



ビジュアルガイド

Windows版 LUFScale - バージョン 2.1.12

クイックスタート

LUFScaleでできること

LUFScaleはファイルのラウドネスを測定し、「ノーマライズ」ではトゥルーパークを管理しながら、知覚音量をLUFS目標値へ実際に調整します。各音源を全時間解析し、出力を再測定して検証します。結果はタグや対応プレーヤーに依存せず、ファイル間の音量がより揃い、ずれは通知され、元ファイルは変更されません。

自由ソフトウェアと再配布

LUFScaleはGNU GPL-3.0-or-laterで配布される自由ソフトウェアです。ライセンス条件に従って使用、調査、変更、再配布できます。ソース、通知、第三者ライセンスを同梱します。本ソフトウェアは無保証で提供されます。



音声ファイルを追加

複数選択：個別項目はCtrlクリック、範囲はShiftクリックで選択します。

保存先

パスをクリックし、矢印キー、Home/End、またはマウスホイールで移動します。選択とコピーはできませんが、変更はできません。

設定

目標ラウドネス、最大トゥルーパーク、MP3品質をまとめて設定します。手動で変更すると「カスタム」になります。

開始

音声ノーマライズ. 処理中のシステム全体のCPU使用率を1秒ごとに更新します。

主な機能

- MP3、FLAC、WAV、AIFF、M4A、OGG、Opusのノーマライズ、ReplayGain、解析。
- 各ファイルを個別に測定し、選択した目標へ処理します。
- フォルダー構造、対応メタデータ、アートワークを保持し、原本は変更しません。
- 並列処理、キャッシュ、再開、品質管理、CSV、進行状況、CPU、LUFS履歴。
- 12言語の画面とPDFガイド。

設定 - オーディオ / オプション

主な機能

プリセット

目標ラウドネス、最大トゥルーピーク、MP3品質をまとめて設定します。手動で変更すると「カスタム」になります。

ファイル単位の処理

各ファイルの測定値から個別ゲインを計算し、True Peak上限内で目標LUFSに近づけます。

ITU-R BS.1770

LUFScaleは、基準コーパスで検証された唯一の方式である完全な履歴測定を自動的に使用します。

処理

ノーマライズは音声を実際に変更します。ReplayGainはストリームをコピーしてタグを追加します。解析のみは音声を作らず測定します。

音量

この設定はラウドネス目標の簡易選択です。システムの再生音量は変更しません。・小さめ: -18 LUFS - 落ち着いた音量で、ダイナミックレンジの余裕が大きく、リミッターが動作しにくい設定です。

目標ラウドネス

ラウドネス目標は、曲全体の積分ラウドネスの目標値をLUFSで示したものです。負の値が小さいほどファイルは大きく聞こえ、-14 LUFSは-16 LUFSより大きくなります。2 LUの差は、ピーク制限前ではおよそ2...

最大トゥルーピーク

最大トゥルーピークは到達目標ではなく上限です。サンプル間ピークを含む、復元波形の最も高いピークをdBTPで制限し、エンコードや再エンコード後のクリッピングを減らします。

音声品質

圧縮形式の品質とファイルサイズのバランスを設定します。数値が小さいほど品質とビットレートが高くなります。この設定はLUFS目標値や最大トゥルーピークを変更しません。

並列処理

同時に処理できるファイル数を決めます。
・自動は最大4タスクで開始します。CPU測定が利用できる場合は每秒確認し、使用率70%未満で1タスク増やし、92%を超えると1タスク減らします。

既存ファイルを上書き

保存先に同名のMP3がある場合に置き換えます。元ファイルは上書きされません。

中断後に再開

同じ設定で完了済みのファイルを認識し、再処理を省きます。

自動品質チェック

各出力を再測定します。補正は±0.50 LUを旨とし、ラウドネス警告は±0.60 LUを超えた場合だけ表示します。動的MP3は最大3回、WAV/AIFF/FLACはTrue...

CSVレポートを作成

測定値、時間、警告を含むCSVだけを作成し、診断JSONは追加しません。

ドロップまたは貼り付け後に自動開始

保存先が選択済みの場合、ドラッグ&ドロップまたは貼り付け後に自動で処理を開始します。

適合済みファイルを再エンコードしない

目標±0.10 LU以内かつTrue Peak上限以下のファイルは再エンコードせずコピーします。

処理中の動作

LUFScaleは、基準コーパスで検証された唯一の方式である完全な履歴測定を自動的に使用します。



並列処理

同時に処理できるファイル数を決めます。・自動は最大4タスクで開始します。CPU測定が利用できる場合は毎秒確認し、使用率70%未満で1タスク増やし、92%を超えると1タスク減らします。

解析

解析のみは実行ごとにFFmpegで各ソース全体を再測定します。処理前グラフと進捗はファイル単位で進み、出力と出力QCはありません。

中断後に再開

同じ設定で完了済みのファイルを認識し、再処理を省きます。

自動品質チェック

各出力を再測定します。補正は±0.50 LUを目指し、ラウドネス警告は±0.60 LUを超えた場合だけ表示します。動的MP3は最大3回、WAV/AIFF/FLACはTrue…

ラウドネスの変化

各ファイルは右側に点を追加します。「前」は常に測定した入力です。ノーマライズの「後」は実際に再測定した出力です。ReplayGainの第2グラフは破線で、入力ラウドネス+保存されたTrack…

解析のみ

解析のみでは、各測定の完了時に処理前グラフ、ログ、進行バーがファイル単位で進みます。処理後は動きません。

処理ログ

各行はファイルまたは処理全体の段階を示します。・成功行はファイル名から始まり、「成功」を繰り返しません。・適合、再開、スキップ、キャンセル、エラーは、役立つ追加情報がある場合に表示します。

推定合計時間：計算中…

推定合計時間：12分 - 14:30頃に完了。「12分」は推定総時間、「14:30」は予定終了時刻です。日付をまたぐ場合は、時刻の前に日数が自動表示されます（例：『2日。14:30』）。

処理ログの色分け

成功	異常を検出せずに処理が完了しました。
適合済み	音声を変更せずコピーしました。元ファイルは目標値とピーク上限を満たしていました。
警告	出力は作成されましたが、測定値の一つが許容範囲外です。
キャンセル	処理は意図的に停止されました。エラーではありません。
エラー	対象ファイルの処理を完了できませんでした。

推奨設定と目安

プリセット	目標ラウドネス	最大トゥルーピーク	音声品質
音楽ライブラリ - 推奨	-16 LUFS	-1.5 dBTP	0
強めのストリーミング	-14 LUFS	-1 dBTP	0
ダイナミックな音楽	-18 LUFS	-2 dBTP	0

これらのプリセットはアプリの実用的な選択肢であり、普遍的な規格ではありません。

3つの確認ポイント

処理されない

対応する音声ソースが1つ以上選択され、別の保存先が指定されていることを確認してください。

FFmpegが見つからない

アプリケーションビルダーを再実行するかFFmpegをインストールし、再起動してください。

ピーク警告

より低いトゥルーピーク上限または低いラウドネス目標を選び、ファイルを再処理してください。

公式技術資料

FFmpegフィルター - loudnorm / ebur128:
<https://ffmpeg.org/ffmpeg-filters.html>

FFmpegコーデック - libmp3lameと音声エンコーダー:
<https://ffmpeg.org/ffmpeg-codecs.html>

ITU-R BS.1770-5 (11/2023)、番組ラウドネスとトゥルーピーク:
<https://www.itu.int/rec/R-REC-BS.1770-5-202311-l/en>

EBU R 128 v5.0 (21/11/2023) :
<https://tech.ebu.ch/publications/r128>

ReplayGain原仕様:
https://wiki.hydrogenaudio.org/index.php?title=Original_ReplayGain_specification

技術付録

元のファイルは移動も変更もしません。

処理

ノーマライズは各ファイルを個別処理して出力を再測定します。ReplayGainはサンプルを変更しません。解析のみは測定と任意のCSVだけを作ります。

品質管理が有効な場合、ReplayGainは出力ファイルを再測定して物理ラウドネスとピークが変わっていないことを確認し、Trackタグも検証します。成功は音声保持されタグが存在することを示すだけで、目標ラウドネスへの物理的到達を示しません。

QCを無効にすると適合判定も補正再試行も行いません。均一化した出力はログとCSV用に再測定します。解析のみでは出力を作らず、出力QCも行いません。

ITU-R BS.1770

FFmpeg loudnormはITU-R BS.1770に従い、統合ラウドネスL、LRA、しきい値、トゥルーピークTPを測定します。

基準解析

LUFScaleは、基準コーパスで検証された唯一の方式である完全な履歴測定を自動的に使用します。

ファイル単位の処理

各ファイルの測定値から個別ゲインを計算し、True Peak上限内で目標LUFSに近づけます。

MP3

線形処理に適さないMP3では内部トゥルーピーク目標を1.00 dB下げます。ただし-9 dBTP未満にはしません。指定目標は利用者とQCの基準です。

音声品質

MP3はLAME、M4AはFFmpeg AAC、OGGはVorbis、Opusはlibopusを使用します。FLACは可逆、WAV/AIFFはソース互換PCMを維持します。

適合済みファイルを再エンコードしない

目標±0.10 LU以内かつTrue Peak上限以下のファイルは再エンコードせずコピーします。

自動品質チェック

品質管理では動的MP3を最大3回再計算できます。FLAC/WAV/AIFFは最大2回補正できます。各試行を再測定し、最良の出力を保持します。

並列処理

FFmpeg処理は並列実行されます。累積時間は作業量の合計で、実時間ではありません。キャッシュと再開はソース、設定、出力を確認し、解析のみでは意図的にキャッシュを使いません。

Windows向けのビルド

パスは展開したソースパッケージのルート基準です:

Windows (x64) - 64ビット版Windows 10 1809以降またはWindows 11で次を実行します:

```
.\Create_Offline_Installer_Windows.cmd
```

作成されるファイル:

```
dist\LUFScale-2.1.12-Setup-x64.exe
dist\LUFScale-2.1.12-Setup-x64.exe.sha256
dist\LUFScale-2.1.12-Portable-x64.exe
dist\LUFScale-2.1.12-Portable-x64.exe.sha256
```

.exe Setup (LUFScaleを通常どおりインストールして継続利用する推奨版)
.exe Portable (インストール不要で、直接起動または別のコンピューターへ持ち運び可能)
.sha256 (対応する.exeファイルのSHA-256フィンガープリント)

技術付録 - 計算と式

L = LUFS, TP = dBTP, G = dB

ITU-R BS.1770

$$z_i = (1/T_g) \int x_i^2(t) dt$$
$$L_K = -0.691 + 10 \log_{10}(\sum G_i z_i)$$

K特性で重み付けした各チャンネルのエネルギーを組み合わせ、統合ラウドネスを算出します。

ITU-R BS.1770 - ゲーティング

$$T_g = 400 \text{ ms}; \text{overlap} = 75 \%$$
$$\Gamma_a = -70 \text{ LKFS}; \Gamma_r = \Gamma_{\text{loud}} - 10 \text{ LU}$$

絶対ゲートと相対ゲートにより、統合測定に使用するブロックを選択します。

ファイル単位の処理

$$G_{\text{file}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$

各ファイルの測定値から個別ゲインを計算し、True Peak上限内で目標LUFSに近づけます。

出力なしの推定

$$G_{\text{est}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$
$$TP_{\text{est}} = \min(TP_{\text{input}} + G_{\text{est}}, TP_{\text{limit}})$$

解析のみは結果を推定できますが、音声ファイルと出力QCは作りません。

適合済みファイルを再エンコードしない

$$|L_{\text{in}} - T| \leq 0.10 \text{ LU}$$
$$TP_{\text{in}} \leq TP_{\text{max}}$$

目標±0.10 LU以内かつTrue Peak上限以下のファイルは再エンコードせずコピーします。

自動品質チェック

$$|L_{\text{out}} - L_{\text{expected}}| > 0.60 \text{ LU}$$
$$TP_{\text{out}} > TP_{\text{limit}} + 0.25 \text{ dB}$$

各出力を再測定します。補正は±0.50 LUを目指し、ラウドネス警告は±0.60 LUを超えた場合だけ表示します。動的MP3は最大3回、WAV/AIFF/FLACはTrue...

ラウドネスの変化

$$\Delta = L - T$$
$$R_{\text{display}} = [-6, +6] \text{ LU}; \tau_{\text{QC}} = \pm 0.60 \text{ LU}$$

「前」は物理ラウドネスです。ReplayGainの第2グラフは保存ゲインから対応プレーヤーでの再生を推定します。

ReplayGain - 再エンコードなし

$$G_{\text{tag}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$
$$P_{\text{peak}} = 10^{TP/20}$$

ReplayGainは推奨ゲインを計算しREPLAYGAIN_TRACK_GAIN/PEAKを書きます。音声は再エンコードせずコピーされ、対...

技術付録 - 自動品質チェック

L_t = LUFS目標、 TP_{req} = 指定上限、 $TP_g = 0.05$ dBの余裕

線形loudnormの適用条件

$$\begin{aligned} G &= L_t - I \\ TP_{pred} &= TP_{in} + G \\ m_{TP} &= TP_{req} - TP_{pred} \geq 0.05 \\ m_{LRA} &= LRA_t - LRA_{in} \geq 0.05 \end{aligned}$$

予測トゥルーピークとLRAの余裕がどちらも0.05以上の場合だけ線形モードを使います。

初期内部トゥルーピーク

$$\begin{aligned} TP_{safe} &= TP_{req} - 1.00 \text{ dB} \\ TP_{int,0} &= \max(-9 \text{ dBTP}, TP_{safe}) \end{aligned}$$

動的MP3の内部目標は指定上限より1.00 dB低く開始し、-9 dBTPを下限とします。

厳密な適合

$$\begin{aligned} |L_{out} - L_t| &\leq 0.50 \text{ LU} \\ TP_{out} &\leq TP_{req} \end{aligned}$$

出力が目標の±0.50 LU以内で、トゥルーピークが指定上限以下なら厳密適合です。

ピーク補正

$$\begin{aligned} TP_g &= 0.05 \text{ dB} \\ e_{TP} &= TP_{out} - (TP_{req} - TP_g) \\ TP_{int,n+1} &= TP_{int,n} - e_{TP} \end{aligned}$$

ピークが上限を超えた場合、次の内部目標を超過量と0.05 dBの余裕分だけ下げます。

低ラウドネス補正

$$\begin{aligned} r &= \min[(L_t - 0.45) - L_{out}, \\ &\quad (TP_{req} - 0.05) - TP_{out}] \\ TP_{int,n+1} &= TP_{int,n} + r \end{aligned}$$

ラウドネスが低い場合、ピーク余裕の範囲で内部目標を $L_t - 0.45$ LUへ上げ、0.01 dB未満の変更は行いません。

最良試行

$$\begin{aligned} p &= \max(0, TP_{out} - TP_{req}) \\ e_L &= \max(0, |L_{out} - L_t| - 0.50) \\ d_L &= |L_{out} - L_t| \\ \text{score} &= (p > 0, e_L > 0, p, e_L, d_L) \end{aligned}$$

初回出力と最大3回の再試行から、ピーク、ラウドネス許容差、絶対誤差の順で最良を選びます。

補正回数の上限

$$N_{MP3} \leq 3; N_{lossless} \leq 2$$

動的MP3は最大3回、FLAC/WAV/AIFFは最大2回補正します。条件を満たせば早く終了します。

QC警告と再試行目標

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_{out} - L_t \\ QC_{alert} &\Leftrightarrow |\Delta L| > 0.60 \vee TP_{out} > TP_{req} + 0.25 \\ \text{strict}_{OK} &\Leftrightarrow |\Delta L| \leq 0.50 \wedge TP_{out} \leq TP_{req} \\ \text{retry} &\Leftrightarrow \neg \text{strict}_{OK} \wedge |TP_{int,n+1} - TP_{int,n}| \geq 0.01 \end{aligned}$$

QC警告は±0.60 LUと+0.25 dB、再試行は0.01 dB以上の変更で厳密上限を目指します。