



Global Computing Consortium

GitLink 确实·开源



第七届CCF开源创新大赛

开源项目挑战赛道决赛答辩

昇思赛道

健身动作评估指导：在MindSpore框架下
基于YOLOv8人体关键点识别的进一步应用

汇报人：黄德楠

2024年11月1日



目录

CONTENTS

01

项目介绍

02

理论方法

03

技术创新

04

应用与价值

01

项目介绍

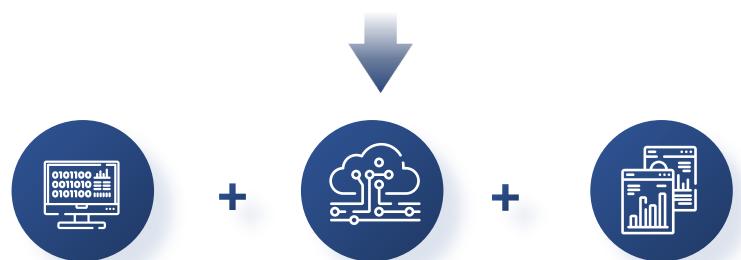
1.1 项目引言 1.2 演示视频 1.3 项目成员



1.1 项目引言：健身热浪高，智寻求新篇

研究现状

随着《全民健身计划》的推广，全民健身国家战略深入实施，全民健身公共服务水平显著提升，全民健身场地设施逐步增多。人民群众健身的热情日益高涨，健康中国和体育强国建设迈出新步伐。



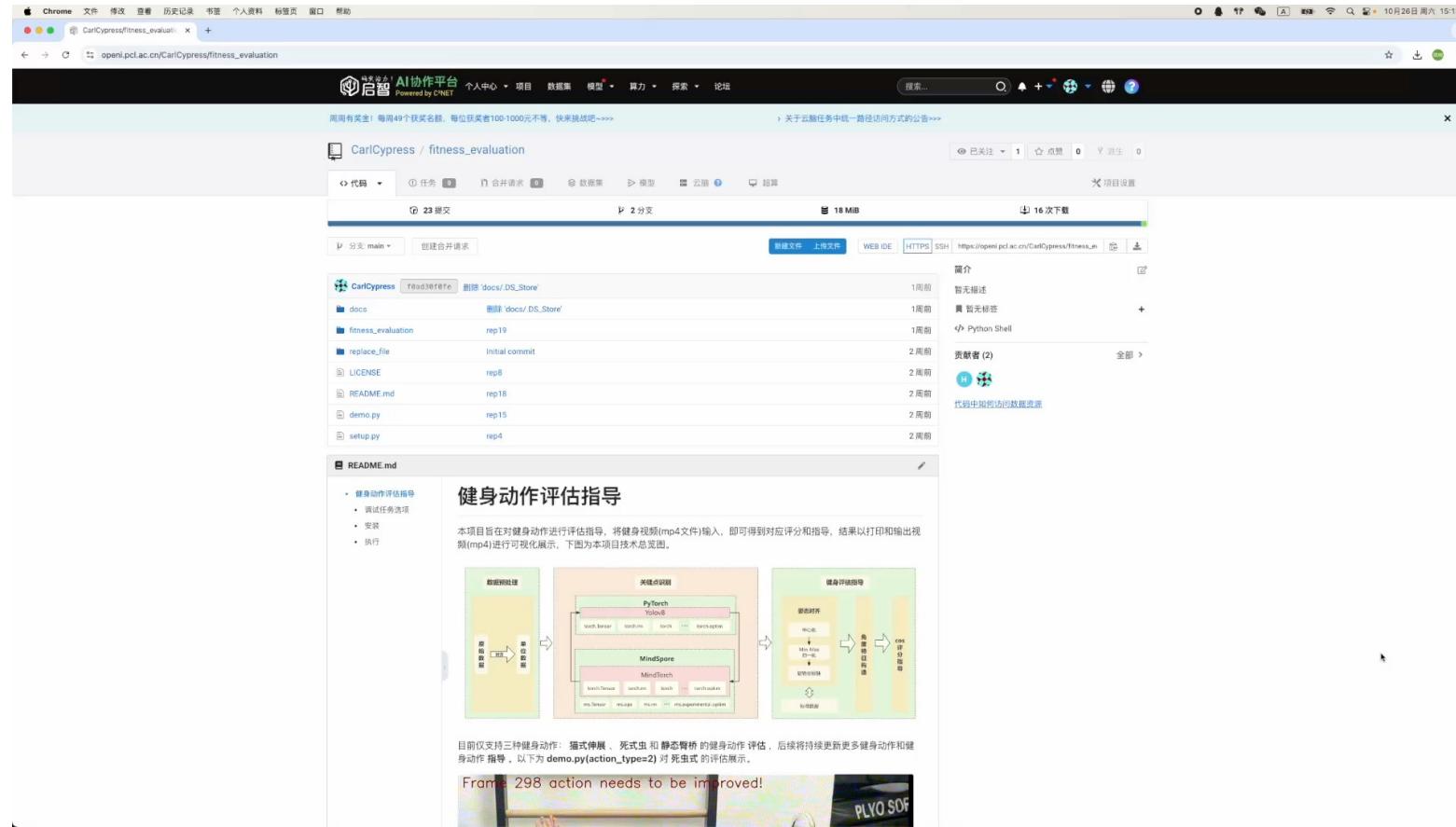
2019-2025年中国智能运动健身行业市场规模



解决措施

在当前健身行业面临动作标准化缺失、个性化指导匮乏及成效评估模糊的严峻挑战下，本项目依托前沿的**昇思MindSpore**深度学习框架，深度融合**YOLOv8模型**，设计了一个能够精准捕捉运动场景、高效识别复杂环境中物体、细致追踪人体关键点位，并实现智能化**健身动作标准评分**和**动作矫正指导**的平台。

1.2 演示视频



1.3 项目成员：江南智研，协同创新

团队介绍

研究团队由江南大学多名在校博士生、在校研究生和本科生组成。团队致力于研究智能健康和医疗辅助诊断、行业大模型开发与应用等领域，团队成员在杨海龙队长的带领下，深入探索人体关键点识别技术，持续进行技术迭代与创新，致力于构建一个智能化的健身指导平台，为用户提供前所未有的健身体验。



黄德楠

硕士 计算机科学与技术

- 江南大学人工智能与计算机学院硕士，研究领域包括CV、生物医学图像处理和概念认知。



周莉

硕士 计算机科学与技术

- 江南大学人工智能与计算机学院硕士，致力于研究智能健康和医疗辅助诊断。



杨海龙
博士 软件工程

- 江南大学博士生，研究领域包括编程语言设计、生成式模型和多智能体系统。
- 曾任华为编程语言实验室仓颉编程语言项目的首席研究员。
- 目前是仓颉社区KOL，苍穹（CangChain）AI智能体框架的作者。
- 同时是编程语言开放社区（PLOC）的创始理事以及DeepLang编程语言的主创。



顾铭贤

硕士 计算机科学与技术

- 江南大学硕士研究生，研究方向为大语言模型智能体，着力于减少大模型的幻觉问题，打造可信的智能体框架。



赵仁火

硕士 人工智能

- 本科就读于安徽大学计算机科学与技术学院数字媒体技术，辅修法学。
- 江南大学人工智能专业在读，研究方向是AI Agent。



林心艳

本科 计算机科学与技术



胡旭斌

本科 人工智能

02

理论方法

2.1 整体架构

2.2 Mindspore
框架

2.3 yolov8模型

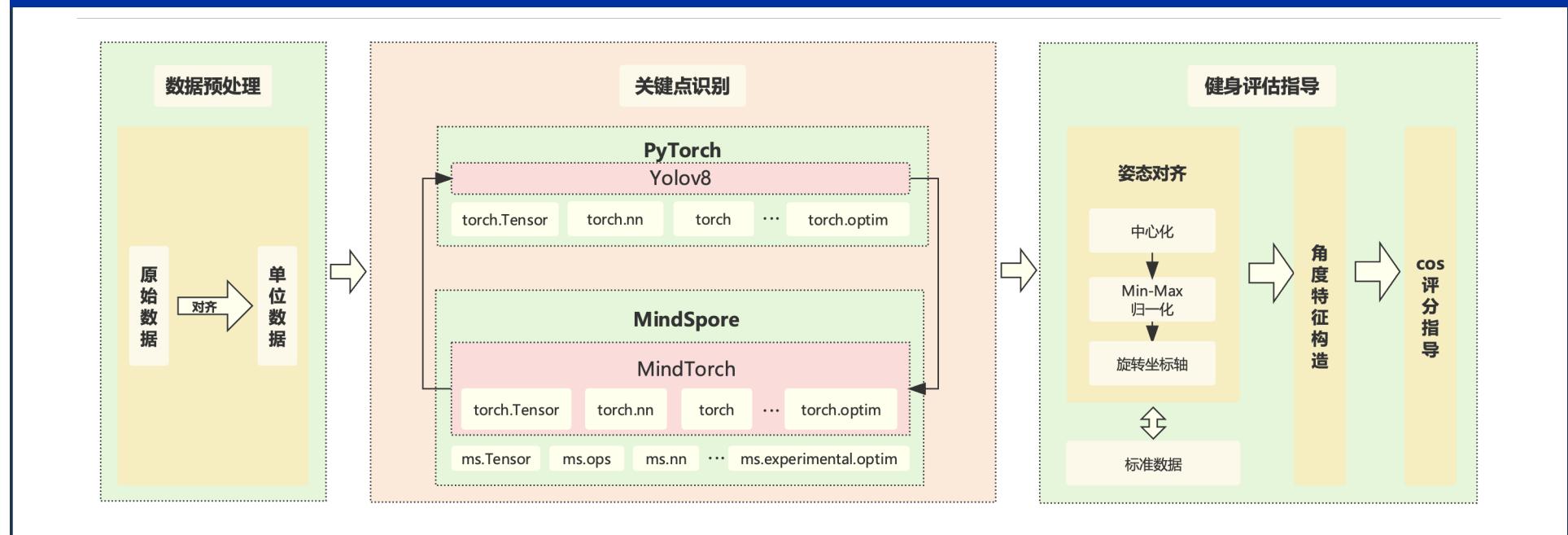
2.4 相似度计算

2.5 关键点注视



2.1 项目整体架构

- 本项目主要由**数据预处理、关键点识别和健身评估指导**个部分构成。
 - 首先将需要评估指导的运动视频作为输入，进行**对齐**操作，即分解为**单元动作**，并将单元动作帧数统一。
 - 使用预处理的数据作为输入，使用**MindSpore**框架下的**yolov8**进行推理，输出时间序列的关键点数据。
 - 使用关键点数据作为输入，在标准数据集中匹配到对应的**Ground-Truth**，计算每帧得分和总体得分。



2.2 MindSpore:全场景AI新引擎

Mindspore

2020年3月，昇思MindSpore AI框架正式推出，已迅速发展为最具创新活力的AI开源社区。MindSpore是一个全场景深度学习框架，旨在实现易开发、高效执行、全场景统一部署三大目标。

全场景AI框架昇思MindSpore，使能科研创新与产业应用

构筑AI全栈，亲和昇腾性能最优

2020.03 MindSpore 正式开源
2020.09 MindSpore 1.0 发布 商用 Ready
2021.09 [M]s 昇思 MindSpore 原生支持大模型
2022.07 MindSpore 1.8 易用性再提升
2022.11 MindSpore 2.0

一次开发，端边云全场景部署

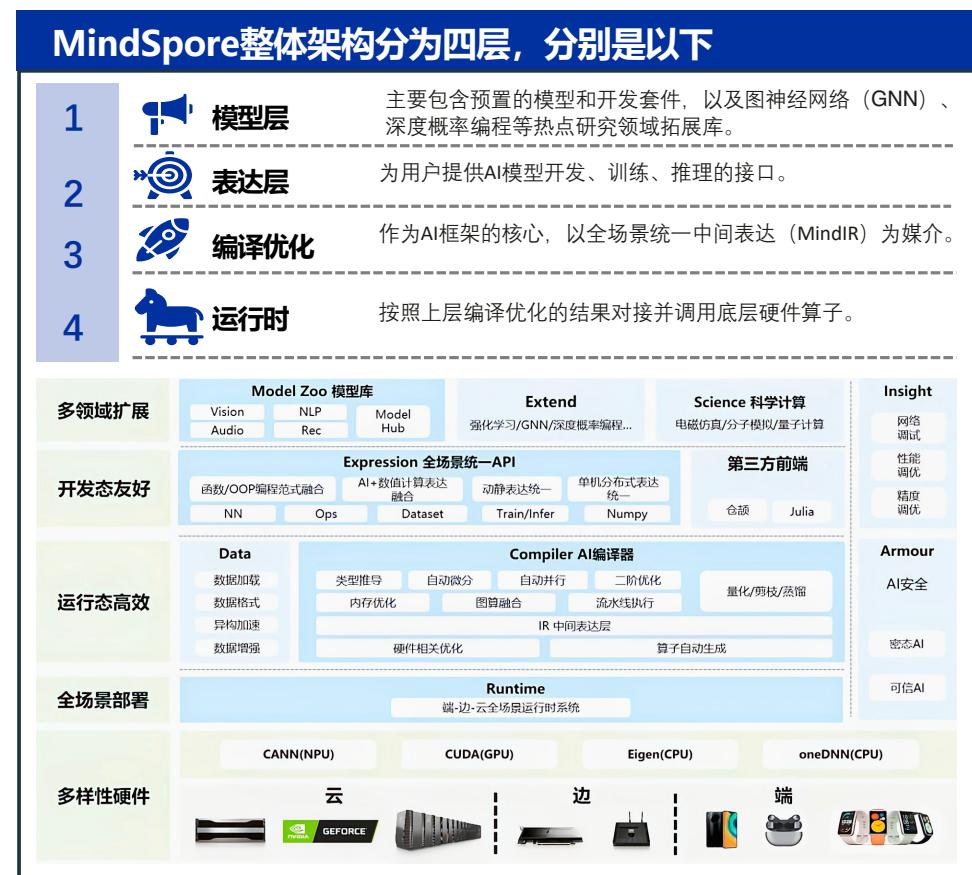
- 支持全场景应用
- 支持全场景部署
- 5000+ 应用已上线
- 模型跨平台免转换

原生支持大模型训练，加速创新

- 千亿参数大模型
- 自动并行 80% ↓
- 自动调优 60% ↓
- 并行代码数量
- 调优时间

科学计算新范式，性能倍级提升

- MindSpore Elec
- MindSpore SPONGE
- 电磁仿真套件
- 分子模拟套件
- 10x ↑ 手机电磁仿真同等精度速度提升
- 50% ↑ 药物设计效率提升



2.3 YOLOv8:高效人体姿态估计

- Ultralytics YOLOv8 是一款前沿、最先进 (SOTA) 的模型。YOLOv8 设计快速、准确且易于使用，使其成为各种**物体检测与跟踪、实例分割、图像分类和姿态估计**任务的**绝佳选择**。其新增的创新点包括一个新的骨干网络、一个新的Ancher-Free检测头和一个新的损失函数。
- 基于YOLOv8算法的人体姿态估计具有**较高的处理速度和准确率**，能够满足实时性要求较高的应用场景，其对**光照变化、遮挡、人体姿态变化**等因素具有**较好的鲁棒性**。



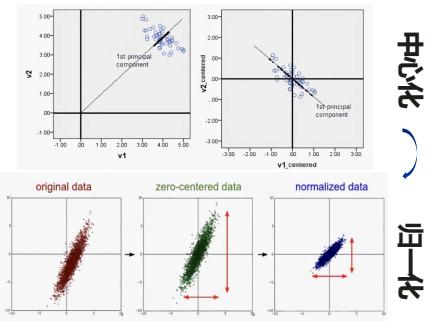
2.4 相似度计算算法

1 视频帧标准化

- 标准化处理：针对上传的视频内容，截取每段视频的每个动作的单位动作，并对视频的帧数标准化为300帧，确保动作在时间维度上的一致性。

2 关键点信息数据库化

- 提取视频中各帧所含的健身动作对应的17个人体关键点信息，构建成一个标准且结构化的序列数据集，并高效存储于数据库中。
- 对此数据集执行**中心化处理**，即计算其均值点作为中心点，并计算欧式距离，找寻距离中心点的最大值实施**归一化操作**，以增强数据的可比较性和模型的泛化能力。



3 关键点空间对齐优化

- 计算两组关键点 (points1与points2) 之间的**协方差矩阵**，利用**奇异值分解 (SVD)** 方法解析出**最优旋转矩阵**。
- 通过点乘旋转矩阵将points2旋转至与points1最佳对齐的状态，极大地提高了数据的一致性和分析的准确性。实现不同视频中不同帧关键点信息的精确对比。

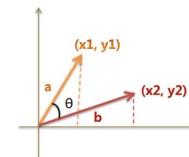
$$\begin{aligned}\text{cov}(X, Y) &= \begin{bmatrix} \text{cov}(x_1, y_1) & \text{cov}(x_1, y_2) & \cdots & \text{cov}(x_1, y_n) \\ \text{cov}(x_2, y_1) & \text{cov}(x_2, y_2) & \cdots & \text{cov}(x_2, y_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{cov}(x_m, y_1) & \text{cov}(x_m, y_2) & \cdots & \text{cov}(x_m, y_n) \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} E[(x_1 - \mu_1)(y_1 - \nu_1)] & E[(x_1 - \mu_1)(y_2 - \nu_2)] & \cdots & E[(x_1 - \mu_1)(y_n - \nu_n)] \\ E[(x_2 - \mu_2)(y_1 - \nu_1)] & E[(x_2 - \mu_2)(y_2 - \nu_2)] & \cdots & E[(x_2 - \mu_2)(y_n - \nu_n)] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E[(x_m - \mu_m)(y_1 - \nu_1)] & E[(x_m - \mu_m)(y_2 - \nu_2)] & \cdots & E[(x_m - \mu_m)(y_n - \nu_n)] \end{bmatrix}\end{aligned}$$



- 计算两组匹配点的加权中心：
- 得到去中心化的点集：
- 计算 covariance 矩阵对
- 进行 SVD 分解，得到旋转矩阵
- 计算平移量

$$A_{m \times n} = U_{m \times m} \times \Sigma_{m \times n} \times V_{n \times n}^T \quad (m < n)$$

$$A_{m \times n} = U_{m \times m} \times \Sigma_{m \times n} \times V_{n \times n}^T \quad (m > n)$$



4 多角度特征的高级度量与分析

- 在关键点精确对齐的基础上计算**角度特征 (cos)**，关键点数据(shape=(17, 2))展开后与角度特征(10个)进行拼接。
- 计算两个向量的**余弦相似度**，并为每一帧的动作评分。

2.5 关键点标注和结果展示

① 人体17个关键点和骨架连接线的标注

序号	关键点名称	翻转对 (flip_pairs)	骨架连接线 (skeleton)
0	nose	-	[0, 1], [0, 2]
1	left_eye	2	[1, 3]
2	right_eye	1	[2, 4]
3	left_ear	4	-
4	right_ear	3	-
5	left_shoulder	6	[5, 11], [5, 6], [5, 7]
6	right_shoulder	5	[6, 12], [6, 8], [5, 6]
7	left_elbow	8	[7, 9]
8	right_elbow	7	[8, 10]
9	left_wrist	10	-
10	right_wrist	9	-
11	left_hip	12	[11, 12], [11, 13], [5, 11]
12	right_hip	11	[12, 14], [12, 6], [11, 12]
13	left_knee	14	[13, 15]
14	right_knee	13	[14, 16]
15	left_ankle	16	- (起始点), [15, 13]
16	right_ankle	15	- (结束点), [16, 14]

② 人体10个角度特征

Serial No.	Angle Description	Keypoint Indices
1	Right Arm Bend Angle	Right Shoulder (5), Right Elbow (7), Right Wrist (9)
2	Left Arm Bend Angle	Left Shoulder (6), Left Elbow (8), Left Wrist (10)
3	Right Leg Bend Angle	Right Hip (11), Right Knee (13), Right Ankle (15)
4	Left Leg Bend Angle	Left Hip (12), Left Knee (14), Left Ankle (16)
5	Head Tilt to Right Angle	Right Shoulder (5), Nose (0), Right Ear (3)
6	Head Tilt to Left Angle	Left Shoulder (6), Nose (0), Left Ear (4)
7	Right Side Waist Twist Angle	Right Shoulder (5), Right Hip (11), Right Knee (13)
8	Left Side Waist Twist Angle	Left Shoulder (6), Left Hip (12), Left Knee (14)



03

技术创新



3.1 技术创新

创新点01

健身动作关键点识别

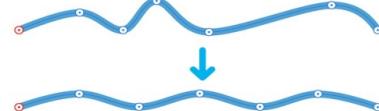
- 在健身运动的评估指导下应用场景下，使用关键点检测。



创新点02

单位动作对齐机制

- 不用健身运动者在进行同一动作时，节奏不一致将导致单元动作处于不同时间节点，故需要进行对齐。



14

Huawei Proprietary - Restricted Distribution

创新点05

标准化动作的数据

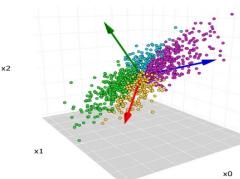
- 在动作数据标准化过程中，使用npz格式的中间文件进行表示，而不再使用mp4这种大容量视频文件。有利于节省空间和计算的时间。



创新点03

健身时序特征构造

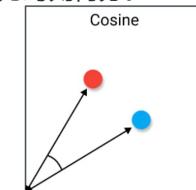
- 运动过程中，需基于人体的17个关键点数据进行特征构造，例如支臂夹角，更能评估健身动作的标准程度。



创新点04

相似度度量方法

- 对于需要评估的关键点时间序列数据，在对齐后的某时刻关键点数据，需与对应时间节点的标准数据计算余弦相似度作为时刻得分。



14

[M]^s 昇思
MindSpore

04

应用与价值

4.1 应用场景

4.2 应用价值



4.1 应用场景

健身房智能辅助



- 平台监测用户的健身动作视频，如俯卧撑、深蹲、仰卧起坐等，并对其动作打分。
- 当平台检测到姿势不正确或幅度不足时，平台会反馈和纠正建议，帮助用户避免运动伤害并提升锻炼效果。

在线健身指导与定制计划



- 根据用户的健身水平、目标以及历史训练数据，系统自动调整并推荐个性化的训练计划，确保训练的科学性和有效性。

健身康复评估



- 对于正在进行康复训练的用户，平台监控康复动作的执行情况，记录和分析康复动作的数据，指导标准的康复动作，帮助医生或治疗师追踪患者的康复进度。

4.2 应用价值

- ◆ 平台为传统健身房、在线健身课程以及个人健身爱好者提供了强大的技术支持，促进了健身行业的升级和转型。



- ◆ 基于平台积累的精准用户数据和动作评分技术，可与健身房、健身APP、体育用品品牌等建立广泛的合作关系共同开发基于用户健身数据的健康管理产品和服务。

传统健身房 → 在线健身课程 → 在线健身房 → 在线健身标准评分 → 在线健身指导

促进健康管理与康复服务

动作监控和指导

- ◆ 专业的康复动作监控和标准动作指导服务。

康复方案

- ◆ 帮助医生或治疗师更好地追踪患者的康复进度，及时调整康复方案。

康复治疗

- ◆ 提高康复治疗的效率和质量，拓展平台在健康管理领域的应用场景。

Thank you.