

# **RNNG Code User Guide**

**(CSLT-TRP-160007)**

**张诗悦 (Shiyue Zhang)**  
**byryuer@gmail.com**

**CSLT, RIIT, Tsinghua Univ.**  
**NLP Group**

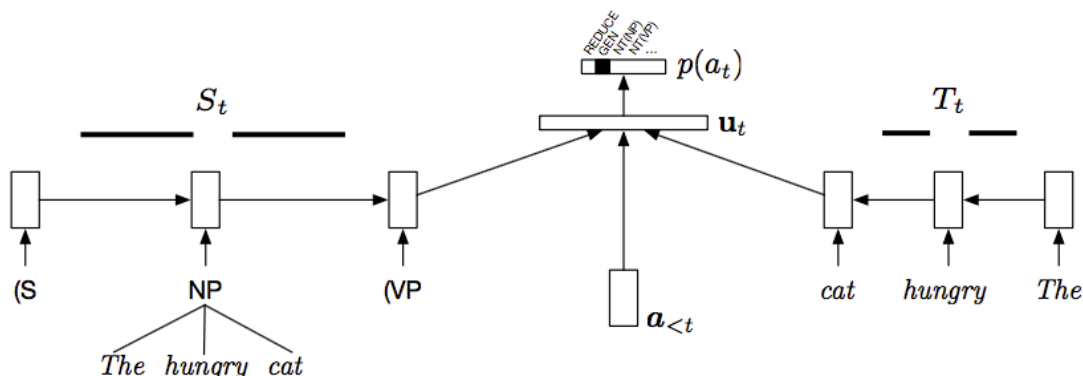
**2016/11/26**

# Table of Contents

<b>1. Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Prepare Code .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Boost .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Eigen .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 RNNG .....</b>	<b>4</b>
2.3.1 普通编译 .....	4
2.3.2 基于 MKL 编译 .....	4
<b>2.4 EVALB .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Prepare Data .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Preprocess .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Format .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3 Word cluster .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Discriminative Model .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Modify .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Configuration .....</b>	<b>9</b>
<b>4.3 Train .....</b>	<b>9</b>
<b>4.4 Test .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Generative Model .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Modify .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2 Configuration .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Train .....</b>	<b>10</b>
<b>5.4 Test .....</b>	<b>11</b>
<b>6. Reference .....</b>	<b>12</b>

## 1. Introduction

RNNG, 即“Recurrent Neural Network Grammars”, 是 CMU 大学 Chris Dyer 等人在 NAACL 2016 上发表的论文<sup>[1]</sup>。该模型是当下做 Parsing 任务中效果最好的模型之一。RNNG 包含两个模型: discriminative model 和 generative model, 其中生成模型的效果更好, 其模型结构如下图所示。



图一：RNNG Generative Model

这篇文档的主要内容是介绍 RNNG 代码的使用。RNNG 的源代码开源在 Github 上, 代码库地址为: <https://github.com/clab/rnng>。该代码库中也有使用方法的相关介绍, 而这篇文档将更加详细地介绍具体的操作步骤, 以及对应的参数配置。

特别说明: 由于该文档的初衷是为了服务 CSLT 实验室内部使用, 因此具体的操作步骤可能存在一定局限性, 读者需根据自己的服务器配置做出适应性的调整。对与实验室内部的读者, 一些步骤可以省略, 直接在/work4/zhangsy/rnng 目录下拷贝生成好的文件即可。因为纯属个人经验, 错误和缺失的地方, 还请批评指正。

## 2. Prepare Code

这部分将介绍在正确运行 RNNG 之前的一些代码准备, 包括配置一些依赖库和以及编译代码。

### 2.1 Boost

RNNG 代码中依赖 C++ 的 Boost 库, 需要在本地配置一个 Boost 库。配置步骤如下:

1. 从 <https://sourceforge.net/projects/boost/files/boost/> 上下载 boost 库, 版本选择应该没有太大影响, 我采用的是 1.61。将下载得到的压缩包, 放到自己的根目录, 解压。

2. 编译 b2: 执行 `./bootstrap --prefix=[要安装到的目录, 默认为当前目录, 例如: /work4/zhangsy/boost_1_61_0]`。

3. 编译 boost: 执行 `./b2` (或者执行 `./bjam`)

4. 测试是否配置成功: 将下面这段代码写入 test.cc 文件, 执行命令 `g++ -o test test.cc -I [boost 的安装目录, 例如: /work4/zhangsy/boost_1_61_0] -L [boost lib 目录, 例如: /work4/zhangsy/boost_1_61_0/stage/lib]`。如果成功运行输出, 则说明配置成功。

```
#include <iostream>
#include <boost/timer.hpp>
```

```

using namespace std;
int main()
{
    boost::timer t;
    cout << "max timespan:"<<t.elapsed_max()/3600<<"h"<<endl;
    cout << "min timespan:"<<t.elapsed_min()<<"s"<<endl;
    cout<<"now time elapsed:"<<t.elapsed()<<"s"<<endl;
    return 0;
}

```

## 2.2 Eigen

从 <https://bitbucket.org/eigen/eigen/downloads> 上下载最新版本的 eigen, 无需安装, 只需要把解压后的文件夹, 放在根目录(e.g. /work4/zhangsy/)下即可。

## 2.3 RNNG

这一部分将介绍如何编译 RNNG 的代码, 有三种编译方式: 普通编译, 基于 MKL 编译, 基于 CUDA 编译。但是由于 RNNG 的实现决定了其无法利用上 GPU 进行提速, 因此我只介绍前两种编译方式。

### 2.3.1 普通编译

1. 下载 RNNG 代码库: `git clone https://github.com/clab/rnng.git`
2. 修改 CMakeLists.txt: 在原始的 CMakeLists.txt 中添加下面四句话, 其中对应的路径换成读者设置的 Boost 和 eigen 的目录路径即可。

```

SET (BOOST_ROOT "/work4/zhangsy/boost_1_61_0")
SET (Boost_INCLUDE_DIR "/work4/zhangsy/boost_1_61_0")
SET (Boost_LIBRARIES "/work4/zhangsy/boost_1_61_0/stage/lib")
SET (EIGEN3_INCLUDE_DIR "/work4/zhangsy/eigen")

```

3. 执行下面的命令, 其中 `make -j` 后面的数字是编译时使用的 CPU 的核数, 可以设置为其他值:

```

mkdir build
cd build
cmake ..
make -j 2

```

4. 在 rnng 下执行命令: `./build/nt-parser/nt-parser -h`, 如果正确输出模型的配置参数说明, 则说明编译成功。

### 2.3.2 基于 MKL 编译

1. 同普通编译
2. 同普通编译
3. 在 rnng/ 和 cnn/ 下的 CMakeLists.txt 中均添加如下:

```

function(find_mkl)
    set(MKL_ARCH intel64)
    find_path(MKL_INCLUDE_DIR mkl.h
        PATHS ${MKL_ROOT} ${MKL_ROOT}/include)
    find_library(MKL_CORE_LIB NAMES mkl_intel_lp64 mkl_intel_thread mkl_core
        PATHS ${MKL_ROOT} ${MKL_ROOT}/lib/${MKL_ARCH}
        DOC "MKL core library path")

    find_library(MKL_COMPILER_LIB NAMES iomp5 libiomp5md
        PATHS ${MKL_ROOT} ${MKL_ROOT}/../compiler/lib/${MKL_ARCH}

```

#Windows

```

${MKL_ROOT}/../compilers_and_libraries/linux/lib/${MKL_ARCH}_lin #Linux
DOC "MKL compiler lib (for threaded MKL)"

if(MKL_INCLUDE_DIR AND MKL_CORE_LIB AND MKL_COMPILER_LIB)
  get_filename_component(MKL_CORE_LIB_DIR ${MKL_CORE_LIB} DIRECTORY)
  get_filename_component(MKL_COMPILER_LIB_DIR ${MKL_COMPILER_LIB} DIRECTORY)
  get_filename_component(MKL_COMPILER_LIB_FILE ${MKL_COMPILER_LIB} NAME)
  message(STATUS "Found MKL\n * include: ${MKL_INCLUDE_DIR},\n * core library
dir: ${MKL_CORE_LIB_DIR},\n * compiler library: ${MKL_COMPILER_LIB}")

  # Due to a conflict with /MT and /MD, MSVC needs mkl_intel_lp64 linked last, or
we can change individual
  # projects to use /MT (mkl_intel_lp64 linked with /MT, default MSVC projects
use /MD), or we can instead
  # link to the DLL versions. For now I'm opting for this solution which seems to
work with projects still
  # at their default /MD. Linux build requires the mkl_intel_lp64 to be linked
first. So...:
  if(MSVC)
    set(LIBS ${LIBS} mkl_intel_thread mkl_core mkl_intel_lp64
${MKL_COMPILER_LIB_FILE} PARENT_SCOPE)
  else()
    set(LIBS ${LIBS} mkl_intel_lp64 mkl_intel_thread mkl_core
${MKL_COMPILER_LIB_FILE} PARENT_SCOPE)
  endif()
  include_directories(${MKL_INCLUDE_DIR})
  link_directories(${MKL_CORE_LIB_DIR} ${MKL_COMPILER_LIB_DIR})
  set(MKL_LINK_DIRS ${MKL_CORE_LIB_DIR} ${MKL_COMPILER_LIB_DIR} PARENT_SCOPE) #
Keeping this for python build
else()
  message(FATAL_ERROR "Failed to find MKL in path: ${MKL_ROOT} (Did you set
MKL_ROOT properly?)")
endif()
endifunction()

##### Cross-compiler, cross-platform options
set(CMAKE_CXX_FLAGS "${CMAKE_CXX_FLAGS} -DEIGEN_FAST_MATH")
if (MKL OR MKL_ROOT)
  find_mkl() # sets include/lib directories and sets ${LIBS} needed for linking
  set(CMAKE_CXX_FLAGS "${CMAKE_CXX_FLAGS} -DEIGEN_USE_MKL_ALL")
endif()

```

可以参见/work4/zhangsy/rnng/下的CMakeLists.txt。

#### 4. 设置环境变量：

```

export MKL_DYNAMIC=FALSE
export MKL_NUM_THREADS=1

```

其中MKL\_NUM\_THREADS用来配置使用的线程数，线程数的设置一般取2-3比较好，具体需要根据机器的具体情况。

#### 5. 执行下面的命令，其中-DMKL\_ROOT是指向MKL的路径：

```

mkdir build
cd build
cmake .. -DMKL_ROOT=/nfs/disk/perm/tools/intel/parallel_studio_xe_2013/composer_xe_2013_sp1.0.080/mkl/
make -j 2

```

#### 6. 同普通编译4

## 2.4 EVALB

RNNG 中在做准确率的计算的时候会用到EVALB模块，从<http://nlp.cs.nyu.edu/evalb/>上下载EVALB.tgz，解压后，放在rnng目录下即可。

### 3. Prepare Data

经过以上 4 步，基本将代码准备好了，然而在运行之前我们还需要将数据准备好。如论文中所说，使用 Penn Treebank§2–21 作为训练集，§24 作为验证集，§23 作为测试集。本文档使用的数据集在/work4/zhangsy/rnng/wsj 目录下，其中有 00-24 目录，每个中有若干 mrg 文件，每个文件中有几个结构化的句法树，如下图所示。

```
[zhangsy@grid-0 wsj]$ ls
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20
01 03 05 07 09 11 13 15 17 19 21
[zhangsy@grid-0 wsj]$ cd 00
[zhangsy@grid-0 00]$ ls
wsj_0001.mrg wsj_0014.mrg wsj_0027.mrg w:
wsj_0002.mrg wsj_0015.mrg wsj_0028.mrg w:
wsj_0003.mrg wsj_0016.mrg wsj_0029.mrg w:
wsj_0004.mrg wsj_0017.mrg wsj_0030.mrg w:
wsj_0005.mrg wsj_0018.mrg wsj_0031.mrg w:
wsj_0006.mrg wsj_0019.mrg wsj_0032.mrg w:
wsj_0007.mrg wsj_0020.mrg wsj_0033.mrg w:
wsj_0008.mrg wsj_0021.mrg wsj_0034.mrg w:
wsj_0009.mrg wsj_0022.mrg wsj_0035.mrg w:
wsj_0010.mrg wsj_0023.mrg wsj_0036.mrg w:
wsj_0011.mrg wsj_0024.mrg wsj_0037.mrg w:
wsj_0012.mrg wsj_0025.mrg wsj_0038.mrg w:
wsj_0013.mrg wsj_0026.mrg wsj_0039.mrg w:
[zhangsy@grid-0 00]$ more wsj_0001.mrg
```

```
( (S
  (NP-SBJ
    (NP (NNP Pierre) (NNP Vinken) )
    ( , , )
    (ADJP
      (NP (CD 61) (NNS years) )
      (JJ old) )
      ( , , )
    (VP (MD will)
      (VP (VB join)
        (NP (DT the) (NN board) )
```

图二：文档中使用数据概览

#### 3.1 Preprocess

在 wsj 目录下的数据是分离的，而且格式是树状的，这一步将把数据整合起来，并按照每个句法树一行来存储。

1. 在 rnng 目录下新建 preprocess.py 文件，写入如下内容：

```
import os
import sys

def convert_to_one_line(file):
    lines = open(file, 'r').read().split('\n')
    sens = []
    sen = ""
    for line in lines:
        if line:
            if line[0] == '(' and sen:
                sen = sen[1:-2].strip() + '\n'
                sens.append(sen)
                sen = ""
            line = line.strip()
        if line:
```

```

        sen += '{} '.format(line)
    if sen:
        sen = sen[1:-2].strip() + '\n'
        sens.append(sen)

    return ".join(sens)[-1]

def convert(wsj):
    dirs_map = {
        "train": ['02', '03', '04', '05', '06', '07', '08', '09', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16', '17', '18',
                  '19', '20', '21'],
        "dev": ['24'],
        "test": ['23']
    }
    for dataset in ['train', 'dev', 'test']:
        dirs = dirs_map[dataset]
        with open("{}_all".format(dataset), 'a') as f:
            for dir in dirs:
                dir = "{}/{}".format(wsj, dir)
                files = sorted(os.listdir(dir))
                for file in files:
                    f.write(convert_to_one_line("{}/{}/{}".format(dir, file)) + '\n')

def extract_unk_lines(file):
    """
    extract the lines contain 'UNK' in train.oracle to train.txt, which will be used in cluster
    """
    f = open(file, 'r')
    lines = f.read().split("\n\n")[:-1]
    f.close()
    for line in lines:
        items = line.split("\n")
        print items[4]

def extract_stemmed_trees(file):
    """
    extract the lines of stemmed trees in *.oracle to *.stem, which will be used in evaluation
    """
    lines = open(file).read().split("\n")
    for line in lines:
        if len(line) > 1 and line[0] == '#':
            print line[2:]

if __name__ == '__main__':
    if len(sys.argv) < 2:
        print "please input wsj dir!"
        exit()
    convert(sys.argv[1])

```

2. 执行命令 `python2 preprocess.py /work4/zhangsy/rnng/wsj`, 在 `rnng` 目录下得到 `train.all`, `dev.all`, `test.all` 三个文件。

3. 在 `rnng` 下新建 `data` 文件夹, 将三个文件移动到 `data` 目录下。

4. 一个需要处理的小细节: 在 `train.all` 中有一行是

```
(NP (NP (QP (##) (CD 200) (CD million) ) (-NONE- *U*) ) (PP (IN of) (NP (NP (JJ undated) (JJ variable-rate) (NNS notes) ) (VP (VBN priced) (NP (-NONE- *))) (PP-CLR (IN at) (NP (JJ par) )) (PP (IN via) (NP (NNP Merill) (NNP Lynch) (NNP International) (NNP Ltd) )))) (. .) )
```

这行句子的第一个词是#, 会影响之后的操作, 因此把第一个词删除, 改为:

(NP (NP (QP (CD 200) (CD million) ) (-NONE- \*U\*)) ) (PP (IN of) (NP (NP (JJ undated) (JJ variable-rate) (NNS notes) ) (VP (VBN priced) (NP (-NONE- \*))) ) (PP-CLR (IN at) (NP (JJ par) ) ) (PP (IN via) (NP (NNP Merrill) (NNP Lynch) (NNP International) (NNP Ltd) )))) ( . . )

### 3.2 Format

模型的输入数据需要有一定的格式，对于 discriminative model 的数据每个句子需要被表示成五部分：句法树，原始的句子，小写的句子，加入 unknown 词的句子，actions；对于 generative model 的数据每个句子需要被表示成四部分：句法树，原始句子，加入 unknown 词的句子，actions。步骤如下：

1. 修改 rnnng 下的 get\_oracle.py 和 get\_oracle\_gen.py 两个代码。因为我使用的数据中 nonterminal tokens 种类较多，需要做一个 stemming 的工作，将类似 “NP-SBJ” 这样的 nonterminal token 中 ’ - ‘ 后的部分去掉，变成 “NP”。修改后的代码为 /work4/zhangsy/rnng 目录下的 get\_oracle\_stem.py 和 get\_oracle\_gen\_stem.py。

特别说明：由于代码比较长，不在文档出贴出。一般如果读者使用 Penn Treebank 比较早期的版本将不存在这个问题，直接使用代码库中的 get\_oracle.py 和 get\_oracle\_gen.py 即可。如有代码需要可联系邮件联系我。

2. 执行如下 6 个命令：

```
python get_oracle_stem.py data/train.all data/train.all > data/train.oracle  
python get_oracle_stem.py data/train.all data/dev.all > data/dev.oracle  
python get_oracle_stem.py data/train.all data/test.all > data/test.oracle
```

```
python get_oracle_gen_stem.py data/train.all data/train.all > data/train_gen.oracle  
python get_oracle_gen_stem.py data/train.all data/dev.all > data/dev_gen.oracle  
python get_oracle_gen_stem.py data/train.all data/test.all > data/test_gen.oracle
```

3. 将 dev.oracle 和 test.oracle 中的句法树（也就是每个句子的第一行去除#）单独输出到文件 dev.stem 和 test.stem，以备后续之用。代码参见 preprocess.py 中的 extract\_stemmed\_trees 函数。

### 3.3 Word cluster

在 generative model 中需要用到词的聚类，论文中采用的是 Brown Cluster。这里简单介绍如何生成聚类文件：

1. 将 train.oracle 中，带有 ' UNK' 的句子（也就是每个句子的第四种表示），单独输出到文件 train.txt。代码参见 preprocess.py 中的 extract\_unk\_lines 函数。

2. 下载 brown-cluster 代码库 `git clone https://github.com/percyliang/brown-cluster.git`，执行 make 命令编译代码。

3. 在 brown-cluster 目录下，执行命令 `./wcluster --text train.txt --c 156`，其中 156 是类别的个数，等于  $\sqrt{V}$ ，V 是词的个数。

4. 输出的文件为 train-c156-p1.out/paths，将其重命名为 word\_clusters.txt，放在 rnnng/data 目录下备用。

## 4. Discriminative Model

Discriminative model 是预测句法树的模型，模型最终输出的是预测到的句法树。可以认为模型建模的是给定句子，句法树的条件概率  $p(y|x)$ 。rnnng/nt-parser 目录下的 nt-parser.cc 为 discriminative 模型的代码。



## 4.1 Modify

在运行代码之前，为了适应我们服务器的配置，需要对 nt-parser.cc 代码作出一些修改：

1. 将"/tmp/parser\_dev\_eval." 改为 "tmp/parser\_dev\_eval."，并在 rnng 目录下新建一个 tmp 目录。

2. 将 python remove\_dev\_unk.py 改为 python2 remove\_dev\_unk.py。

3. 重新编译代码，执行命令：

```
cd build
make -j 2
```

## 4.2 Configuration

模型的输入参数有如下：

Configuration options:

-T [ --training_data ] arg	List of Transitions - Training corpus
-x [ --explicit_terminal_reduce ]	[recommended] If set, the parser must explicitly process a REDUCE operation to complete a preterminal constituent
-d [ --dev_data ] arg	Development corpus
-C [ --bracketing_dev_data ] arg	Development bracketed corpus
-p [ --test_data ] arg	Test corpus
-D [ --dropout ] arg	Dropout rate
-s [ --samples ] arg	Sample N trees for each test sentence instead of greedy max decoding
-a [ --alpha ] arg	Flatten ( $0 < \alpha < 1$ ) or sharpen ( $1 < \alpha$ ) sampling distribution
-m [ --model ] arg	Load saved model from this file
-P [ --use_pos_tags ]	make POS tags visible to parser
--layers arg (=2)	number of LSTM layers
--action_dim arg (=16)	action embedding size
--pos_dim arg (=12)	POS dimension
--input_dim arg (=32)	input embedding size
--hidden_dim arg (=64)	hidden dimension
--pretrained_dim arg (=50)	pretrained input dimension
--lstm_input_dim arg (=60)	LSTM input dimension
-t [ --train ]	Should training be run?
-w [ --words ] arg	Pretrained word embeddings
-b [ --beam_size ] arg (=1)	beam size
-h [ --help ]	Help

## 4.3 Train

训练 discriminative model，执行下面的命令：

```
./build/nt-parser/nt-parser -x -T data/train.oracle -d data/dev.oracle -C data/dev.stem -P -t --input_dim 128 --lstm_input_dim 128 --hidden_dim 128 -D 0.2
```

模型训练过程不会主动停止，需要人工停止。训练过程中每次 update 100 个句子，约耗时 100ms 左右，每隔 15 次 update 会在验证集上评估一次效果，输出预测的 F1 值。如果 F1 值大于最好的 F1 值，则将这次的模型存入 ntparse\_XXX-pidXXX.params 文件中。大约需要跑 11 轮以上可以达到比原论文更好的效果。

## 4.4 Test

测试 discriminative model，执行下面的命令，参见/work4/zhangsy/rnng/test.sh：

```
./build/nt-parser/nt-parser -x -T data/train.oracle -d data/dev.oracle -C data/test.stem -m latest_model -P -p data/test.oracle --input_dim 128 --lstm_input_dim 128 --hidden_dim 128 -D 0.2
```

注意-m 参数可以设置最佳模型的\*.params 文件，也可以设置为指向最佳模型的软链接 latest\_model。测试最终会输出在测试集上的 F1 值，最佳可达到 92.32 左右。

## 5. Generative Model

Generative model 是生成模型，在预测 action 的同时要生成词。可以认为模型建模的是句子和句法树之间的联合概率  $p(x,y)$ 。

### 5.1 Modify

在运行代码之前，需要对原始的代码作出一些修改：

1. 将latest\_model改为latest\_model\_gen
2. 重新编译代码，执行命令：

```
cd build  
make -j 2
```

### 5.2 Configuration

模型的输入参数有如下：

Configuration options:

-T [ --training_data ] arg	List of Transitions – Training corpus
-x [ --explicit_terminal_reduce ]	[not recommended] If set, the parser must explicitly process a REDUCE operation to complete a preterminal constituent
-D [ --dropout ] arg	Use dropout
-c [ --clusters ] arg	Clusters word clusters file
-d [ --dev_data ] arg	Development corpus
-p [ --test_data ] arg	Test corpus
-e [ --eta_decay ] arg	Start decaying eta after this many epochs
-m [ --model ] arg	Load saved model from this file
--layers arg (=2)	number of LSTM layers
--action_dim arg (=16)	action embedding size
--input_dim arg (=32)	input embedding size
--hidden_dim arg (=64)	hidden dimension
--pretrained_dim arg (=50)	pretrained input dimension
--lstm_input_dim arg (=60)	LSTM input dimension
-t [ --train ]	Should training be run?
-w [ --words ] arg	Pretrained word embeddings
-h [ --help ]	Help

### 5.3 Train

训练 generative model，执行下面的命令：

```
./build/nt-parser/nt-parser-gen -x -T data/train_gen.oracle -d data/dev_gen.oracle -c data/word_clusters.txt -t --input_dim 256 --lstm_input_dim 256 --hidden_dim 256 -D 0.3
```

模型训练过程不会主动停止，需要人工停止。训练过程中每次 update100 个句子，约耗时 300ms 左右，每隔 100 次 update 会在验证集上评估一次效果，输出在验证集上的 ppl。如果 ppl 值小于最好的 ppl 值，则将这次的模型存入 ntparse\_gen\_XXX-pidXXX.params 文件中。大约需要跑 16 轮以上可以达到比原论文更好的效果。

## 5.4 Test

由于生成模型建模的是联合概率  $p(x, y)$ ，为了评估其准确率和作为 language model 的效果，都要求出边缘概率  $p(x)$ 。因此采取先从 discriminative model 中采样，在利用 generative model 重新排序的方法。具体请见原论文。步骤如下：

1. 从 discriminative model 中采样，对每个在测试集中的句子采样 100 个预测出的句法树，执行下面的命令：

```
./build/nt-parser/nt-parser -x -T data/train.oracle -d data/dev.oracle -C data/test.stem -m latest_model -P -p data/test.oracle --input_dim 128 --lstm_input_dim 128 --hidden_dim 128 -D 0.2 -s 100 -a 0.8 > test-samples.props
```

2. 去除 test-samples.props 中每一行的多余部分，执行命令 `utils/cut-corpus.pl 3 test-samples.props > test-samples.trees`

3. 从生成模型中获得联合概率，执行命令：

```
./build/nt-parser/nt-parser-gen -x -T data/train_gen.oracle --clusters data/word_clusters.txt -input_dim 256 --lstm_input_dim 256 --hidden_dim 256 -p test-samples.trees -m latest_model_gen > test-samples.likelihoods
```

4. 获得边缘概率，执行命令：

```
utils/is-estimate-marginal-llh.pl 2416 100 test-samples.props test-samples.likelihoods > llh.txt 2> rescored.trees
```

5. 执行以下四个命令：

```
utils/add-fake-preterms-for-eval.pl rescored.trees > rescored.preterm.trees
utils/replace-unks-in-trees.pl data/test.oracle rescored.preterm.trees > hyp.trees
python2 utils/remove_dev_unk.py data/test.stem hyp.trees > hyp_final.trees
EVALB/evalb -p EVALB/COLLINS.prm data/test.stem hyp_final.trees > parsing_result.txt
```

6. 以上命令可以集成为一个脚本，参见 `/work4/zhangsy/rnng/test-gen.sh`。

llh.txt 文件中的最后几行会给出 language model 中边缘概率  $p(x)$  的 perplexity，大约可以达到 88.66。parsing\_result.txt 中给出了 generative model 的准确率，F1 值大约为 92.88。

## 6. Reference

- [1] Dyer C, Kuncoro A, Ballesteros M, et al. Recurrent Neural Network Grammars[J]. 2016.
- [2] <https://github.com/clab/rnng>
- [3] <http://dynet.readthedocs.io/en/latest/install.html>