平成２８年度　山形大学工学部での研究活動

体 験 レ ポ ー ト

超音波ＣＴによる非破壊検査と顔画像の統計処理

国際文理コース　３年　　伊 藤　颯 太

【情報科学科　田村・柳田研究室】

山 形 県 立 小 国 高 等 学 校

山形大学工学部での研究活動（情報科学科　田村・柳田研究室）

超音波 CT による非破壊検査と顔画像の統計処理

山形県立小国高等学校　国際文理コース３年　　伊藤　颯太

１．はじめに

８月１日から８月５日までの５日間、山形大学工学部情報科学科の田村・柳田研究室で、超音波 CT による柱状構造物用の非破壊検査と顔画像の統計処理についての研究活動を行った。以前より情報分野に興味があり、実際の大学での研究を通して情報技術がどのように役立っているのかを知りたいと思い、研究活動に参加させていただいた。

２．研究内容

（１）超音波 CT による柱状構造物の非破壊検査について

① 目的

日本国内の文化財には、木製の柱状構造物が多い。これらの構造物を破壊せずに内部の腐朽・損傷の状態を画像として観測する手法として、超音波 CT システムが提案されている。

② CT の原理

CT（Computer Tomography）とは、X 線や核磁気共鳴などを使って、対象となる物体の断面の画像を得る技術である。対象に対してある方向から X 線を照射し、減衰量を測定しグラフにする。その時、グラフの値が大きい部分が減退率の大きい部分となる。このグラフはある方向から X 線を照射してできた「影絵」のようなものであり、値の大きなところほど濃い影になると考えられる。この影絵を測定する操作を「投影（Projection）」と呼ぶ。投影によって得られたデータを元画像とし、「逆投影（Back Projection）」することで断面像を得ることができる。（図１）

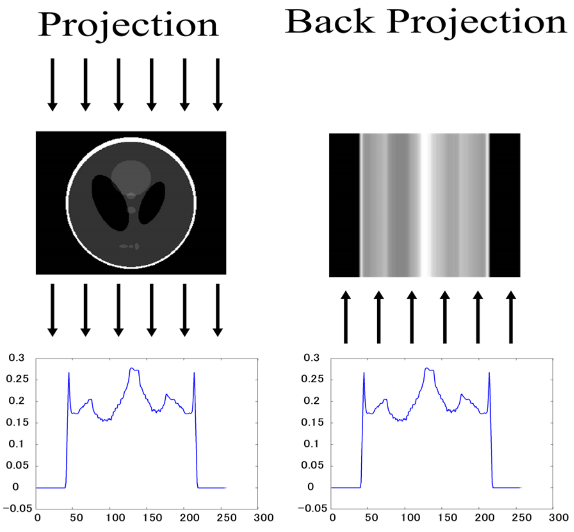


図 1

ただし、逆投影によって得られるデータでは奥行きの情報はわからないため、

180 度にわたって逆投影した画像を重ねることで、元の断面上の減衰率分布の像が再現される。（図２）

今回の実験では、超音波を用いた CT を体験する。

Back Projection

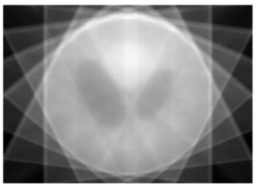


図 2

③ 超音波を画像化する原理

超音波 CT の投影データには、超音波が物体中を伝わる際の伝搬時間を用い、経路上の「音速の逆数」つまり「遅さ」を積算したものである。この遅さを伝搬時間（Time of Flight；TOF）といい、これを受信した波形データを処理し物体の内部の画像を作る。

この TOF の推定は、受信振幅がある閾値を超えた時間を使っている。しかし、受信波形のレベルが低い場合、この閾値による TOF の推定では大きな誤差が発生する恐れがある。そのため、受信波形の振幅を検出するプログラムで、受信波形を複素数化して振幅を検出したり、周波数分析して不要な信号を除去したりするなどの操作を行っている。

④ 実験方法

(ｉ) 測定するテスト用の木材サンプルの周囲に 10 度間隔に印を付けて番号を振る。

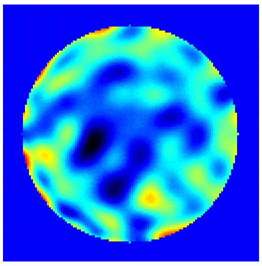
(ii) 超音波を発信・受信する装置「超音波トランスデューサ（プローブ)」を使用し、一方のプローブから発信した超音波を、もう一方のプローブで受診する。奇数番どうしの 20 度間隔毎（例えば 1 と 3、3 と 5、…)、偶数番どうしの 20 度間隔毎（例えば 2 と 4、4 と 6、…）に計測していく。

(iii) 1 周計測が終わったら、10 度ずつ間隔を広げていく。

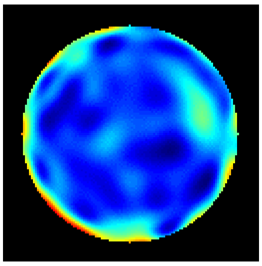
(iv) 340 度間隔まで、全部で 306 点の計測を終えたら、プログラムを使用して TOF の計算をする。

(ｖ) 計算で出た TOF から画像を作成する。

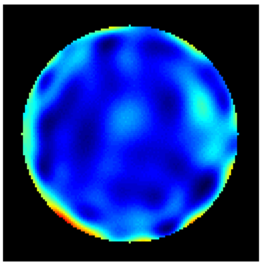
⑤ 結果（%は TOF を計算する際の閾値）



１０%



２０%



３０%

⑥ 考察

今回使用した木材サンプルの内部には、中心を外れたところに１つ穴が空いて

いる。今回作成した３枚の画像では閾値が２０％の画像が最も見やすい画像となった。画像の右上部にある緑色の部分が伝搬時間の遅い部分、つまり穴の空いている部分であることがわかる。また、画像の青い部分が穴の空いていない部分である。

サンプルでは綺麗な円状の穴が空いているのだが、画像では綺麗な円として現れていない。これは、計測の際にプローブをしっかりと押し当てることができておらず、正確な測定が出来ていなかったことが原因として考えられる。実験室での計測ではやり直すことは可能だが、実際の文化財などの測定ではやり直すことは難しいため、丁寧に作業し、良い状態のデータを得ることが大事である。

（２）顔画像の統計的処理について

① 実験と方法

音の波形や画像などをそのまま扱うと、データの量が非常に大きくなってしまうが、統計的処理をすることでデータの量を減らすことができる。その一つとして、「固有画像」を使う方法がある。

例えば、顔画像の場合、多くの顔画像を統計的に処理することで「固有画像」が得られ、重みを変えた 100～150 枚程度の固有画像で顔画像を再現できることがわかっている。固有画像を使うと、少ないデータで表現することができ、この圧縮されたデータを用いて､顔認証などの処理が効率よく実行できるようになる。

今回は、撮影した顔写真の数が足りなかったため、3DCG を用いて得られたデータによる復元のデモを体験した。

② 結果と考察

今回の画像の例だと 100 枚の固有画像からそれに乗ずる 100 個の係数を使うだけで画像を再現できるため、記録や伝送に使うデータの量を大幅に減らすことができる。例えば、1000×1000 画素の画像をそのまま処理する場合、100 万個の画素値を扱わなければならない。しかし、固有画像を使うことで扱うデータの個数が 100 個に減り、実に 1 万分の 1 になったことになる。

３．まとめ

超音波 CT では、測定にとても時間がかかることが分かった。実際の建造物を使った場合は、さらに慎重な作業となると考えられるため、とても大変なことだと思う。また、TOF の閾値を変えることで画像のでき方に大きな差ができるが、その処理には数学的な知識が必要になってくることが分かった。

顔画像の統計的処理では、統計的処理を行うことで、膨大なデータが必要なものを少ないデータで表すことができると分かった。実際にはさまざまな圧縮技術があり、身近なところで使われていることに気付くことができた。

今回体験した研究活動を通して、大学の研究室で実際にどのような研究をしているのか知ることができ、情報分野に関する理解を深めることができた。今回の貴重な経験を、これからの学習や進路選択に活かしていきたい。