10. 프로그래밍 도구

10.1 C 컴파일러

- UNIX/Linux 운영체제 커널, 유틸리티, 라이브러리 등은 대부분 C언어로 작성됨
- UNIX C 컴파일러
  - cc … 원래는 기본으로 포함되었으나, 지금은 통합개발환경이 포함된 상업용 컴파일러를 유료로 판매
- Linux C 컴파일러
  - gcc … GNU C compiler
  - g++ … GNU C++ compiler
  - /usr/bin/cc는 /usr/bin/gcc에 symbolic link가 되어 있어서 cc 명령어 사용 가능
  - 사용법

    cc [-옵션 ...] 파일 ...

    gcc [-옵션 ...] 파일 ...

C컴파일러 옵션

옵션	동작
-o *outfile*	컴파일 결과를 파일 outfile에 저장함 (-o 옵션이 없으면 a.out에 저장)
-c	소스 파일을 컴파일하여 오브젝트 파일을 확장자 .o인 파일에 저장
-g	디버거를 위한 디버깅 정보를 컴파일 출력에 포함 (gdb가 사용)
-pg	프로파일을 위한 정보를 컴파일 출력에 포함 (gprof가 사용)
-I*dir*	디렉토리 dir을 헤더 파일을 검색할 디렉토리에 추가
-O*level*	level이 지정하는 수준의 최적화 컴파일. level은 0, 1, 2, 3, s를 사용. (이 옵션이 없거나 0이면 최적화를 수행하지 않고 컴파일)
-O	-O1과 같음
-D*name* -D*name=def*	매크로 name를 정의 (#define name과 같은 역할) 매크로 name을 값 def로 정의 (#define name def와 같은 역할)
-l*lib*	링크용 라이브러리 지정
-L*dir*	디렉토리 dir을 라이브러리 디렉토리에 추가
-S	기계어가 아닌 어셈블리 파일을 생성 (확장자 .s)
-std=*standard*	standard로 지정되는 버전의 C언어를 사용 (기본적으로 c89를 확장한 gnu89를 사용하며, c89, c99, gnu99, c++98, gnu++98 등을 사용가능)

옵션 처리 함수

- 유틸리티 옵션
  - 인수에서 –로 시작하여 제공
  - 프로그램에서 옵션을 처리해야 할 필요가 있음
- 옵션 처리 함수
  - <unistd.h>

```
int getopt(int argc, char *const argv[], const char *optstring);
extern char *optarg;
extern int optind, opterr, optopt;
```

  - getopt() – 옵션을 parsing하는 함수
    - arg, argv : main의 인수 전달
    - optsring : 사용하는 옵션문자들로 구성된 문자열
      - 추가 인수가 필요하면 : 와 함께 전달

    (예) getopt (argc, argv, "f:hv"))
  - 반환값이 -1이 될 때까지 반복호출하며,
    부가 정보는 전역변수들을 통하여 제공됨

단일 모듈 프로그램

- 단일 모듈 프로그램 – 하나의 파일로 작성
- (예) 옵션을 처리하는 C 프로그램
  - 소스코드 "opt.c" – 교과서 참조
  - 컴파일
    - $ cc opt.c … 실행파일: a.out
    - $ cc opt.c –o opt … 실행파일: opt
    - $ cc –o opt opt.c … 실행파일: opt
  - 실행
    - $ a.out … 또는 opt … … 현재디렉토리(.)가 경로설정된 경우
    - $ ./a.out … 또는 ./opt …
  - 실행예
    - $ opt –f my –h –v
    - $ opt –fmy –h –v … 옵션 추가정보를 붙여쓰기해도 됨
    - $ opt –hv –f my
    - $ opt –hvf my … my는 f옵션의 파일이름으로 인식
    - $ opt –fhv my … hv 가 f옵션의 파일이름으로 인식

다중 모듈 프로그램

- 다중 모듈 프로그램 – 여러 개의 파일로 작성
  - **재사용 가능 함수**들을 별도의 파일로 작성하면 다른 프로그램에서 쉽게 다시 사용할 수 있음
  - 재사용 가능 함수의 원형 선언은 header 파일에서 별도로 하는 것이 바람직함
- (예) 옵션을 처리하는 C 프로그램 – 동작 포함

-f 출력파일이름 지정 (없으면 표준출력)
-v 인수 문자열을 역순으로 출력
-h 사용법 출력
잘못된 옵션: 사용법 출력(종료코드 1)

소스코드 구성 – "교과서 참조"
- reverse.c … reverse 함수정의
- reverse.h … reverse 함수 원형선언
- opt2.c … main 함수

다중 모듈 프로그램(계속)

  - 컴파일
    - $ cc -o opt2 opt2.c reverse.c
  - 실행
    - $ opt2 123 abc
    - $ opt2 -v 123 abc
    - $ opt2 -f out -v 123 abc
    - $ opt2 -vh ... h 옵션이 있으면 다른 옵션은 무시됨
- 개별 컴파일 후 링크

$ cc -c opt2.c … opt2.o 생성
$ cc -c reverse.c … reverse.o 생성
$ cc opt2.o reverse.o -o opt2 ... object 파일을 링크하여 실행파일 생성

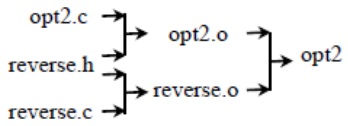
  - 소스코드가 수정되면 해당 파일만 컴파일 후 링크 수행
  - 소스코드 파일 수가 많을 경우 이 방법이 효율적
    - 대개 **make** 유틸리티와 함께 사용

10.2 make 유틸리티

- make 명령어
  - 파일이 생성되는 의존 관계를 이용하여 최종 결과 파일을 생성하기 위해서 필요한 연속적인 작업들을 자동적으로 순서대로 실행
  - makefile, Makefile
    - 파일의 의존관계와 파일 생성에 필요한 명령어들을 명시한 파일
- makefile 형식 – 다음 형식의 리스트로 구성됨

```
targetList : dependency_list
<탭>    명령어 리스트
```

- 파일의 의존 관계



makefile과 컴파일

- makefile

```
opt2 : opt2.o reverse.o
        cc opt2.o reverse.o -o opt2
opt2.o : opt2.c reverse.h
        cc -c opt2.c
reverse.o : reverse.c reverse.h
        cc -c reverse.c
```

- 컴파일

```
$ make
cc -c opt2.c
cc -c reverse.c
cc opt2.o reverse.o -o opt2
```

- opt2.c 수정 후 컴파일 – opt2.c만 재 컴파일 후 링크

```
$ make
cc -c opt2.c
cc opt2.o reverse.o -o opt2
```


makefile, touch

- makefile
  - makefile … 기본
  - Makefile … makefile이 없는 경우
  - -f 옵션을 지정하여 임의의 이름 사용 가능

```
$ make -f my.make                    ... my.make가 makefile로 사용됨
```

- touch 명령어
  - make 실행 후에 소스코드가 변경되지 않았을 때의 make 실행

```
$ make
make: `opt2'는 이미 갱신되었습니다.
```

  - touch – 파일 수정시간을 현재 시간으로 변경, make 재실행시 유용

```
$ touch reverse.h
$ make
cc -c opt2.c
cc -c reverse.c
cc opt2.o reverse.o -o opt2
```


makefile 변수

- makefile 변수, 매크로
  - 정의: 변수 = 문자열
  - 사용: $(변수), ${변수}

```
opt2 : opt2.o reverse.o
        cc opt2.o reverse.o -o opt2
opt2.o : opt2.c reverse.h
        cc -c opt2.c
reverse.o : reverse.c reverse.h
        cc -c reverse.c
```

```
OBJS = opt2.o reverse.o                          ... 변수 정의

opt2 : $(OBJS)                                   ... 변수 값 사용
        cc $(OBJS) -o opt2                       ... 변수 값 사용
opt2.o : opt2.c reverse.h
        cc -c opt2.c
reverse.o : reverse.c reverse.h
        cc -c reverse.c
```


make의 미리 정의된 규칙

- make의 미리 정의된 C 컴파일 규칙

```
.c.o:
        $(CC) -c $(CFLAGS)  -o $@ $<
```

  - CC : C 컴파일러 변수 (기본: cc)
  - CFLAGS : C 컴파일러 옵션 (기본: 없음)
  - 확장자 .c 파일에서 확장자 .o 파일을 생성하는 경우
    명령어가 없으면 미리 정의된 컴파일 규칙이 적용됨

```
OBJS = opt2.o reverse.o                          ... 변수 정의

opt2 : $(OBJS)                                   ... 변수 값 사용
        cc $(OBJS) -o opt2                       ... 변수 값 사용
opt2.o : opt2.c reverse.h
reverse.o : reverse.c reverse.h
```

  - 컴파일러와 옵션 지정

```
CC = gcc
CFLAGS = -O
```

```
$ make
gcc -O   -c -o opt2.o opt2.c
gcc -O   -c -o reverse.o reverse.c
cc opt2.o reverse.o -o opt2
```

make의 목표 타겟 인수

- makefile에는 여러 개의 목표 타겟을 지정할 수 있음
  - 인수 없이 실행하면 가장 앞의 타겟을 목표로 사용
  - 인수로 목표 타겟 지정 가능

```
$ make reverse.o
cc    -c -o reverse.o reverse.c
```

- 가짜 타겟(phony target)
  - 파일 생성 목적이 아니라, 명령어 실행을 목적으로 사용되는 타겟

```
OBJS = opt2.o reverse.o                          ... 변수 정의

opt2 : $(OBJS)                                   ... 변수 값 사용
        cc $(OBJS) -o opt2                       ... 변수 값 사용
opt2.o : opt2.c reverse.h
reverse.o : reverse.c reverse.h

clean:
        -rm $(OBJS)
```

```
$ make clean
rm opt2.o reverse.o
```


  - 예

```
all: target1 target2 target3
target1: ...
    ...
target2: ...
    ...
target3: ...
    ...
```

$ make … make all – 모든 target 작업 실행
$ make target2 … target2 작업 실행

- makefile 또는 정의되지 않은 target에 대한 make 실행

```
$ make my
cc     my.c   -o my                ... C 컴파일 수행
```


10.3 디버거

- gdb
  - GNU debugger – 심볼릭 디버깅 지원
- 디버거용 컴파일 옵션 : -g
  - 직접 실행파일 생성

```
$ cc -g opt.c -o opt
$ cc -g opt2.c reverse.c -o opt2
```

  - 다중 모듈 프로그램 컴파일
    - 오브젝트 파일 생성할 때에 –c와 함께 –g 옵션 사용
      $ cc –g –c reverse.c
      $ cc –g –c opt2.c
    - 오브젝트 파일을 링크할 때에는 –g 옵션 불필요
      $ cc reverse.o opt2.o –o opt2

디버깅을 위한 makefile

```
CFLAGS = -g
OBJS = opt2.o reverse.o

opt2 : $(OBJS)
        cc $(OBJS) -o opt2
opt2.o : opt2.c reverse.h
reverse.o : reverse.c reverse.h
```


gdb 주요 명령어

- gdb 명령어 실행
  $ gdb *exefile*
  (gdb) ...
- gdb 주요 명령어 – 교과서 표 참조
- 실행/종료
  - run 인수 … 실행
  - quit … 종료
- 소스코드 보기
  - list (l) … 현재위치부터 10줄 출력
  - list 행번호/함수
  - list 파일이름:행번호/함수
- 정지점(breakpoint)
  - break (b) 행번호/함수 … 설정
  - clear (cl) 행번호/함수 … 제거
  - delete (d) … 모든 정지점 제거

- 데이터 출력
  - print (p) 수식 … 정지점에서 출력
  - print /x 수식 … 16진수 출력
    - 형식 : x, d, u, o, t (2진수), a(주소)
- 연속 실행
  - continue (c) … 다음 정지점까지 실행
- 자동 데이터 출력
  - display (disp) 수식
  - display /x 수식
- 정지점 관련 추가 기능
  - info break … 현재 설정된 정지점
  - condition (cond) 정지점번호 조건식 … 정지점의 정지 조건
  - disable (dis) b .. … 정지점 비활성화
  - enable (en) b .. … 정지점 활성화

- 데이터 정지점
  - watch (wa) 변수/수식 .. 값이 변경되면 정지
- 프로그램 실행 제어
  - next (n) … 한 줄 단위 실행 (함수 호출도 한 줄로 처리)
  - step (s) … 함수 호출은 호출되는 함수로 들어감
  - finish (fin) … 현재 함수 끝까지 실행
  - until (u) … 임시 정지점(한 번만 사용)
- 함수 호출 역추적
  - backtrace (bt) … 프로그램의 스택 프레임 정보
  - up … 현재 함수를 호출한 함수
  - down … 현재 함수가 호출한 함수
- 변수 값 변경 : 프로그램 실행에 영향을 줌
  - print a=100
  - set var a=200

10.4 프로그래밍 관련 유틸리티

- gprof - 프로그램 수행 감시
  - 함수의 호출 횟수와 소요 시간을 수집하여 출력
  - 성능 개선에 도움을 줌
- gprof 준비 및 실행 과정
  1. –pg 옵션을 사용하여 컴파일 (object 파일 생성 및 링크 시에 모두 사용)
  2. 프로그램 실행 : profile용 파일인 gmon.out 파일 생성
  3. gprof 실행 :
     - $ gprof execfile [gmon.out] … verbose output
     - $ gprof -b execfile [gmon.out] … brief output
- splint – C프로그램 검사
  - 프로그램 실행 시 발생할 수 있는 잠재적 오류 검사

10.5 라이브러리

- 라이브러리
  - 정적 라이브러리 – 링크할 때 실행파일에 포함됨
  - 동적 라이브러리 – 공유 라이브러리 사용, 실행할 때에 동적으로 링크
    최근에 주로 사용
- ar – 정적 라이브러리 생성

```
$ ar rv libmy.a mystrcpy.o
```

- 정적 라이브러리 사용

```
$ cc -o my my.c libmy.a          로컬 라이브러리
$ cc -o my my.c -lname           표준 라이브러리 디렉토리
$ cc my.c -L. -lmy -o my         라이브러리 디렉토리 추가
```

- nm – 실행파일에 포함된 심볼 출력
- strip – 실행파일에 포함된 심볼 제거
- readelf – 실행파일(elf 파일) 정보 출력
- size – 실행파일 섹션 크기

10.6 소스코드 관리 시스템

- 소스코드 관리
  - 개발과정에서 작성한 모든 버전을 저장하고, 접근 및 보호 수행
- 소스코드 관리 시스템 종류
  - SCCS (source code control system)
  - RCS (revision control system)
  - CVS (concurrent versions system) … 중앙서버 사용
  - SVN (subversion) … 중앙서버 사용
  - Git … 분산 서버 사용

RCS 사용하기

- RCS 디렉토리 생성

  $ mkdir RCS
- check in

  $ ci file // RCS 디렉토리에 file 대한 RCS file 생성, 현재 file 삭제함

  $ ci –u file // 현재의 file을 그대로 둠 (unlock) - 읽기전용

  $ ci –l file // 현재의 file을 그대로 둠 (lock 상태) - 계속 편집가능

  $ ci –r2.0 file // file의 버전을 2.0으로 하여 저장함
  - 버전은 1.1부터 생성됨, check in 할 때마다 버전이 갱신됨
- check out

  $ co file // RCS 디렉토리에서 file의 최신 버전을 가져와서
  // working file로 저장함 (read only)

  $ co –l file // locking 상태로 check-out. 다른 사람들이 사용하지 못함

  $ co –r1.1 file // file의 1.1버전을 가져옴
- log 보기

  $ rlog file // file이 revision 정보를 보여줌