

CAPTURYLIVE

HUMAN MOTION INTELLIGENCE

产品技术白皮书

让自然动作、精细测量与训练反馈
在同一工作流中连接。

基线配置与定制能力设计



视觉概念示意，非实际捕捉界面或性能测试结果

无标记动捕 + 红外光学动捕 + 动作对比平台

01 / PRODUCT VISION

从动作采集，到运动理解

CaptureLive 面向体育训练、教学科研与数字内容等场景，规划将多视角无标记采集、红外标记点测量以及动作对比分析整合为一套可配置的运动数据工作流。使用者可以按任务选择采集方式，再在统一的动作记录、时间轴与报告逻辑中组织结果。

本文范围

CaptureLive 为本方案的定制集成品牌。基础组件包括 Capture 无标记引擎和 FZMotion Swift20AW 红外相机，统一动作平台按项目定制。本文描述基线配置、设计目标及验证条件，不作为整机测试报告。

自然运动

无标记路线减少贴点与穿戴准备，服务多人动作观察、教学演示和自然交互。

精细测量

红外路线追踪反光标记点，用于刚体位姿、局部运动与可重复的实验测量。

反馈闭环

统一平台规划对齐示范动作与训练动作，关联三维骨架、指标曲线及原始视频。

阅读方式

基础能力：来自原厂公开手册或用户提供的产品资料，须与最终采购的软件版本、模块和设备型号对应。

定制能力：本方案拟实现的集成与平台能力，进入开发、联调和验收后形成交付依据。

配置选件：依赖新增硬件、第三方接口或厂商确认的部分，按选定配置逐项验证。

品牌授权、OEM 使用范围、商标主体及交付主体应在正式产品资料中落实；品牌名称本身不替代部件来源与原产地证明。

02 / SYSTEM ARCHITECTURE

三层架构，保留每一路数据来源

以采集端、数据适配层和应用层组织系统。两种动捕方式可以按任务独立使用，联合采集时再通过坐标变换与时间戳建立关联。数据融合保留原始记录与处理版本，便于复核。



配置关系

基线采购方向为 1 套无标记动捕、8 台红外相机和 1 套动作分析平台。8 台红外相机属于独立红外链路，不能替代无标记路线所需的 RGB 相机阵列。无标记相机数量依据覆盖空间、人数及遮挡情况确定。

03 / MARKERLESS MOTION CAPTURE

多视角无标记，保留自然动作

基于 Captury 的多视角处理方案利用同步 RGB 图像恢复人体运动。采集对象可以穿日常服装；实时查看、录制与流式输出构成连续工作流。相机数量和计算配置需要与人数及空间规模共同设计。[1]

工作环节	基础能力与配置边界
场地与相机	原厂方案可从 4-12 台或更多 GigE 相机扩展。多人能力随相机数量、覆盖范围和处理配置变化，不以固定相机数保证任意人数。[1]
对焦与标定	按镜头对焦、镜头标定、空间标定建立观测关系。手册中的对焦辅助为边缘高亮；现有资料采用棋盘格标定。[3]
人员初始化	支持自动搜索或拖放选择人员；按人体尺度建立骨架，结合动作调整骨长、关节中心及模型。[2]
连续跟踪	提供低延迟/高质量模式及质量阈值、失败恢复相关设置。最大跟踪帧率可独立于相机帧率配置。[2]
界面与扩展	多数窗口支持关闭、浮动和停靠。全身捕捉为主流程，手指及面部模块需按具体许可选配。[1][4]

按配置验证的硬件选件

5MP、95° 视场、全局快门、相机端 55TOPS、彩色数字状态屏、PoE 及 T/L 主动标定等要求，需对应具体相机和定制标定方案确认。工作站算力不等同于相机端算力；现有资料不能据此宣称这些选件已完成验证。

正式部署还需确认 Captury 的集成/OEM 授权范围、版本许可、并发人数和可选模块清单。

04 / INFRARED OPTICAL CAPTURE

红外基础选型：Swift20AW

FZMotion Swift20AW 采用红外光学标记点路线。基线选择关注 2048 × 1088 分辨率、95° × 56° 宽视场与 PoE 供电，适配中小型捕捉空间。以下参数来自用户提供的原厂产品资料第 11-12 页。[7]

项目	Swift20AW 标准参数
分辨率	2048 × 1088 像素，约 222.8 万像素
标准帧率	310 FPS
降分辨率模式	1024 × 768 时，资料标注最高 420 FPS
视场角	95° × 56°
红外灯环	12 颗灯珠；工作光谱 850 nm
网络与供电	以太网；PoE 802.3bt
镜头操作	对焦与光圈可调；资料未据此确认软件电动控制
追踪距离	被动 16 m；主动 25 m（原厂标称）
原厂性能标称	延迟 2 ms；精度 ±0.02 mm
尺寸与重量	95 × 95 × 57 mm；532.6 g

参数的适用边界

310 FPS 是所选标准型号的全分辨率帧率；420 FPS 需要降低分辨率，不能作为全分辨率指标。2 ms 是原厂相机指标，不代表整机端到端延迟；±0.02 mm 为原厂标称，不代表任意场地的人体关节精度。

针对更高的全分辨率帧率、500 点同时追踪、电子快门、温度/加速度传感器、特定镜头与侧面三色状态灯等条件，需要厂商提供对应型号/定制配置证明后再纳入发布参数。

05 / MOTION COMPARISON PLATFORM

让示范与训练动作可比较

Captury 已有运动曲线与多次采集叠加比较能力，可作为动作分析的基础。其手册覆盖角度、速度、加速度、距离、关节位置以及周期归一化等分析方式。[5] 本方案在此基础上规划统一动作对比工作台，连接两条采集链路和项目训练内容。

平台模块	定制能力设计
动作库与版本	为示范与训练动作保存人员、项目、采集配置、时间戳、骨架版本及处理记录，允许回溯原始数据。
时空对齐	先统一坐标、尺度规则和动作起止点，再采用事件对齐或周期归一化。保留原始时间和归一化时间两种轴。
同屏对比	规划参考/当前动作的三维骨架叠加与并排回放，并关联原始视频、关节曲线与指定动作阶段。
指标计算	以明确定义的关节角、角速度、线速度、加速度、位移和距离呈现差异；单位、滤波设置与参考范围一并保留。
质量门控评分	先检查跟踪有效率、遮挡、插值占比和同步质量，再输出规则化评分。低质量片段提示重采或排除，不输出误导性高置信结论。
报告与导出	报告规划包含动作区段、差异曲线、评分依据、数据质量和处理版本。Captury 原生曲线已有 PNG/CSV、HTML 报告和打印相关能力。[5]

处理可追溯

缺失点修复、插值和平滑应保留原始通道，并对处理区段做可视标识。跨系统的关节定义、左右侧命名和坐标旋转规则需在映射表中显式说明。平台的统一界面、评分规则和跨系统联调属于本项目定制交付项。

06 / MULTIMODAL SYNCHRONIZATION

把骨架、力与视频放在同一时间轴

多模态同步方案规划连接动作数据、测力台、肌电与高速视频。Captury 支持 AMTI 和 Bertec 测力台。FZMotion 资料提供时间码、同步信号配置与时间戳能力。[1][7] 具体外设型号、接口和同步路径应在联调前确定。

三种时间信息分别保留

时间字段	用途
设备时间 / 硬件触发	识别真正的采样时刻。优先评估可共用的触发或时钟方案。
主机接收时间	记录传输和排队过程，用于排查网络与处理延迟。
统一时间轴	通过已知映射、时钟偏差和漂移校正关联不同采样率数据。

同步验收方法

以可同时观测的触发事件进行重复采集，记录各数据流的时间偏移、抖动和长时间漂移；在目标采样率、实际网络负载和最终配置下统计结果。需要区分数据同步误差、传输延迟与显示延迟，避免用其中一个指标代表其他指标。

项目设计目标：同步误差 $\leq 10\text{ ms}$

这是待联调和实测的设计目标，尚不代表整套系统已达到。验收应给出设备组合、测试时长、事件数量、时钟源和统计方法，并保存测试记录。

面向分析的数据约束

力学量与肌电量保留采样率、单位、标定系数和通道名称。仅有关节运动数据不能直接替代地面反力或肌电测量。多采样率重采样时保留原始记录，并标记插值策略和有效时间范围。

07 / INTERFACES & DEPLOYMENT

公开接口，连接既有工作流

集成层尽量复用原厂公开接口和明确的数据格式。统一平台通过适配器读取各系统数据，将厂商原生能力与新增兼容层分开维护，以便升级、排错和版本管理。

范围	可依据的基础能力	集成约束
Captury 输出	Unreal Live Link、Unity、MotionBuilder、BoB；OSC、VRPN、ROS、OSVR；FBX/BVH/C3D/CSV。[1]	按软件版本、模块许可及实时/离线接口分别确认。
Captury 开发	C/C++ 插件、Python 自动化与 RemoteCaptury 流式姿态/部分控制接口。[6]	以对应 SDK 的正式文档和发布版本为准。
FZMotion	Moca：VRPN/TCP/UDP、C/C++/Matlab/Python；Motar：UE/Unity/MotionBuilder、TCP/UDP/ZMQ。[7]	刚体软件与人体软件分别选配，不能混用不同模块的能力清单。
平台适配	规划统一骨架、标记点、模拟量、事件、时间戳及质量状态的数据结构。	新增能力需开发、测试和文档化。

部署与兼容矩阵

原厂无标记方案偏好 Ubuntu 预装环境。[1] 统一平台按选定主机和终端环境部署。Win32、Win64、Linux 及 C++/.NET 的具体支持矩阵需逐项确认和测试，单一 SDK 不能证明所有平台和语言均获支持。

接口命名

本方案采用“统一数据接口”描述自定义适配层。DataStream 不是本方案已获得的 Captury/FZMotion 原生 SDK 名称；若要求特定协议或 SDK，需要以厂商许可、兼容性验证及交付代码为依据。

08 / CONFIGURATION & VALIDATION

从基线配置到可验证的交付

系统规格应与最终硬件清单、许可版本、部署环境及验收方法一起冻结。现场交付形成一套可复核的记录，支持后续扩展和重复实验。

组成	本版配置方向	落实条件
无标记动捕	1 套 Captury 引擎基础方案；RGB 相机、处理主机与网络独立配置。	空间覆盖、人数、帧率、端到端延迟、授权和选件确认。
红外动捕	8 台 FZMotion Swift20AW 基础选型；匹配标定工具、软件及 PoE 网络。	标准 310FPS 未达到本项目 330Hz 目标，需厂商证实升级型号。
动作分析	1 套定制动作对比与分析平台。	数据映射、对比算法、评分规则、接口及验收数据集确认。
外设同步	测力台、肌电、高速视频按项目选配。	设备型号、通道、触发/时钟接口和实际同步误差验证。

建议的交付记录

- 配置档案：**设备型号与序列号、镜头、固件、软件版本、许可证和接口版本。
- 场地档案：**有效捕捉体积、相机布位、标定日期、坐标定义和光照条件。
- 测试档案：**原始图像/动作文件、人员数量与动作类型、掉点/重建质量、帧率和延迟统计、同步误差与完整测试日志。
- 平台档案：**示范动作库、指标定义、评分规则、插值策略、接口示例和备份恢复方法。

版本冻结原则

原厂标称参数用于选型；集成系统性能由最终配置下的实测报告证明。尚未确认的定制相机、跨平台接口与同步能力，在验证完成后更新白皮书和产品发布规格。

09 / REFERENCES

资料来源与版本说明

本版依据以下原厂公开资料及用户提供的产品单页编写。网页访问日期：2026-09-07。内容为归纳说明，正式采购与验收仍需对应最终型号、版本及厂商确认文件。

[1] Captury - Real-Time Processing

<https://captury.com/real-time-processing/>

多视角配置、实时处理、扩展模块、导出与测力台接口。

[2] CapturyLive Documentation - Tracking

<http://doc.captury.com/CapturyLive/tracking.html>

人员初始化、模型适配、跟踪模式与质量控制。

[3] CapturyLive Documentation - Calibration

<http://doc.captury.com/CapturyLive/calibration.html>

对焦、镜头及空间标定。

[4] CapturyLive Documentation - Software

<http://doc.captury.com/CapturyLive/software.html>

窗口与界面布局。

[5] CapturyLive Documentation - Charts

<http://doc.captury.com/CapturyLive/charts.html>

曲线比较、指标分析、周期归一化与报告。

[6] Captury API / RemoteCaptury

<https://github.com/thecaptury/RemoteCaptury>

公开流式接口；另参照 CapturyLive 文档首页 API 章节。

[7] FZMotion 相机&软件单页，用户提供

<https://www.ymate3d.com/>

第 3-4 页：Moca/Motar；第 11-12 页：Swift20AW。官网链接用于品牌和资料渠道识别，型号参数以所附 PDF 对应页为准。

版本：V1.0 | 编制日期：2026-09-07

资料性质：基线配置与定制能力设计。联系邮箱：yshou258@gmail.com