

# 주간보고서

성명	김연범	학번	202000826
대학	자연과학대학	학과	수학과
실습기관	한국표준과학연구원		
실습부서	양자광학그룹(이*협 연구원)		

1주차
<div><div><div>1. 전주 업무 내용</div><div><div>- 논문 분석 및 발표 자료 작성</div><div>-- Quantum bits</div><div>-- Quantum computation</div><div>-- Quantum algorithm</div><div>-- Linear algebra</div></div><div><div>- 분석 내용 발표 및 설명</div><div>-- 6/27(목) 오후 2시 1층 세미나실</div></div><div><div>- 미팅 참여</div><div>-- 6/25(화) 오후 3시 1층 세미나실</div><div>-- how to optimize about quantum circuit</div></div></div><div><div>2. 다음주 업무 계획</div><div><div>- 논문 분석 및 발표 자료 작성</div><div>-- The postulates of quantum mechanics</div><div>-- The density operator</div><div>-- The schmidt decomposition and purifications</div></div><div><div>- 분석 내용 발표 및 설명</div><div>-- 7/2(화) 오후 4시 1층 세미나실</div><div>-- 7/4(목) 오후 2시 1층 세미나실</div></div><div><div>- 미팅 참여</div><div>-- 7/2(화) 오전 10시 2층 세미나실</div></div></div><div><div>3. 비고</div><div>- 7/4(목) 인턴 2명 추가 예정</div></div></div>

2주차
<div><div><div>1. 전주 업무 내용</div><div><div>- 논문 분석 및 발표 자료 작성</div><div>-- Postulate of quantum</div><div>-- Measurement</div><div>-- PVM and POVM</div><div>-- Phase and entanglement</div></div><div><div>- 분석 내용 발표 및 설명</div><div>-- 7/2(화) 오후 4시 1층 세미나실</div><div>-- 7/5(금) 오후 3시 30분 지하 1층 세미나실</div></div><div><div>- 미팅 참여</div><div>-- 7/5(금) 오후 2시 지하 1층 세미나실</div></div></div></div>

## 2주차

-- how to convert classical circuit into quantum circuit

### 2. 다음주 업무 계획

- 논문 분석 및 발표 자료 작성
- Density function
- Quantum circuit
- The schmidt decomposition and purifications
- Universal quantum gates

- 분석 내용 발표 및 설명
- 7/9(화) 지하 1층 세미나실
- 7/11(목) 지하 1층 세미나실

- 미팅 참여
- 7/9(화) 지하 1층 세미나실

### 3. 비고

- 다음 주 발표 총 4번 예정

## 3주차

### 1. 전주 업무 내용

- 논문 분석 및 발표 자료 작성
- quantum circuit with clifford gate and universal gate
- quantum optimizer with RL(reinforce learning)
- RL with Opean AI (GYM)

- 분석 내용 발표 및 설명
- 7/9(화) 오후 3시 1층 세미나실
- 7/12(금) 오후 3시 1층 세미나실

- 미팅 참여
- 7/12(금) 오후 4시 1층 세미나실
- the universality of CNOT gate with single-unit gate

### 2. 다음주 업무 계획

- 논문 분석 및 발표 자료 작성
- reinforce learning with python
- Quantum synthesis
- Quantum routing
- basic syntax of python for review

- 분석 내용 발표 및 설명
- 7/17(수) 지하 1층 세미나실

- quantum school 관련 유익한 내용 강의 수강 with quantum optimize
- 7/17(수) 지하 1층 세미나실

### 3. 비고

- 파이썬 RL 환경 구축 필수

## 4주차

### 1. 전주 업무 내용

- basic concept of RL 및 관련 알고리즘 발표
- meaning of RL
- representative code of RL; cartpole-v1 with gym

- 분석 내용 발표 및 설명
- 7/17(수) 오후 2시 지하 1층 세미나실

## 4주차

- 미팅 참여
- 7/17(금) 오후 4시 지하 1층 세미나실
- how to analyze in cartpole algorithm

### 2. 다음주 업무 계획

- cartpole-v1 환경 분석 및 발표 자료 작성
- reinforce learning with Open AI
- concept of Q-learning
- concept of Q-table updated with action-value function
- 분석 내용 발표 및 설명
- 7/23(화) 지하 1층 세미나실
- cartpole-v1
- Optimize of quantum circuit 관련 논문 분석 및 보고서 작성
- relation between quantum circuit and RL learning
- meaning of synthesis and routing for quantum circuit

### 3. 비교

- Quantum circuit 관련 파이썬 코드 구축
- : using qiskit, ray.rllib, torch
- : PPO 알고리즘 활용

## 5주차

### 1. 전주 업무 내용

- cartpole-v1 환경 분석 및 발표 자료 작성
- reinforce learning with Open AI
- concept of Q-learning
- concept of Q-table updated with action-value function
- > bellman's action-value function and epsilon-greedy strategy
- 사전 미팅, 분석 내용 발표 및 설명
- 7/23(화) 지하 1층 세미나실
- cartpole-v1, grid world with Q-learning algorithm
- 7/25(목) 12시 점심 미팅
- Optimize of quantum circuit 관련 논문 분석 및 보고서 작성
- relation between quantum circuit and RL learning
- meaning of synthesis and routing for quantum circuit
- python으로 Clifford Circuit synthesis 의 Optimizer 구현
- qiskit, gymnasium, ray 활용
- qubit이 2개일 때의 베타버전 구현 완료 및 qiskit's greedy 알고리즘을 대조군으로 활용

### 2. 다음주 업무 계획

- qubit이 5개, 7개 일때의 베타버전 구현
- episode 별 cx개수, depth, 합성성공률 등 추이 시각화 with pyplot
- 훈련 이후, qiskit의 greedy 알고리즘과의 성능 비교 및 시각화 with pyplot
- 분석 내용 발표 및 설명
- 7/29(월) 지하 1층 세미나실
- 7/31(수) 지하 1층 세미나실
- Quantum circuit optimize with RL 관련 논문 분석 및 토의
- Optimize of quantum circuit 관련 논문 분석 및 보고서 작성
- 베타 버전 구현과 관련된 내용(예로 파라미터 설정) 보고서 작성
- 추가적인 논문 분석 및 질문 내용 정리

### 3. 비교

## 5주차

- Quantum routing 관련 내용 추가 조사 및 python 구현 도전

## 6주차

### 1. 전주 업무 내용

- quantum circuit synthesis and routing 조사 및 발표 자료 작성
  - using python with PPO algorithm
  - concept of RL with ray, rllib, tune and gymnasium
  - concept of PPO and CNN
  - > role of convolutional layer and parameters of PPO
- 사전 미팅, 분석 내용 발표 및 설명
  - 7/29(월) 지하 1층 세미나실, 오후 3시
  - quantum circuit optimize with RL
  - 7/31(수) 지하 1층 세미나실, 오후 2시 30분
  - quantum circuit optimize를 python으로 직접 부분 구현 및 예제 코드 실행
- Optimize of quantum circuit 관련 논문 분석
  - why using RL to optimize synthesis and routing
  - how to optimize with synthesis and routing by using RL
- Clifford Circuit synthesis and fixed-size circuit routing 구현
  - qiskit, gymnasium, ray 활용
  - qubit이 4개일 때의 synthesis 및 routing 코드 구현 도전

### 2. 다음주 업무 계획

- qubit이 7개 일때의 synthesis 및 routing 코드 구현
  - episode 별 cx개수, depth, 합성성공률 등 추이 시각화 with pyplot
  - 훈련 이후, qiskit의 greedy 알고리즘과의 성능 비교 및 시각화 with pyplot
  - routing의 경우, 훈련 이후 routing 성공률 100프로 도전
- 분석 내용 발표 및 설명
  - 8/5(월) 지하 1층 세미나실
  - 8/8(목) 지하 1층 세미나실
  - Quantum circuit optimize with RL 관련 논문 발표 및 예제 코드 시연
- Optimize of quantum circuit 관련 논문 분석 및 보고서 작성
  - Clifford circuit synthesis 관련 보고서 작성 및 발표 자료 구성
  - fixed-size circuit routing 관련 보고서 작성 및 발표 자료 구성

### 3. 비교

- Qubit 10개 이상일 때의 코드 구현 도전 및 permutation synthesis 코드 구현 도전

## 7주차

### 1. 전주 업무 내용

- qubit 3개 일때의 synthesis 코드 구현
  - Clifford circuit synthesis
  - 합성률 100프로 달성 성공, cx 개수 측면에서 최적화 필요
  - convolutional layer의 kernel 크기와 output channel의 개수 등 파라미터 중요
  - hidden unit의 가중치 초기화: Xavier
- 분석 내용 발표 및 설명
  - 8/5(월) 지하 1층 세미나실, 오전 10시
  - quantum circuit optimizing using RL
  - 8/9(금) 지하 1층 세미나실, 오후 2시
  - quantum circuit synthesis using RL to optimize it
- Clifford circuit synthesis and routing with RL 논문 분석

## 7주차

- SABRE 알고리즘 파악 및 관련 내용(front layer and distance matrix 등) 학습
- PPO 알고리즘 및 관련 내용(GAE, SGD 등) 학습

### 2. 다음주 업무 계획

- concept of CNN and RL
- CNN에 대한 자세한 내용 분석 및 발표 자료 작성
- RL에 대한 전반적인 내용 공부 및 발표 자료 작성
- 분석 내용 발표
- 8/14(수) 지하 1층 세미나실
- 8/14(수) 점심 미팅
- Clifford and Permutation circuit synthesis with RL
- 관련 논문 분석 및 발표 자료 작성
- 적은 수의 qubit으로 구성된 회로 기반의 코드 구현 with python

### 3. 비고

- 8/20, 지하 1층 세미나실, concept of RL , CNN and apply with quantum circuit

## 8주차

### 1. 전주 업무 내용

- CNN에 대한 개념 공부 및 발표 자료 작성
- convolutional layer 및 filter, pooling, channel 의 의미
- FC layer 파라미터 학습 과정 및 사용되는 손실함수
- Clifford 및 permutation 회로에 대한 합성 과정에서의 강화학습 사용
- 가한 gate 들의 허미션 gate 들을 역순으로 곱해 임의의 회로를 재구성한다는 아이디어 사용
- reward 를 크게 big positive reward 와 small penalty 로 구성하여 agent 학습
- 학습 과정에서 CNN 및 PPO 알고리즘 사용 -> 파라미터 개수 최소화 및 학습 효율성 증대
- 분석 내용 발표
- 8/14(수) 지하 1층 세미나실, 오전 10시 30분
- Concept of CNN ANN and DNN
- clifford and permutation circuit synthesis with RL
- 8/14(수) 점심 미팅

### 2. 다음주 업무 계획

- 최종발표
- Concept of RL and relation with quantum circuit
- Clifford and permutation circuit synthesis with RL
- 8/19(월) 오후 2시, 지하 1층 세미나실
- 점심 미팅
- 8/19(월) 오전 10시 30분

### 3. 비고

- 8/20(화) 하기 백마 인턴 종료

## 9주차

### 1. 업무 내용

- 머신러닝과 CNN 에 대한 개념 조사 및 발표 자료 작성
- : convolutional layer 의 역할 및 역전파 알고리즘을 통한 파라미터 최적화
- : 머신러닝에서의 CNN 활용 및 손실함수의 정의
- : 머신러닝에서 agent 의 역할과 목표

## 9주차

- Clifford 및 permutation 회로에 대한 합성 과정에서의 강화학습 사용
- 가한 gate 들의 허미션 gate 들을 역순으로 곱해 임의의 회로를 재구성한다는 아이디어 사용
- 데이터 입력 과정에서 CNN 사용 -> 파라미터 최적화를 위해 손실함수 정의 ( log 함수로 구성)
- 경사하강법을 통해 CNN 의 각 노드 파라미터 최적화 -> 출력 노드를 통해 각 action 을 선택할 확률 산출됨 (softmax 함수)
- 분석 내용 발표
- 8/19(월), 지하 1층 세미나실, 오후 2시
- RL, CNN and quantum circuit
- Clifford and permutation circuit synthesis with RL

## 2. 기억 사항

- 최종 보고서 작성
- 보고서 및 발표자료 정리 및 보관

