KPQClean 프로젝트

정보컴퓨터공학과 권혁동

한성대학교 HANSUNG UNIVERSITY

CryptoCraft LAB

KPQC란?

- Korea Post-Quantum Cryptography 프로젝트
- **한국형 양자내성암호 표준**을 위해 발족
  - NIST PQC와 동일한 목적이지만, **kpqC는 국내 표준**을 위한 프로젝트
- 22년 10월에 개최되어, 1라운드가 진행 중에 있음
  - PKE에 7개 알고리즘, DSA에 9개 알고리즘이 선정됨
- 23년 11월에 2라운드 진출 알고리즘이 발표 될 예정

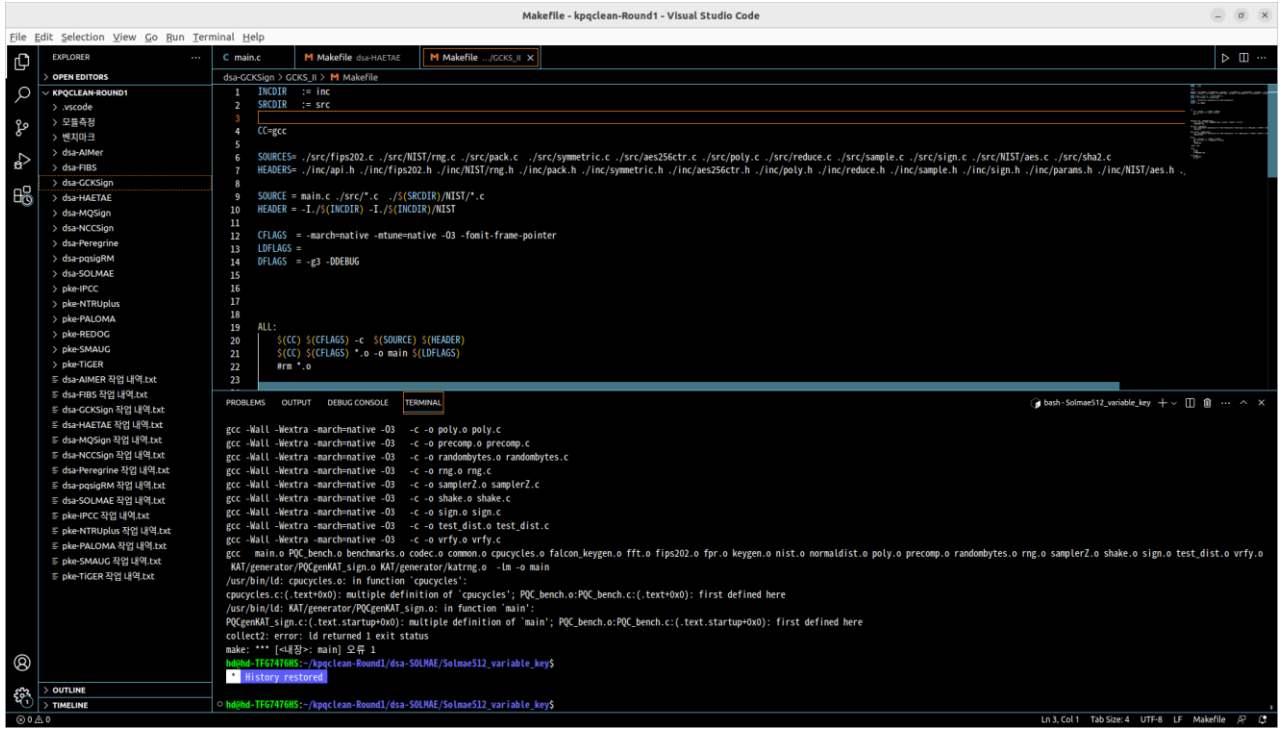
KPQClean

- KPQClean은 현재 진행중인 kpqc를 대상으로 하는 프로젝트
  - 외부 과제와 약간의 연결고리 존재
- PQClean과 비슷한 목표를 대상으로 함
  - 모든 PQC 후보군에 대한 **의존성 제거**
  - 동일한 환경에서 **벤치마킹**
- PQC 공모전에 대한 관심을 이끌 수 있음

KPQClean

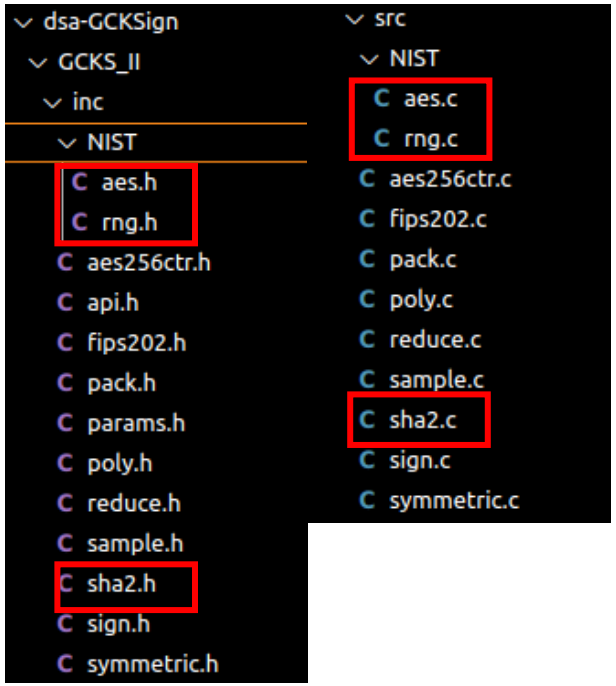
- 동일한 테스트 환경을 갖추기 위해 1개의 기기에서 실험
  - OS, CPU, RAM, GPU 모든 자원이 동일
  - IDE는 VS Code를 사용, 하지만 편집 기능만 사용하고 컴파일은 무관
  - 컴파일은 gcc로 통일 (11.3.0)

  → 추후 변경될 수 있지만, 그래도 모든 알고리즘이 동일
  - 최적화 레벨: -O2

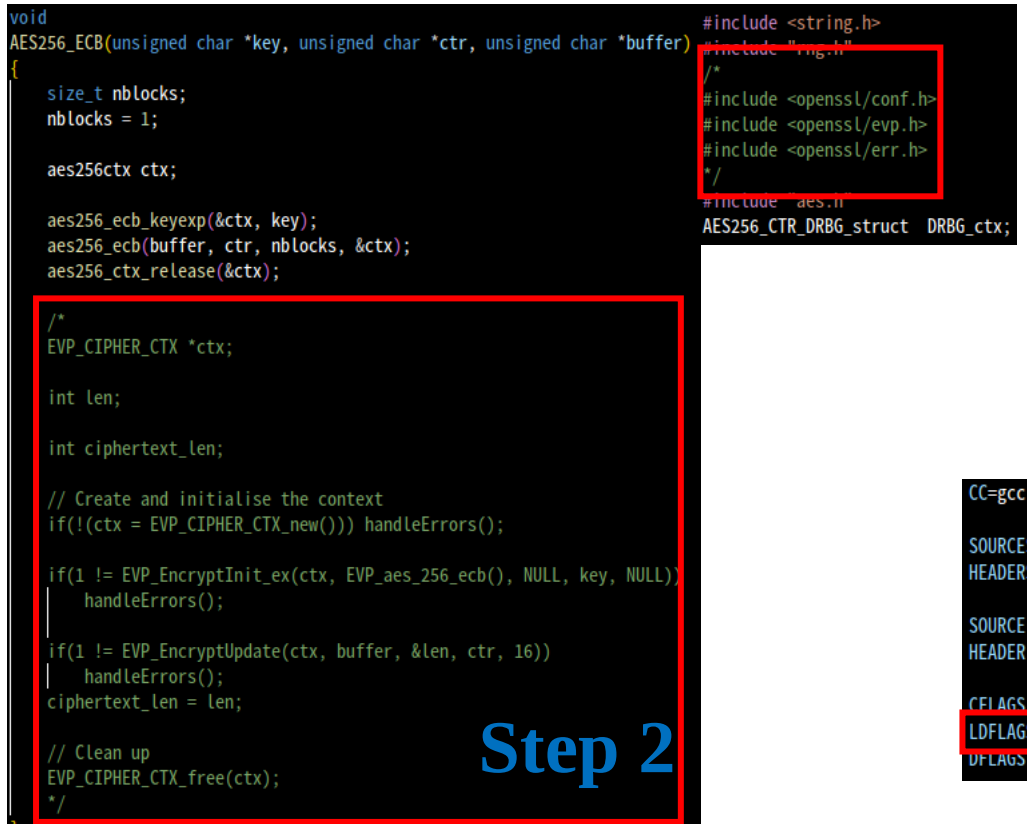


KPQClean

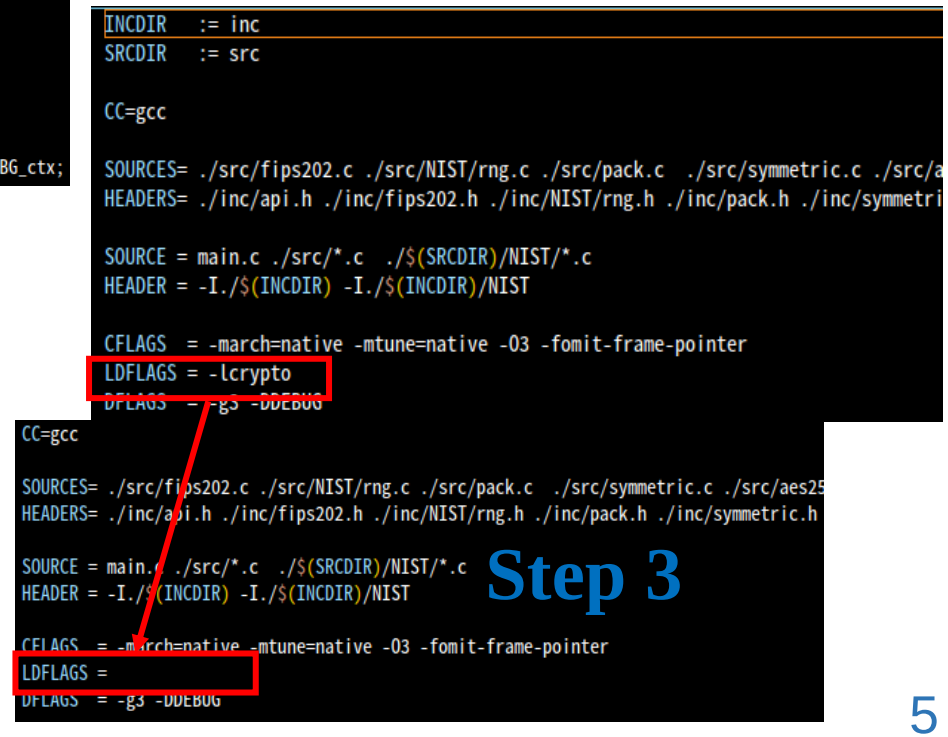
- 다양한 의존성이 존재, 그 중에서 라이브러리 의존성을 우선적으로 제거
  1. 외부 라이브러리는 구현은 편리하지만, 실행은 다소 복잡
  2. 사용한 라이브러리에 따라서 성능이 달라질 수 있음



Step 1



Step 2



Step 3

KPQClean

```c
#define TEST_LOOP 10000

uint64_t t[TEST_LOOP];

int64_t cpucycles(void)
{
    unsigned int hi, lo;

    __asm__ __volatile__ ("rdtsc\n\t" : "=a" (lo), "=d"(hi));

    return ((int64_t)lo) | (((int64_t)hi) << 32);
}

int PQC_bench(void)
{
    int r;
    double rejw=.0, rejyz=.0, rejctr=.0, rejctrkg=.0;
    unsigned long long i, j;

    unsigned char pk[CRYPTO_PUBLICKEYBYTES];
    unsigned char sk[CRYPTO_SECRETKEYBYT

    unsigned char  m[100] = "kpqc benchm
    unsigned char sm[CRYPTO_BYTES + 200]
```

- 성능 측정용 코드를 작성
- Makefile에 성능 측정용 규칙 생성
  - 해당 규칙으로 컴파일 후 실행
  - 가동에 소요된 **평균 cycle**을 사용

  → 대부분 PQC 후보는 **중앙값** 사용

```
PQCgenKAT_sign: ./PQCgenKAT_sign.c
    $(CC) $(CFLAGS) -o $@ ./PQCgenKAT_sign.c $(HEADER) $(SOURCES) $(LDFLAGS)
    ./PQCgenKAT_sign

PQC_bench: ./PQC_bench.c
    $(CC) -march=native -mtune=native -O2 -fomit-frame-pointer -fstack-usage -o $@ ./PQC_bench.c $(HEADER) $(SOURCES) $(LD
    ./PQC_bench

Module_bench: ./Module_bench.c
    $(CC) -march=native -mtune=native -O2 -fomit-frame-pointer -o $@ ./Module_bench.c $(HEADER) $(SOURCES) $(LDFLAGS)
    ./Module_bench
```

```
BENCHMARK ENVIRONMENTS ==========================
CRYPTO_PUBLICKEYBYTES: 1760
CRYPTO_SECRETKEYBYTES: 288
CRYPTO_BYTES: 1952
Number of loop: 10000
KeyGen ////////////////////////////////////////////
  KeyGen runs in .................   191048 cycles
Sign //////////////////////////////////////////////
  Sign runs in .................   812492 cycles
Verify ////////////////////////////////////////////
  Verify runs in .................   175823 cycles
================================================
hd@hd-TFG7476HS:~/kpqclean-Round1/dsa-GCKSign/GCKS_II$
```

KPQClean

- 평균값(average)과 중앙값(median)의 차이?
  - 평균은 **산술 평균**으로 주어진 값 범위에서 일반적인 값을 표현
  - 중앙값은 **위치 평균**으로 값을 동일한 두 부분으로 나누는 기준
  - 평균은 데이터 세트가 **정규분포**를 따를 때 사용하기 적합
  - 중앙값은 데이터 세트에 **왜곡**이 심할 때 사용하기 적합
- PQC 후보들은 대부분 중앙값을 사용
  - 어느 것이 더 명확한 표현인지 검증은 필요함

평균 856.6	200	중앙 350
	250	
	280	
	330	
	350	
	600	
	1000	
	1700	
	3000	

KPQClean

- 성능 측정의 이상한 점
  - 일부 알고리즘은 성능이 확 튀는 경우가 존재

알고리즘	보안레벨	키 설정(cycles)	암호화(cycles)	복호화(cycles)
IPCC	1	15,006,320	236,123,169	2,859,824
	3	15,411,372	942,886	2,829,830
	4	15,265,594	1,137,671	3,248,358

알고리즘	보안레벨	키 설정(cycles)	서명생성(cycles)	검증(cycles)
pqsigRM	612	6,175,797,126	14,737,341	2,441,347
	613	58,885,289,264	2,145,199	1,061,605

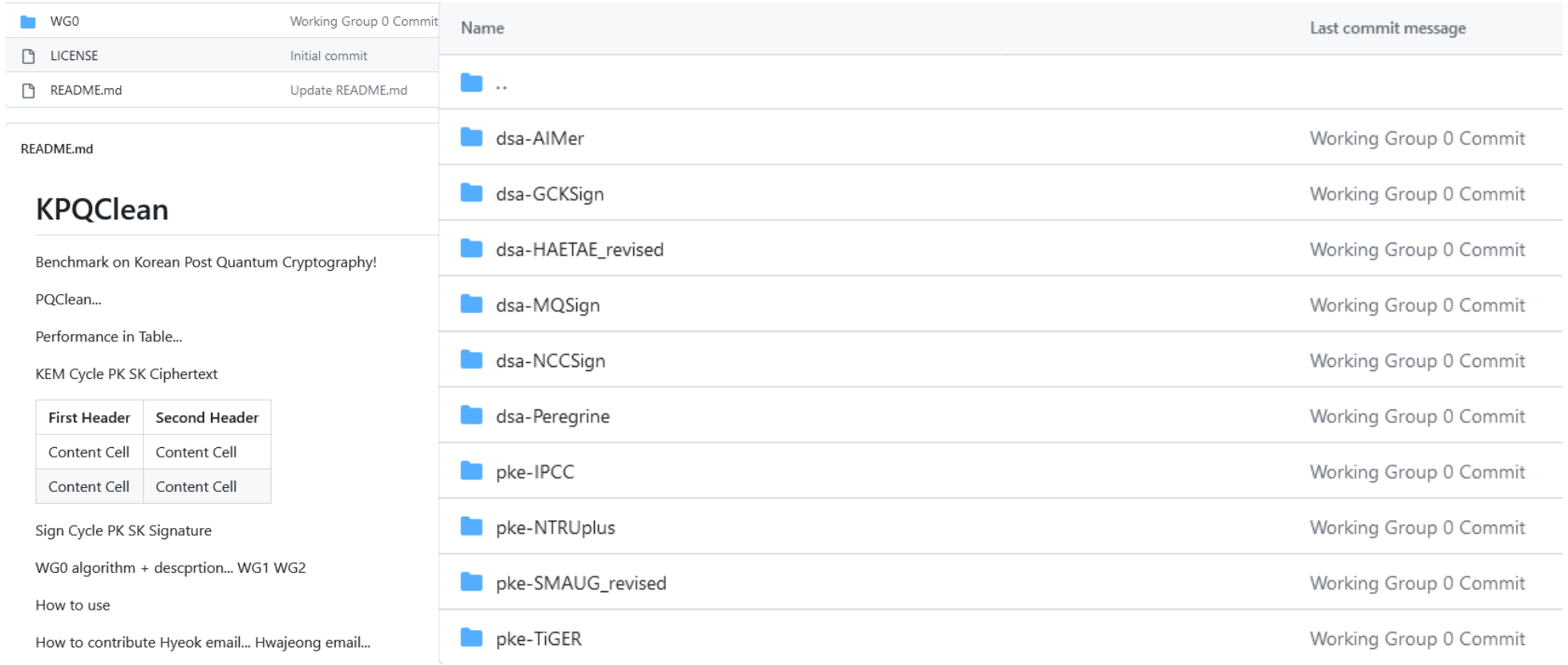
- 백서에 기재된 파라미터와 소스코드에 작성된 파라미터가 다름
  - 개발자들과 논의가 필요해 보임

알고리즘	공개키(bytes)	암호문(bytes)	문서상 공개키	문서상 암호문
IPCC	3,600	322,000	4,800	92,000
	3,600	322,000	4,800	92,000
	3,600	322,000	4,800	92,000

알고리즘	공개키(bytes)	비밀키(bytes)	문서상 공개키	문서상 비밀키
AIMer	33	49	32	16
	49	73	48	24
	65	97	64	32

KPQClean

- KPQC github에 소스코드와 측정 결과를 게시하는 중
  - 6월 14일 KPQC built-in groups에 공개하는 것을 목표



WG0 Working Group 0 Commit
LICENSE Initial commit
README.md Update README.md

README.md

KPQClean

Benchmark on Korean Post Quantum Cryptography!

PQClean...

Performance in Table...

KEM Cycle PK SK Ciphertext

First Header	Second Header
Content Cell	Content Cell
Content Cell	Content Cell

Sign Cycle PK SK Signature

WG0 algorithm + descprtion... WG1 WG2

How to use

How to contribute Hyeok email... Hwajeong email...

Name	Last commit message
..	
dsa-AIMer	Working Group 0 Commit
dsa-GCKSign	Working Group 0 Commit
dsa-HAETAE_revised	Working Group 0 Commit
dsa-MQSign	Working Group 0 Commit
dsa-NCCSign	Working Group 0 Commit
dsa-Peregrine	Working Group 0 Commit
pke-IPCC	Working Group 0 Commit
pke-NTRUplus	Working Group 0 Commit
pke-SMAUG_revised	Working Group 0 Commit
pke-TiGER	Working Group 0 Commit

Q & A