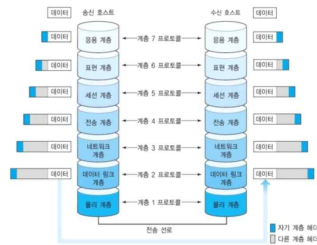


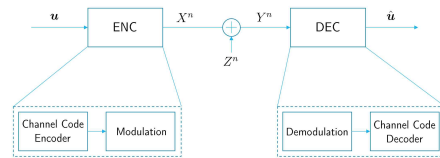
[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022.03.04	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	전반적인 통신 시스템을 이해, 프로젝트 목표 정립 및 일정 조정		

- 5G LDPC시스템을 구현하기 위해서 통신의 기초적인 시스템 스타디진행
- OSI 7계층 이해 및 물리 계층에 대한 스타디를 진행



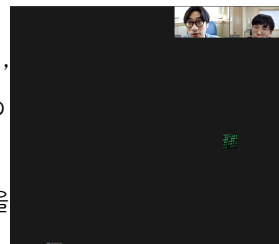
< OSI 7계층 >



< 물리계층 bit 전송 시스템 분석 및 이해 >

회의내용

- 통신 시스템을 이해하고 pytorch를 사용한 5G 표준의 구현을 목표로 함.
- 매주 금요일 14시에 zoom으로 회의 진행
- 전반적인 목표는 Hamming 코드를 시작으로, Factor graph를 통한 SPA(Sum-product Algorithm)를 공부할 계획임.
- 이러한 공부를 통해 각 단계에서 코드 구현을 목표로 함.



< zoom 미팅 화면 >

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

2022. 3. 4.

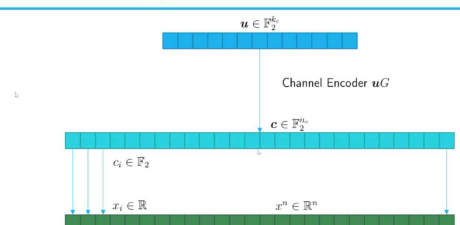
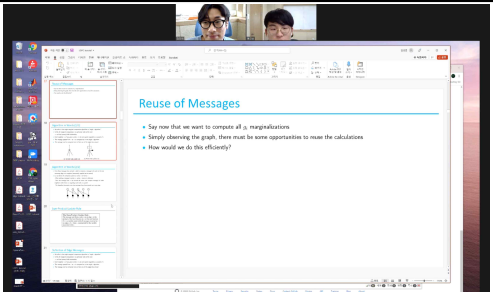
대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 3. 11.	장 소	ZOOM

참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
-----	---------------	--	--

회의주제	LDPC 채널 코딩의 구현을 위한 간단한 선형 코드인 Hamming code 분석		
------	---	--	--

회의내용	<p>BPSK+Binary Linear Code</p>  <p style="text-align: center;">< Encoding 과정 설명 ></p>		
	 <p style="text-align: center;">< zoom 미팅 화면 ></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> $\mathbf{G}^T := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{H} := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$ </div> <p style="text-align: center;">< Generator, parity check matrix (Hamming) ></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Generator matrix와 parity check matrix 사이의 관계 ● Hamming code의 Encoding 방식 ● AWGN 채널의 설명과 특성 ● Hamming code의 구현 방법에서 ml decoding이 수학적으로 최적임을 확인 ● 구현 시 주의사항 ● code performance 그래프를 그릴 때 주의해야 하는 사항 ● BPSK 구현의 용이성 향상 		

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

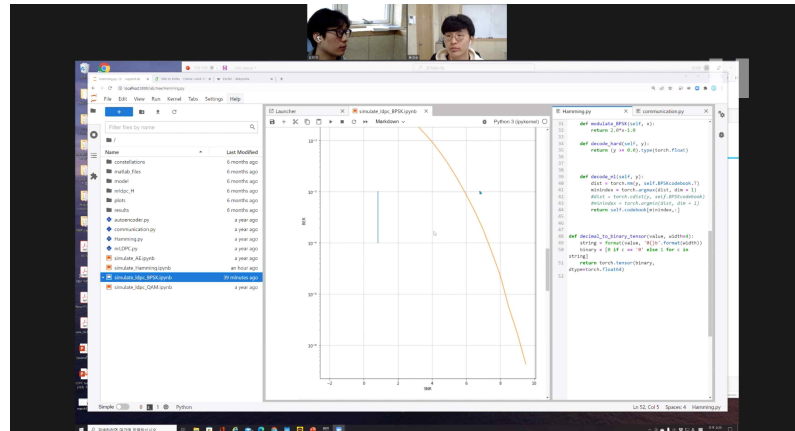
2022. 3. 11.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 3. 18.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	Hamming 코드 구현내용 확인 및 피드백		

회의내용



< zoom 미팅 화면>

- 연산의 효율성을 위해 for문을 최소화 하고, matrix의 연산으로 구현하는 방법
- 알려진 AWGN채널에서 BPSK modulation을 적용한 hamming code의 performance와 구현한 결과를 비교하여 E_b/N_0 의 기준에서 성능을 비교해야 하는 것을 확인
- lower bound로, shannon limit을 사용할 수 있고, upper bound로 hard coding을 적용한 performance를 사용할 수 있음
- 이러한 constraint를 통해 결과의 신뢰도를 향상할 수 있음.

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

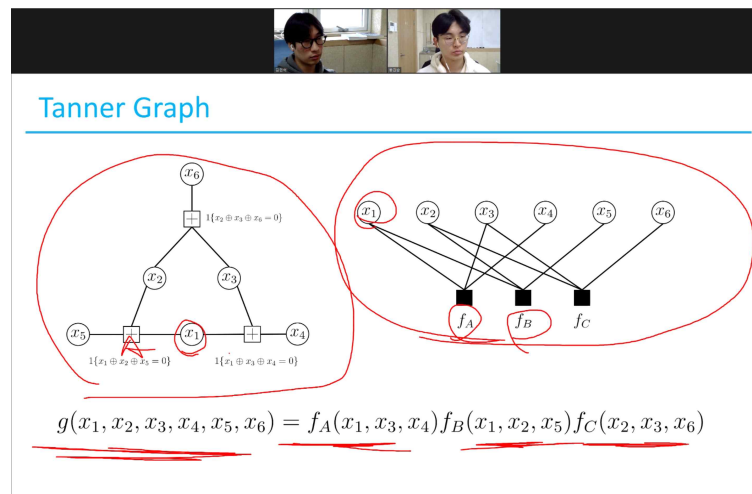
2022. 3. 18.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 3. 25.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	7,4 hamming code 구현 및 LDPC의 핵심 알고리즘인 Sum Product Algorithm		

회의내용



< zoom 미팅 화면 >

- 구현된 hamming hard coding의 upper bound 확인 -> 구현의 문제가 있음
- Tanner graph를 이용하여 오류 정정 부호의 구조를 쉽게 설명할 수 있음
- Tanner graph를 계산하는 방법은 다양함 ex) Tree, SPA
- 이러한 Tanner Graph를 이용하여 SPA를 구현하고, SPA를 통해 nrLDPC를 구현하게 될 것
- 기본적으로 Tree를 통해 Tanner graph를 계산하는 방법을 공부
- 다음 주는 SPA에 대해서 조금 더 깊이 공부

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

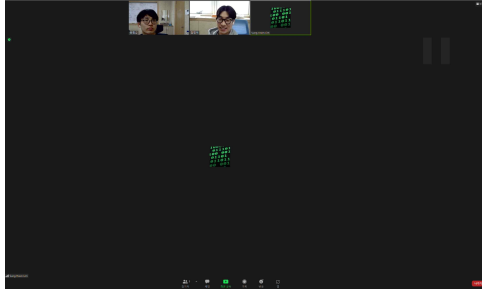
2022. 3. 25.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 4. 1.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		

회의주제	Sum Product Algorithm
------	-----------------------

회의내용	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> $L(\mu) = \log \frac{\mu(0)}{\mu(1)}$ $\mu(0) = \frac{e^{L(\mu)}}{1 + e^{L(\mu)}} \quad \text{and} \quad \mu(1) = \frac{1}{1 + e^{L(\mu)}}$ $L(\mu_{a \rightarrow b}) := L_{a \rightarrow b}$ <p style="text-align: center;">< log-likelihood rate ></p> </div> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">< zoom 미팅 ></p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ● 5G LDPC 환경을 위한 Sum product Algorithm 분석 진행 ● 행렬 단위로 sum or product를 진행하여 update가 편리해짐을 발견 ● 기존 node update 방식은 확률값을 지속적으로 곱하는 구조이기 때문에 clipping이 필요함 ● 이를 해결하기 위해서 log-likelihood rate 를 사용함 ● log-likelihood rate를 사용하면, log의 특성상 곱 연산을 덧셈으로 바꿀 수 있고, 2개의 정보를 저장해야 하는 것을 1개의 정보로 줄일 수 있음 ● 이러한 방법을 사용하면 구현과 연산에서 효율적일 수 있음 ● 다음 회의까지 hamming code의 decoder로 SPA를 사용하여 (LLR 적용) performance를 확인할 수 있도록 준비해야 함 ● 지난주에 있었던 LLR을 적용하지 않은 code는 임의로 clipping을 진행해서 정확한 결과가 나오지 않았음 -> 보완해야 함
------	--

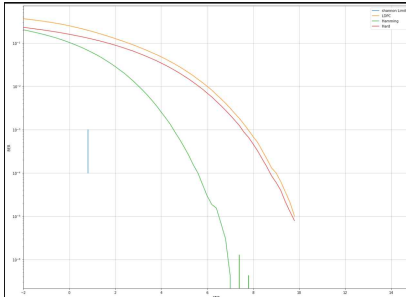
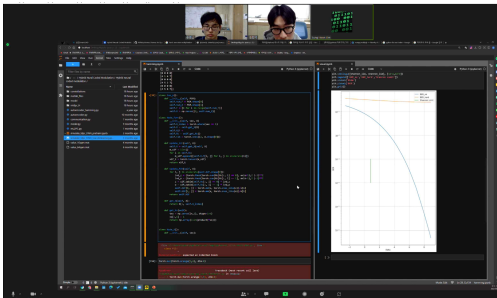
위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

2022. 4. 1.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 4. 8.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	hamming code의 decoder로 구현한 Sum-Product Algorithm		

회의내용	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> < performance > < zoom 미팅 > </div>		
	<ul style="list-style-type: none"> ● LLR을 사용하면서 구현단계가 간편해졌지만, 성능이 hard coding과 비슷한 것을 확인할 수 있음 ● node의 update 과정에서 p값을 algorithm의 초기에만 사용하고, 이후에는 사용하지 않았던 부분을 항상 사용하는 방법으로 성능을 어느 정도 회복할 수 있었음 ● hamming code의 경우, parity check matrix가 sparse하지 않지만, LDPC(low density parity check)의 이름에서도 알 수 있듯, parity check matrix가 sparse함 ● 이런 경우, 기존의 모든 matrix를 기준으로 연산을 하는 것은 비효율적임 ● 이를 해결하기 위해서 pytorch의 torch.sparse를 이용하면 효율적인 계산이 가능함 ● 다음 회의까지 torch.sparse를 사용하여 hamming code의 decoder를 구현해야 함 		

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

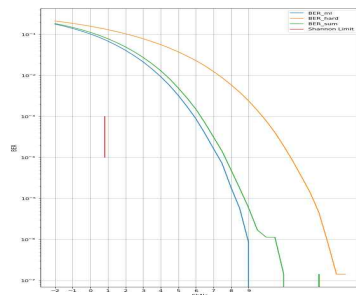
2022. 4. 8.

대표학생 : 용권순 (인)

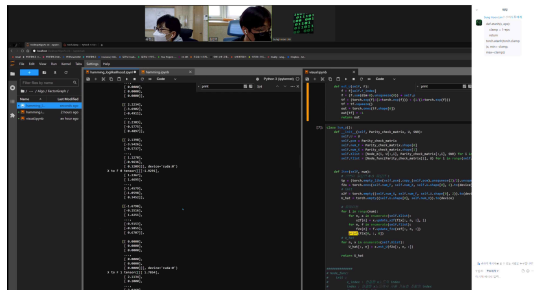
[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 4. 15.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	구현 코드 피드백 및 matlab 기반 코드를 pytorch로 변환하기 위한 회의		

회의내용



< sparse를 적용한 performance >



< zoom 미팅 >

- sparse를 이용하여 hamming code의 decoder를 구현
- 저차원의 반복을 통해 고차원 구현의 필요성이 사라질 수 있음
- 그에 따라, for문을 최소화하고, matrix의 연산만으로 decoder를 구현할 수 있었음
- matlab 기반의 코드를 리뷰
- 이를 pytorch의 형식으로 바꿀 방법을 모색 -> tensor의 형식으로 변환하여 따로 저장하는 방법을 사용
- 이를 통해 패키지의 사용을 통일할 수 있고, gpu를 사용하여 통신 시뮬레이션 연산이 가능해짐
- 다음 회의까지 모든 matlab형식의 파일을 pt 확장자로 변환하여 syipy 패키지 없이 통신 시뮬레이터를 사용할 수 있게 구현

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

2022. 4. 15.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 4. 22.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	통신 배경과 QnA, 앞으로의 일정 조율		

회의내용



< zoom 미팅 >

- 2G ~ 5G까지의 통신 배경을 공부
- 6G 에서는 위성간의 통신과 기존의 IoT보다 더 좋은 성능의 통신 방법(초 통신)의 연구가 진행 중임
- LDPC는 비교적 최근에 성능을 인정받아 pola code와 같이 5G의 표준 규격이 되었음
- MIMO에 대한 간단한 배경을 소개하고, 5G 표준 규격에 대해 알아봄
- 계획은 Pola-code의 구현단계까지로 생각했지만, 시간 관계상 LDPC의 구현과 성능 비교 테스트를 진행하는 것으로 앞으로의 일정을 정함

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

2022. 4. 22.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

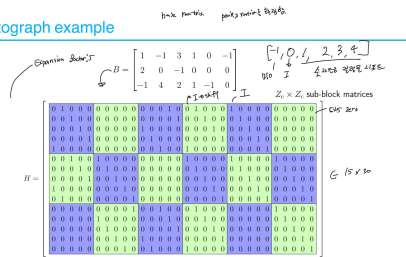
팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 4. 29.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		

회의주제 LDPC Encoding 분석 및 이해, QAM 설명

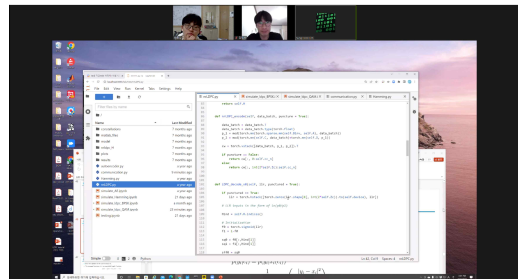
회의내용

- 지금까지 사용한 modulation은 BPSK이지만, 한 차원을 통째로 사용하지 않기 때문에 성능이 떨어짐
- 통신 규격으로 사용하고 있는 QAM에 대해서 알아보기
- 또한, LDPC의 Encoding 방법에 대해 알아보는 과정을 통해 본격적으로 물리계층 시뮬레이터와 nrLDPC의 구현을 준비
- Base matrix BG1, BG2의 사용을 위한 protograph에 대해 알아보고, rate matching을 위한 puncturing에 대해 공부
- 다음 회의까지 LDPC와 Polar code에 대한 전반적인 정리가 필요. -> 구현
- 지금까지 사용했던 통신환경을 바탕으로 AWGN, modulation등을 위한 패키지인 communication.py를 구현

Protograph example



< protograph >



< zoom 미팅 >

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

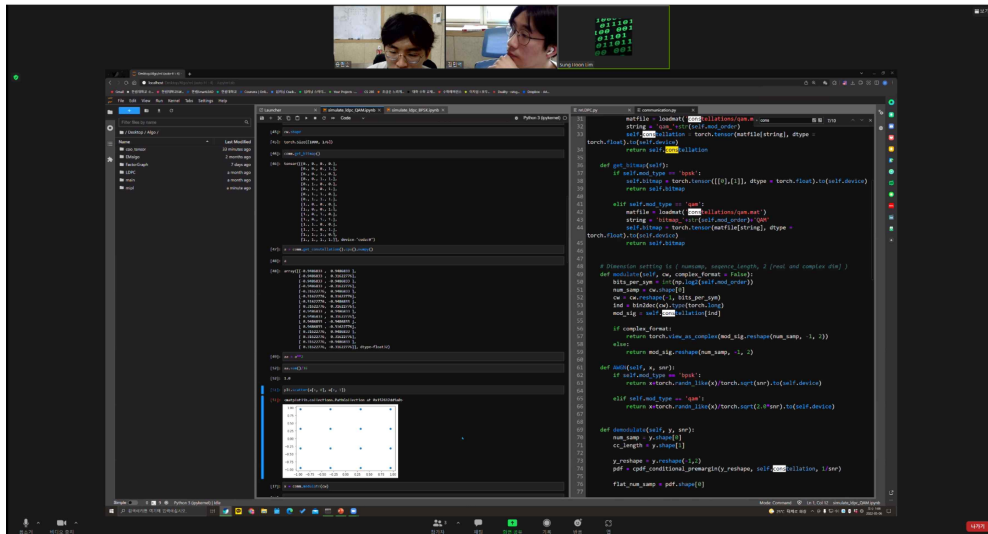
2022. 4. 29.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성] 2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 5. 6.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	오픈 소스 등록을 위한 준비 및 구현한 nrLDPC 피드백		

회의내용



< zoom 미팅 >

- .mat 파일을 모두 .pt 파일로 교체하였음
- nrLDPC의 decoding 과정에서 puncturing에 대한 이해도가 낮아, 구현에 어려움을 겪고 있음
- 구현된 code에 대한 전체적인 리뷰와 피드백을 진행
- DNN을 적용하여 시 기반 연구의 가능성을 확인하는 작업에 대한 일정 조정이 필요한 것으로 보임
- nrLDPC의 구현을 마무리한 뒤, 일정 조정을 진행하기로 함

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

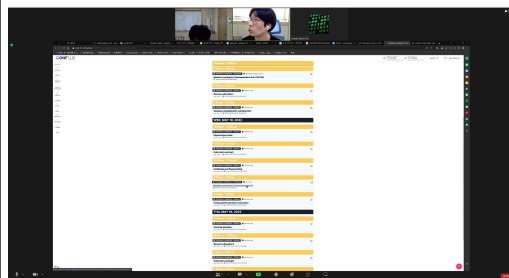
2022. 5. 6.

대표학생 : 용권순 (인)

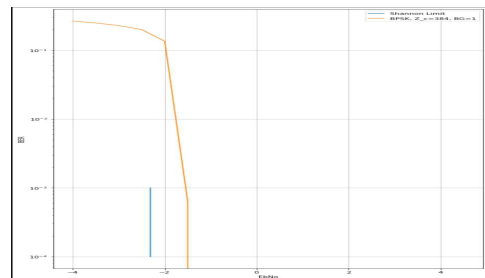
[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 5. 13.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	nrLDPC의 구현결과 확인 및 테스트를 위한 방법론, DNN 적용 방법에 대한 회의		

회의내용



< zoom 미팅 >



< nrLDPC performance >

- nrLDPC의 구현이 마무리되었고, performance를 통해 성능을 확인
- 테스트를 위해 기존 논문의 performance 측정 환경과 같은 환경으로 구성한 뒤, nrLDPC의 성능을 확인하도록 함
- DNN을 접목하는 아이디어를 얻기 위해 IEEE의 ICC 학회에 방문할 계획임
- 통신과 인공지능을 접목하는 방법과 시도에 관한 talk를 위주로 일정 조정
- DNN에 직접 parity check matrix를 전달할 수 있다면 이상적인 네트워크가 될 수 있음
- 이러한 내용을 바탕으로 학회를 돌아볼 것

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

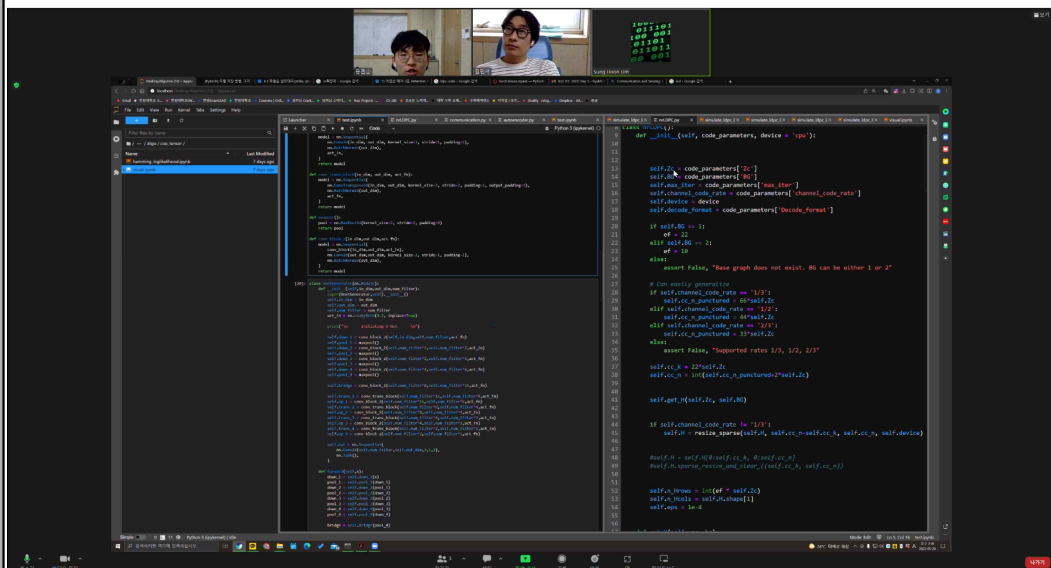
2022. 5. 13.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성] 2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 5. 20.	장 소	ZOOM
참석자	임성훈, 용권순, 김민혁		
회의주제	일정 정리		

회의내용



< zoom 미팅 >

- 학회 참여를 통해 attention 기법을 활용하여 네트워크에 간접적으로 정보를 전달하는 아이디어를 얻음
- DNN을 구성하여 학습하기에는 시간 관계상 무리가 있는 것으로 보임
- nrLDCP의 성능 테스트를 위한 performance 그래프를 만드는 것이 우선적임
- 또한, 프로젝트 내용의 시각화를 위한 작업을 해야 함
- 이후 시간이 된다면 DNN을 구성하여 사용해 보는 것을 목표로 함

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

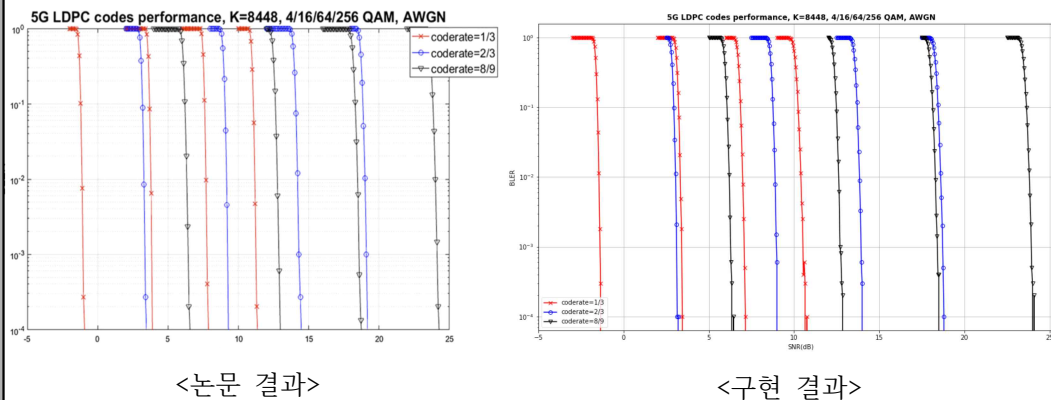
2022. 5. 20.

대표학생 : 용권순 (인)

[4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성]
2022 Capstone Design(종합설계) 회의록

팀 명	DC	지도교수	임성훈
과 제 명	기계학습을 활용한 부호화 기법 개발	대표학생	용권순
회의일시	2022. 5. 25.	장 소	A1401
참석자	용권순, 김민혁		
회의주제	nrLDPC 테스트 및 프로젝트 시각화		

회의내용



- 논문 결과와 구현결과가 일치하는 것을 확인할 수 있음
- 프로젝트 시각화 작업에 집중하기로 함

위 팀은 4차산업혁명을 선도하는 CODE형 SW 인재 양성 사업의 Capstone Design(종합설계) 지원 대상으로 활발한 과제 수행 활동을 위해 회의를 실시 하였습니다.

2022. 5. 25.

대표학생 : 용권순 (인)