

一、功能概述

1. 多协议直播支持

- 支持 21 种直播协议，覆盖常见流媒体流格式与私有协议，包括：ws-flv、http-flv、HLS、WebTransport、WebRTC（兼容多家方案）、FMP4、mpeg-ts、裸流、MPEG-PS、阿里云 ARTC 等。

2. 点播格式兼容

- 支持 MP4 和 HLS 点播，兼容 H.264 与 H.265 编码。
- 支持硬解码（MediaSource、WebCodec）与软解码（WebAssembly、SIMD）切换。

3. 解码技术与渲染

- 多线程 WASM 软解码：H.264/H.265 支持多线程与 SIMD 加速，适用于1080P及以上分辨率。
- 硬解码后备机制：优先使用 WebCodecs + MSE 硬解，当失败自动降级至 WASM。
- 渲染方式多样：支持 Canvas、WebGPU、Video Tag，离屏（OffscreenCanvas）也可渲染。

4. UI 交互与自定义

- 底部控制条高度可配置，可加入自定义按钮、支持自定义 HTML 内容、配置上下文菜单等。
- 弹性支持画面镜像（水平方向、垂直方向）、画面切换、电子放大等交互功能。
- PTZ（云台）控制盘支持拖拽、布局多样（横向/纵向）、支持云台控制命令生成。

5. 加密与安全

- 支持多种加密流播放及解密：
 - 国标 SM4 加密
 - XOR 加密
 - m7s 专有加密。
- 支持 HTTPS/WSS 加密传输，保障内容安全。

6. 录制与截图

- 支持录制：
 - MP4（仅视频或视频+音频可选）
 - FLV（音视频同时录制）。
- 提供截图功能，支持为截图添加文字/图片/暗水印/动态水印等多种样式。

7. 多路播放能力

- 支持 NxN 多屏播放（如 2×2、3×3、4×4）；支持不规则拼屏（如 3-1、4-1 布局），支持双击局部全屏、拖拽排序等。

8. SEI 数据与流同步

- 支持解析 HLS/MP4/FLV/TS/WebRTC 等流中的 SEI 数据，通过事件暴露给业务层调用。
- 支持检测初始 I 帧，过滤非关键帧，保持首屏质量与解码同步。

9. 性能可观测

- 内置性能面板，实时反馈延迟、时间戳、CPU/GPU 占用、解码器信息等关键指标。
- 支持最大网络延迟配置，超时自动重连播放。
- 在后台/标签页切换时，仍维持解码节奏，避免延迟积累。

10. 稳定性增强

- 支持播放异常日志收集与自动恢复机制。
- pause→play 过程中保留最后画面，提升用户体验。
- 支持播放异常时显示最后帧、提示信息与播放按钮。

11. 本地化与定制化

- 完全国际化支持，提供多语言文案配置。
- 支持定制化开发与二次扩展，官方提供扩展模块和商业定制服务。

二、性能表现亮点

- **低延迟**：在 PC/Android/iOS 浏览器均能实现延迟低于 1 秒的直播播放。
- **高并发能力**：多线程解码与 UI 渲染配合，支持高达几十路（如 16 路、24 路 720p/1080p）并发播放，实际应用内存与 CPU 使用评测良好。
- **长时间运行稳定**：前后台切换无累积延迟，内存波动可控，性能持久稳定。

三、技术架构与语言

- 核心技术栈：
 - 前端：纯 H5 + JavaScript，核心解码库通过 Emscripten 编译 C/C++ FFmpeg 库为 WASM 模块。
 - 采用 MediaSource WebAPI 与 WebCodecs 标准接口，优先硬解码，WASM 作补充。
 - 渲染层支持 Canvas、WebGL/WebGPU、Video 标签、OffscreenCanvas 高性能渲染管线。
 - 多线程用于解码与网络处理，主线程负责 UI 控制。
- 模块划分：
 - **Decoder Worker**：独立 WebWorker 负责拆封装 + 解码 + 渲染。
 - **UI Controller**：提供可定制化控件、PTZ 控盘、性能面板。
 - **网络层**：支持 HTTP/HTTPS、WS/WSS、WebTransport、WebRTC 等多协议接入，提供网络延迟监测与重连机制。
- 事件架构：
 - 暴露丰富 JavaScript 接口与回调，包括播放状态、性能数据、SEI 数据、错误日志等。
 - 支持扩展多事件（如自定义按钮触发、焦点/可视检测等）。



四、适用场景与优势

场景	优势
监控行业	PTZ 控制、低延迟、多路拼接、SEI 提取
教育直播	多屏展示、录播截屏、回放控制、延迟可视化
企业会议	WebRTC + 软硬解适配、异常日志上报、背景播放
私有加密传输	支持 SM4/XOR/m7s 加密流，安全高效



总结

JessibucaPro 是一个面向高端直播/点播与内嵌监控/会议应用的浏览器端播放器，具有以下核心亮点：

1. 高扩展性 —— 支持 21 种协议、多路、多屏、加密、PTZ 等全栈功能；
2. 高性能 —— 多线程 WASM 解码 + WebCodecs 硬解，低延迟 + 高并发；
3. 高定制化 —— UI、控件、事件全开放，支持商业定制；
4. 高可观测性 —— 性能面板、日志、错误监控齐全；
5. 高稳定性 —— 后台运行稳定，自动恢复机制。