155 MR画像誘導放射線治療中の3次元体内構造取得法の開発

千葉大学 大学院医学研究院 MR画像誘導即時適応放射線治療学寄附講座　　恒田　雅人

【背景・目的】

1.5 テスラ MRI 装置と高精度放射線治療装置（リニアック）が一体化した MR リニアックの導入が世界中で進んでいる。この装置により、治療日ごとに組織コントラストが優れる MR 画像上で腫瘍および正常臓器の位置および形状を描出し、これに基づいた最適な放射線治療計画の立案が可能となる。さらに、治療中は連続で取得する 2 次元 MR 画像により、腫瘍位置を可視化することができる。この治療の課題として、1：治療中に連続で取得される MR 画像が 2 次元であるために 3 次元的な腫瘍形状および位置、その周辺の正常臓器位置の把握が困難であること、2：従来の X 線画像撮像と比較して MR 画像の撮像に 200 msec の時間を要するためリアルタイム性に欠ける点が挙げられる。体内で動く腫瘍を追いかけながらピンポイントに照射するトラッキング照射技術の開発が重要であり、3 次元空間で腫瘍および周辺正常臓器を観察する技術開発と未来の腫瘍位置を予測する技術の開発が望まれる。

【方法・結果 1】

MR リニアックにて治療が行われた肝臓がん患者 17 名を対象とした。治療中に連続的に取得された 2D MR 画像（cine 画像）と呼吸同期撮影された 3D MR 画像、4D MR 画像をデータセットとした。構築したモデルは、cine 画像と 3D MR 画像から 3 次元ベクトル場を出力し、synthetic 3D MR 画像を生成する。生成された synthetic 3D MR 画像と 4D MR 画像を Loss 関数（mutual information＋mean square error）にて比較する構造とした。しかし、テストデータに対する汎化性が劣っており、患者ごとにファインチューニングやデータの追加、モデルの再考を行っている。図 1（a、b）に現状の結果を示す。

【方法・結果 2】

上記 1 と同様の cine 画像を使用した。Non-Stationary Transformers に基づく呼吸予測モデルを開発した。このモデルでは呼吸の非定常性（non-stationary）に対応できる機構を有している。また、MR リニアック特有の画像収集であるインターリーブ撮像（冠状断、矢状断、横断面を交互に撮像）にも対応させた。図 1（c）に 200 msec 先を予測した波形プロファイルと矢印部分における真値（Ground truth）、予測値（Prediction）を表示した MR 画像を示す。

【考察】

本研究では、MR リニアックにおける放射線治療の技術革新を目的に機械学習を 2 つのタスクへ適応した。後者のタスクにおいて論文投稿中である。

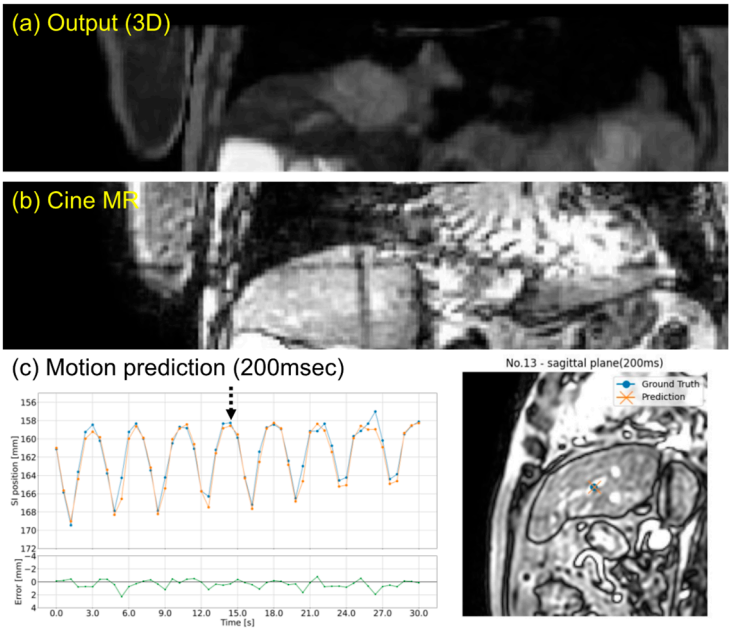


図 1.　本研究で得られた結果