Qiwi: テキスト中の数値情報マイニング

吉田稔、中川裕志（東京大学）

背景：テキスト中の数値

「入場料：大人2000円、子供1000円」
「社長に就任。富山県出身、58歳」
「肺炎で死去、78歳」

動機1：文字列としてでなく、数値として検索(範囲指定による検索等)したい

動機2：数値と言語の（共起）関係を捉えたい

年齢と呼称	典型的な値段	位置とイベント
3歳→男児（女児）	「コーヒー」→200円	1,000ft→「離陸」
20歳→若者	「サラダ」→500円	8,000ft→「落雷」
45歳→中年男性	「ランチ」→1000円	12,000ft→「揺れ」
80歳→老人	「ディナー」→3000円	25,000ft→「巡航」

提案：言語も数値も区別なく検索できるシステム

Query=「入場料は*」
Query=「3～6歳の*」
数値の範囲を一つの語彙のように使える

手法：Number Suffix Array

Suffix Array: すべての部分文字列のソートされたリスト

犬だった。そのことは…
犬との楽しい日々を…
犬ではなく、…
犬は嫌いです。でもドッグフードは…
犬も歩けば棒に当たるというのは、…
犬も歩けば棒に当たる！
犬も猫も大好き！
犬猫病院

構築

各数字の先頭に0を入れ、桁を揃える

「入場料：大人00002000円、子供00001000円」
「社長に就任。富山県出身、00000058歳」
「肺炎で死去、00000078歳」

その後、普通にSuffix Arrayを構築する
（ただし、数値の途中はインデックスしない）

数値範囲検索

数値範囲の最小値、最大値それぞれで検索
→その間にあるインデックスをすべて取得

Query=大人500～30000円

大人00000500円…
大人00001000円…
大人00001800人…
…
大人00030000円…

問題点：数値の右にある文字列は、整列していない
⇒対策：検索のたびにソートする

問題点：Query先頭が数値のとき、検索件数が膨大に
⇒対策1：数値以外を先に検索し、ソートする
→その後に先頭の数値を検索
⇒対策2：検索結果を記憶しておく

手法：検索結果のクラスタリング

検索結果中の数値は、”最小値～最大値”の形でまとめる
問題点：数値コレクションの表現として著しく不適切な場合

1,2,3,4,1000,1001,1002→1～1002
92年,94年,1993年,1999年→92～1999年

1,2,3,4,1000,1001,1002→1～4, 1000～1002
92年,94年,1993年,1999年→92～94年, 1993～1999年

数値の動的クラスタリング

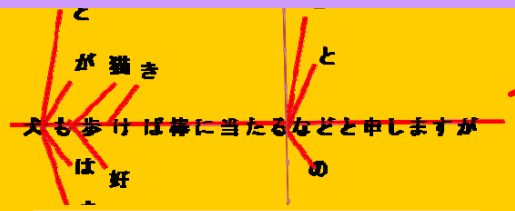
数値クラスタを、Dirichlet Process混合正規分布によりモデル化

$$\frac{\alpha^{|C|}}{\alpha^{(n)}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}^{n}\sigma_2^n}\prod_{j=1}^{|C|}(|C_j|-1)!\frac{1}{\sqrt{1+|C_j|(\frac{\sigma_1}{\sigma_2})^2}}exp\Big\{-\frac{1}{2\sigma_2^2}\Big\{(\sum_{i=1}^{|C_j|}x_{c_{ji}}^2)-\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2+|C_j|\sigma_1^2}(\sum_{i=1}^{|C_j|}x_{c_{ji}})^2\Big\}\Big\}$$

「クラスタリングの良さ」を、
クラスタ数の違うクラスタリング同士で比較できる
⇒「良いクラスタリング」を、Greedy Algorithmにより求める
（分割なしの状態から始めて、最適な分割を繰り返す）

応用：用例検索と同義語抽出

Kiwi:よく使われる言い回しの提示システム



Query=「犬も歩けば*」→「棒に当たる」

Number-Kiwi

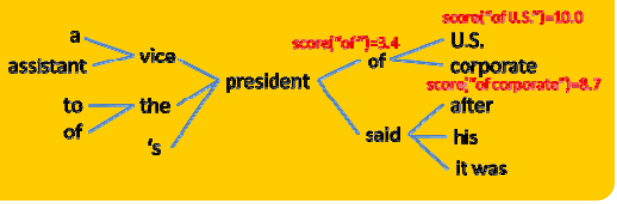
通常のKiwiに数値の取扱いを追加
Query=「入場料は*」→「大人1000～1500円、子供500～800円」
Query=「3～6歳の*」→「男児|女児|児童|…」

Number-Synonym

数値を入れると、それに類似する言葉を返す
10～20歳⇒[歳, 年, 中学生, カ月, 高校生, 小学生, ・・・]
70～90歳⇒[歳, 人, 中年, 齢, 寝たきり, 年配, 、こ, 被害者, 中学生, 痴ほう, ・・・]
3～8歳の⇒[歳の, 生の, 「, その, 、, この, 幼い, 人の, 年の, 若い,]

同義語抽出

「文脈をSuffix Arrayで検索する」ことによる動的同義語抽出



同義語抽出の精度向上

数値を文脈として使う

例：「高度8000ftにて落雷」
「高度7500ftで落雷」…

いままで：
「落雷」の文脈＝「高度:10, 8000ft:2, 7500ft:1, …」
（または、すべて0に正規化）

「落雷」の文脈＝「高度:10, 3000～15000ft:20, …」