

## 前ふり (1min)

まず電話を接続します。少々お待ちください。

←いないかも？

今、スピーカーから音は流れていないですが、それはマイクの近くで人がしゃべっていないときは音のない無音区間だと判定し、音声データを送信していないようにしているからです。なぜ、このような実装をしたのかも後ほど説明します。さて、

(スライド切り替え)

## 問題提起 (0.5min)

昨年の集計で 65 歳以上の高齢者人口は 3000 万人以上、総人口に占める割合は 25%となり、人口、割合ともに過去最高となりました。日本はかつてない高齢化社会に突入しています。この社会では様々な問題が発生、拡大すると予想されますが、聴力が低下した国民が増えてしまう問題もその一つです。

年を取ることによって、聴力の低下が始まります。女性や子供などの声の高い人の声や、早口でしゃべる声は、高齢者にとって聞き取りにくくなります。

この問題は、おそらく電話を使用する際にも影響が出るでしょう。つまり、近い未来、電話で相手の声がよく聞き取れず不便を感じてしまう人々が増えてしまうのではないのでしょうか。

## 解決策 (0.5min)

そこで我々のペアは、電話で届いた相手の声が通常よりもゆっくり聞こえれば、この問題を解決することができるのではと考えました。ちなみに、大きな声で話

すよりも、はっきりゆっくりと話すことでよく聞き取れるようになるそうです。

今回実験の発展課題で我々はこの「相手の声をゆっくり再生する機能」を実装してみました。

それでは具体的に説明していきます。

(スライド切り替え)

### 解説 / 詳細 (2.5min)

そもそもどうしたら音をゆっくりと再生することができるのでしょうか？

この問題を考えるために、例として音声波形を単純な  $\sin$  波と仮定してみます。

また今回は音を 1.5 倍の速度でゆっくり再生することにします。

(スライド切り替え)

まず思いつくのが単純に波を引き延ばすという方法です。これは、再生するときの標本化周波数を少なくすればいいだけなので、実装は簡単なのですが、再生するときの周波数が低くなってしまいうので、音が低い全く違う声になってしまいます。これでは相手との会話が目的の電話としては不十分でしょう。そこで他の方法を考えてみます。

(スライド切り替え)

こんな方法はどうでしょうか？  $\sin$  波を 2 周期繰り返したら、1 周期を付け足す、 $\sin$  波を 2 周期繰り返したら、1 周期を付け足す方法です。つまりコピー &

ペースト、コピペです。

これなら音の高さも変わらず、音の長さもきっちり 1.5 倍となっています。

さて、実際の人の声はこんなに簡単な波形ではありません。どの区間を 1 周期とみなし音をコピペすればよいのでしょうか。今回はそのために自己相関関数というものを 사용합니다。

(スライド切り替え)

先学期以来、久しぶりに聞いた人も多いかもしれません。簡単に説明すると、関数  $f(t)$  と、その少し時間をずらした関数  $f(t+\delta)$  にどれくらい相関があるかを評価できるのが自己相関関数です。これによって複雑な音声波形においても周期性を求めることができるようになります。

あとは sin 波のときと同じです。その時々 of 音声データの周期性を求め、2 周期繰り返したら、1 周期を付け足すを繰り返していけば 1.5 倍で再生することができます。

今回はこの方法を既存の API などではなく、C 言語で実装してみました。

さて、音を伸ばすということを考えると遅延という問題が立ちふさがります。そこで送信側がしゃべっていないときにはデータを送信しないということにし遅延を取り戻す手法をとっています。最初に電話を接続した時点、また現在もスピーカーから音が流れていないのはこのためです。

よって、ひたすらしゃべり続ける人には遅延を取り戻す時間が足りないので、残念ながらこの電話は適しません。