2019/03/19, Capstone Project

진행 사항 슬라이드

- 보안 취약점 분석 및 익스플로잇 개발 -

지도교수 : 이종혁
Captain : 201621571 손상진
Sailors : 201621110 권순홍
201621136 서민지
201621173 최서윤

QBQB

목차

QBQB

1. 현재 상황

- 문제
  - 취약점을 찾기 위한 fuzzer인 Melkor, AFL을 적용 시도 중 rabbitmq-server가 바이너리 파일이 아님을 확인
    - rabbitmq-server는 셸 스크립트에 의해 짜여져 있음을 확인
    - 스크립트 내에서 erlang으로 컴파일 된 바이트코드를 Beam(Erlang virtual machine)에 의해 실행되는 것을 확인
    - 기존 Melkor과 AFL로 단순하게 퍼징이 불가함을 확인
    - erlang에 특화된 fuzzer를 찾고 있으나 현재까지 발견하지 못함

```
greendot@greendot-virtual-machine:~$ file /usr/sbin/rabbitmq-server
/usr/sbin/rabbitmq-server: symbolic link to ../lib/rabbitmq/bin/rabbitmq-script-wrapper
greendot@greendot-virtual-machine:~$ file /usr/lib/rabbitmq/bin/rabbitmq-script-wrapper
/usr/lib/rabbitmq/bin/rabbitmq-script-wrapper: POSIX shell script, ASCII text executable
greendot@greendot-virtual-machine:~$
```

```
greendot@greendot-virtual-machine:~$ file /usr/lib/rabbitmq/bin/rabbitmq-server
/usr/lib/rabbitmq/bin/rabbitmq-server: symbolic link to ../lib/rabbitmq_server-3.6.10/sbin/rabbitmq-server
greendot@greendot-virtual-machine:~$ file /usr/lib/rabbitmq/lib/rabbitmq_server-3.6.10/sbin/rabbitmq-server
/usr/lib/rabbitmq/lib/rabbitmq_server-3.6.10/sbin/rabbitmq-server: POSIX shell script, ASCII text executable
```

QBQB

1. 현재 상황

- 문제

```
start_rabbitmq_server() {
    # "-pa ${RABBITMQ_SERVER_CODE_PATH}" should be the very first
    # command-line argument. In case of using cached HiPE-compilation,
    # this will allow for compiled versions of erlang built-in modules
    # (e.g. lists) to be loaded.
    ensure_thread_pool_size
    check_start_params &&
    RABBITMQ_CONFIG_FILE=$RABBITMQ_CONFIG_FILE \
    ERL_MAX_ETS_TABLES=$ERL_MAX_ETS_TABLES \
    exec ${ERL_DIR}erl \
        -pa ${RABBITMQ_SERVER_CODE_PATH} ${RABBITMQ_EBIN_ROOT} \
        ${RABBITMQ_START_RABBIT} \
        ${RABBITMQ_NAME_TYPE} ${RABBITMQ_NODENAME} \
        -boot "${SASL_BOOT_FILE}" \
        ${RABBITMQ_CONFIG_ARG} \
        +W w \
        +A ${RABBITMQ_IO_THREAD_POOL_SIZE} \
        ${RABBITMQ_SERVER_ERL_ARGS} \
        +K true \
        -kernel inet_default_connect_options "[{nodelay,true}]" \
        ${RABBITMQ_SERVER_ADDITIONAL_ERL_ARGS} \
        ${RABBITMQ_LISTEN_ARG} \
        -sasl errlog_type error \
        -sasl sasl_error_logger "$SASL_ERROR_LOGGER" \
        -rabbit error_logger "$RABBIT_ERROR_LOGGER" \
        -rabbit sasl_error_logger "$RABBIT_SASL_ERROR_LOGGER" \
        -rabbit enabled_plugins_file "\"$RABBITMQ_ENABLED_PLUGINS_FILE\"" \
        -rabbit plugins_dir "\"$RABBITMQ_PLUGINS_DIR\"" \
        -rabbit plugins_expand_dir "\"$RABBITMQ_PLUGINS_EXPAND_DIR\"" \
        -os_mon start_cpu_sup false \
        -os_mon start_disksup false \
        -os_mon start_memsup false \
        -mnesia dir "\"${RABBITMQ_MNESIA_DIR}\"" \
        ${RABBITMQ_SERVER_START_ARGS} \
        ${RABBITMQ_DIST_ARG} \
        "$@"
}
```

```
● rabbitmq-server.service - RabbitMQ Messaging Server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/rabbitmq-server.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Tue 2019-03-12 02:46:23 KST; 1 day 16h ago
 Main PID: 25664 (rabbitmq-server)
    Tasks: 88 (limit: 2294)
   CGroup: /system.slice/rabbitmq-server.service
           ├─25664 /bin/sh /usr/sbin/rabbitmq-server
           ├─25669 /bin/sh /usr/lib/rabbitmq/bin/rabbitmq-server
           ├─25928 /usr/lib/erlang/erts-9.2/bin/epmd -daemon
           ├─25978 /usr/lib/erlang/erts-9.2/bin/beam.smp -W w -A 64 -P 1048576 -t 5000000 -stbt db -zdbbl 32000 -K true -B i -- -root /usr/lib/erla
           ├─26086 erl_child_setup 65536
           ├─26149 inet_gethost 4
           └─26150 inet_gethost 4
```

1. 현재 상황

- 대책
  - 기존 직접적인 실행파일이 아닌 fuzzed 메시지를 통해 rabbitmq 취약점 분석
    - mqtt_fuzz를 통해 퍼징
    - AMQP 관련 퍼징 툴 혹은 rabbitmq client API를 통해 제작 후 퍼징
  - 발견된 취약점이 많이 나타나는 Management UI 부분, RabbitMQ Plugin 부분 취약점 분석
    - Management UI 사용에 따른 로그 파일 분석

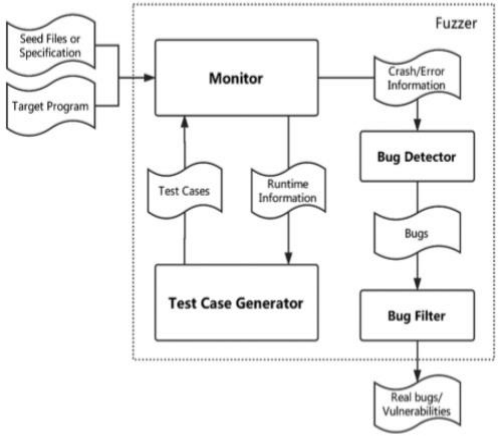
QBQB

2. 진행 사항

- 요약
  - 논문 분석
    - 한글 신규 취약점 발견을 위한 fuzzing 기법 개발에 관한 연구
    - Fuzzing: State of the Art
    - Coverage-based Greybox Fuzzing as Markov(진행중)
  - Melkor 분석 및 문서화
  - mqtt_fuzz 분석 및 문서화
  - AFL 분석 및 문서화
  - RabbitMQ 문서화 및 분석(중단)
  - erlang rabbitmq-server 컴파일
  - Management UI 취약점 분석(1차 분석 완료)
  - 테스트베드 구축 문서화(팀원 모두 적용)
  - peach fuzzer 시도(중단)

QBQB

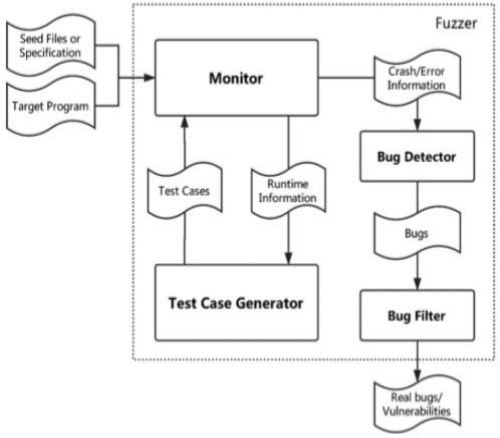
2. 진행 사항



- 논문 분석 2편(1/2)
  - Fuzzing: State of the Art
    - 퍼징의 기본 프로세스(1/3)
      - 대상 프로그램 (Target Program)
        - 테스트중인 프로그램으로 바이너리 또는 소스 코드
          - 실제 소프트웨어의 소스 코드는 일반적으로 쉽게 액세스 할 수 없기 때문에 fuzzer는 대부분의 경우, 바이너리 코드를 대상으로 함
      - 모니터 (Monitor)
        - 일반적으로 화이트 박스 또는 그레이 박스의 fuzzer에 있음
        - 코드 계측(code instrumentation), 오염 분석(taint analysis) 등과 같은 기술을 활용
          - 코드 적용 범위(code coverage), 데이터 흐름(data flow) 또는 대상 프로그램의 기타 유용한 런타임 정보를 수집

QBQB

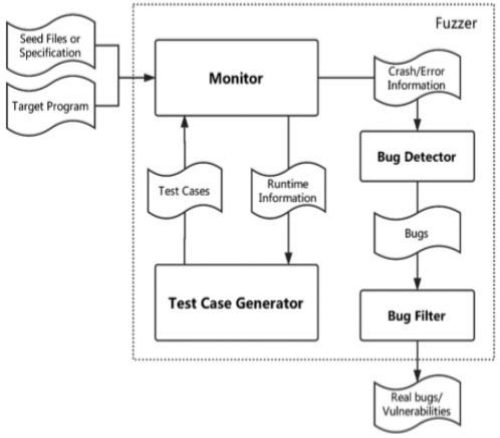
2. 진행 사항



- 논문 분석 2편(1/2)
  - Fuzzing: State of the Art
    - 퍼징의 기본 프로세스(2/3)
      - 테스트 케이스 생성기 (Test case generator)
        - fuzzer가 테스트 케이스를 생성하는 주요 방법
          - 변이 기반(mutation-based, dumb fuzzing)
            - well-formed seed 파일을 무작위로 돌연변이화 하거나 런타임 중에 수집 된 target-program-oriented 정보를 기반으로 조정할 수 있는 입력을 생성
          - 문법 기반(grammar-based, smart fuzzing)
            - 시드 파일이 필요하지 않음
            - 문법과 같은 사항들로부터 입력을 생성
            - 퍼징의 테스트 케이스는 일반적으로 초기 구문 분석 단계를 통과할 만큼 유효하고 대상 프로그램의 심층 논리에서 버그를 유발할 만큼 무효한 "반유효" 입력 값

QBQB

2. 진행 사항



- 논문 분석 2편(1/2)
  - Fuzzing: State of the Art
    - 퍼징의 기본 프로세스(3/3)
      - 버그 탐지기 (Bug detector)
        - 사용자가 대상 프로그램에서 잠재적 버그를 발견 할 수 있도록 설계되고 구현됨
        - 대상 프로그램이 충돌하거나 오류를 보고하면 버그 감지기 모듈은 관련 정보를 수집하고 분석하여 버그가 있는지 판단
          - e.g., 스택 추적
      - 버그 필터(Bug filter)
        - 보고 된 모든 버그로부터 악용 가능한 버그를 필터링
          - 일반적으로 수동적으로 이루어짐

QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(1/2)
  - Fuzzing: State of the Art
    - 퍼징 방식에 따른 분류(1/3)
      - 블랙 박스 퍼징
        - "블랙 박스 무작위 테스트"라고도 함
        - 대상 프로그램이나 입력 형식에서 정보를 요구하는 대신 제대로 된 형식의 시드 파일을 무작위로 돌연변이화 시켜 무효 입력 생성
          - 돌연변이화: 비트 플립, 바이트 카피, 바이트 제거 등
        - 단점
          - 코드 커버리지가 낮음
        - 대표적 툴
          - Fuzz, Trinity

QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(1/2)
  - Fuzzing: State of the Art
    - 퍼징 방식에 따른 분류(2/3)
      - 화이트 박스 퍼징
        - 블랙박스 기법의 단점을 해결하기 위해 제안
        - 대상 프로그램의 내부 논리 지식을 기반으로 함
        - 대상 프로그램의 모든 실행 경로를 탐색
        - 동적 기호 실행 (concolic execution이라고도 함) 및 커버리지 최대화 검색 알고리즘을 사용하여 대상 프로그램을 철저하고 빠르게 검색 할 수 있음
        - 대표적 툴
          - Fuzz, Trinity

QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(1/2)
  - Fuzzing: State of the Art
    - 퍼징 방식에 따른 분류(3/3)
      - 그레이 박스 퍼징
        - 코드 계측(code instrumentation) 방식 사용
          - 코드 계측
            - 소스코드의 정확성 및 오류사항을 함께 탐지
        - 대상 프로그램의 모든 실행 경로를 탐색
        - 화이트 박스 퍼징 박식과 차이점
          - 대상 프로그램의 런타임 정보 (예 : 코드 커버리지), 오염 데이터 흐름(taint data flow) 등) 을 사용하여 어떤 경로를 탐색했는지 결정
        - 동적 기호 실행 (concolic execution이라고도 함) 및 커버리지 최대화 검색 알고리즘을 사용하여 대상 프로그램을 철저하고 빠르게 검색 할 수 있음
        - 대표적 툴
          - BuzzFuzz

QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(1/2)
  - Fuzzing: State of the Art
    - 일반적인 목적의 퍼저(1/2)

TABLE V
SUMMARIES OF THE TYPICAL FUZZERS

Name	Birth Year	Targets	Key Techniques	Platforms	Availability
Peach	2004	General purpose	Black-box mutation/generation fuzzing	Linux, Windows, MacOS	Open-source
Trinity	2004	OS Kernels	Input knowledge based black-box generation fuzzing	ARM, i386, x86-64, etc.	Open-source
beSTORM	2005	General purpose	Black-box generation fuzzing	Linux, Windows	Commercial
jsfunfuzz	2007	JavaScript engine in Firefox	Grammar-based black-box generation fuzzing, Differential testing	Linux, MacOS, Windows	Open-source
SAGE	2008	Large Windows applications	White-box generation fuzzing	Windows	Microsoft internal
Sulley	2009	Network protocols	Input knowledge based black-box generation fuzzing	Windows	Open-source
IOCTL fuzzer	2009	Kernel drivers	Input knowledge based black-box generation fuzzing	Windows	Open-source
Csmith	2011	C compilers	Grammar-based black-box generation fuzzing, Differential testing	Linux, FreeBSD, MacOS, Windows	Open-source
LangFuzz	2012	Language-agnostic interpreters (JavaScript, PHP)	Grammar-based black-box generation/mutation fuzzing	Linux	Closed-source
AFL	2013	Applications	Coverage-guide gray-box fuzzing, Genetic algorithm	Linux, Free-/Open-/NetBSD, MacOS, Solaris	Open-source
YMIR	2013	ActiveX control	Generation of fuzzing grammars using API-level concolic testing	Windows	Closed-source
vUSBf	2014	USB drivers	Input knowledge based black-box generation fuzzing	Linux	Open-source
CLsmith	2015	Many core openCL compilers	Grammar-based black-box generation fuzzing, Random differential testing and EMI testing	Linux	Open-source
Syzkaller	2016	OS Kernels	Coverage-guide gray-box generation/mutation fuzzing	Linux	Open-source
TLS-Attacker	2016	Network protocols	Grammar-based black-box mutation fuzzing, using modifiable variables and two-stage fuzzing	Linux, MacOS, Windows	Open-source
QuickFuzz	2016	Applications	Grammar-based black-box generation/mutation fuzzing	Linux	Open-source
CAB-FUZZ	2017	OS Kernels	gray-box fuzzing, using concolic testing	Linux, MacOS, Windows	Unknown
kAFL	2017	OS Kernels	Coverage-guide gray-box fuzzing, using hypervisor and Intel's Processor Trace technology	Linux, MacOS, Windows	Open-source

QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(1/2)
  - Fuzzing: State of the Art
    - 일반적인 목적의 퍼저(2/2)

TABLE VI
TYPICAL FUZZERS AND THEIR PROBLEM DOMAINS

Name	Seeds generation and selection	Input validation and coverage	Handling crash-inducing test cases	Leveraging runtime information	Scalability in fuzzing
Peach	√	√	○	×	√
Trinity	/	√	○	×	√
beSTORM	/	√	○	×	√
jsfunfuzz	/	√	○	×	√
SAGE	/	√	○	√	√
Sulley	/	√	○	×	√
IOCTL fuzzer	/	√	○	×	√
Csmith	/	√	×	×	√
LangFuzz	/	√	○	×	○
AFL	○	×	×	√	√
YMIR	/	√	○	×	○
vUSBf	/	√	○	×	○
CLsmith	/	√	○	×	○
Syzkaller	/	√	○	√	√
TLS-Attacker	/	√	○	×	√
QuickFuzz	/	√	×	×	√
CAB-FUZZ	/	×	○	√	○
kAFL	×	○	×	√	○

The meaning of the symbols in table is as follows:
1) Seeds generation and selection
√: The fuzzer can automatically generate seeds or adopt some seed selection algorithm.
○: The fuzzer provides some high-quality seeds for testers to choose (usually for mutation-based fuzzers).
×: The seeds are collected by testers manually.
/: The fuzzer does not require seeds in random (usually for grammar-based fuzzers).
2) Input validation and coverage
√: The fuzzer utilizes input grammars or other knowledge to generate test cases, or adopts some ways to pass through input validation.
○: The fuzzer uses some methods to mitigate the problem caused by input validation.
×: The fuzzer does not use any input information or approach to pass through input validation.
3) Handling crash-inducing test cases
√: The fuzzer can analyze the found bugs automatically and generate a detailed bug report.
○: The fuzzer can provide some useful information, like log file, to help subsequent bug analysis.
×: The fuzzer only generates crash-inducing test cases.
4) Leveraging runtime information
√: The fuzzer uses runtime information to guide test case generation.
×: The fuzzer does not use any feedback information during runtime.
5) Scalability in fuzzing
√: The fuzzer can test real-world applications effectively and has found plenty of bugs.
○: The fuzzer is in its experiment period and applied to some real-world programs.
×: The fuzzer can only test some experimental programs.

QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(2/2)
  - 한글 신규 취약점 발견을 위한 fuzzing 기법 개발에 관한 연구
    - 윈도우에서의 아래 한글 2010 프로그램에 입력되는 HWP 문서 파일을 통한 fuzzing에 대해 설명
    - 퍼징 도구로 Peach Fuzzing Framework를 사용하여 fuzzing 툴을 작성
    - 퍼징(Fuzzing)(1/2)
      - 퍼징을 이용한 프로그램 취약점 발견 과정
        1. 프로그램 식별
        2. 입력 데이터 식별
        3. 무작위 데이터 생성
        4. 무작위 데이터 입력
        5. 프로그램 상태 감시
        6. 공격 가능성 판단

QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(2/2)
  - 한글 신규 취약점 발견을 위한 fuzzing 기법 개발에 관한 연구
    - 퍼징(Fuzzing)(2/2)
      - 분류
        - 퍼징 대상의 이해 유무에 따른 분류
          - 덤(Dumb), 스마트(Smart)
        - 데이터 처리 방법에 따른 분류
          - 생성(Generation), 변형(Mutation)
      - 도구 분류
        - FileFuzz
        - beSTORM
        - Peach Fuzzing Framework

QBQB

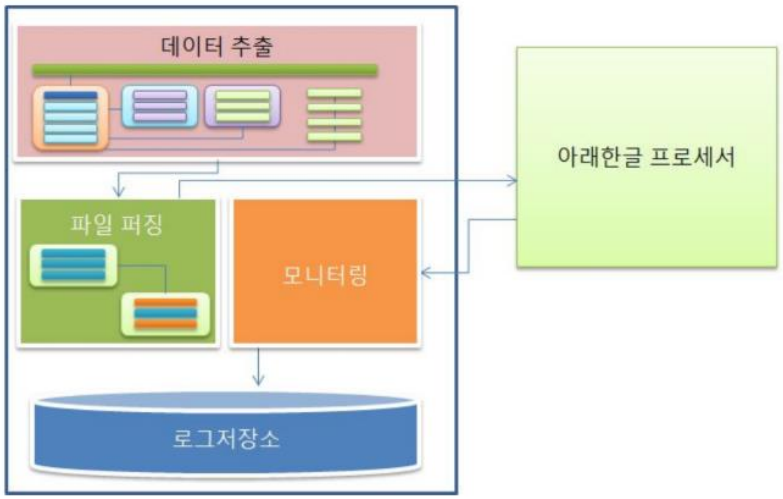
2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(2/2)
  - 한글 신규 취약점 발견을 위한 fuzzing 기법 개발에 관한 연구
    - 데이터 레코드 기반 퍼징(1/2)
      - 한글의 파일 구조는 Microsoft의 Compound Document에 기초
        - 전체적인 구조는 스토리지와 스트림으로 구분
          - 하나의 스트림에는 바이너리 or 레코드 구조로 데이터 저장
          - 저장 옵션에 따라 압축/암호화
          - 문서를 읽을 시 압축 상태 플래그에 따라 해제해서 읽음
        - 문서 전체 파일은 헤더와 섹터로 구분되며, 각 섹터는 512byte로 나뉘어져 있음
        - 레코드의 구조가 깨지면 인식할 수 없는 파일 포맷으로 예외처리
      - 사용된 퍼징 기법
        - 데이터 변형 방법
          - 레코드간 위치 변경
          - 레코드 데이터 위치 변경

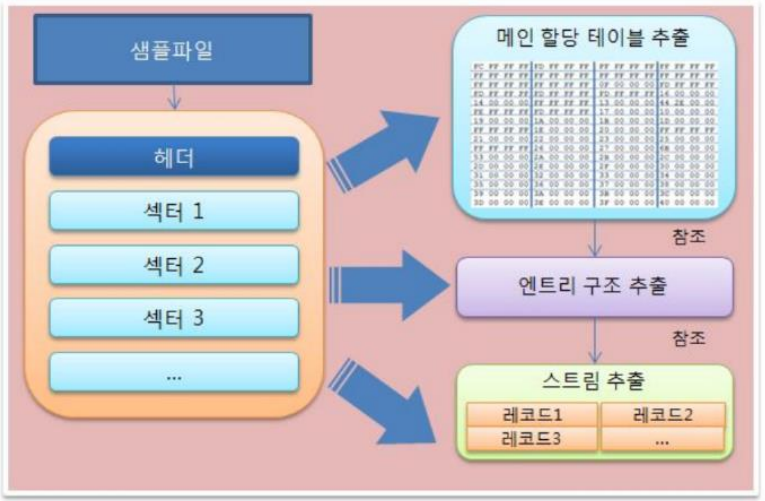
QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(2/2)
  - 한글 신규 취약점 발견을 위한 fuzzing 기법 개발에 관한 연구
    - 데이터 레코드 기반 퍼징(2/2)
      - 퍼징 도구의 구조



[그림 3-13] 레코드 변형에 기반한 퍼저의 구조



[그림 3-14] 데이터 추출기의 동작

QBQB

2. 진행 사항

- 논문 분석 2편(2/2)
  - 한글 신규 취약점 발견을 위한 fuzzing 기법 개발에 관한 연구
    - 실험 및 결과
      - 하나의 정상적인 샘플파일을 대상으로 Peach를 통한 퍼징 도구로 3일간 수행
      - 퍼징을 통해 1433개의 크래시를 발견

<표 4-1> 퍼징 결과

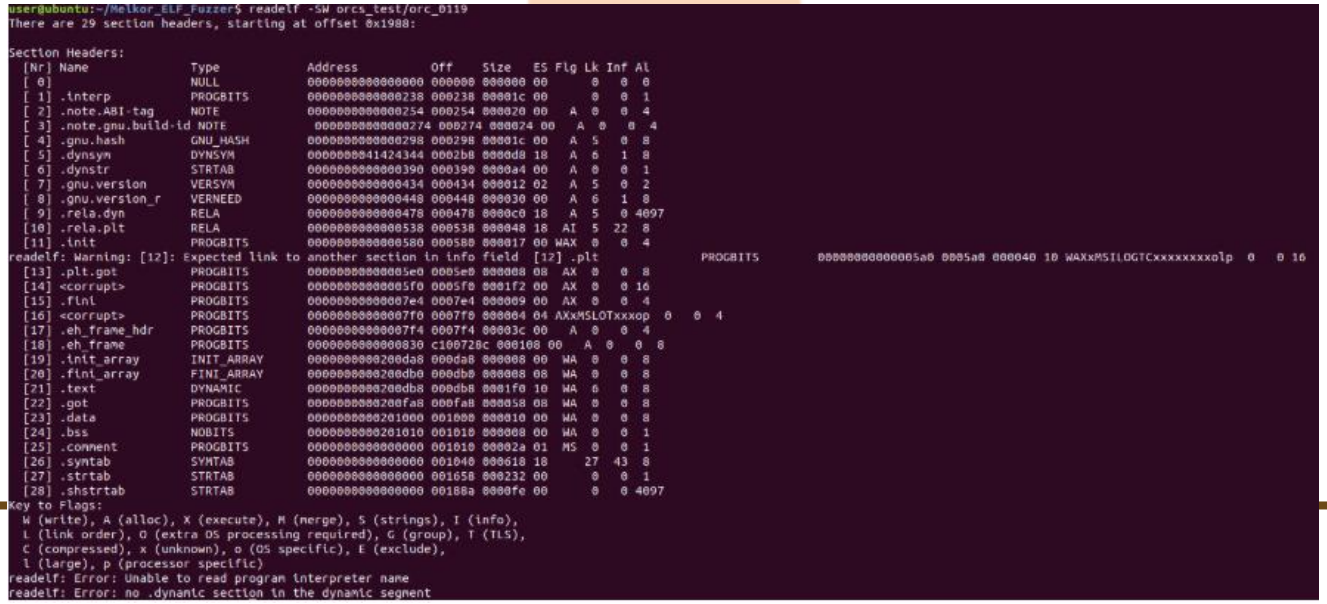
크래시 종류	Peach를 이용한 퍼징		구현 도구를 이용한 퍼징	
	덤퍼징	스마트퍼징 파일 깊이	레코드 위치변화	레코드 내 데이터 위치변화
EXPLOITABLE	0	6	0	5
PROBABLY EXPLOITABLE	0	12	0	7
PROBABLY NOT EXPLOITABLE	6	505	0	233
UNKNOWN	201	1685	39	1188

    - 결론
      - 해당 결과를 통해 아래 한글의 신규 취약점 발견 및 소프트웨어의 안정성에 기여 할 것이라 생각

QBQB

2. 진행 사항

- Melkor fuzzer 분석 및 문서화(1/2)
  - 예제를 통한 테스트 문서화
    - 버퍼 오버플로우 가능성이 있는 바이너리 생성
    - 해당 바이너리에 대해 1337번 퍼징
      - rule에 따라 퍼징 진행
    - readelf를 통해 특정 orc_0119 파일을 확인
    - 현재 세그먼트의 파일 크기가 메모리 사이즈보다 크다는 에러 발생 확인



QBQB

2. 진행 사항

- Melkor fuzzer 분석 및 문서화(2/2)
  - rule 문서화
    - Melkor은 rule이라는 규칙에 따라 퍼징을 실행
    - 해당 rule에 대해 문서화

```
================================================================================
[+] Malformed ELF 'orc_1337':

[+] Fuzzing the relocations section .rela.dyn with 8 SHT_RELA entries
. SHT[9] REL[1] rule [02] executed

[+] Fuzzing the relocations section .rela.plt with 3 SHT_RELA entries
. SHT[10] REL[1] rule [01] executed

[+] Fuzzing the Symbol Table .dynsym with 9 entries
. SHT[5] SYM[3] rule [15] executed
. SHT[5] SYM[4] rule [04] executed

[+] Fuzzing the Symbol Table .symtab with 65 entries
. SHT[26] SYM[0] rule [04] executed
. SHT[26] SYM[2] rule [10] executed
. SHT[26] SYM[6] rule [04] executed
. SHT[26] SYM[9] rule [03] executed
. SHT[26] SYM[12] rule [04] executed
. SHT[26] SYM[12] rule [15] executed
. SHT[26] SYM[13] rule [04] executed
. SHT[26] SYM[14] rule [05] executed
. SHT[26] SYM[15] rule [04] executed
. SHT[26] SYM[21] rule [15] executed
. SHT[26] SYM[26] rule [15] executed
. SHT[26] SYM[30] rule [15] executed
. SHT[26] SYM[35] rule [15] executed
. SHT[26] SYM[36] rule [05] executed
. SHT[26] SYM[41] rule [10] executed
. SHT[26] SYM[43] rule [04] executed
. SHT[26] SYM[46] rule [15] executed
. SHT[26] SYM[47] rule [15] executed
. SHT[26] SYM[54] rule [15] executed
. SHT[26] SYM[64] rule [05] executed

[+] Fuzzing the Dynamic section .dynamic with 31 entries
. SHT[21] DYN[9] rule [05] executed

[+] Fuzzing the Note section .note.ABI-tag with 32 bytes

[+] Fuzzing the Note section .note.gnu.build-id with 36 bytes

[+] Fuzzing the String Table .dynstr with 164 bytes

[+] Fuzzing the String Table .strtab with 562 bytes
. STRS[27] rule [03] executed

[+] Fuzzing the String Table .shstrtab with 254 bytes
```

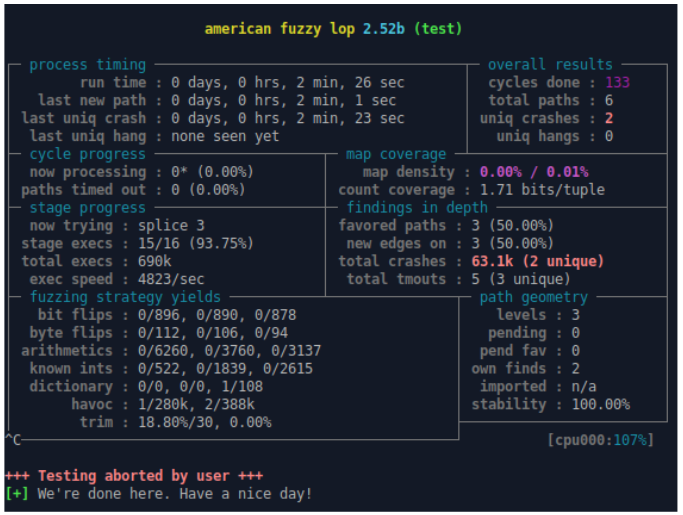
```
[+] Fuzzing the String Table .shstrtab with 254 bytes

[+] Fuzzing the Section Header Table with 29 entries
. SHT[1] rule [05] executed
. SHT[1] rule [25] executed
. SHT[3] rule [01] executed
. SHT[15] rule [30] executed
. SHT[16] rule [10] executed
. SHT[18] rule [08] executed
. SHT[19] rule [34] executed
. SHT[21] rule [32] executed
. SHT[23] rule [10] executed
. SHT[23] rule [15] executed
. SHT[23] rule [34] executed
. SHT[25] rule [05] executed

[+] Fuzzing the Program Header Table with 9 entries
. PHT[0] rule [01] executed
. PHT[0] rule [07] executed
. PHT[2] rule [03] executed
. PHT[3] rule [01] executed
. PHT[4] rule [13] executed
. PHT[8] rule [03] executed

[+] Fuzzing process finished
[+] Orcs (malformed ELFs) saved in 'orcs_test/'
[+] Detailed fuzzing report: 'orcs_test/Report_test.txt'
```

QBQB

2. 진행 사항

- AFL(American fuzzy lop) 문서화
  - 예제를 통한 테스트 문서화
    - 화이트 박스 테스트
      - strcmp 취약점을 가진 소스코드 생성
      - testcase 생성
      - afl-gcc를 통한 취약 소스코드 컴파일
      - afl-fuzz를 통해 퍼징
      - 크래시 확인
    - 블랙 박스 테스트
      - strcmp 취약점을 가진 바이너리 파일
      - testcase 생성
      - afl-fuzz를 통해 퍼징
      - 크래시 확인

```
greendot@server:~/work/afl_test$ ./test
ID : root
PW : toor
로그인 성공.
```



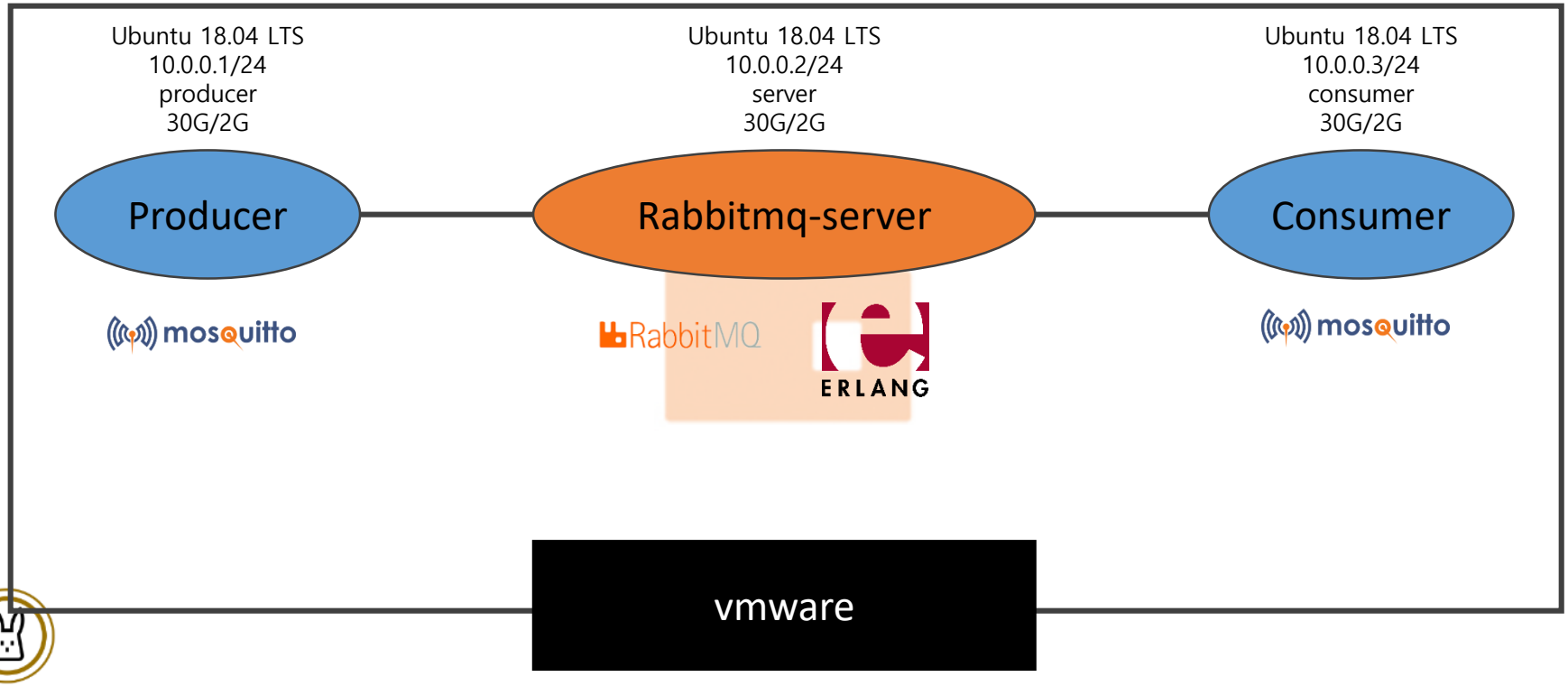

```
greendot@server:~/work/afl_test$ ls -al res/crashes
total 20
drwx------ 2 greendot greendot 4096  3월 13 21:40 .
drwxrwxr-x 5 greendot greendot 4096  3월 13 21:40 ..
-rw------- 1 greendot greendot  599  3월 13 21:40 README.txt
-rw------- 1 greendot greendot   81  3월 13 21:40 id:000000,sig:11,src:000002,op:havoc,rep:64
-rw------- 1 greendot greendot  217  3월 13 21:40 id:000001,sig:11,src:000002+000001,op:splice,rep:64
```

QBQB

```
greendot@server:~/work/afl_test$ ./test < res/crashes/id:000000,sig:11,src:000002,op:havoc,rep:64
ID : PW : 실패.
Segmentation fault
```

2. 진행 사항

- MQTT_fuzz 분석 및 문서화(1/3)
  - 테스트 베드 구축



https://github.com/F-Secure/mqtt_fuzz

2. 진행 사항

- MQTT_fuzz 분석 및 문서화(2/3)
  - 사용 방법 문서화
    - 설치
    - 사용법

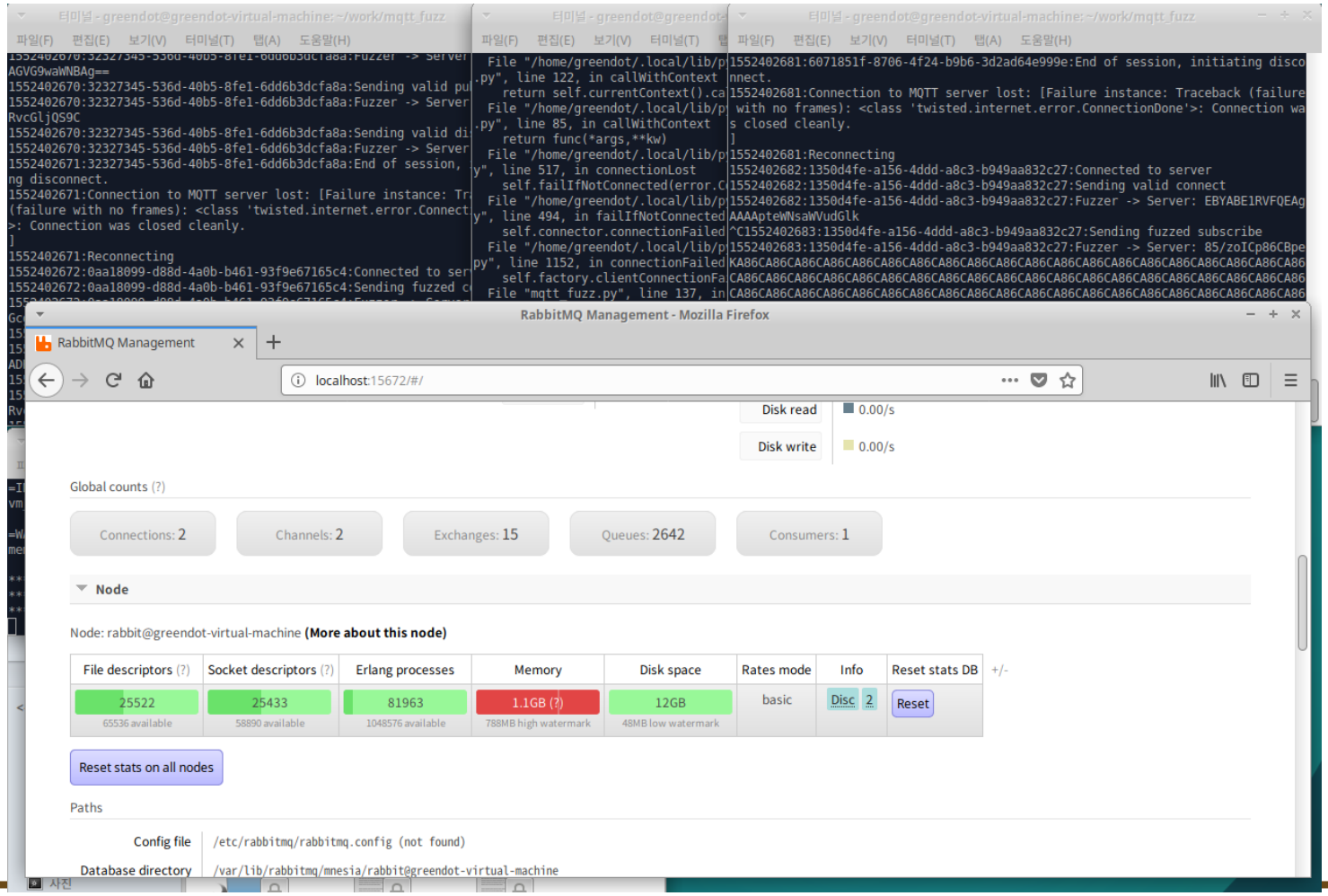
```
greendot@greendot-virtual-machine:~/work/mqtt_fuzz$ python mqtt_fuzz.py
usage: mqtt_fuzz.py [-h] [-ratio fuzz_ratio] [-delay send_delay]
                    [-validcases validcase_path] [-fuzzer fuzzer_path]
                    target_host target_port
mqtt_fuzz.py: error: too few arguments
```

  - 테스트
    - consumer 없이 producer와 server로 만 퍼징
      - 8시간 동안 동작하다 큐에 36만개의 메시지를 담고 메모리 경고 발생후 이후 메시지 모두 Drop하는 것을 확인
    - consumer-server-producer로 퍼징
      - 2시간 동안 동작 시켰으나, 특이사항 없었음

https://github.com/F-Secure/mqtt_fuzz

2. 진행 사항

- MQTT_fuzz 분석 및 문서화(3/3)



2. 진행 사항

- RabbitMQ 문서화
  - Server Documentation 부분 문서화
  - 문서화가 완료된 부분
    - TLS Support
    - Production Checklist
    - Distributed RabbitMQ
    - Alarms
    - Clustering
    - Virtual Hosts
    - Access Control
    - Authentication Mechanisms
    - Lazy Queues
    - Firehose(Message Tracing)

https://www.rabbitmq.com/admin-guide.html

2. 진행 사항

- rabbitmq-server 컴파일
  - 빌드 하기 전 필요 의존성
    - erlang, Elixir, GNU make, xsltproc of libxslt, xmlto, zip
    - 설치

      wget https://packages.erlang-solutions.com/erlang-solutions_1.0_all.deb && sudo dpkg -i erlang-solutions_1.0_all.deb

      sudo apt install update

      sudo apt install erlang elixir make xsltproc xmlto curl –y
  - 빌드
    - cd rabbitmq-server
    - sudo make

http://www.rabbitmq.com/build-server.html

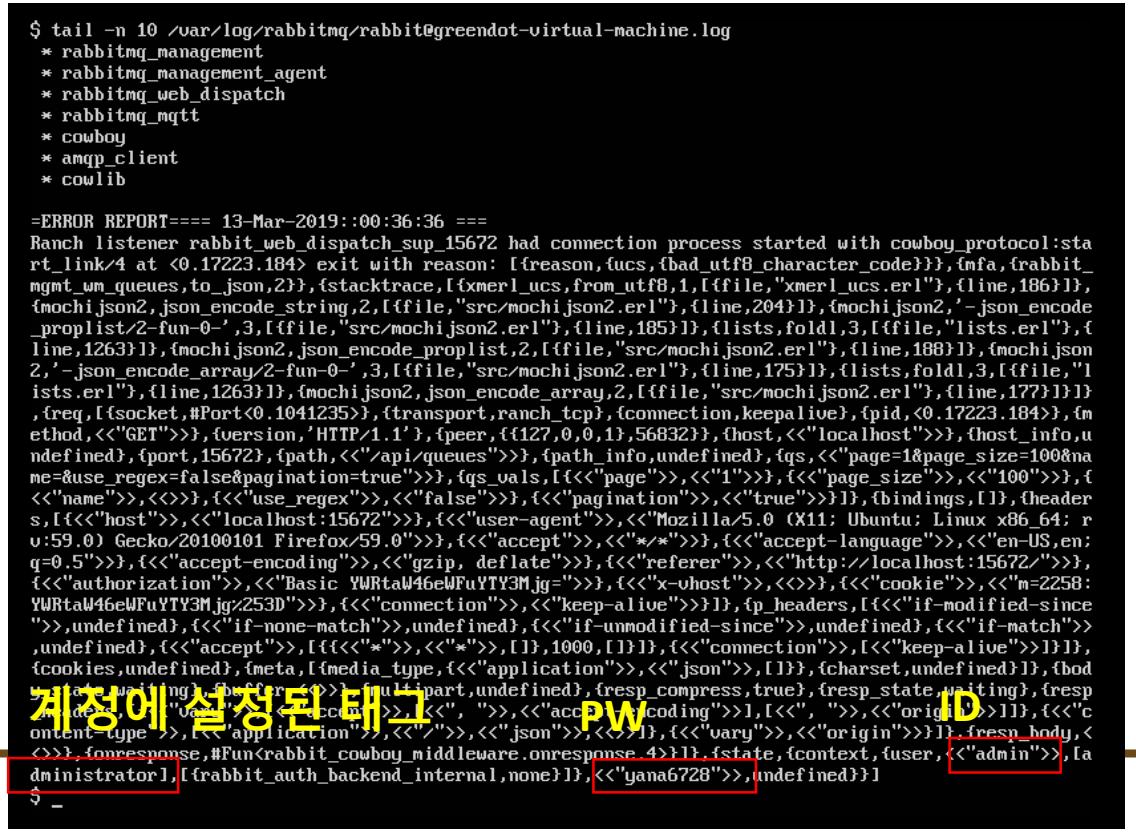
2. 진행 사항

- rabbitmq-server 컴파일
  - 빌드 옵션
    - all – 모두 빌드
    - shell - 클라이언트 라이브러리와 시작시 라이브러리가 로드된 erlang 쉘 빌드
    - clean - 빌드 과정의 모든 임시 파일 제거
    - distclean - 의존성을 포함하여 빌드된 것 모두 제거
    - test - 테스트 셋 실행
    - run-broker - 서버를 빌드하고 상호작용 가능한 erlang 쉘을 시작

http://www.rabbitmq.com/build-server.html

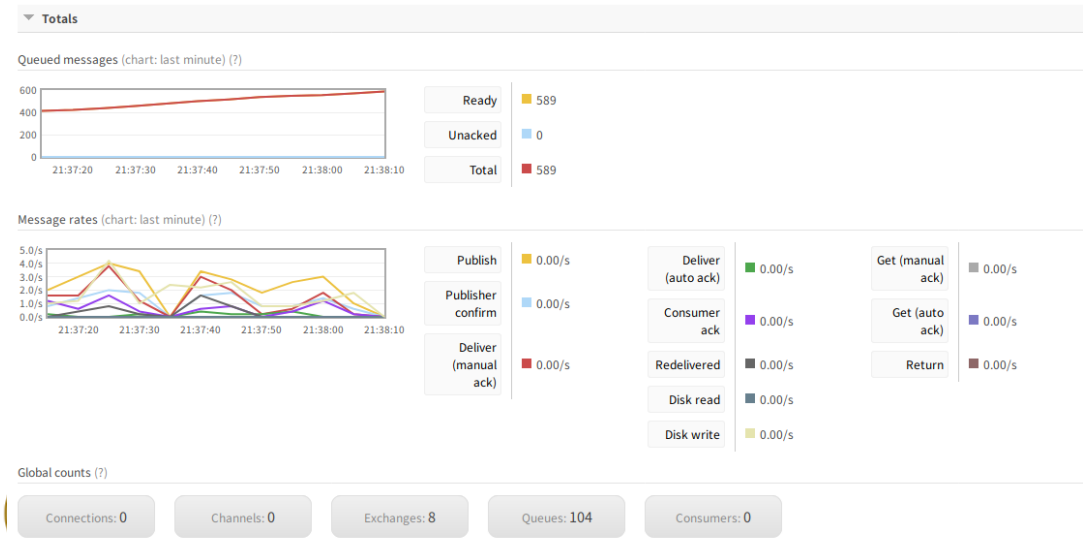
2. 진행 사항

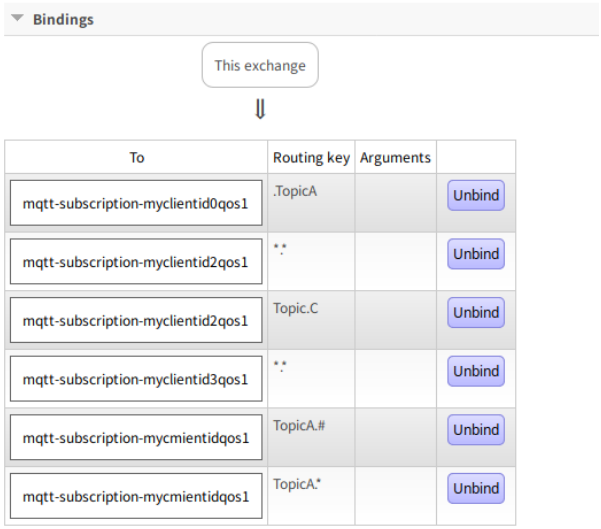
- Management UI 취약점 분석(1/6)
  - mqtt_fuzz를 사용하면서 Management UI 사용 중 로그를 함께 확인하던 중 계정과 암호가 노출되는 취약점 발견
  - ERROR REPORT가 로그에 기록 될 때 계정 정보도 함께 기록됨



2. 진행 사항

- Management UI 취약점 분석(2/6)
  - 해당 취약점은 로컬호스트에서 mqtt_fuzz를 일정 시간 수행 후 Management UI에서 queue에 대한 정보를 접근하기 위해 해당 탭을 누르게 되면 페이지가 뜨지 않고 로그에 ERROR Report를 출력





mqtt_fuzz 수행 상태의 management UI

QBQB

2. 진행 사항

- Management UI 취약점 분석(3/6)
  - ERROR REPORT를 살펴보면 bad_utf8_character_code 로 인해 해당 에러가 발생했다고 기록되는 것을 확인
  - 이는 queue의 이름을 표시 하던 중 random 문자열로 지정된 값을 표시하는데 문제가 있어 발생한 것으로 추측됨
  - RabbitMQ에서는 ASCII가 아닌 문자코드를 받아들이지 못하는 것으로 추측

/var/log/rabbitmq/rabbit@greendot-virtual-machine.log 내용

QBQB

2. 진행 사항

- Management UI 취약점 분석(4/6)
  - 추가로 큐의 이름들을 얻어 오기 위한 명령 사용시에도 에러가 발생
    - 해당 명령은 rabbitmqadmin을 통해 현재 모든 큐의 이름을 가져오는 명령

      sudo rabbitmqadmin -f tsv -q list queues name > q.txt

```
greendot@server:~/work$ sudo rabbitmqadmin -f tsv -q list queues name > q.txt
[sudo] password for greendot:
Traceback (most recent call last):
  File "/usr/bin/rabbitmqadmin", line 1012, in <module>
    main()
  File "/usr/bin/rabbitmqadmin", line 413, in main
    method()
  File "/usr/bin/rabbitmqadmin", line 593, in invoke_list
    format_list(self.get(uri), cols, obj_info, self.options)
  File "/usr/bin/rabbitmqadmin", line 440, in get
    return self.http("GET", "%s/api%s" % (self.options.path_prefix, path), "")
  File "/usr/bin/rabbitmqadmin", line 509, in http
    % (resp.status, resp.reason, path, resp.read()))
Exception: Received 500 Internal Server Error for path /api/queues?columns=name
```

    - 정보를 가져오지 못하고 HTTP 500 ERROR를 출력
      - 500 코드는 내부 서버 오류

2. 진행 사항

- Management UI 취약점 분석(5/6)
  - 추가로 큐의 이름들을 얻어 오기 위한 명령 사용시에도 에러가 발생
    - 해당 명령 실행 시 로그는 이전에 queue 페이지에 접근시에 발생했던 로그와 같은 유형의 로그가 발생

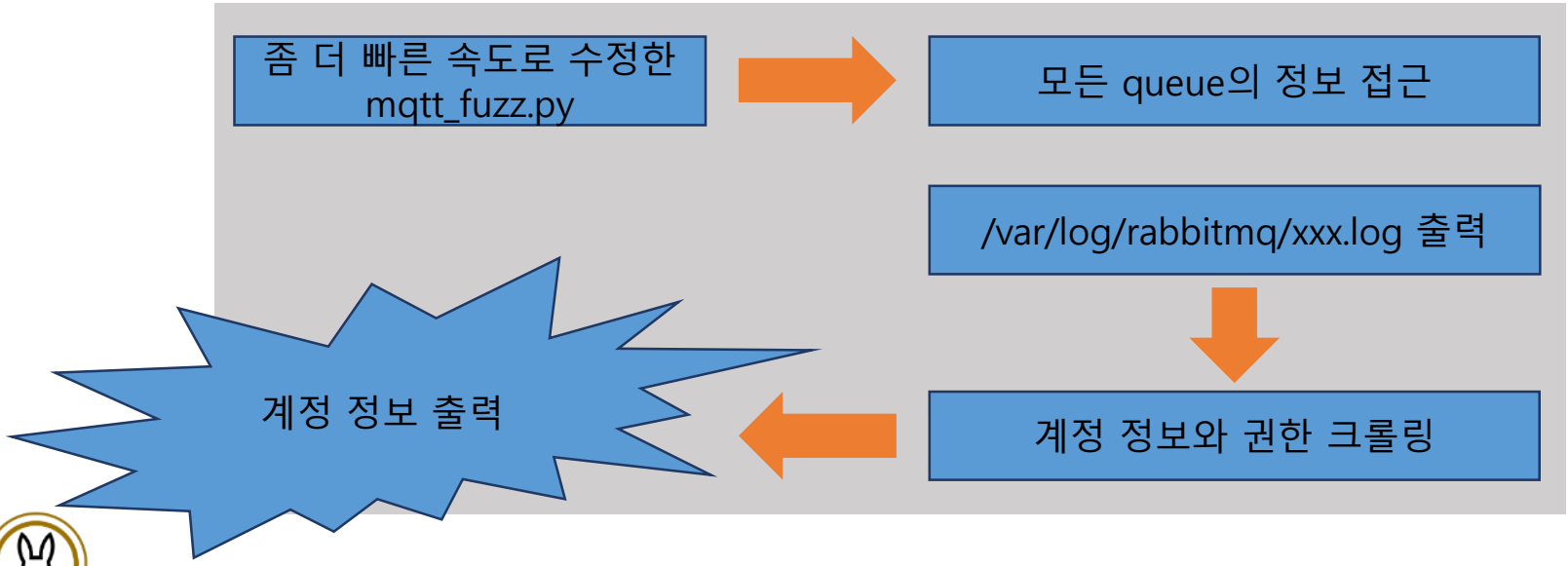
```
Ranch listener rabbit_web_dispatch_sup_15672 had connection process started with cowboy_protocol:start_link/4 at <0.5731.5> exit with reason: [{reason,{ucs,{bad_utf8_character_code}}},{mfa,{rabbit_mgmt_
wm_queues,to_json,2}},{stacktrace,[{xmerl_ucs,from_utf8,1,[{file,"xmerl_ucs.erl"},{line,186}]},{mochijson2,json_encode_string,2,[{file,"src/mochijson2.erl"},{line,204}]},{mochijson2,'-json_encode_propli
st/2-fun-0-',3,[{file,"src/mochijson2.erl"},{line,185}]},{lists,foldl,3,[{file,"lists.erl"},{line,1263}]},{mochijson2,json_encode_proplist,2,[{file,"src/mochijson2.erl"},{line,188}]},{mochijson2,'-json_
encode_array/2-fun-0-',3,[{file,"src/mochijson2.erl"},{line,175}]},{lists,foldl,3,[{file,"lists.erl"},{line,1263}]},{mochijson2,json_encode_array,2,[{file,"src/mochijson2.erl"},{line,177}]}]},{req,[{soc
ket,#Port<0.50602>},{transport,ranch_tcp},{connection,keepalive},{pid,<0.5731.5>},{method,<<"GET">>},{version,'HTTP/1.1'},{peer,{{127,0,0,1},54662}},{host,<<"localhost">>},{host_info,undefined},{port,15
672},{path,<<"/api/queues">>},{path_info,undefined},{qs,<<"columns=name">>},{qs_vals,[{<<"columns">>,<<"name">>}]},{bindings,[]},{headers,[{<<"host">>,<<"localhost:15672">>},{<<"accept-encoding">>,<<"id
entity">>},{<<"content-length">>,<<"0">>},{<<"authorization">>,<<"Basic Z3Vlc3Q6Z3Vlc3Q=">>}]},{p_headers,[{<<"if-modified-since">>,undefined},{<<"if-none-match">>,undefined},{<<"if-unmodified-since">>,
undefined},{<<"if-match">>,undefined},{<<"accept">>,undefined}]},{cookies,undefined},{meta,[{media_type,{<<"application">>,<<"json">>,[]}},{charset,undefined}]},{body_state,waiting},{buffer,<<>>},{multi
part,undefined},{resp_compress,true},{resp_state,waiting},{resp_headers,[{<<"vary">>,[<<"accept">>,[<<", ">>,<<"accept-encoding">>],[<<", ">>,<<"origin">>]]},{<<"content-type">>,[<<"application">>,<<"/"
>>,<<"json">>,<<>>]},{<<"vary">>,<<"origin">>}]},{resp_body,<<>>},{onresponse,#Fun<rabbit_cowboy_middleware.onresponse.4>}]},{state,{context,{user,<<"guest">>,[administrator],[{rabbit_auth_backend_inter
nal,none}]},<<"guest">>,undefined}}]
```

    - guest의 계정이 보이는 것만 다른점

QBQB

2. 진행 사항

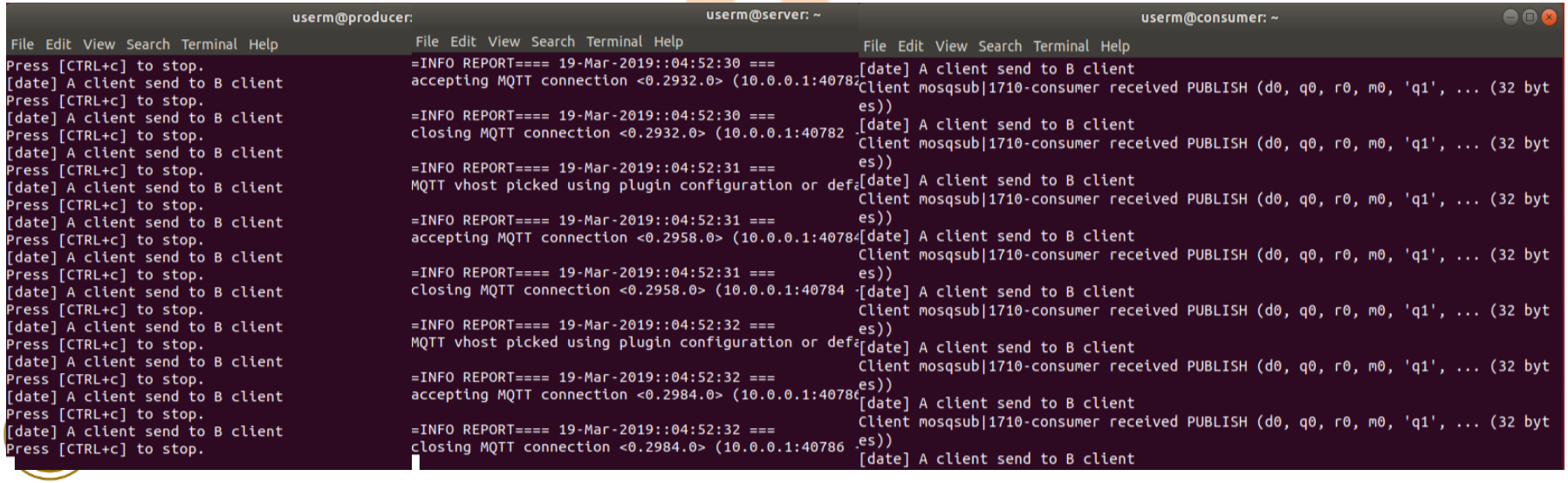
- Management UI 취약점 분석(6/6)
  - 이를 통해 exploit 툴을 개발하기 위해서 mqtt_fuzz를 더 빠르게 수행하는 부분과 해당 로그의 계정 부분을 긁어오는 크롤링 부분을 개발하여 해당 취약점의 exploit 툴을 개발 가능



QBQB

2. 진행 사항

- 테스트 베드 구축 문서화
  - 팀원들과 메시지 퍼징을 위한 구축 환경 공유 및 테스트 베드 설정 문서화
    - VM 3개에 대한 네트워크 설정
    - radamsa, mqtt_fuzz, mosquitto 설치
    - 문서화 test_env_setting/KR.md



2. 진행 사항

- peach fuzz 시도
  - Producer, Consumer 위치에서 peach fuzzer를 이용한 BoF 실행을 통한 퍼징 계획
  - peach fuzzer의 경우 파일의 구조를 퍼징하는 xml 파일을 통해 퍼징을 하는 것
  - 파일 퍼징 툴이므로 메시지 미들웨어인 RabbitMQ적용하기 힘들 것으로 해당 툴은 제외

QBQB

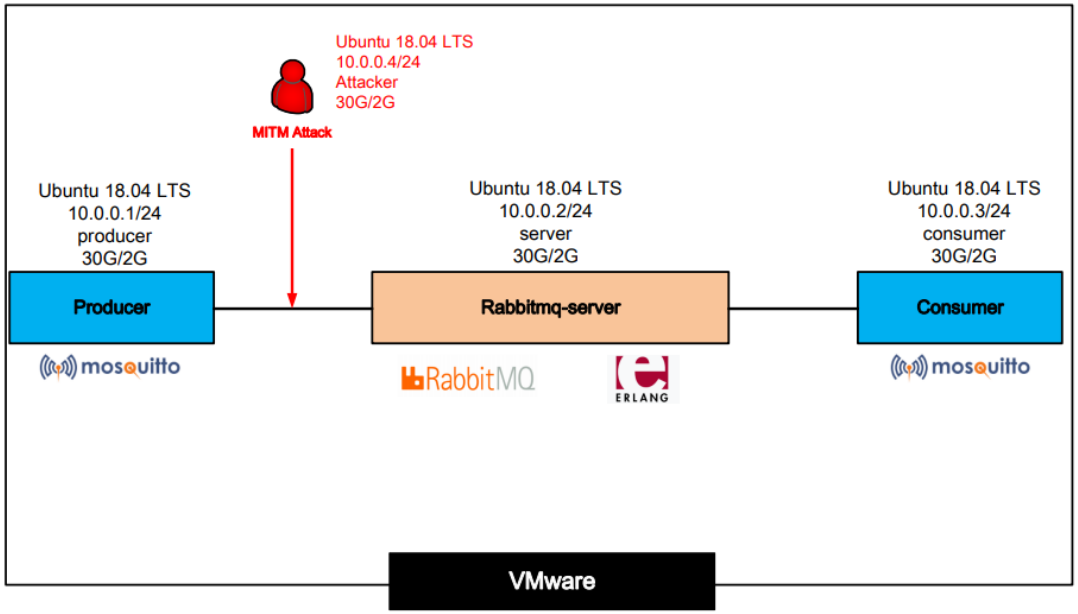
3. 추후 계획

- 계획
  - 메시지(AMQP, MQTT, STOMP)를 통한 퍼징을 수행하여 크래시를 찾을 계획
    - mqtt_fuzz의 경우 파이썬 파일이므로 해당 스크립트를 수정하여 퍼징 예정
    - AMQP의 경우 찾은 툴을 통해 퍼징 시도
      - 자바스크립트
        - https://github.com/TheDeveloper/fuzz
      - 자바
        - https://github.com/matthiaskaiser/jmet
    - STOMP의 경우 퍼징 툴을 찾아 적용 예정
  - RabbitMQ Management 플러그인의 웹 취약점을 이용한 계정만 추출하는 exploit 툴 개발

QBQB

3. 추후 계획

- 계획
  - Security vulnerabilities and cyber threat analysis of the AMQP protocol for the internet of things 논문 분석
  - 기존 테스트베드에서 중간자 공격을 시도해볼 예정



QBQB