GNU開発ツール

プログラミング環境特論

2009年12月3日

建部修見

GNUの標準的なbuild手順

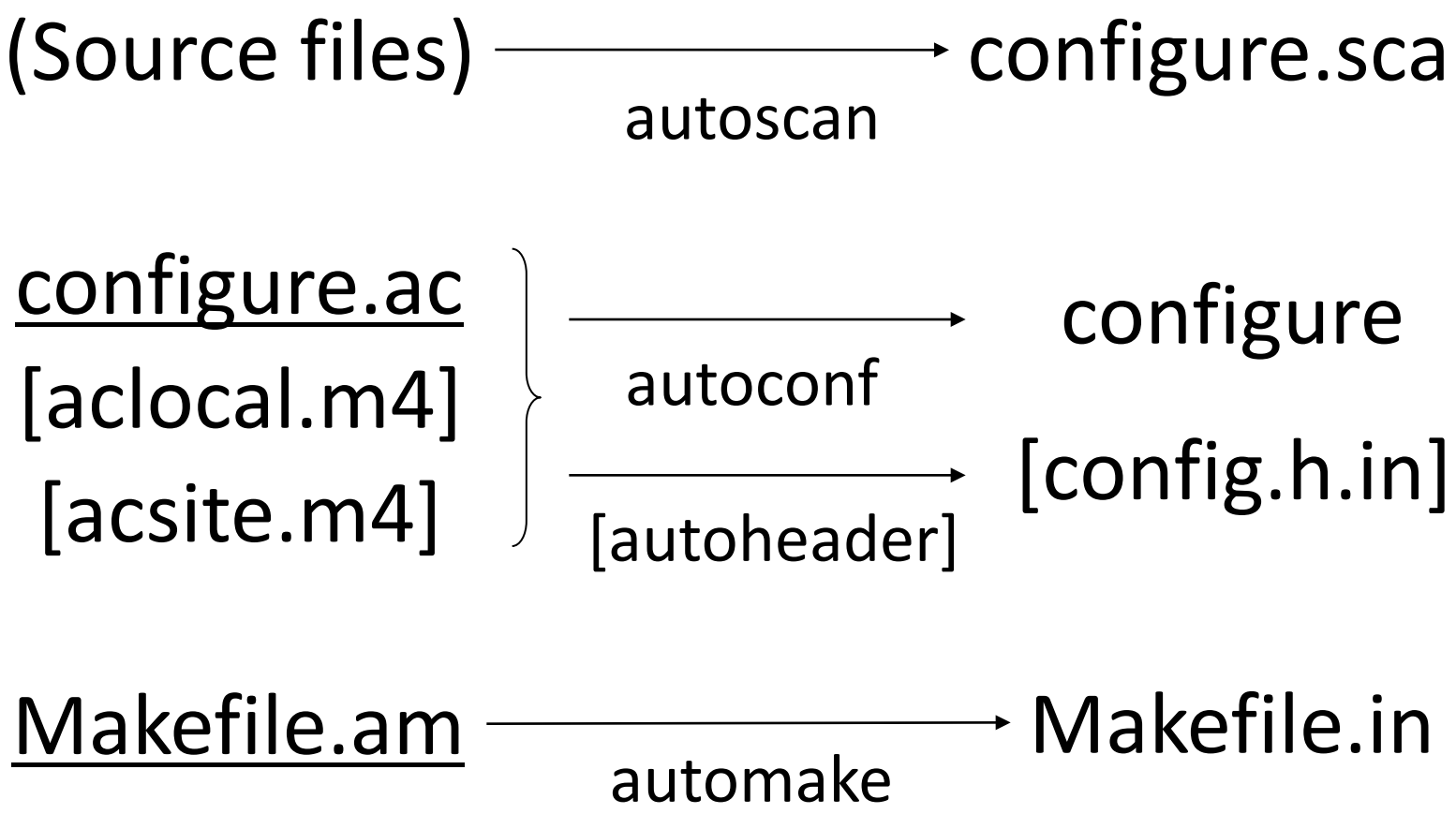
- % ./configure　　# 機種依存性検査
- % make　　# build
- (% make check)　　# テスト
- % make install　　# インストール

- 様々な環境に対し，上記でbuild可能なポータブルなパッケージングのための開発ツール群

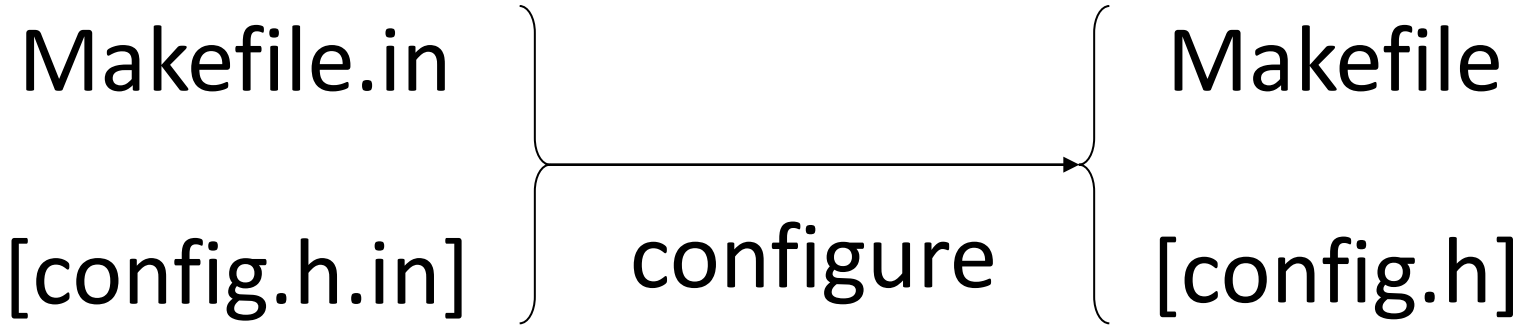
GNU buildシステム

- ポータブルなソフトウェアを開発するためのシステム
  - Autoconf
  - Automake
  - Libtool
  - . . .

Gnu開発ツールの流れ（1）



Gnu開発ツールの流れ（２）



Autoconf

- 多くのUNIXライクなシステムに適応するためにソースコードを自動的にconfigureするスクリプトを生成
- 生成されたスクリプトはそれぞれのfeatureの存在をテストする
- パッケージに必要なシステムのfeatureをリストしたテンプレートファイルからスクリプトを生成
- Autoconfは単体で完結するものではなく，automakeやlibtool等他のGNU buildツールと共に利用される
- GNU M4を利用してスクリプトを生成する

Automake: Introduction

- Makefileによるmakeには様々な限界がある
  - 自動的な依存関係の追跡のサポートなし
  - サブディレクトリの再帰的なbuildのサポートなし
  - （NFSなどのための）信頼できるタイムスタンプのサポートなし，．．．
- 典型的に必要なことなのに，実現するための苦労が大，エラーが生じやすい
- Makeはシステムにより様々であり，ポータビリティは自明ではない
- make install, make distcleanなど想定されるターゲットを準備する必要がある
- AutoconfのためにMakefile.inに@CC@，@CFLAGS@などconfigureにより置換されるコードを挿入する必要がある

Automake: Introduction (2)

- Buildに必要なことをMakefile.amに記述
  - Makefileに比べ途方もなく簡単で，より強力な文法
- Autoconfで利用される，ポータブルなMakefile.inを生成する
- Makefile.amの例

  bin_PROGRAMS = hello
- 全ての標準target，autoconfによる置換，自動依存追跡，VPATHなどをサポートした500行余りのMakefile.inが生成される

Libtool

- 共有ライブラリの作成は各システムでさまざま
  - 共通ではないツール
  - 共通ではないコンパイルフラグ
  - Magic numberの呪文
  - 様々なsuffix
- Libtoolはポータブルに共有ライブラリをbuildするためのツール
- Libtoolは単独でも利用可能だが，automakeとともに利用するととても簡単に利用できる

References

- Autoconf web page

  http://www.gnu.org/software/autoconf/
- Automake web page

  http://www.gnu.org/software/automake/
- Libtool web page

  http://www.gnu.org/software/libtool/
- Autoconf macro archive

  http://www.gnu.org/software/ac-archive/
- Info autoconf, …

Configureスクリプト

- Autoconfが生成するconfigureスクリプトは通常以下のファイルを生成する
  - それぞれのサブディレクトリのMakefile
  - Configureの結果を反映したCのヘッダファイル
  - 上記を生成するconfig.statusスクリプト
  - Configureの結果を保存しているconfig.cacheスクリプト
  - ログファイルのconfig.log

Configure.ac

- Configureを生成するため，パッケージが必要な，また利用可能なfeatureをテストするautoconfマクロの呼出を含んだファイル
- 多くの既存マクロ
  - プラットフォーム，アーキテクチャ
  - コンパイラの引数
  - ライブラリの存在，ヘッダの存在，引数の型
- カスタムマクロ
- Autoscanによりconfigure.acの雛形が生成される
  - configure.scan

Autoconf言語（1）

- プレインテキストと実際のコードが同等に扱われる
- マクロの呼出し
  - マクロ名と(の間に空白はあってはならない
  - 引数はM4のクオート [と] で囲まれ，区切りはコンマ
  - クオートされない限り引数内の空白は無視される
  - 単純な単語の場合，クオートは外せる
  - 以下は二つとも正しい例

```
AC_CHECK_HEADER([stdio.h],
                [AC_DEFINE([HAVE_STDIO_H])],
                [AC_MSG_ERROR([Sorry, can't do anything for you])])
```

```
AC_CHECK_HEADER(stdio.h,
                [AC_DEFINE(HAVE_STDIO_H)],
                [AC_MSG_ERROR([Sorry, can't do anything for you])])
```

Autoconf言語（2）

- プレインテキストもマクロのように扱われる
  - echo “Hard rock was here! –[AC_DC]”はecho “Hard rock was here! –AC_DC”となる
  - マクロの引数ではなくても[ ] でクオートする必要がある
- マクロの引数の場合は，マクロの展開でクオートが一つはずれるため，二重のクオートが必須な場合がある

Autoconf言語（3）

- 以下は誤り.

```
AC_COMPILE_IFELSE([char b[10];],, [AC_MSG_ERROR([you lose])])
```

- AC_COMPILE_IFELSEの第一引数が char b[10];となるため，展開されてchar b10;となる
- 正しくは，第一引数を二重にクオートする

```
AC_COMPILE_IFELSE([[char b[10];]],, [AC_MSG_ERROR([you lose])])
```

- 間違いやすいため，常に二重にクオートしておくと良い

Autoconf言語（4）

- マクロはオプショナルな引数をとることがある
  - [ARG]と記述される
- []をexplicitに与えても良いし，空でも良いし，省略しても良い

```
AC_CHECK_HEADERS(stdio.h, [], [], [])
AC_CHECK_HEADERS(stdio.h,,,)
AC_CHECK_HEADERS(stdio.h)
```

- コメントは # ではじめる．行頭でなくても良い

```
# Process this file with autoconf to produce a configure script.
```

Configure.acの標準レイアウト

- AC_INITで始まり，AC_OUTPUTで終わる
- マクロの呼出しには依存関係があることがある
- その他については順番は重要ではないが，右のような順番が推奨されている

Autoconf requirements
`AC_INIT(PACKAGE, VERSION, BUG-REPORT-ADDRESS)'
information on the package
checks for programs
checks for libraries
checks for header files
checks for types
checks for structures
checks for compiler characteristics
checks for library functions
checks for system services
`AC_CONFIG_FILES([FILE...])'
`AC_OUTPUT'

Autoscan

- ディレクトリツリーのソースを調べ，ポータビリティの問題がありそうな点をまとめて，configure.scanファイルを生成する
- Configure.scanを元にconfigure.acを作成
  - マクロの呼出順序が正しくない場合がある
  - Configurationヘッダファイル使いたい場合，AC_CONFIG_HEADERSを追加する
  - ソースコードに#ifを追加するなどしてconfigurationヘッダファイルを利用する
- Configure.scanによりconfigure.acを維持
  - autoscan.logになぜ必要かなどの情報がある

Ifnames

- Cプリプロセッサで使われているidentifierを表示する
- Configureで何を調べればいいか調べる
- コマンドラインで指定されたCのソースを全て調べ，#if, #elif, #ifdef, #ifndefで利用されているidentifierとファイル名のリストを表示する

Autoconf

- configure.acからconfigureを作成する
  - Autoconfマクロを利用し，M4マクロプロセッサにより生成
- Autoconfマクロはいくつかのファイルで定義される
  - Autoconfと共に配布されるもの（まずこれを読む）
  - 上記ディレクトリのacsite.m4
  - カレントディレクトリのaclocal.m4
- 複数の定義がある場合，後で読む方が有効

Autoreconf

- 生成されたconfigurationファイルを更新する
  - autoconf, autoheader, aclocal, automake, autopoint, libtoolizeを繰り返し呼び，GNU Buildシステムのファイルを生成する

--install, -i

Buildシステムに必要なファイルをコピーする

--force, -f

新しいバージョンのBuildシステムを導入する

% autoreconf -vfi

Configure.acにおける初期化

- AC_INITをまず呼び，初期化を行う
- Macro: AC_INIT (PACKAGE, VERSION, [BUG-REPORT], [TARNAME])
  - PACKAGEとVERSIONはconfigure --versionなどでも利用される
- 以下のM4マクロが定義される
  - AC_PACKAGE_{NAME,TARNAME,VERSION,STRING,BUGREPORT}
- 以下の変数，プリプロセッサシンボルが定義される
  - PACKAGE_{NAME,TARNAME,VERSION,STRING,BUGREPORT}

ソースディレクトリの確認

- Macro: AC_CONFIG_SRCDIR (UNIQUE-FILE-IN-SOURCE-DIR)
- UNIQUE-FILE-IN-SOURCE-DIRはパッケージのソースディレクトリのファイル
- 正しいディレクトリでconfigureが実行されているかの確認のため

ファイルの出力

- configure.acはAC_OUTPUTの呼出で終了する必要がある
- Macro: AC_OUTPUT
  - config.statusを生成し，Makefileなどを生成するためにconfig.statusを実行する

Configurationアクション

- Configureはシステムを調べ，config.statusを生成する
- Config.statusはファイル生成など様々なアクションを起こす
- AC_CONFIG_FILES, AC_CONFIG_HEADERS, AC_CONFIG_COMMANDS, AC_CONFIG_LINKS
- Macro: AC_CONFIG_FOOS(TAG…, [COMMANDS], [INIT-CMDS])
- TAG…は空白で区切られたタグのリスト．普通は生成されるファイル名のリスト
- TAGとしてはliteralを利用することが望ましい
- AC_CONFIG_FILES, AC_CONFIG_HEADERSではOUTPUT:INPUTというTAGが利用可能．省略時はOUTPUT.inが仮定される
  - AC_CONFIG_FILES(a:b:c)ではbとcを結合がINPUTとなる

Configurationファイルの生成

- Macro: AC_CONFIG_FILES (FILE..., [CMDS], [INIT-CMDS])
- AC_OUTPUT時に，FILEを（デフォルトではFILE.inから）変数を置換して生成する
- 例

```
AC_CONFIG_FILES([Makefile src/Makefile man/Makefile X/Imakefile])
AC_CONFIG_FILES([autoconf], [chmod +x autoconf])
```

```
AC_CONFIG_FILES([Makefile:boiler/top.mk:boiler/bot.mk]
[lib/Makefile:boiler/lib.mk])
```

Makefileにおける置換

- ConfigureはMakefile.inの@VARIABLE@をconfigureが決定した値に置換する
- 置換される変数をoutput variablesという
- Output variablesはconfigureによりshellの変数としても定義される
- 特定の変数をconfigureにより置換するためにはAC_SUBSTマクロを利用する

プリセットoutput variables

- 典型的な変数はあらかじめ置換される
- Variable: CFLAGS, CPPFLAGS, CXXFLAGS, DEFS, FCFLAGS, FFLAGS, LDFLAGS, LIBS
- Variable: configure_input
  - Configureで自動的に生成されたよというコメント
  - # @configure_input@
- Variable: ECHO_C, ECHO_N, ECHO_T

インストレーションディレクトリ

- インストールされるディレクトリの変数
- Variable: prefix, exec_prefix, bindir, datadir, includedir, infodir, libdir, libexecdir, localstatedir, mandir, oldincludedir, sbindir, sharedstatedir, sysconfdir
- ほとんどの変数はprefixあるいはexec_prefixを参照している
- Configureで指定されたprefixと違うprefixをmake install時に指定できる

Buildディレクトリ

- 複数のアーキテクチャでのコンパイルをサポートするためにソースディレクトリではないディレクトリでbuildする仕組み
- GNU makeはVPATH変数を利用してこの仕組みを実現
- 以下を全てのMakefile.inに追加し

```
srcdir = @srcdir@
VPATH = @srcdir@
```

- ソースファイルの参照には$(srcdir)/をつける

Configurationヘッダファイル

- 多くのCプリプロセッサのシンボル定義がある場合，コンパイラのコマンドラインの-Dオプションでは渡せない
  - コマンドラインが長くなりエラーの発見が難しくなる
  - OSによってはコマンドラインの長さの限界を超えてしまう
- #defineディレクティブでシンボル定義をしたヘッダファイルをAC_CONFIG_HEADERSで生成する
- ソースでは（生成したヘッダをconfig.hとして）どのヘッダファイルより前に#include <config.h>でインクルードする

AC_CONFIG_HEADERS

- Macro: AC_CONFIG_HEADER (HEADER…, [CMDS], [INIT-CMDS])
- HEADERを生成し，@DEFS@を-DHAVE_CONFIG_Hで置換する
- HEADERがすでに存在し，変更がない場合は何もしない
  - 無駄な再コンパイルを防ぐ

Configurationヘッダのテンプレート

- unistd.hがあるかどうかチェックする例
- configure.ac

```
AC_CONFIG_HEADERS([conf.h])
AC_CHECK_HEADERS([unistd.h])
```

- conf.h.in

```
/* Define as 1 if you have unistd.h.  */
#undef HAVE_UNISTD_H
```

- ソースコード

```
#include <conf.h>

#if HAVE_UNISTD_H
# include <unistd.h>
#else
/* We are in trouble.  */
#endif
```

Autoheader

- Autoheaderはconfigurationヘッダファイルのテンプレートを生成する
- AC_CONFIG_HEADERS(FILE)と指定されている場合FILE.inが生成される
- デフォルトはconfig.h.in
- AC_CHECK_HEADERS, AC_CHECK_LIBSなどのBuiltinのテスト以外は第３引数付きのAC_DEFINEかAC_DEFINE_UNQUOTEDで指定されたシンボルが用いられる
  - Macro: AC_DEFINE (VARIABLE, VALUE, [DESCRIPTION])
  - Macro: AC_DEFINE (VARIABLE)

利用可能なテスト

- 標準的なシンボル
  - AC_DEFINEされるシンボルはテストの引数による
  - 大文字にして，*はPに，それ以外は_に変換
  - AC_CHECK_TYPES(struct $Expensive*)では，成功した場合，HAVE_STRUCT__EXPENSIVEPが定義される

利用可能なテスト（２）

- プログラム
  - Macro: AC_PROG_INSTALL, AC_PROG_RANLIB, . . .
- ファイル
  - Macro: AC_CHECK_FILE (FILE, [ACTION-IF-FOUND], [ACTION-IF-NOT-FOUND])
- ライブラリ
  - Macro: AC_CHECK_LIB (LIBRARY, FUNCTION, [ACTION-IF-FOUND], [ACTION-IF-NOT-FOUND], [OTHER-LIBRARIES])
    - [ACTION-IF-FOUND]が指定されなければ，-lLIBRARYをLIBSに追加し，HAVE_LIBLIBRARYを定義する
- 関数
  - Macro: AC_CHECK_FUNC (FUNCTION, [ACTION-IF-FOUND], [ACTION-IF-NOT-FOUND])

Autoconfの例（1）

- Hello.cを作成
- Makefile.inの作成
  - Cコンパイラのプログラム，フラグの設定
  - TARGETとOBJSの設定

```
# @configure_input@

CC = @CC@
CFLAGS = @CFLAGS@
CPPFLAGS = @CPPFLAGS@
DEFS = @DEFS@
LDFLAGS = @LDFLAGS@
LIBS = @LIBS@
```

```
TARGET = hello
OBJS = hello.o

all: $(TARGET)

$(TARGET): $(OBJS)

clean:
	rm -f $(OBJS)
```

Autoconfの例（２）

- Autoscanでconfigure.scanを作成
- Configure.scanをconfigure.acにコピーして編集
  - AC_INITの編集
- Autoheaderによりconfig.h.inを作成
- Autoconfでconfigureを作成

Automake

- Makefile.amからMakefile.inを生成
- Makefileの仕様は複雑かつ変更されやすいため，Makefileの維持，作成を簡単にする
- autoconfの利用が前提，configure.acに若干の制限
- automakeはperlが必要であるが，automakeを利用したdistributionにはperlは必要ない

strictness

- GNUのconventionにどれくらい従うか
  - foreign

    Buildに最低限必要なものだけチェックする。例えばGNU標準パッケージで必要とされるNEWSファイルなどはなくてもよい
  - gnu

    可能な限りGNUの標準パッケージ構成に従う
  - gnits

    まだドキュメントされていないGnitsの標準に従う（Gnits標準のコントリビュータ以外には推奨されない）

Uniform naming scheme

- Buildされるものを示す変数はprimaryと呼ばれる
  - PROGRAMS = cpio pax
  - コンパイル，リンクされるプログラムのリスト
- インストール先はprefixで指定できる
  - sbin_PROGRAMS = fsck
  - $(prefix)/sbinディレクトリにインストールされるプログラムのリスト
- EXTRA_により選択的に必要なものを指定する
- Primary names
  - PROGRAMS, LIBRARIES, LISP, PYTHON, JAVA, SCRIPTS, DATA, HEADERS, MANS, TEXINFOS

Derived variables

- 利用者により指定された名前から派生する変数名
  - PROGRAMSで指定されたプログラム名+_SOURCES
  - PROGRAMS = foo bar
  - foo_SOURCES = foo.c baz.c
- 名前が英数字と@以外のときは全て_とする
  - PROGRAMS = sniff-glue
  - sniff_glue_SOURCES = sniff.c glue.c

ユーザのために予約された変数名

- CFLAGS, LDFLAGS, CC, . . .はユーザのために予約されている
- 例えば，必要なインクルードパス，ライブラリパスを指定してconfigureを実行

  % CFLAGS=-I/usr/local/include ¥

  LDFLAGS=-L/usr/local/lib ./configure
- 指定するためにはAM_のついたshadow variableを利用する
  - AM_CFLAGS=-I/usr/local/include

Automakeの例

- Main.c, hello.c, world.cを作成
- Makefile.amの作成

```
bin_PROGRAMS = main
main_SOURCES = main.c hello.c world.c
```

- Autoscanでconfigure.scanを作成
- Configure.scanをconfigure.acにコピーして編集
  - AC_INITの編集
  - AM_INIT_AUTOMAKE([foreign])を追加

- Autoheaderを実行してconfig.h.inを生成
- Aclocalを実行してaclocal.m4を生成
  - Automakeに必要なM4マクロ
- Autoconfでconfigureを生成
- AutomakeでMakefile.inとそのほか必要なファイルの作成
  - % automake -a

- 上記のaclocal, autoheader, autoconf, automakeの呼出はautoreconfで自動的に行われる
  - % autoreconf -i