

研究テーマ案 2017

檀 寛成

システム最適化研究室

May 8, 2017

本研究室での研究テーマ: 3つの側面

- 最適化技法を『作る』
 - 最適化ソルバを開発する, 理論的な貢献をする
 - 最適化技法を『使う』
 - 最適化ソルバを使って現実問題を解決する
 - 最適化技法を『使ってもらう』
 - 最適化ソルバを使ってもらう環境を作成する
-
- 複数の側面を持つテーマもある
 - どのテーマを選択しても…「問題解決能力」を身につけて欲しい
 - その問題の本質を見抜き, 解決のためのアプローチを探る能力
 - 最適化問題を解くことを通じてこの能力を磨く

- 1. 最適化ソルバの開発（『作る』）
- 2. トンネルメンテナンスの最適化（『使う』）
- 3. 3D 最適計測サポートシステム（『使う』『使ってもらう』）
- 4. 地下街止水板の最適設置（『使う』）
- 5. 地下鉄浸水時の最適避難計画（『使う』）
- 6. 卒論発表最適スケジューリング（『使う』『使ってもらう』）
- 7. 最適化計算サーバの改良（『使ってもらう』）
- 8. 持ち込みテーマ

1. 最適化ソルバの開発 (1/2)

- 本研究室では、非線形最適化問題 (NLP) を解くことのできるソルバ（とソルバに必要なプログラム）を作成している
 - 木村 昌弘（2013 年度修士修了）
「連続最適化問題に対する多倍長精度計算の有用性の検証」
 - 松本 侑也（2016 年度修士修了）
「多倍長精度計算可能な自動微分の開発と性質の悪い最適化問題に対する数値的検証」
 - 野口 将嗣（2016 年度学部卒業）
「自動微分ソフトウェア API の設計・実装および適用」
- 多倍長精度計算：有効桁数を任意に設定して計算を行う技術
- NLP を高精度に解くことによって…
 - 倍精度で解けない問題を解く
 - 求解アルゴリズムの挙動を詳しく調べる

1. 最適化ソルバの開発 (2/2)

引き続き最適化ソルバの開発を進めていきたい！

- (制約付き) NLP に対する未実装のアルゴリズムを実装する
 - 内点法
 - フィルタ法
 - (逐次二次計画 (SQP) 法：実装済み)
- ソルバの高速化 (「時間コスト」の削減)
 - 既存のソルバを改良
 - 時間が掛かっている箇所を徹底的にチューニング
 - (次の項目とも関係あり)
- 大規模問題を解くことができるように改良 (「空間コスト」の削減)
 - 疎 (sparse) なデータを扱えるように改良
- 上記項目の 1 つないし複数に try する
- (複数人で“手分け”することもあり得る)

2. トンネルメンテナンスの最適化 (1/2)

- 本研究室で以前実施した研究
 - 白滝 広樹（2015 年度卒業）
「劣化進行を考慮したトンネルの最適保守計画の立案」
 - （今回の研究テーマはこれとは少し異なる内容だが、参考になる部分はある）
- 高度経済成長期に竣工したトンネルが寿命を迎えつつある
- トンネルの点検間隔については様々な規程がある
 - トンネルは健全度の「判定区分」をもつ
 - 健全なトンネル: 5 年に 1 回の「点検」…(♠)
 - 判定区分が悪化: 2 年に 1 度の「監視」+ (♠)
 - 点検・監視によって判定区分が悪化することがある
 - 対策（の後の点検）によって判定区分が改善することがある
 - （参考：161222_LCC_memo.pdf ※社外秘）
- 自治体の悩み：点検・監視のための予算が年によって大きく異なる

2. トンネルメンテナンスの最適化 (2/2)

北海道開発局のトンネル点検計画を一手に担っている
コンサルタント会社との共同研究

- 実データを利用可能（一部は既に入手済み）
 - 実際の最適化問題を解くときに大事なものは「データ」！
- 北海道特有の事情を考慮したモデルの構築が必要
 - 寒冷地のため劣化の進行が速い
 - 冬場の点検が不可能な地域がある
 - 点検・保守時の迂回路が少ない？
- まずは毎年の予算額の平準化を試みたい
 - 会社側も手作業？で平準化を試みている
 - 我々の結果が会社側の結果を上回れば言うことなし，同程度であったとしても，正しさを保証できることになる
- その後，地域性等を考慮した詳細モデルを構築する

3. 3D 最適計測サポートシステム (1/2)

- 3D スキャナ: パルスレーザーによって対象物との距離を測る (高額な) 装置
- 対象物全体を計測するには…
 - 障害物を避ける必要がある (レーザー光の直進性)
 - 対象物の全周を計測する必要がある
 - 1 回の計測も結構大変
- どこから計測するかを最適にしたい
- この最適化については檀が直接いろいろやっています
 - 最適化問題 1: 計測回数の最小化
 - 最適化問題 2: 計測回数一定の条件下で計測データ量を最大化
 - 以下の資料を参照:
 - CONVR2013_Dan.pdf
 - or61_10_648.pdf
 - Leuven_170310.pdf

3. 3D 最適計測サポートシステム (2/2)

計測プラン作成から計測作業までを総合的にサポートするシステムを作成したい

- 実はプロセスの一部をサポートするシステムは作成したことがある
 - 檀作成のシステム
 - 乾氏（メディア研 2013 年度修士修了）のシステム
- しかし計測プロセス全体を統合したシステムはない
 - 上記システム作成後に得られた知見が反映されていない
 - 最近の計測プランニング: SfM で粗いモデルを事前に作成
 - SfM: Structure from Motion
 - 計測現場でのニーズも明らかになってきた（安室先生）
- 「一気通貫」のシステムを作成したい
- （チャンスがあれば海外の現場（エジプト？）にも行けるかも？）

4. 地下街止水板の最適設置 (1/2)

- 地下街を持つ都市部に集中豪雨（ゲリラ豪雨）が降ると、地下街が浸水する可能性がある
 - そのような豪雨の発生回数は増加傾向にある
 - 死者が発生する被害も（ex. 1999 年の福岡水害）
 - 参考: Leuven_170310.pdf
- 地下街への浸水被害を軽減するための手段: 止水板の設置
 - 地下街の出入口部分に板状のものを設置することで雨水の流入を防ぐ/遅らせる
- 本研究室では昨年度の卒論で取り組んだ
 - 馬谷 慎太郎（2016 年度学部卒業）
「流入開始時刻を考慮した地下街出入口への最適な止水板設置順序の算出」
 - 雨水が流入している時間をできるだけ短くするにはどのような順序で止水板を設置すればよいか？
 - （石垣先生の研究プロジェクトの一環）

4. 地下街止水板の最適設置 (2/2)

昨年度の卒論の内容を改良したい！

● 昨年度卒論の概要

- 止水板の設置チームが複数ある状況を想定
- 雨水が流入する出入口と流入開始時刻（推定）がわかっているものとする
 - 環境防災水工学研究室（石垣先生）での研究結果を利用
- 最適化問題として定式化
 - 流入開始時刻順とは限らない
 - 設置チームの移動時間を考慮する必要あり
- 梅田地下街の実データを用いて求解・検証

● 改良すべき点

- 最適化の計算時間が掛かりすぎる…
 - モデルの改良が必要
- 設置チームに関して考慮すべき制約があるらしい
 - 梅田地下街には複数の管理者が存在する

5. 地下鉄浸水時の最適避難計画 (1/2)

- 都市部に集中豪雨（ゲリラ豪雨）が降ると，地下鉄軌道が浸水する可能性がある
 - その他，高潮・津波なども浸水の原因となり得る
 - （地下鉄軌道には「止水板」はない！）
- 大阪市交通局（大阪市営地下鉄）の場合：河川の氾濫が予想される場合には「災害時活動体制の指針」に従って車両を待避させる
 - 参考：災害時活動体制の指針.pdf
- 「災害時活動体制の指針」：個々の車両の待避計画を定めてはいない
 - 例：「36 列車のうち中百舌鳥検車場へ 16 列車を待避」
- 本研究室では昨年度の卒論で取り組んだ
 - 三輪 明史（2016 年度学部卒業）
「運行状況を考慮した地下鉄浸水時の最適避難経路の算出」
 - （これも石垣先生の研究プロジェクトの一環）
 - 結果の可視化にもこだわった

5. 地下鉄浸水時の最適避難計画 (2/2)

昨年度の卒論の内容を改良したい！（本日 2 度目）

- 昨年度の卒論: 御堂筋線を「時空間ネットワーク」（= 空間的なつながりをグラフとして表現し、それを時間方向に展開したもの）で表現し、最適な避難計画を得た
 - 計算時間は非常に短い
- 卒論発表会での指摘: 「現実には使えない」（by 石垣先生）
 - 浸水する部分を走行することになってしまう
- 指摘されなかったが考えなくてはならないこと: 現実の鉄道運行ルールを守っているか？
 - 現在のモデルでは御堂筋線を（概ね）1 分間隔に分割している
→これでルールを満たしたことになるか？
- 上記の問題点を解決して研究を完成させたい！

6. 卒論発表最適スケジュールリング (1/2)

- 都市システム工学科では、卒業研究の集大成として「特別研究報告審査会」で発表を行うことになっている
 - 1人10分（発表7分，質疑3分）
- 3部屋で2日（実質1日半）かけて実施する
 - 参考: 2016TimeTable_v4.pdf
 - ちなみに3日目は修士公聴会
- 発表スケジュールの作成が必要
- 様々な条件を考慮しながら教員が手動で作成していた
 - すべての学生が発表する
 - 各研究室は1日目AM，1日目PM，2日目AMにそれぞれ発表するのが基本（例外あり）
 - 同じ研究室の学生は同時刻に別教室では発表しない
 - 複数の研究室を一体運用することがある
 - etc...
- 手作業でスケジュールを作成するのは結構大変！

6. 卒論発表最適スケジュールリング (2/2)

昨年度の卒論の内容を改良したい！（本日 3 度目）

- 昨年度卒論の成果：
 - 若林 祐麻（2016 年度学部卒業）
「特別研究報告審査会のスケジュール作成の自動化」
 - 最適化問題として定式化・求解，Excel インタフェースを作成
 - 作成したスケジュールを実際に使用！
- 「注文」を頂いている：
 - 研究分野が同じ（近い）先生が互いの研究室の発表を聞くことができるようにしたい
 - （同一セッション内で時間をずらすなどの工夫が必要になる）
- その他，改良したいところもある
 - 求解時間を短縮できないか？（モデルの改変）
 - インタフェースをより使いやすくできないか？（Excel にこだわらない）
- 今年度も発表スケジュールを作成するのが目標

7. 最適化計算サーバの改良 (1/2)

- 最適化計算のためにはソルバを利用するのが一般的
- 各自の PC にそれぞれインストール等するのは大変
- 問題によっては計算能力の高い/メモリ量の大きい PC で計算する必要がある
- 最適化計算用のサーバを準備すればいいのでは？
→ 本研究室では継続的に開発をしてきた
 - 藤江 裕貴 (2015 年度学部卒業)
「拡張可能な最適化計算用サーバの開発」
 - 住友 雅尚 (2016 年度学部卒業)
「計算データの再利用性に注目した最適化計算用サーバの機能拡張」
- 2015 年度: 基本機能の開発, 2016 年度: 機能拡張
 - 2016 年度は実際に卒論でも使用した
 - 今年度は全面的に利用していきたい
- まだまだ追加したい機能がある…

7. 最適化計算サーバの改良 (2/2)

昨年度の卒論の内容を改良したい！(本日 4 度目)

- 未実装の機能:
 - 処理プロセスの簡略化
 - 特にファイルフォーマットの変換まわり
 - エディタの機能拡張
 - タブレットからの利用
 - ショートカットキーの実装
 - キーワード等のハイライト表示, 入力補完 など
 - 実習等でも利用できるようにしたい (ゲスト機能)
 - ファイルのバージョン管理
 - 類似ファイルの比較
 - 上記 2 機能については Web 上のサービスを利用することも考えられる
 - 求解結果の表示
 - 表形式での表示 など
 - その他にも実装したいことはたくさん…

8. 持ち込みテーマ

- 個人で考えているテーマも設定可能です！
- その際の条件：
 - 最適化技法を『作る』『使う』『使ってもらう』のいずれかに該当する
 - 『使う』の場合: 最適化計算に用いるデータが入手可能
 - 簡単過ぎる（と思われる）テーマはちょっと…
- まずは相談してください！