Learning annotated hierarchies from relational data

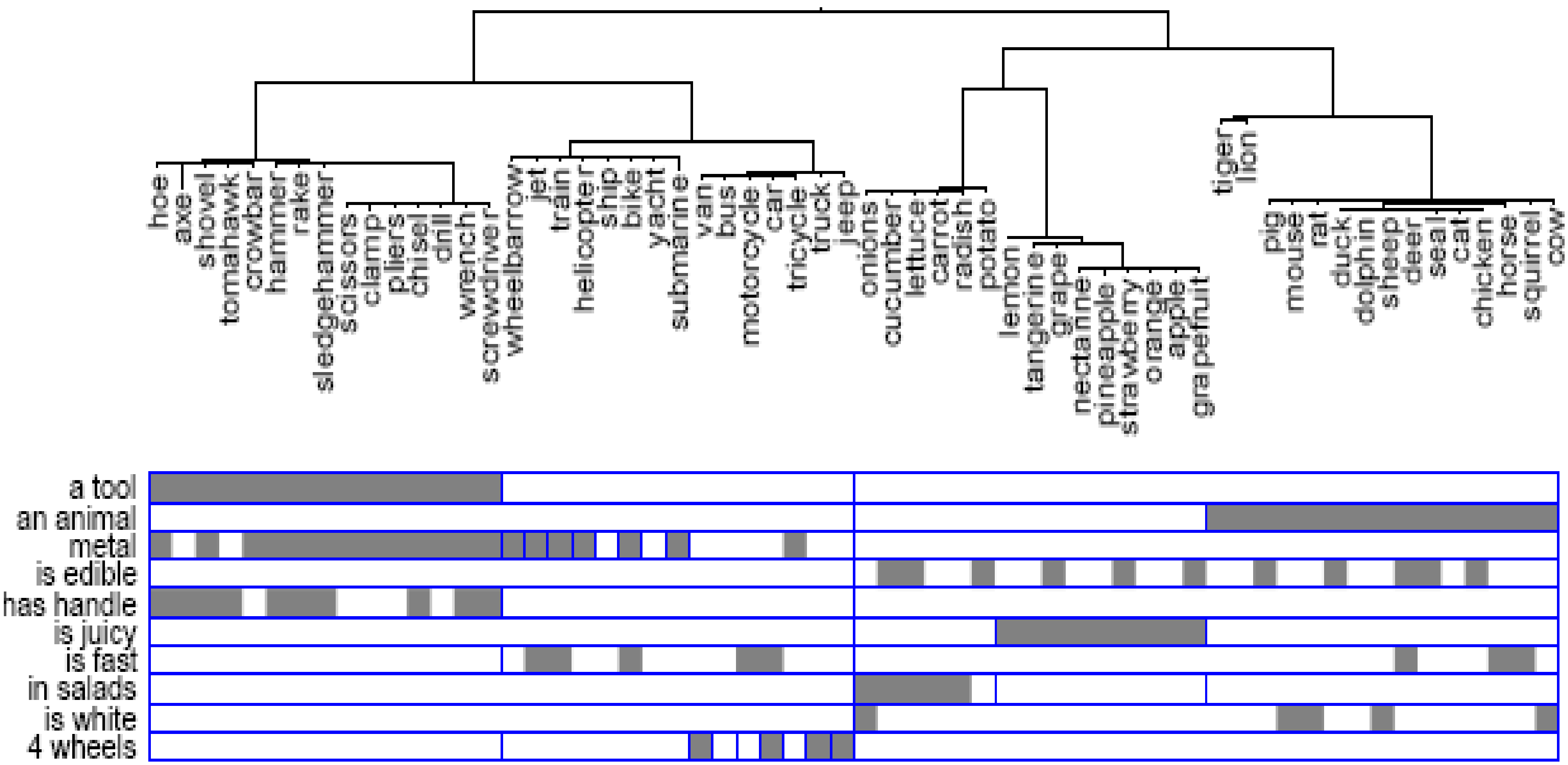
Daniel M. Roy, Charles Kemp, Vikash K. Mansinghka, and Joshua B. Tenenbaum

発表者:清水伸幸(東大)

目次

- 目的
  - RelationやFeatureを持った物体のデータから、階層のある分類表を発見したい。
- 方法
  - 設定
  - 全体像
    - Generative Model
    - Inference
    - MCMC
- 結論

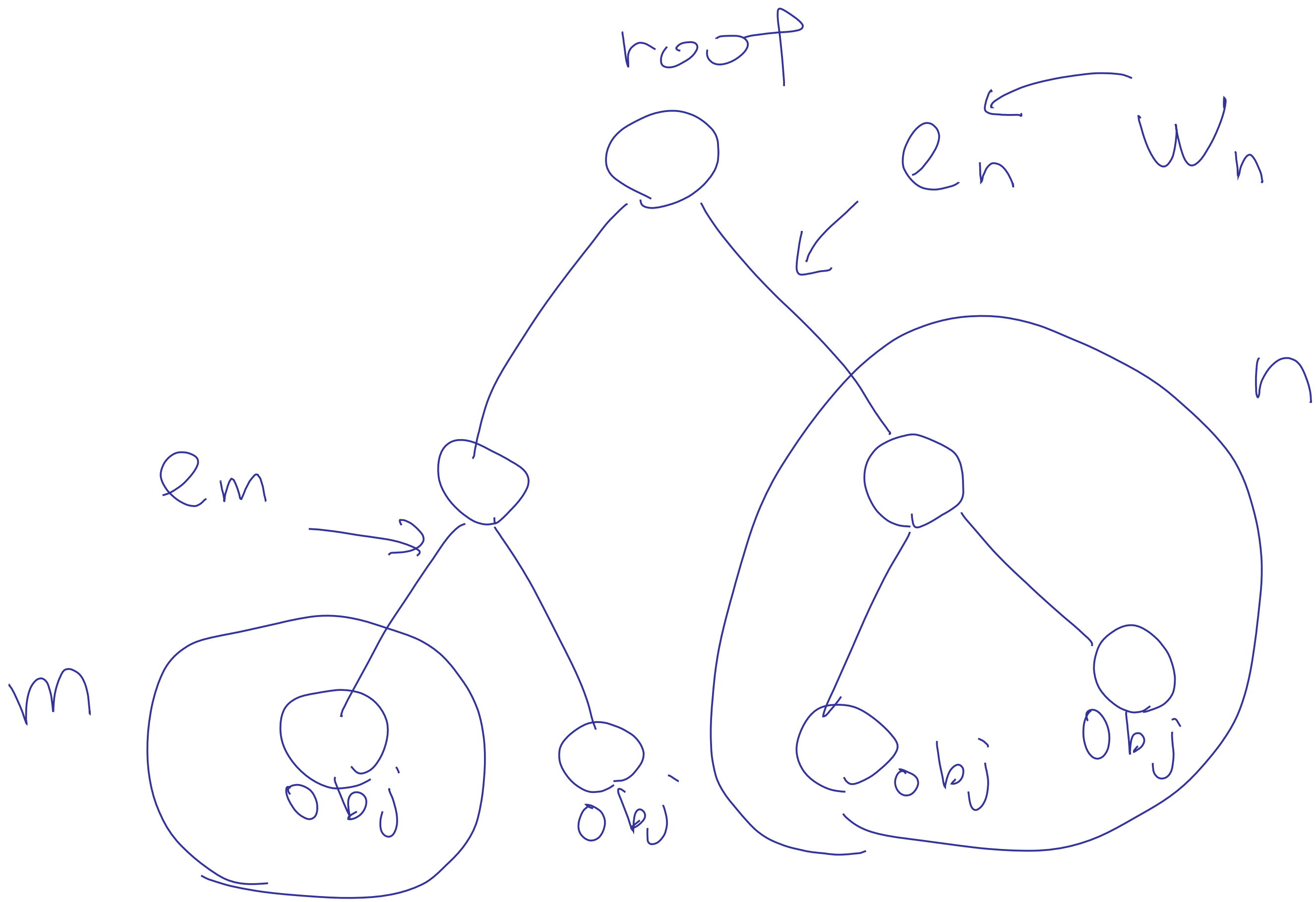
目的



hoe
axe
shovel
tomahawk
crowbar
hammer
rake
sledgehammer
scissors
clamp
pliers
chisel
drill
wrench
screwdriver
wheelbarrow
jet
train
helicopter
ship
bike
yacht
submarine
van
bus
motorcycle
car
tricycle
truck
jeep
onions
cucumber
lettuce
carrot
radish
potato
lemon
tangerine
grape
nectarine
pineapple
strawberry
orange
apple
grapefruit
tiger
lion
pig
mouse
rat
duck
dolphin
sheep
deer
seal
cat
chicken
horse
squirrel
cow
a tool
an animal
metal
is edible
has handle
is juicy
is fast
in salads
is white
4 wheels

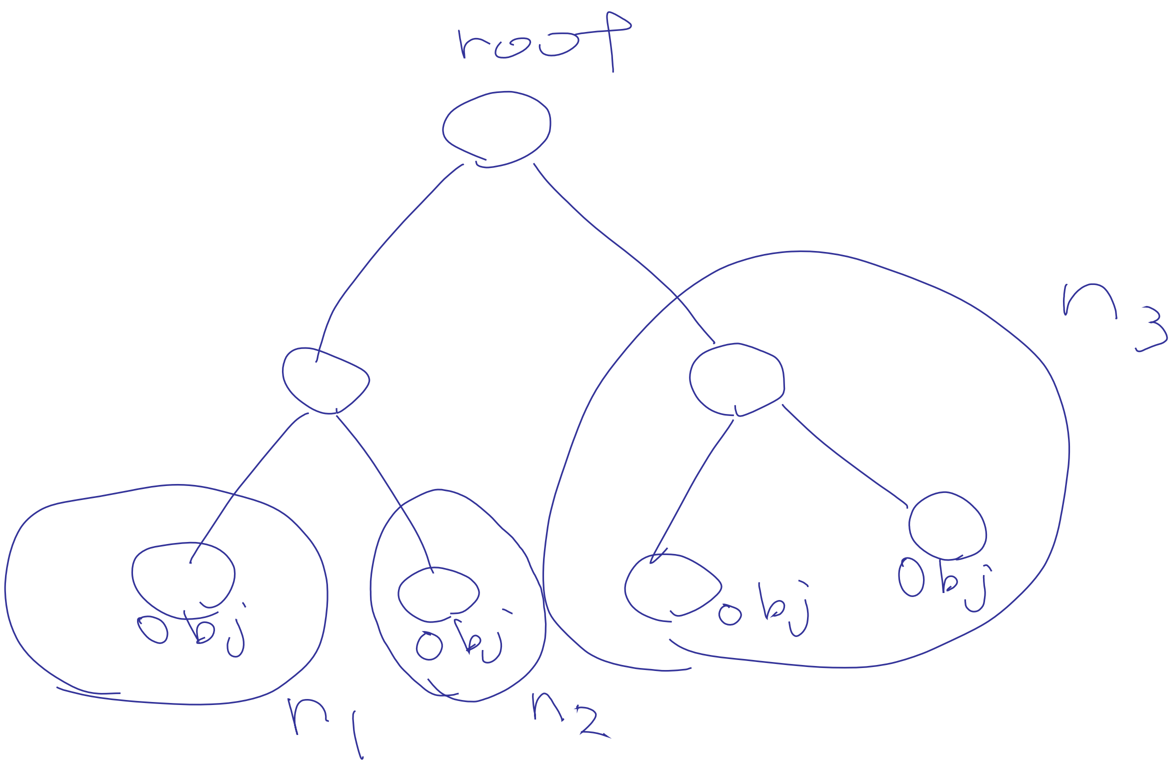
設定 1

- Weighted Binary Tree



設定 2

- Tree Consistent Partition
  - Each Object Belongs to Exactly One Subtree
  - Set of Subtrees, {n1, n2, n3}



全体像 1

- こういった treeから、 weightが重いと同じ値を持ちやすくなるような、feature をgenerateするモデルを考える。
- 同じく、relation をgenerateするモデルも考える。

全体像 2

- feature と relationのデータが与えられた後の tree の posterior probabilityは、feature と relation の marginal probabilityの掛け算がある式で決まる。

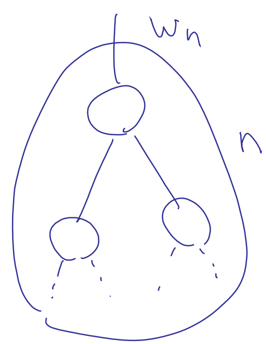
- Marginal Probabilityを見つける必要がある。

全体像 3

- この、posterior が高いtreeを探すために、MCMCスキームで検索する。
- 一番はじめの weight は、agglomerative hierarchical clusteringで決める

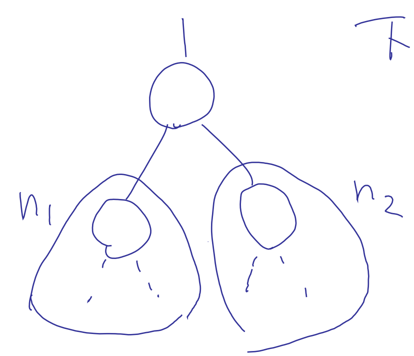
Generative Model 1

- uniform distribution から treeを選ぶ。
- exponential prior distributionからweightをサンプルする。
- Partitionをgenerate する。



$1-e^{-w_n}$ の確率で n をpartitionの1つにする

そうでなければ 下へ.



Generative Model 2

- partitionごとに、Beta distribution から feature が起こる確率を引く。
- その確率を元に、Bernoulli distributionから、featureが出たかどうかを引く。
- 以上で、featureのgeneration終わり。
- relationについても、partitionのペアについて同じようなことをすればよい。

Inference 1

$$P(T|D,\lambda,\gamma) \propto P(T|\lambda)\ P(D|T,\gamma)$$

$$= \prod_{i=1}^{2\mathcal{O}-1} \lambda e^{-\lambda w_{n_i}} \prod_{f=1}^{F} P(\mathbf{d_f}|T,\gamma_f) \prod_{r=1}^{R} P(\mathbf{D_r}|T,\gamma_r)$$

- Posterior Probability of tree T given data D
- Dynamic Programming Algorithmで、featureと relation の　marginal probabilityが出せる。

$$P(\mathbf{d_f}|T,\gamma_f) \qquad\qquad P(\mathbf{D_r}|T,\gamma_r)$$

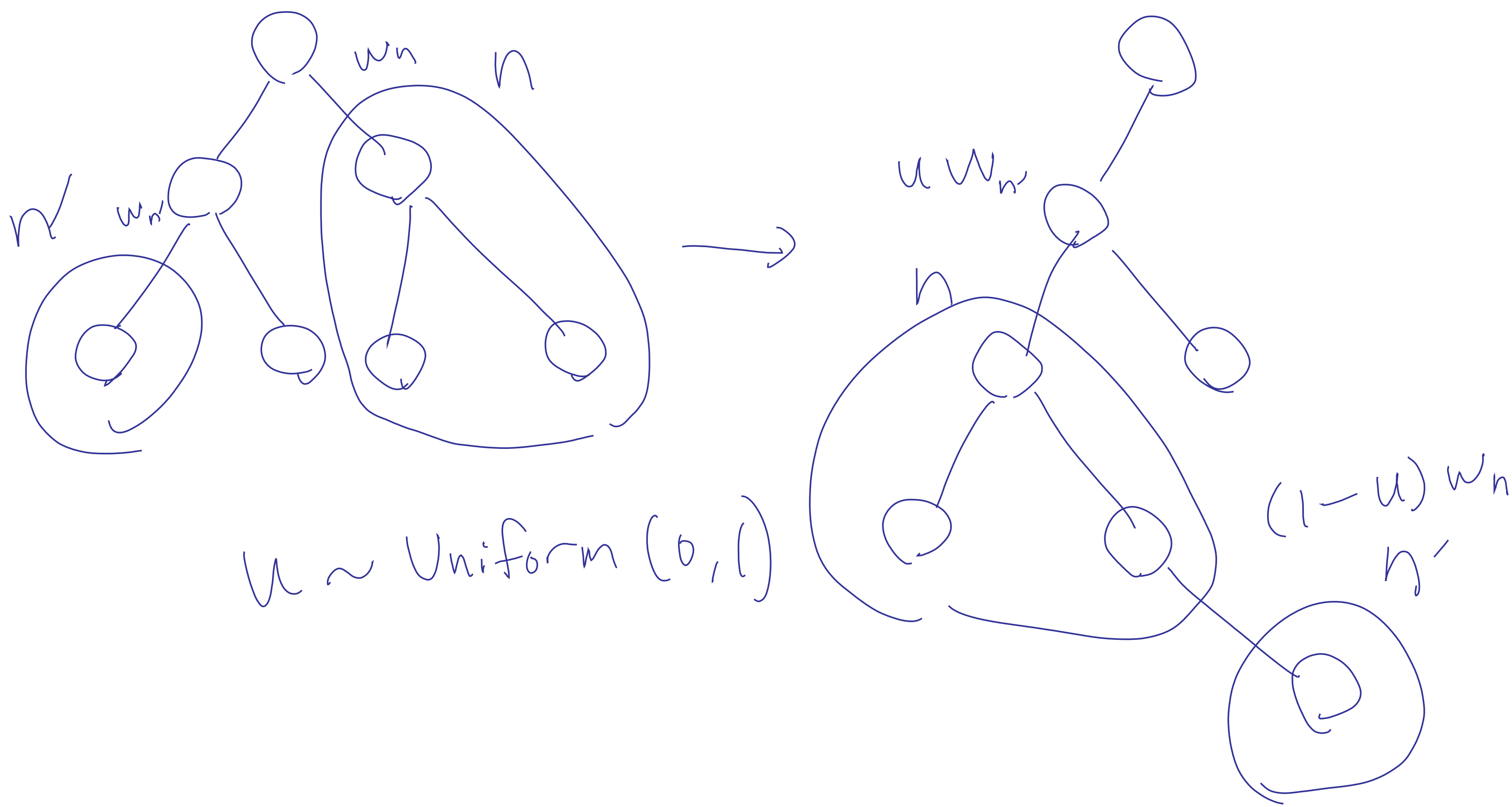
Inference 2

- $\mathbb{M}_f(n)$ は、beta-binomial distributionのmarginal likelihood.
- $\mathbb{T}_f(T) \quad = \quad P(\mathbf{d_f}|T, \gamma_f)$
- $\mathbb{T}_f(n) = \begin{cases} (1 - e^{-w_n})\mathbb{M}_f(n) + e^{-w_n}\mathbb{T}_f(n.\mathtt{left})\ \mathbb{T}_f(n.\mathtt{right}) & \text{if } n \text{ is an internal node} \\ \mathbb{M}_f(n) & \text{otherwise.} \end{cases}$

•Feature の marginal likelihoodはこうして得られる。

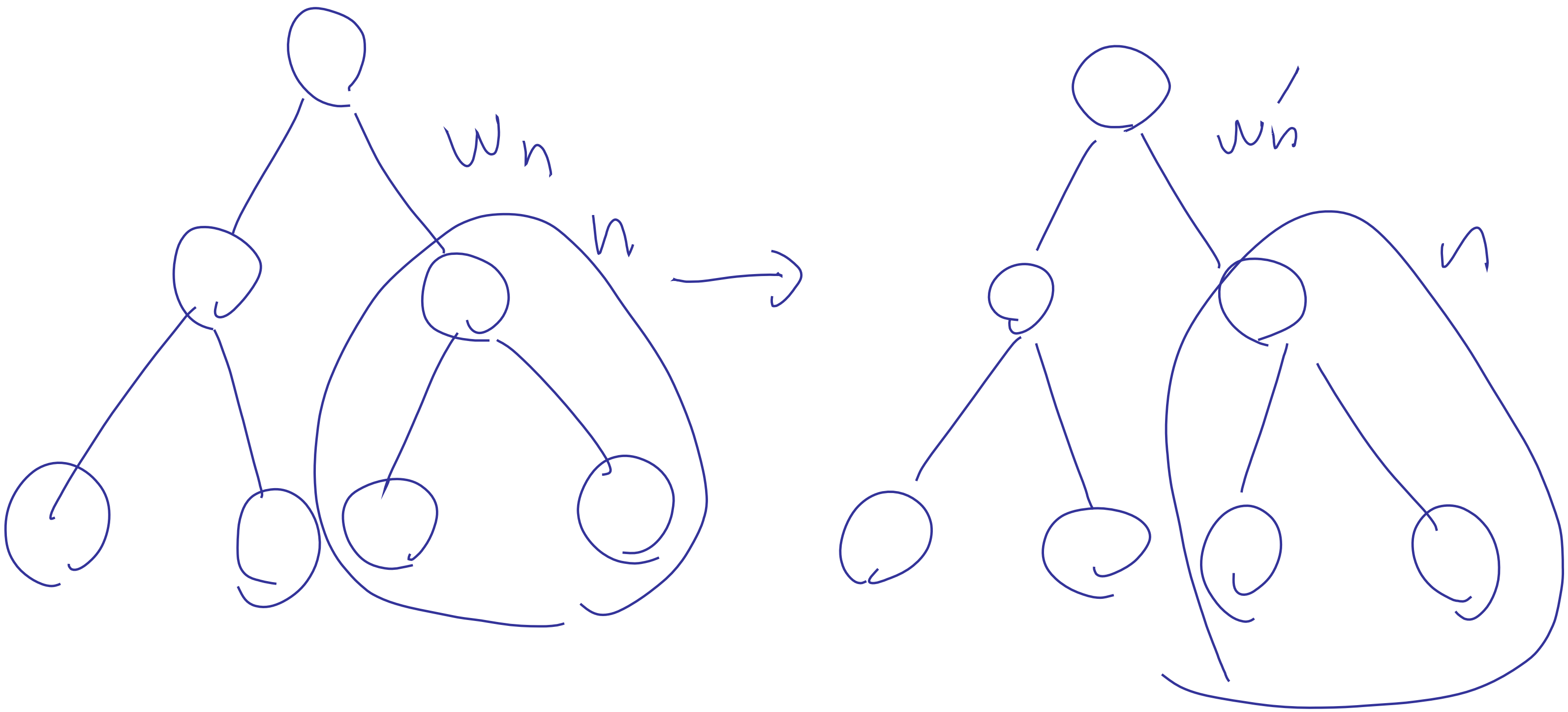
MCMC 1

- Subtree Pruning & Regrafting　（？？？）



MCMC 2

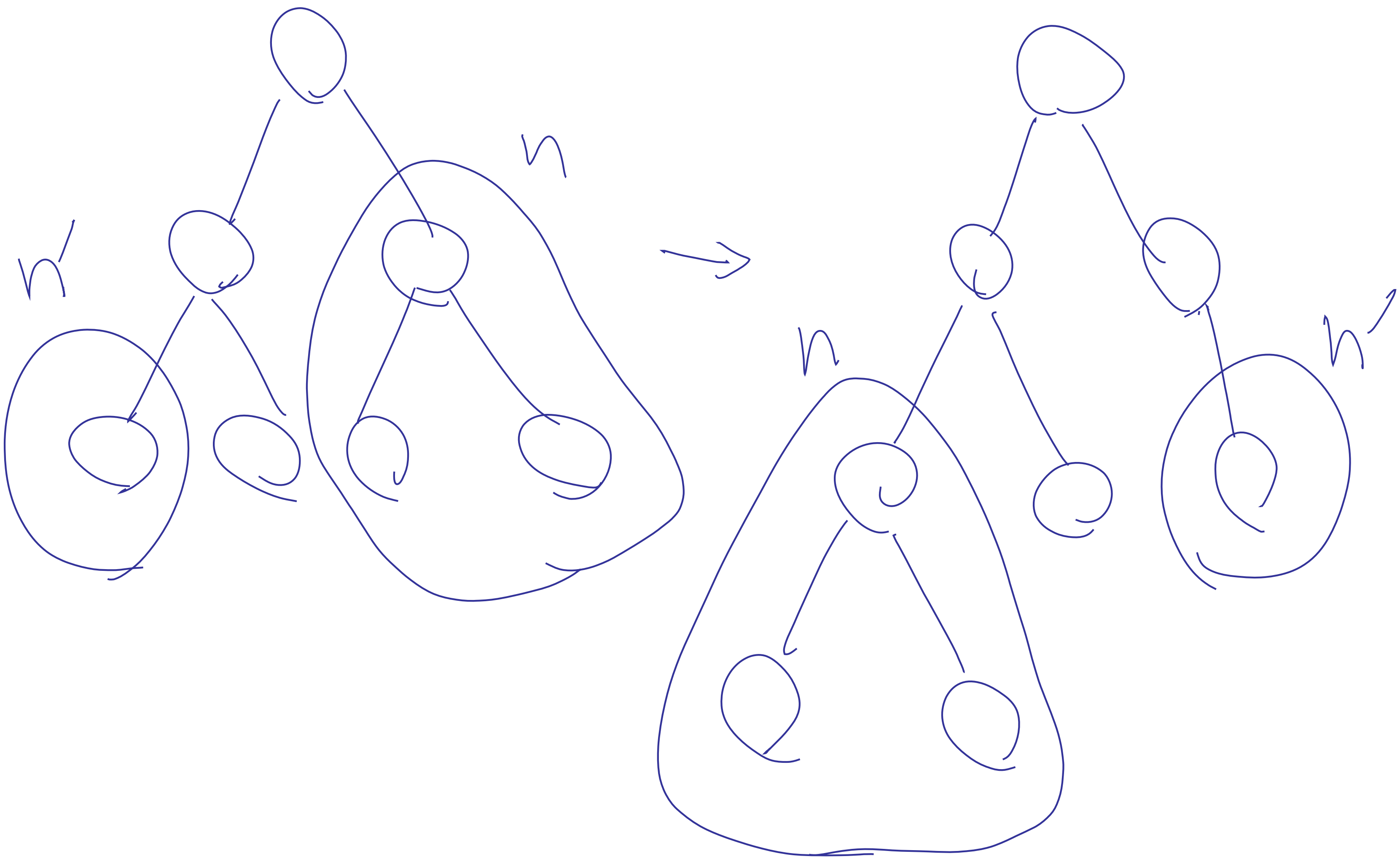
- Edge Weight Adjustment



$$w_n' \sim \text{Normal}(\log(w_t), 1)$$

MCMC 3

- Subtree Swapping



結論

- 今までのモデルと違い、いろいろなfeatureやrelationを混ぜても大丈夫。
- いくつかのデータできれいな階層構造を発見した。