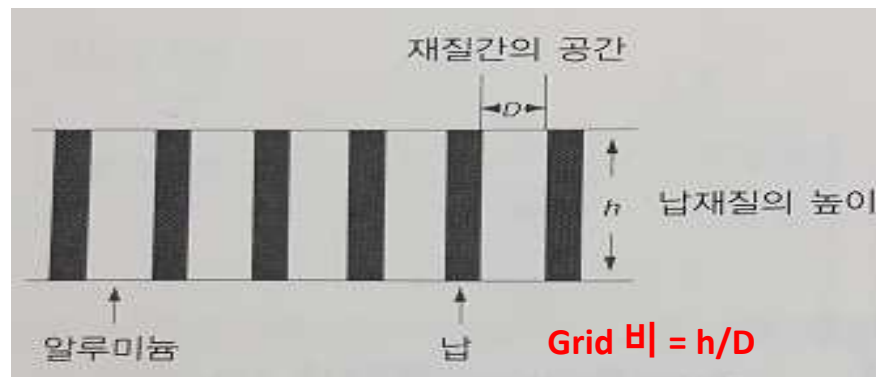
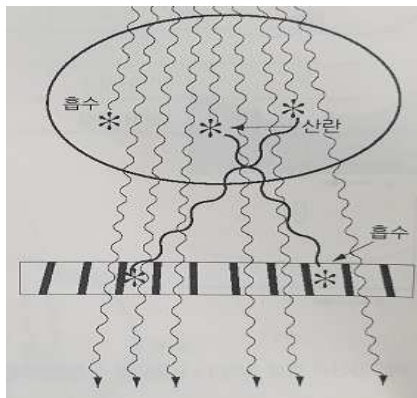
3) 명암 대비도

③ 비-산란 격자무늬 (Anti-scatter grid)

- 콤프턴 산란 X-ray 차단 필터
- 납(차폐)과 알루미늄(투과) 재질 쌍으로 구성 (예: 40 LP/cm)
- Grid 비($= h/D$): 높을수록 → 차단효과 증가, but X-ray 노출 증가

Grid 성능 지표 (IEC 60627:2013)

- A. **Tp**(Transmission of Primary radiation): 주-방사선의 투과율. 높을수록 좋음
- B. **Ts**(Transmission of Scattered radiation): 산란 X-ray의 투과율. 낮을수록 좋음
- C. **Tt**(Transmission of Total radiation): 총 방사선의 투과율

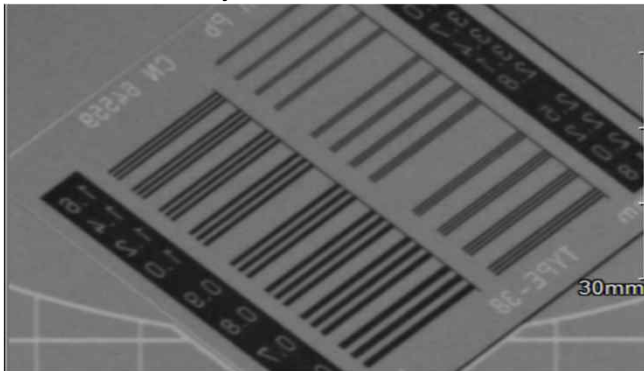


1. X-선 촬영 원리 (DICOM 영상 예시)

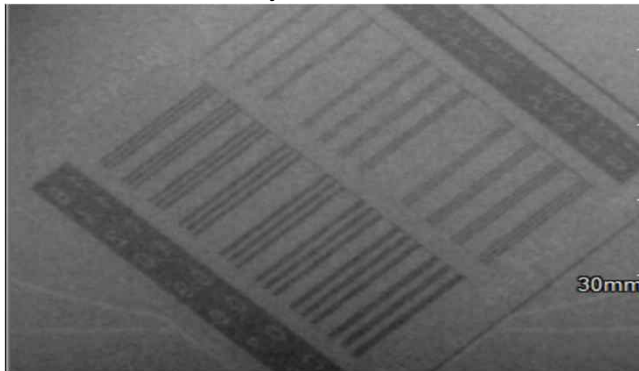
③ 비-산란 격자무늬 (Anti-scatter grid) 사용 예시

- Primus L (QA) Phantom, 선량 조건: 76kV, 200mA 으로 통일

No PMMA, 0.8 mAs



20cm PMMA, 8 mAs



20cm PMMA, 16 mAs

