

音声と音楽の情報処理

理数科2年 安部 泰平 中村 圭祐 濱野 卓人
古川 祐輝 光安 舟平

1 主題設定の理由

福岡工業大学にて受講した講義をもとに、音声・音楽情報処理をより奥深く学習したいという動機である。

2 目的

今回の課題研究を通じ情報工学についての理解を深め、自身の貴重な学習経験値としていく。

3 まとめ

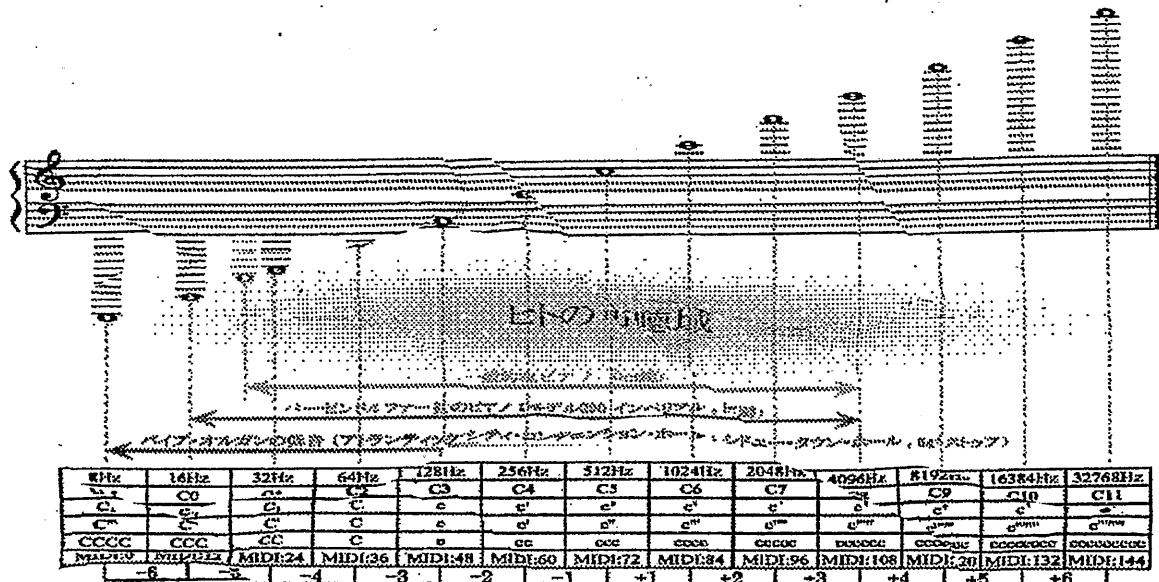
(1) 音の基本性質

音とは物体を通して伝わる力学的エネルギーの変動で、波動としての特徴を持つ。普段、我々が口にする「音」は人間の可聴域にあるものを言いうが、情報工学でいうところの音は可聴域外の周波数、空気以外でも伝わるものも含める、より定義の広いものである。音を発生させたり扱ったりする装置として、楽器・補聴器・ソナー・音響機器などが挙げられ、その多くはマイクロフォンとスピーカーを用いて音と電気信号とを変換している。

(2) 可聴域

可聴域とは、読んで字のとおり、聴覚を使って認識できる音の周波数帯域の範囲である。

人では個人差があるが 20Hz から 20000Hz の周波数帯域の音を音として認識できる。可聴域を超えた周波数の音は超音波といい、下図のとおり、楽器が発することのできる音波の特徴や周波数帯域は様々だが、特に低音域については可聴域の限界を超えた試みがなされている。それに対して高音域については、超音波に近づくにしたがい物理的に発生が困難となる理由も相まって、素材として開拓の余地がまだ大きく残されている。因みに 2007 年までの科学技術では数 G($2^{30}=1024^3$)Hz までの超音波が発生できる。



(3) 音声情報処理

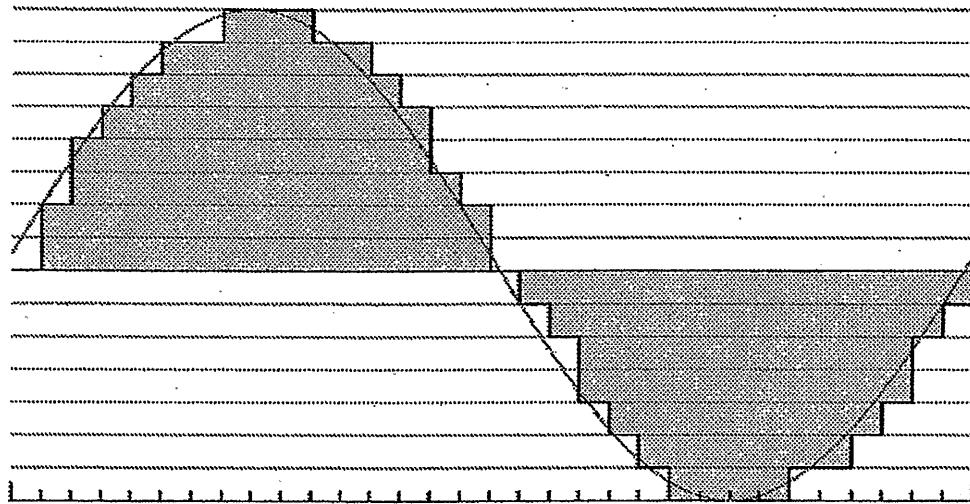
音声を情報処理するにあたって、まず音声を連続したデータであるアナログの状態から連続でないデータであるデジタルの状態にしなければならない。

アナログデータをデジタルデータに変換する方法の最も一般的な例としてPCM方式を例に挙げて説明する。PCM方式は、標本化(サンプリング)・量子化・信号の大きさを二進の数値で表現する、といった工程で構成されている。

(4) サンプリング

サンプリングとは時間的に連続した信号を一定の間隔において測定することにより、連続でないデータとして収集することである。

ある波形を正しくサンプリングするには、波形の持つ周波数成分の帯域幅の2倍より高い周波数で標本化する必要がある。これをサンプリング定理といい、音楽CDで使用されるサンプリング周波数は44100Hzであるため、直流から22050kHzまでの音声波形を損なわずに標本化できる。これは人の可聴域の上限、すなわち20000Hzにほぼ一致しているため、実用上問題なく音声を再現できることになる。高いサンプリング周波数を探るほど、パルスなど瞬間的な音の反応が良く、ノイズが抑えられるなどのメリットが確認されている。



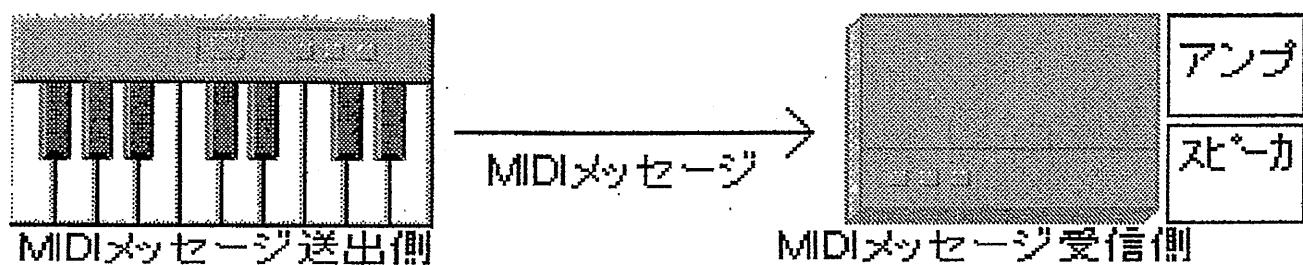
(5) 量子化

量子化とは得られた数値を二進数にする前に数値を整数化することである。

こののちにコンピュータで扱うことができる二進数に変換する。

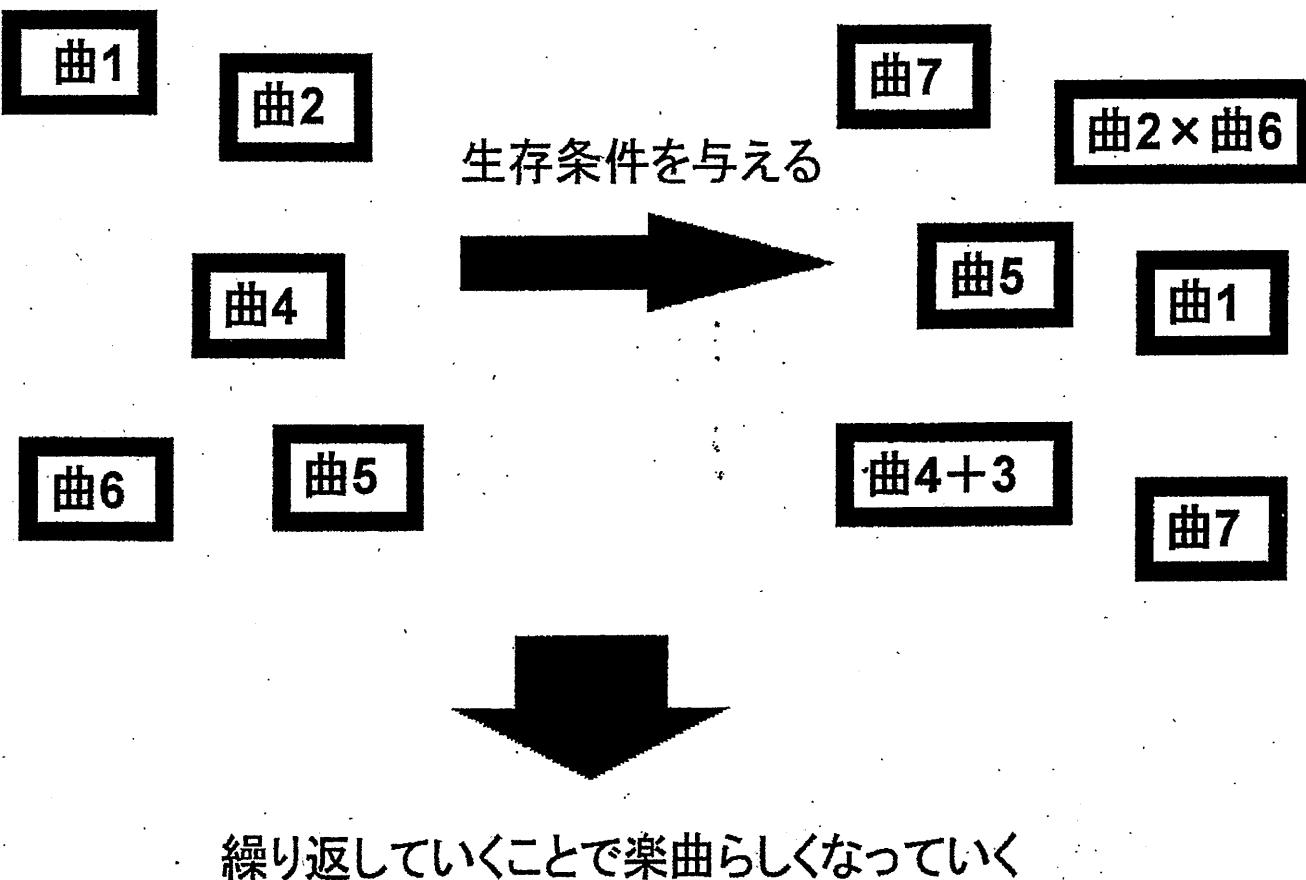
(6) MIDI を用いての音楽情報処理

MIDI とは、楽器同士を接続しその音楽情報をデジタル信号によって伝達するためのインターフェースを意味し、演奏状態を他の楽器に伝達するための標準となるハードウェアおよびソフトウェアフォーマットのことをいう。“電子楽器と電子楽器またはコンピュータとでデータのやりとりをする際の約束事”というのがよい要約である。MIDI は国内外の楽器メーカーの話し合いによって決められた統一規格なので、MIDI 対応の楽器であれば、メーカー、機種を問わず接続でき演奏データをやり取りができる。MIDI 規格では、楽器のいろいろな演奏動作に対して MIDI メッセージが定義されている。メッセージは次頁上図のように、キーボードの鍵盤を押す・離す、といったような動作にしたがって送出する。例えば、メッセージ送出側のキーボードに”ド”的鍵盤が押されると、受信側の MIDI 機器(シンセサイザー)は現在選択されている予め MIDI メッセージによって設定された楽器音色で”ド”的音を合成しアンプに出力する。それが私たちの耳に”ド”的音を聞かせるのである。このように MIDI メッセージを受け取った受信側はメッセージの種類によって所定の音を合成したり、他の動作をしたりする。



(7) MIDIによる自動作曲

曲が曲として聞こえるためにはある規則に従っていなくてはならず、そのため、適当に音を配置しただけではとても曲とは呼べないものができあがってしまう。そこで、コンピュータの優れた演算能力を活かした自動作曲方法として、進化的アルゴリズムを用いた作曲がある。これは生殖、突然変異、遺伝子組み換え、自然淘汰、適者生存などの生物的進化から発想され、最適化問題の解候補はそれが個体群の役割を果たし、与えられた環境で生き残れるか、つまりその解候補が生き残るかを決定し、個体群の進化はこの処理の繰り返しによって得られる。下図の曲1～6のように、初期にランダムに自動生成された複数の曲に、音楽理論という生き残るために条件をもった環境を与え、適応しないものは自然淘汰のように消去させる。その後、残った曲から少しずつずらした曲や、まったく違うものをランダムに発生させたり、複数の曲の特徴をかけあわせたりして生殖や突然変異の概念に則った処理を行う。そしてまた、環境に適応できるかを決定する。これらの処理を繰り返すことで、これらの複数の曲は平均的により曲らしく聞こえるようになる。つまり、曲が「進化」するのである。



4 感想

安部：今回の課題研究を終えて、音というものの理解という基礎的事項から、音声・音楽の情報処理としての MIDI の活用という、普段より奥深い内容にまで着手することができ、改めて情報工学の分野への興味が広がった。

中村：この課題研究を通して、音楽情報処理や MIDI について学び、情報工学というものについての理解をはじめ、非常に画期的かつ自分がこれから学んでいく理系分野に役に立つものであると実感した。この貴重な経験を更に自分のこれから的人生に生かしていきたい。

濱野：今年度の課題研究は去年と趣向を変えて、新しい試みとなり、最初は戸惑いもあったが、結果的に良いものに仕上がったと思う。ただ、欲を言えば、MIDI をもう少し深く調べてみたかったと思った。

古川：今回の課題研究で、今まで全く勉強したことのないことについて学んだが、全く知らなかっただけにいろいろなことを学ぶのが楽しくて、いつもよりよく頭に入ってきたと思う。今回の経験を自分の進む進路決定のときにも視野に入れつつ励みたい。

光安：音そのものからその情報処理まで、まだまだ浅くはあるものの、それなりに理解できたと思っている。また、今回生まれた疑問をいつかの機会に追究し、さらに深みへと手を伸ばすことができたら、この課題研究も非常に、価値と意味のあるものとなるだろう。