

「Upsampling FIR 5.5」

zukinkun

1. アップサンプリングとは？

アップサンプリングとは、既存のサンプリングレート（例えば、CD音源の44.1kHz）をさらに高いサンプリングレート（例えば、4倍の176.4kHz）に増加させるプロセスです。これにより、音声信号をより細かい時間単位で処理することが可能となり、音質の向上や後続の信号処理における精度の向上が期待できます。

2. ソフトウェアの特徴

ゼロフェーズフィルタリングによる自然な音質

音声信号を加工する際、位相のずれや歪みが発生しやすく、音質の劣化を招くことがあります。しかし、「Upsampling FIR 5.5」はゼロフェーズフィルタリングを採用することで、これらの問題を最小限に抑えます。ゼロフェーズフィルタリングは、フィルタリング処理中に生じる位相のずれを打ち消すことで、元の波形を忠実に再現します。これにより、以下のようなメリットがあります：

- **高精度な波形再現**：音の立ち上がりが速いトランジェント部分や微細なニュアンスを損なうことなく再現。
- **クリアで自然なサウンド**：フィルタリングによる歪みがなく、音の透明感と自然さを保持。

64ビット精度処理

「Upsampling FIR 5.5」は、内部処理を**64ビット浮動小数点数**で行うことで、以下の利点を実現しています：

- **計算誤差の最小化**：高精度な計算により、アップサンプリング過程で生じる微小な誤差を抑制。
- **細部までの忠実な音再現**：音の細部やダイナミクスを損なうことなく、精密な音質を提供。

多段アップサンプリングによる4倍対応（デフォルト設定）

本ソフトウェアは、多段階アップサンプリングを採用しており、以下の手法で4倍のサンプリングレートに対応しています：

1. **段階的な増加**：まず2倍にアップサンプリングし、次にさらに2倍に増加させることで、総合的に4倍のサンプリングレートを達成。
2. **トランジェント処理の最適化**：一気に4倍にするのではなく、2段階に分けることで、音の立ち上がりや微細な表情を丁寧に処理。
3. **高域の質感向上**：段階的な処理により、高域の伸びや質感が自然に保たれ、奥行きのある豊かなサウンドを実現。

ディザリング（Dithering）

ディザリングは、デジタルオーディオ処理において量子化誤差を低減し、音質を向上させる技術です。「Upsampling FIR 5.5」では、トライアングル分布ディザリング（TPDF: Triangular Probability Density Function）を採用しています。

- **量子化誤差の低減**：デジタル化時に生じる微小な誤差を、ランダムなノイズを加えることで低減します。これにより、元の信号とデジタル信号との間の誤差が目立たなくなります。
- **TPDFの特徴**：
 - **平坦なノイズスペクトル**：二つの独立した均一分布ノイズを加算することで、トライアングル分布のノイズを生成します。これにより、非線形な歪みを最小限に抑えます。
 - **適用方法**：オーディオデータにTPDFノイズを加えることで、量子化誤差をランダム化し、耳に聞こえる歪みを減少させます。
- **ディザリングのメリット**：
 - **歪みの抑制**：量子化誤差がランダム化され、定常的な歪み（ノイズフロアの増加）が抑えられます。
 - **低振幅信号の精度向上**：低振幅の信号でも高い精度で再現でき、全体的な音質が向上します。
 - **ダイナミックレンジの保持**：ディザリングを適用することで、ダイナミックレンジが効果的に保持され、音の豊かさが維持されます。

ATHノイズシェーピング (Absolute Threshold of Hearing)

ATHノイズシェーピングは、人間の聴覚特性を活用して、音声信号中のノイズを聴き取りにくい周波数帯域に分散させる技術です。具体的には以下のように機能します：

- **人間の聴覚特性の活用**：人間の耳は、中音域に対して高い感度を持つ一方で、高音域や低音域では感度が低下します。この特性を利用して、ノイズを感度の低い帯域に移動させます。
- **フィルタ設計**：ATHに基づいたフィルタを設計し、不要なノイズを耳に届きにくい周波数帯域へ効果的に移動。
- **クリアな音質の維持**：ノイズが目立たない形で抑制されるため、音声はよりクリアで自然な品質を保持。

3. 「Upsampling FIR 5.5」の特徴

- **高精度な音質向上**：64ビット処理とゼロフェーズフィルタリングにより、音質の向上を実現し、プロフェッショナルなオーディオ制作にも対応。
- **自然なサウンド再現**：フィルタリングによる位相ずれや歪みを最小限に抑え、自然で透明感のある音を提供。
- **柔軟なアップサンプリング設定**：2倍および4倍のアップサンプリングに対応し、用途や目的に応じた柔軟な設定が可能。
- **ディザリングによる高精度再現**：トライアングル分布ディザリングを採用し、量子化誤差を低減。低振幅信号の精度向上とダイナミックレンジの保持を実現。
- **ノイズ抑制技術の導入**：ATHノイズシェーピングにより、ノイズが目立たないクリアな音質を実現。

