

# プライバシーを保護する特許 検索

中川研 M2 胡 瀚林  
指導教員：中川 裕志 教授

2016 年月日

① 背景紹介

② 既存研究

③ プライバシー分析

④ まとめ

⑤ 参考文献

① 背景紹介

② 既存研究

③ プライバシー分析

④ まとめ

⑤ 参考文献

# 特許

## 特許とは？

- 特許法第1条には、「この法律は、発明の保護及び利用を図ることにより、発明を奨励し、もつて産業の発達に寄与することを目的とする」とある。
- 特許制度は、発明者には一定期間、一定の条件のもとに特許権という独占的な権利を与えて発明の保護を図る一方、その発明を公開して利用を図ることにより新しい技術を人類共通の財産としていくことを定めて、これにより技術の進歩を促進し、産業の発達に寄与しようというものである。

# 特許

## 特許請求の範囲

【請求項 1】植物の種子をパルプ繊維の水懸濁液に混合して抄紙する播種シートの製造方法。

【請求項 2】水懸濁液にさらに水溶性接着剤を添加する請求項 1 記載の播種シートの製造方法。

【請求項 3】あらかじめ種子を低粘度多価アルコールで被覆する請求項 1 記載の播種シートの製造方法。

## 特許請求の範囲の作成方法

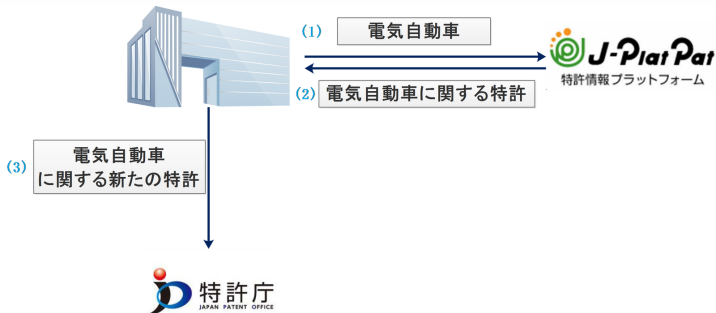
8 技術用語は、学術用語を用いる。

9 用語は、その有する普通の意味で使用し、かつ、明細書及び特許請求の範囲全体を通じて統一して使用する

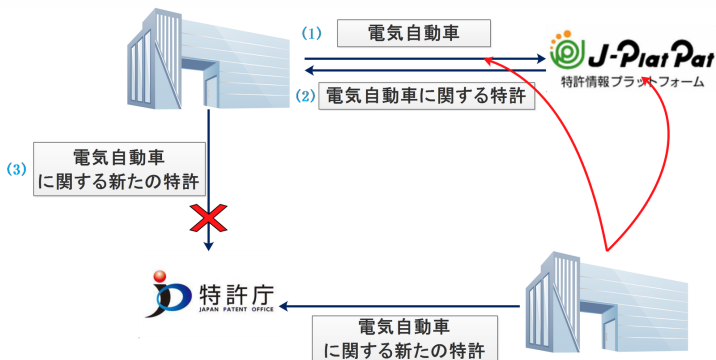
# 特許検索

検索タイプ	検索対象 (specification)	検索目的
技術水準調査 (State of the Art Search)	アイデア	自分の発明に関連する背景知識を得る
新規性調査 (Novelty Search)	特許文章	特許登録の可能性を判断する
侵害調査 (Infringement Search)	商品と 商品に関連する技術	権利侵害とならないかを判断する

# 新規性調査



# 新規性調査





# 特許検索質問

## 播種シートの製造方法

植物 種子 パルプ 繊維 水 液 混合 抄 紙 播種 シート 製造 方法 水溶 性 接着 剤  
添加 記載 度 価 アルコール 被覆

- 検索質問は単語 (名詞) の集合である
- 質問に含む単語数が多い
  - ウェブ検索:2.35 特許検索:20.1
- 専門用語が多い

# テキスト検索



- 検索質問  $q$ : 単語の集合
- 質問  $q$  の検索結果  $R(Q)$ : 文章の集合

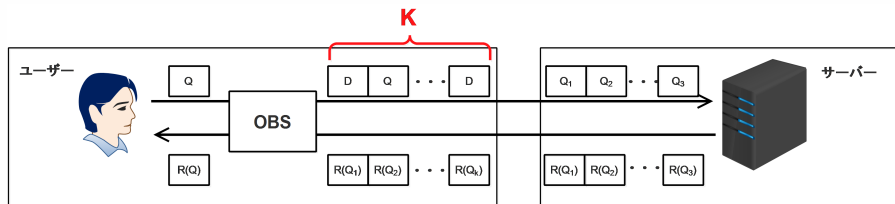
# テキスト検索

## ユニバーサル質問集合: $Q$

$W$  を全ての単語の集合とする．ユニバーサル質問集合  $Q$  とは  $W$  の冪集合である，つまり

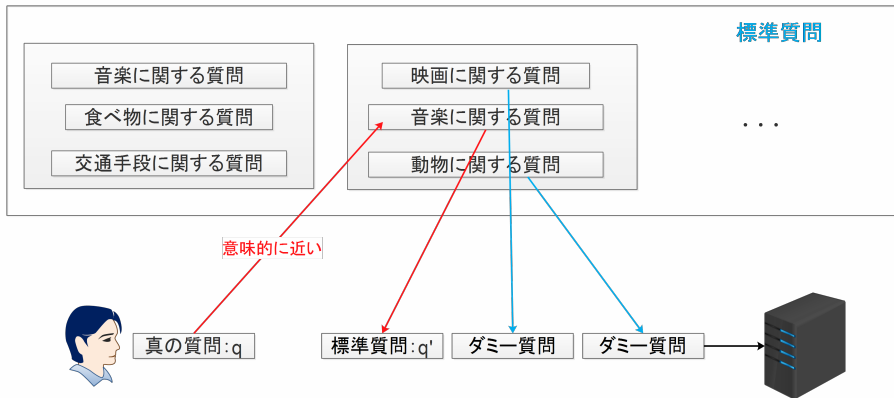
$$Q = P(W) = \{X | X \subset W\} \quad (1)$$

# Obfuscation Search



- 真の質問と  $K - 1$  個真の質問と区別できないダミー質問と同時に検索する
- サーバーが真の質問を見つける確率が  $1/k$

# Obfuscation Search:例



- 実践的には長い質問に対応できない
- 質問  $q'$  を使うことより検索の精度と再現率が下がる

# 目標

- 長い質問に対応できる
- 専門用語が多いダミーを生成できる
- 検索の精度と再現率を維持できる

① 背景紹介

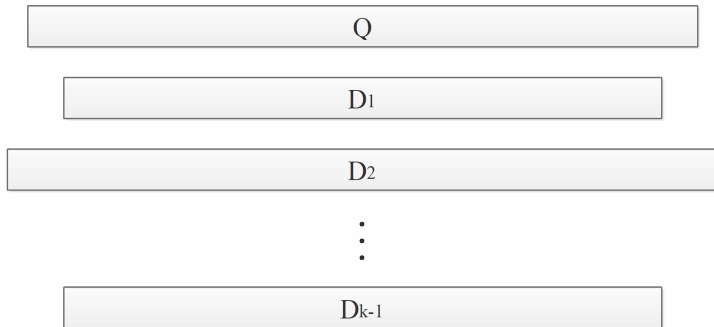
② 既存研究

③ プライバシー分析

④ まとめ

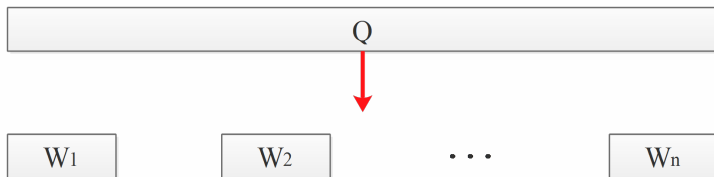
⑤ 参考文献

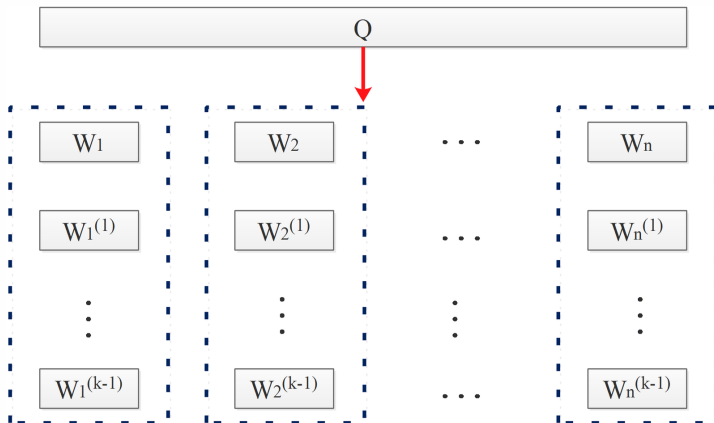
# Embellishing Text Search Queries to Protect User Privacy (PDX10)



真の質問である可能性がある質問数:  $K$







真の質問である可能性がある質問数:  $K \rightarrow K^n$

# テキスト検索

単語	文章 id
モーツァルト	1, 3
交響曲	1, 2, 3
パン	2, 4
飛行機	4

転置フィル

ユーザー質問：モーツァルト 交響曲  
検索結果： $R = \{1, 3\} \cup \{1, 2, 3\} = \{1, 3\}$

# テキスト検索

単語	〈 文章 id, 単語と文章の関係値 〉
モーツァルト	〈1, 1〉, 〈3, 2〉
交響曲	〈1, 1〉, 〈2, 3〉, 〈3, 2〉
パン	〈2, 1〉, 〈4, 1〉
飛行機	〈4, 2〉

## 転置フィル

ユーザー質問：モーツァルト 交響曲

質問単語の転置リストに存在する各文章の関係値を計算する：

$\{\langle 1, 1 + 1 \rangle, \langle 2, 3 \rangle, \langle 3, 2 + 2 \rangle\} = \{\langle 1, 2 \rangle, \langle 2, 3 \rangle, \langle 3, 4 \rangle\}$

関係値により並び替える： $R = \{3, 2, 1\}$

# テキスト検索



単語  $W_i$  に対して文章  $d_j$  のスコア:  $s_{ij}$

質問  $Q$  に対して文章  $d_j$  のスコア:  $s_j = \sum_{i \in Q} s_{ij}$

スコアが上位  $m$  個にある文章を質問  $Q$  の検索結果として返す

# 準同型暗号

## 定義 (準同型暗号)

二つの暗号文  $Enc(m_1), Enc(m_2)$  が与えられた時に、平文や秘密鍵なしで  $Enc(m_1 \circ m_2)$  を計算できる暗号

## 例 (加算ができる準同型暗号)

$E(\cdot)$  : 暗号化  $D(\cdot)$  : 復号

- ランダム性:  $E(m) \neq E(m)$
- $E(m_1) \cdot E(m_2) = E(m_1 + m_2)$
- $E(m)^q = E(m \cdot q), q \in \mathbb{Z}^+$

# 質問検索-ETS

$$Q \quad \begin{array}{|c|} \hline W_1^{(1)}, E(u_1^{(1)}) \\ W_1^{(2)}, E(u_1^{(2)}) \\ \vdots \\ W_1^{(k)}, E(u_1^{(k)}) \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|} \hline W_2^{(1)}, E(u_2^{(1)}) \\ W_2^{(2)}, E(u_2^{(2)}) \\ \vdots \\ W_2^{(k)}, E(u_2^{(k)}) \\ \hline \end{array} \quad \dots \quad \begin{array}{|c|} \hline W_n^{(1)}, E(u_n^{(1)}) \\ W_n^{(2)}, E(u_n^{(2)}) \\ \vdots \\ W_n^{(k)}, E(u_n^{(k)}) \\ \hline \end{array} \quad u_i^{(k)} = \begin{cases} 0 & i, k \notin Q^* \\ 1 & i, k \in Q^* \end{cases}$$

単語  $W_i^{(k)}$  に対して文章  $d_j$  のスコア:  $s'_{ikj} = E(u_i^{(k)})(s_{ikj}) = E(u_i \cdot (s_{ikj}))$   
 質問  $Q$  に対して文章  $d_j$  のスコア:  $s_j = \prod_{i,k \in Q} s'_{ikj} = E(\sum_{i,k \in Q^*} s_{ikj})$   
 スコアが 0 ではない文章を全部返す

# 質問検索-ETS

モーツァルト  
飛行機

パン  
交響曲

単語	〈 文章 id, 単語と文章の関係値 〉
モーツァルト	〈1, 1〉, 〈3, 2〉
交響曲	〈1, 1〉, 〈2, 3〉, 〈3, 2〉
パン	〈2, 1〉, 〈4, 1〉
飛行機	〈4, 2〉

ユーザー質問：モーツァルト 交響曲

質問: {〈 モーツァルト ,  $E(1)$  〉, 〈 飛行機 ,  $E(0)$  〉, 〈 パン ,  $E(0)$  〉, 〈 交響曲 ,  $E(1)$  〉}

質問単語の転置リストに存在する各文章の暗号化した関係値を計算する:

$$\begin{aligned} R &= \{ \langle 1, E(1)^1 * E(0)^1 \rangle, \langle 2, E(1)^3 * E(0)^1 \rangle, \langle 3, E(1)^2 + E(1)^2 \rangle, \langle 4, E(0)^1 + E(0)^2 \rangle \} \\ &= \{ \langle 1, E(1 * 1 + 0 * 1) \rangle, \langle 2, E(1 * 3 + 0 * 1) \rangle, \langle 3, E(1 * 2 + 1 * 2) \rangle, \langle 4, E(0 * 1 + 0 * 2) \rangle \} \\ &= \{ \langle 1, E(1) \rangle, \langle 2, E(3) \rangle, \langle 3, E(4) \rangle, \langle 4, E(0) \rangle \} \end{aligned}$$

質問者が暗号化した関係値を復号し, 並び替える:

$$R \rightarrow \{ \langle 1, 1 \rangle, \langle 2, 3 \rangle, \langle 3, 4 \rangle, \langle 4, 0 \rangle \} \rightarrow \{ 4, 2, 3 \}$$



# Wordnet

## スクリーンショット

Synset 02068974-n <sup>1</sup>

Jpn: 海豚, ドルフィン, イルカ <sup>2</sup>

Eng: *dolphin*

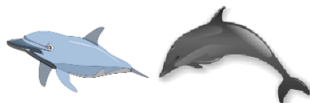
<sup>3</sup> Jpn: くちばしのような鼻先を持つ様々な小型歯クジラ各種; ネズミイルカよりも大きい;  
Eng: any of various small toothed whales with a beaklike snout; larger than porpoises;

Hype: [toothed whale](#)

Hypo: [delphinus](#) [delphis](#) [white whale](#) [grampus](#) [griseus](#) [bottlenose dolphin](#)  
[pilot whale](#) [sea wolf](#) [river dolphin](#) [porpoise](#) <sup>4</sup>

Hmem: [delphinidae](#)

SUMO: [c AquaticMammal](#) <sup>5</sup>



<sup>6</sup>

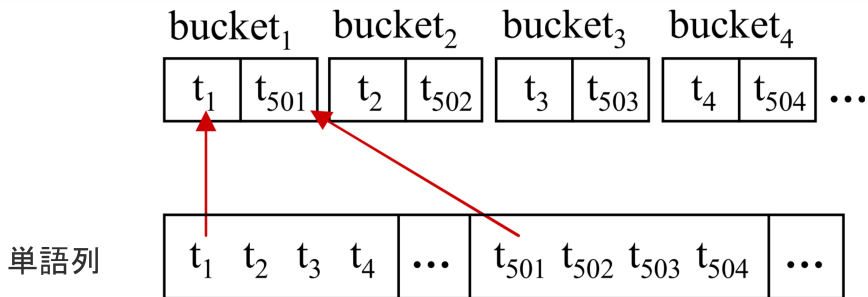
- <sup>1</sup> synset番号(synset offset)
- <sup>2</sup> 同義語(synonym)
- <sup>3</sup> 定義文・例文(gloss)
- <sup>4</sup> 関連synsetとのリンク
- <sup>5</sup> 他の言語資源とのリンク
- <sup>6</sup> 画像

単語を類義関係のセット (synset) でグループ化し、一つの synset が一つの概念に対応する  
各 synset は上位下位関係などの関係で結ばれている

# バケツ作り

- 全ての synset を関係数が多い方から小さい方への順で処理する
- 同じ単語を持つ synset を隣に並べる
- 反意関係，上位下位関係，全体部分関係を持つ synset を隣に並べる

# 単語列



# Wordnet

## スクリーンショット

Synset 02068974-n <sup>1</sup>

Jpn: 海豚, ドルフィン, イルカ <sup>2</sup>  
Eng: dolphin

<sup>3</sup> Jpn: くちばしのような鼻先を持つ様々な小型歯クジラ各種; ネズミイルカよりも大きい;  
Eng: any of various small toothed whales with a beaklike snout; larger than porpoises;

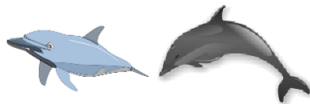
Hype: [toothed whale](#)

Hypo: [delphinus](#) [delphis](#) [white whale](#) [grampus](#) [griseus](#) [bottlenose dolphin](#)  
[pilot whale](#) [sea wolf](#) [river dolphin](#) [porpoise](#)

Hmem: [delphinidae](#)

<sup>4</sup>

SUMO: c [AquaticMammal](#) <sup>5</sup>



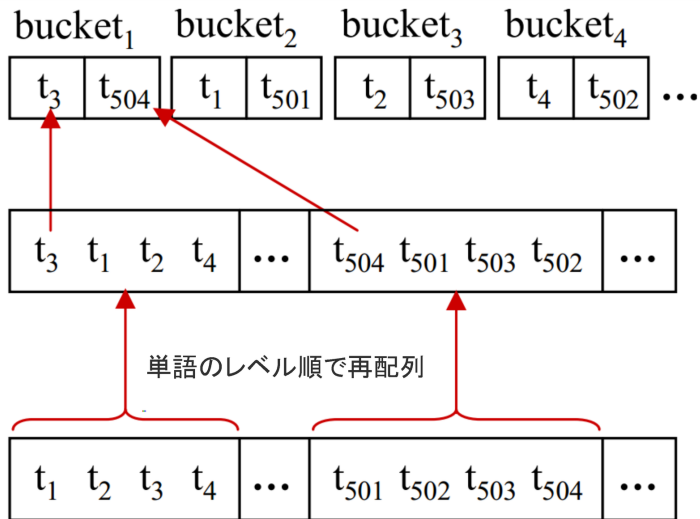
<sup>6</sup>

- <sup>1</sup> synset番号(synset offset)
- <sup>2</sup> 同義語(synonym)
- <sup>3</sup> 定義文・例文(gloss)
- <sup>4</sup> 関連synsetとのリンク
- <sup>5</sup> 他の言語資源とのリンク
- <sup>6</sup> 画像

実体/entity 以外全部の名詞の上位語が唯一に存在する  
上下位関係を枝とすると、Wordnet 中の名詞が木の形になる



# Wordnet



① 背景紹介

② 既存研究

③ プライバシー分析

④ まとめ

⑤ 参考文献

# クエリ分析

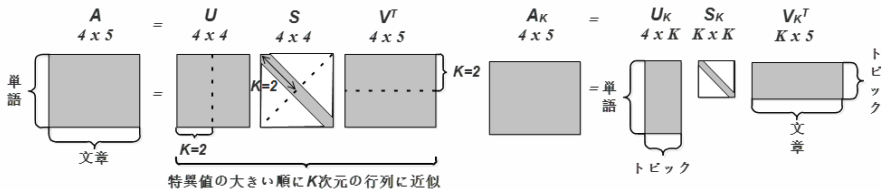
メタノール	水蒸気	反応	水素	透過	膜	...	燃料
衡平	グンバイムシ	水力	上唇	ドアロック	沈殿	...	ベーキングパウダー
ルシタニア	ファースト	テアトル	水素	認知心理学	膜	...	運転者
メタノール	水蒸気	反応	長引かせること	透過	組織図	...	燃料
分限者	カランツ	意味合	発明品	イーサネットケーブル	原稿	...	黒泥土

真の質問の単語は全部燃料電池と関係あるが、ダミー単語の意味がバラバラである

もし単語が意味によって分類できるなら、燃料電池と関係がある単語が他のクラスに属する単語の数より多いことが考えられる



# Latent Semantic Indexing



## 潜在的意味インデキシング

単語・文書行列  $A$  の  $(i, j)$  番目の要素は  $i$  番目の単語が  $j$  番目の文章に出現した回数である

$A$  を特異値分解  $A = USV^T$  し、 $U$ 、 $S$ 、 $V$  の各列ベクトルを特異値が大きい順に  $K$  個用いて  $A$  の低ランク近似  $A_K = U_K S_K V_K^T$  を得る  
このように低ランク分解によって、単語とトピックの関係を分析できる

$A_K$  の  $(i, j)$  番目の要素は  $i$  番目の単語と  $j$  番目のトピックの関係を表す

# 国際特許分類

## A61C 5/08A

セクション:A  
サブセクション: 61  
クラス: C  
メイングループ:5  
サブグループ:08

健康および娯楽  
医学または獣医学:衛生学  
歯科:口腔または歯科衛生  
歯の充填または被覆  
歯冠:その製造; 口中での歯冠固定

今回は同じ分類に属する全部の文章を1文章としてLSIを行った

# メイントピック攻撃

メタノール	水蒸気	反応	水素	透過	膜	...	燃料
衡平	グンバイムシ	水力	上唇	ドアロック	沈殿	...	ベーキングパウダー
ルシタニア	ファースト	テアトル	水素	認知心理学	膜	...	運転者
メタノール	水蒸気	反応	長引かせること	透過	組織図	...	燃料
分限者	カランツ	意味合	発明品	イーサネットケーブル	原稿	...	黒泥土

## メイントピック攻撃

- ダミーを含んでいる質問のメイントピックを確定する
- 各単語バケツの中，メイントピックと一番関係強い単語を真の質問単語にする

# メイントピック攻撃:例

モーツァルト

飛行機

パン

交響曲

	$t_1$ (食べ物)	$t_2$ (音楽)	$t_3$ (交通手段)
$w_1$ (モーツァルト)	0	1	0
$w_2$ (交響曲)	0	1.5	0
$w_3$ (パン)	1.5	0	0
$w_4$ (飛行機)	0	0	1

ユーザー質問：モーツァルト 交響曲

$$\ell_Q = \ell_{w_1} + \ell_{w_2} + \ell_{w_3} + \ell_{w_4} = (1.5, 2.5, 1)$$

$$\text{Maintopic} = \operatorname{argmax}_t \ell_Q[t] = t_2$$

# メイントピック攻撃:例

モーツァルト

飛行機

パン

交響曲

	$t_1$ (食べ物)	$t_2$ (音楽)	$t_3$ (交通手段)
$w_1$ (モーツァルト)	0	1	0
$w_2$ (交響曲)	0	1.5	0
$w_3$ (パン)	1.5	0	0
$w_4$ (飛行機)	0	0	1

ユーザー質問：モーツァルト 交響曲

$$\ell_{w_1}[t_2] = 1 > \ell_{w_4}[t_2] = 0$$

$$\ell_{w_3}[t_2] = 0 < \ell_{w_2}[t_2] = 1.5$$

$$Q^* = \{ \text{モーツァルト}, \text{交響曲} \}$$

# プライバシー分析

重複を除いた単語数	2,973,096
文章数	3,496,253
質問数	2,908
質問平均単語数	21.0
メイントピック攻撃成功率	90.1%

① 背景紹介

② 既存研究

③ プライバシー分析

④ まとめ

⑤ 参考文献

# まとめ

- 質問を単語ごとに分割し，暗号と組み合わせる手法
- 質問のメインピックを保護するのは難しい
- Wordnetではなく他のダミー単語を生成するツールが欲しい



① 背景紹介

② 既存研究

③ プライバシー分析

④ まとめ

⑤ 参考文献

# Bibliography I

HweeHwa Pang, Xuhua Ding, and Xiaokui Xiao.

Embellishing Text Search Queries to Protect User Privacy.

*Proc. VLDB Endow.*, 3(1-2):598–607, September 2010.