



1

研究室紹介

長尾研

長尾研概略(2020年2月8日現在)

- ⇒ 教員: 長尾 篤樹(助教) 居室: 302室
 - ⇒ 専門: 理論計算機科学
(特に計算量理論, アルゴリズム論)
 - ⇒ 授業: 2年前期『~~システムプログラミング実習~~』
3・4年後期『計算基礎論』◎
- ⇒ 研究室: 309室
 - ⇒ 学生: B4 1名
 - 1期生が一人. みなさんは2期生になります
 - ⇒ 来年度は部屋が移動してるかも…?



長尾研スケジュール予定

⇒ゼミ・ミーティング

⇒合同ゼミ・単独ゼミ 証明を読もう！

⇒卒研用に個別ミーティング

⇒学会等

⇒7月末：合宿形式のシンポジウム

⇒去年は蒲郡(名古屋) 今年は九州？

⇒随時：成果が出れば各地で学会発表

⇒良い結果だと海外

⇒それなりな結果でも日本各地へ



専門分野の説明



理論計算機科学

- ⇒ 計算機科学分野のうち, 理論を扱う分野
 - ⇒ 組合せ理論・グラフ理論・情報理論等を扱う
 - ⇒ 確率論・代数等も時々扱う



計算量理論

- ⇒ 問題(関数や言語, 集合)の難しさを
- ⇒ その問題を解く計算モデルの要求するリソースの規模によってクラス分けする学問



つまりなんなの？

⇒ 競技プログラミング がかなり近い

⇒ NP完全な問題は競プロに頻出

⇒ 如何にごまかしごまかし解くか

⇒ 知ってる別の問題に帰着できないか

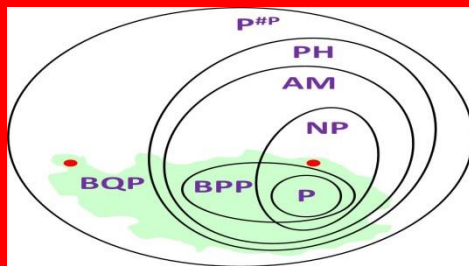
⇒ 簡単な問題でもより速く省メモリに

⇒ アルゴリズムの研究も、
計算量の研究も歓迎します。

扱うテーマはいろいろ

- ⇒ キーワード: NP完全, アルゴリズム
- ⇒ 論理パズル・組合せゲーム等も...

計算量理論



厳密アルゴリズム

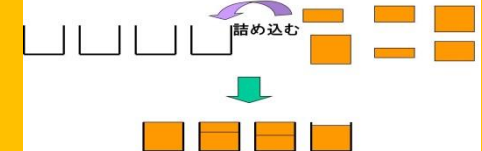
Exponential Time Algorithms for 3SAT

- 2^n algorithm is trivial
 - 1.618" [Monien, Speckenmeyer 85]
- $$F = (x_1 \vee x_2 \vee x_3)(x_1 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5)(\bar{x}_2 \vee \bar{x}_6) \cdots (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5) \cdots$$
- $x_2 = 0 \rightarrow T(n-1)$
 $x_2 = 1 \rightarrow T(n-2)$
- $$T(n) = T(n-1) + T(n-2) \Rightarrow T(n) = \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n$$
- always size 2?
 $F = \cdots \cdots (x_1 \vee \circ \vee \circ) \cdots \cdots (\bar{x}_1 \vee \circ \vee \circ) \cdots \cdots$

近似アルゴリズム

ビンパッキング

- 使用するビン(箱)の数が最小になるように、アイテムを詰め込む。



性質検査

- 大規模なグラフを扱う機会が増えている。
 - Webグラフ, ソーシャルネットワーク
- これらのグラフの性質を調べたい。



オンラインアルゴリズム

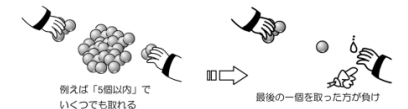


- 1000株持つてどうする?
- 買い増す
- 現状維持
- 売り払う

将来が予想できない状況で最適になるよう動作を考える

組合せゲーム理論

二人対戦石取りゲーム (ニム)



- 先手が有利? 後手が有利?
- 石取りゲームはルールによっては簡単に先手必勝手順が見つかる
- じゃあ「一列に並べて隣り合う石しか取れない」ルールなら...?
- 一列ではなく、グラフの頂点に石を置いてみると...?

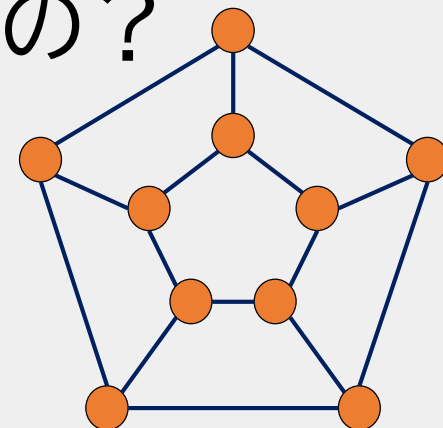
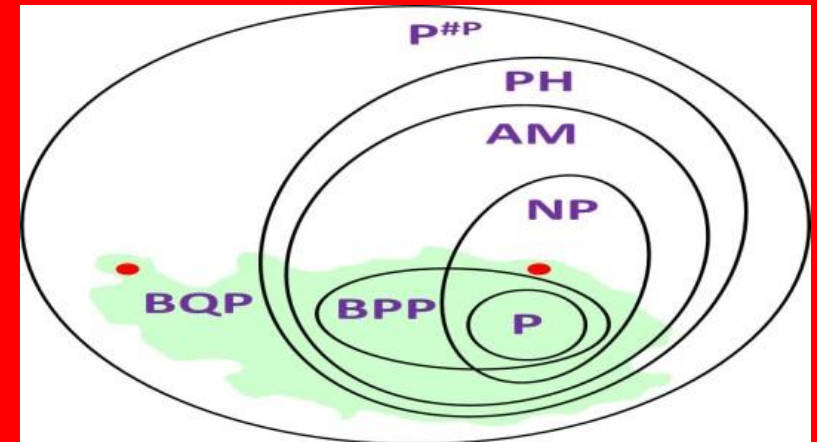
計算量理論

⇒ 問題の『難しさ』
を追求するテーマ

⇒ $P \neq NP$ 問題を筆頭とした様々な課題が

- ⇒ 非決定性計算って強いのか？
- ⇒ 乱数を使うと扱える問題は増えるのか？
- ⇒ 量子アルゴリズムって本当に強いのか？
- ⇒ 難しいパズルってどんなのか？
- ⇒ 難しいゲームって？

計算量理論



厳密アルゴリズム

⇒ NP完全な問題を
できるだけ早く解く

⇒ 多項式時間アルゴリズムが
存在しなさそう…

⇒ 総当たりで考えると $O(2^n)$ の計算時間
⇒ 良いアルゴリズムだと $O(1.618^n)$ で可能！

⇒ 最悪なケースでは $O(2^n)$ の計算時間
⇒ ほとんどのケースでは早く終わる！

厳密アルゴリズム

Exponential Time Algorithms for 3SAT

- 2^n algorithm is trivial
- 1.618^n [Monien, Speckenmeyer 85]

$$F = (x_1 \vee x_2 \vee x_3)(x_1 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5)(\bar{x}_2 \vee \bar{x}_6) \cdots (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5) \cdots$$



$$T(n) = T(n-1) + T(n-2) \Rightarrow T(n) = \left(\frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^n$$

always size 2?

$$F = \cdots \cdots (x_1 \vee \circ \vee \circ) \cdots \cdots (\bar{x}_1 \vee \circ \vee \circ) \cdots \cdots$$

近似アルゴリズム

⇒ NP完全な問題を『雑に』早く解く

⇒ 最適解でなくても良いので近似解を
⇒ 単なる解ではなく、精度の保証を

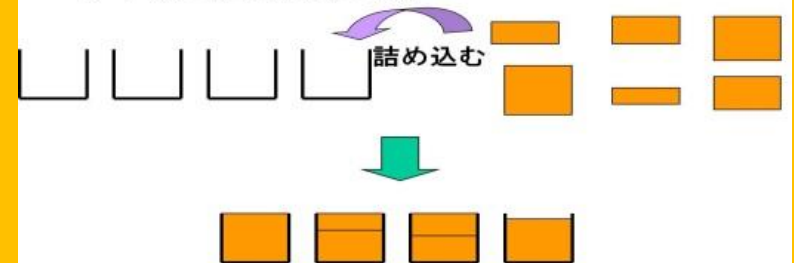
⇒ 多項式時間アルゴリズムとそこそこの精度を両取り

⇒ 実用上も便利！

近似アルゴリズム

ビンパッキング

- 使用するビン(箱)の数が最小になるように、アイテムを詰め込む。



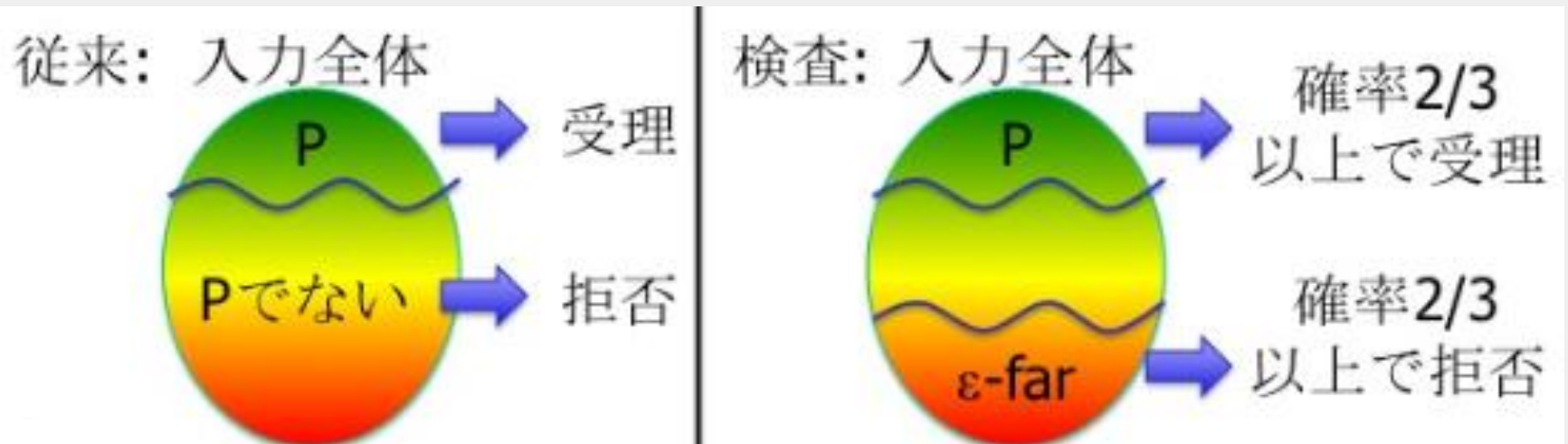
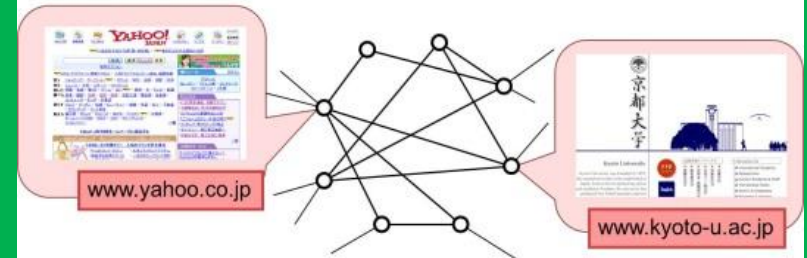
性質検査

⇒ 入力を全て読まず
問題を確率的に解く

⇒ ビッグデータを扱う際のアルゴリズム
⇒ データを全て読まずに確率的に判断

性質検査

- 大規模なグラフを扱う機会が増えている。
 - Webグラフ、ソーシャルネットワーク
- これらのグラフの性質を調べたい。



オンライン アルゴリズム

⇒ 未知の入力に対応
するアルゴリズム

⇒ 未知の入力を知っている場合との
比や差を保証したアルゴリズム

- ⇒ 座席予約
- ⇒ 避難所計画
- ⇒ 感染症対策

⇒ 等様々なモデルで 利用される

⇒ 最近はちょっと下火…

オンラインアルゴリズム



1000 株持ってる
どうする？

- ・買い増す
- ・現状維持
- ・売り払う



将来が予想できない状況で
最適になるよう動作を考える

組合せゲーム理論

⇒ ゲームやパズルを
計算量の観点で

⇒ 『難しい』パズルとそうでないパズル？

⇒ 計算量理論の言葉で説明可能

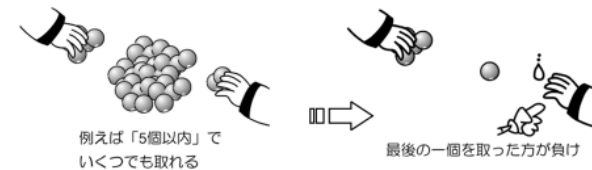
⇒ 勝つのが『難しい』ゲームと…？

⇒ 同様に説明可能

⇒ グラフやSATから帰着して証明

組合せゲーム理論




二人対戦石取りゲーム (ニム)



- 先手が有利？ 後手が有利？
- 石取りゲームはルールによっては簡単に先手必勝手順が見つかる
- じゃあ「一列に並べて隣り合う石しか取れない」ルールなら…？
- 一列ではなく、グラフの頂点に石を置いてみると…？



どんな学生がマッチするか

- 
- 
- 
- ⇒ 読む見る考える遊ぶが好きな人
 - ⇒ 基本的に論文・教科書相手の生活
 - ⇒ 人間と共同作業でモノづくりが一番遠い…
 - ⇒ 学会懇親会でボードゲームをすることも
 - ⇒ 研究室にもたくさんあります
 - ⇒ 研究室に居座りたい人
 - ⇒ 雑談から解決の糸口が見つかる事も
 - ⇒ 一人で黙々と研究するのも◎



就職先？




⇒ まだ誰も輩出していないので…



⇒ 理論の分野からの就職は「上流階層」が多い。

⇒ V字モデル という単語を覚えていますか？



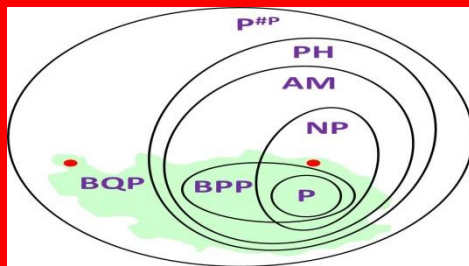
⇒ 理論研究そのものを使って就活をするのではなく、理論研究で培った問題解決能力で勝負するらしい

長尾研にてお待ちしております。

⇒ アルゴリズム・計算量をやりませう

⇒ 自身の興味をアルゴリズムに絡めるのも歓迎！

計算量理論



厳密アルゴリズム

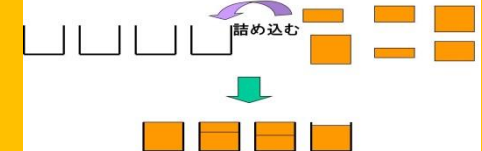
Exponential Time Algorithms for 3SAT

- 2^n algorithm is trivial
 - 1.618" [Monien, Speckenmeyer 85]
- $$F = (x_1 \vee x_2 \vee x_3)(x_1 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5)(\bar{x}_2 \vee \bar{x}_6) \cdots (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \vee \bar{x}_5) \cdots$$
- $x_2 = 0$ → $T(n-1)$ $x_2 = 1$ → $T(n-2)$
- $$T(n) = T(n-1) + T(n-2) \Rightarrow T(n) = \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n$$
- always size 2^n ?
- $$F = \cdots \cdots (x_1 \vee \circ \vee \circ) \cdots \cdots (\bar{x}_1 \vee \circ \vee \circ) \cdots \cdots$$

近似アルゴリズム

ビンパッキング

- 使用するビン(箱)の数が最小になるように、アイテムを詰め込む。



性質検査

- 大規模なグラフを扱う機会が増えている。
 - Webグラフ、ソーシャルネットワーク
- これらのグラフの性質を調べたい。



オンラインアルゴリズム

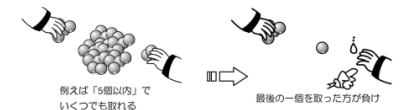


- 1000株持つてどうする？
- 買い増す
 - 現状維持
 - 売り払う

将来が予想できない状況で最適になるよう動作を考える

組合せゲーム理論

二人対戦石取りゲーム (ニム)



- 先手が有利？ 後手が有利？
- 石取りゲームはルールによっては簡単に先手必勝手順が見つかる
- じゃあ「一列に並べて隣り合う石しか取れない」ルールなら…？
- 一列ではなく、グラフの頂点に石を置いてみると…？