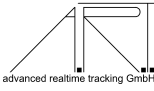


系统使用手册
SMARTTRACK & DTrack[®]

商标

以下展示了A.R.T. GmbH (Advanced Realtime Tracking GmbH)所注册的商标:

商标	示为	德国	欧洲	美国
A.R.T.[®]	ART	×	×	×
ARTtrack[®]	ARTTRACK	×	×	×
DTrack[®]	DTrack2	×		
smARTtrack[®]	SMARTTRACK	×	×	×
		×	×	×

Microsoft[®] 和Windows[®] 是微软公司在在美国和其他国家注册的商标。

在该使用手册中提及的公司名称和产品名称都是相应公司的商标或注册商标。

许可证协议

许可证提供者确保许可证持有者使用 **DTrack2** 软件的个人权利。单独的许可证授予许可证持有者在其所有的分公司/子公司的电脑和网络上使用软件的权利。

ART 有限公司不对任何的间接或者直接产生的无法使用软件或硬件造成的损害作出赔偿。（包括，没有限制的，业务利润的损害，业务中断，业务信息丢失，或其他任何金钱上的损失）。

©1999 - 2013 by **ART** GmbH


ART


Advanced Realtime Tracking

Am Oferl 6

D-82362 Weilheim i. OB

Germany

 +49 (0)881-92530-00

 +49 (0)881-92530-01

 <http://www.ar-tracking.de>

版本v2.9 更新内容

以下为*DTrack2* 版本v2.9新功能的简要概述:

- 支持惯性动作捕捉: 不支持*SMARTTRACK*
- 优化滤镜选项(章节4.2.5 第43 页)
- 支持5DOF目标(章节4.2.3 第38 页)
- 支持圆柱体目标(章节3.1 第14 页)

Contents

术语与定义	8
1 安全建议	9
1.1 标记与他们的含义	9
1.2 安全警告	9
2 整体介绍	12
3 标记点和目标(刚体物体)	14
3.1 被动标记点	14
3.2 主动标记点	15
3.3 标准追踪目标	17
4 系统设置	22
4.1 SMARTTRACK	22
4.1.1 SMARTTRACK 内置主机	25
4.1.2 不通过 DTrack2 前端软件来设置固定IP地址	26
4.1.3 设置文件	26
4.1.4 信息文件	27
4.1.5 网络启动	27
4.1.6 远程命令	29
4.2 DTrack2 前端软件	30
4.2.1 开始	30
4.2.1.1 安装指导(Windows)	30
4.2.1.2 安装指导(Linux)	31
4.2.1.3 软件更新	32
4.2.1.4 启动 DTrack2 前端软件	32
4.2.1.5 连接 SMARTTRACK	32
4.2.1.6 调整 SMARTTRACK	33
4.2.2 空间校准	35
4.2.3 目标校准	38
4.2.4 目标调整	42
4.2.5 DTrack2 滤镜选项	43
4.2.6 菜单结构	45
4.2.6.1 概述	45
4.2.6.2 DTrack2 菜单	46
4.2.6.3 菜单设置	46
4.2.6.4 校准菜单	53
4.2.6.5 Display 菜单	56
4.2.6.6 关于菜单	58

5	交互设备	60
5.1	Flystick2	60
5.2	Flystick3	64
6	整体信息	70
6.1	服务	70
6.2	设备清洁	70
6.3	保修和责任	70
A	技术参数	72
A.1	SMARTTRACK	72
A.2	Flysticks	73
A.3	整体系统	74
B	SMARTTRACK 辐射防护	75
B.1	使用说明	75
B.2	LED闪光灯分类	75
B.3	最大允许辐射曝光(MPER)	75
B.4	结果安全说明	76
C	Technical Appendix	77
C.1	坐标和旋转定义	77
C.1.1	空间校准	77
C.1.1.1	空间调整	77
C.1.2	空间校准	77
C.1.2.1	根据目标本身确定坐标系	78
C.1.2.2	原点在中心标记点的空间坐标系坐标系定义	78
C.1.2.3	原点在源标记点的空间坐标系坐标系定义	78
C.1.2.4	5DOF目标的坐标系定义(带有和不带有圆柱形目标)	78
C.1.2.5	确定两个5DOF带有圆柱体标记点目标的空间坐标系	78
C.1.3	六自由度结果	78
C.1.3.1	位置和方向	78
C.1.3.2	旋转角度描述	79
C.1.4	三自由度数据	79
C.1.5	Flystick设备	79
C.1.5.1	Flystick2	80
C.1.5.2	Flystick3	80
C.2	以太网测量数据输出	81
C.2.1	Frame Counter	81
C.2.2	Timestamp	81
C.2.3	标准6DOF目标	82
C.2.4	Flysticks	82
C.2.5	Flysticks(旧格式)	83
C.2.6	标准6DOF目标(延伸格式)	84
C.2.7	附加3DOF标记点	85
C.2.8	附加信息	85
	List of Figures	86

List of Tables

87

Index

88

术语与定义

术语	定义
3DOF	三自由度(只有位置信息)
6DOF	六自由度(位置和方向信息)
5DOF	五自由度(缺少一个方向)
base	在SMARTTRACK两个内置摄像头间的图像连接线
body calibration (追踪目标校准)	系统获取刚体的几何形状
body, rigid body (物体, 刚体)	标记球的刚体分布(又称为“目标”)
calibration angle (校准工具)	包含在空间校准套件中(尺寸有410mm和710mm), 用于确定空间坐标系的原点和轴向
ceiling suspension (天花板吊件)	用于悬挂红外摄像头的部件
DTrack2	
backend software (后端)	基于Linux的软件用于所有的必要计算
frontend software (前端)	用于控制SMARTTRACK的图形交互界面。
infrared optical tracking(红外光学追踪)	基于红外光的光学测量过程进行追踪体位置测量(物体, 目标)
license code or key (许可证密钥)	软件密钥用于解锁相应的追踪功能
marker (标记点)	由反光材料或LED制成的物体, 用于位置追踪(3DOF)
measurement volume (测量空间)	可支持追踪的空间体积
modulated flash (调制闪光灯)	用于无线同步的红外信号
mutual blinding (相互致盲)	摄像头看到由其他摄像头上的红外闪光灯所造成的反射干扰
room calibration (空间校准)	系统获取每个摄像头的位置并确定空间坐标系的位置和朝向
room calibration set (空间校准套件)	包含角工具和校准棒
target (追踪目标)	标记球的刚体分布(又称为“物体”)
tracking (追踪)	测量在预定范围内运动物体的位置
virtual point cloud (虚拟点云)	用于计算从红外摄像头获取的相应位置信息
wand (校准棒)	经过预先校准的校准棒, 带有两个标记球。校准棒包含在空间校准套件内, 用于生成虚拟点云完成对追踪空间的测量

1 安全建议

1.1 标记与他们的含义

你能够在该设备或使用手册中找到如下标记和他们的意义：





	有帮助用途并且重要的提示。
	重要提示，如不遵守可能造成系统故障或失去保修。
	重要安全警告以确保操作安全。 这些警告必须得到重视，不然使用者和设备安全可能受到威胁。设备可能被损坏或者设备功能将没有保修保障。
	红外辐射安全警告。 使用者双眼可能受到损害。

Table 1.1: 标记与他们的含义

1.2 安全警告

 **系统设备安全操作只有在遵守该使用手册中警告的情况下才能得到保修。**

- 不要使用任何部分看起来有故障的设备。
- 在如下情况时操作设备为非安全操作
 - 外壳损坏，
 - 外壳进水，
 - 设备内部有异物，
 - 可以看到设备表现出一定的问题（冒烟，火花，着火，气味等等）或者，
 - 电源部分受损。
- 在上述任提及的何情况下（或相似）需立刻将插头从电脑插座中拔出。否则使用者或设备安全将受到威胁。请联系**ART**寻求帮助。
- 从不更换或自行调整设备，包括设备的机械和电子部分。只有经过**ART**指定的备件才能得到使用。对产品进行的任何改动将使(**ART**)对产品的保修将过期。

1 安全建议

- 从不自行打开设备外壳！只有得到**ART** 授权的人员方可打开设备。设备内部存在各种危害，例如高电压，可能产生的电击 - 即使设备处在未连接的状态 - 有可能造成生命财产损失。当设备出现故障时请联系**ART** 寻求帮助。
- 只有使用特低电压并满足of **EN/IEC 60950** 安全要求的外部设备能够被连接到系统设备的以太网-，**BNC-** 以及**DC -** 电路中。
- 摄像头发出红外光线，这可能对人体健康和环境造成危害。请与摄像头闪光灯或红外闪光保持足够的距离。不要直视红外光源。请仔细阅读章节**B**。
- 确保摄像头在正确的位置稳定安装。
- 不要触摸摄像头的正面面板，丙烯酸树脂面板和镜片都是高精密材料。小心避免永久性损坏（例如，刮痕）只触摸摄像头的外壳。
- 请确保**SMARTTRACK** 不被遮盖。空气循环对于避免摄像头过热是必要的。如果空气循环受到限制，过热问题会损坏摄像头。摄像头与环境中的任何物体需保持至少**3米**的间隔距离。
- 设备必须连接到带有地线的电源插座。如果地线不能正常工作，使用安全和电磁兼容性(**EMC**)将不能得到保证。检查地线的工作情况请咨询当地电工。
- 在开启任何设备之前，确保你电器环境的电压和频率在设备运作允许的范围内。设备铭牌在设备的外壳上，设备的参数可以在设备的铭牌或章节**A**中找到。设备铭牌在设备的外壳上(**SMARTTRACK on the backside of the housing**)
- 在背面的电源开关不会将设备完全从电路中分离出来。要彻底将设备从电路中分离出来，必须拔掉插头。电源插头必须确保可直接使用，电源插座必须放置在设备附近。
- 必须通过如下方式完成线路布置
 - 任何人不得踩踏电线，
 - 电线不能受到损坏，
 - 电线不能挂落或损坏摄像头。



务必安装一个拉销！

- 只使用**ART** 原装(或经过**ART** 授权的)部件和附件。使用非原装部件和配件可能损坏设备，造成故障或操作危险。提供的部件和原装配件列表在章节**4** 和**5** 中。只使用原装外部电源来运转**SMARTTRACK**
- 设备不应摔落或敲击。
- 不要使用任何溶剂或水来清洁摄像头。关于如何清洁摄像头的信息，请阅读章节**6.2**，第**70** 页。
- 不要将设备放置在湿度很高的环境中。保护好摄像头不受水或化学药品的侵害。
- 不要在粉尘量大或炎热(**40° C**或**100° F**)的环境中使用设备。



ART 明确否认任承担何责任或实施保修，如果产品被通过任何方式改动过或如果设备没有按照该使用手册和在设备上的规格标签要求来使用。

2 整体介绍

SMARTTRACK 是一个完整整合的独立光学追踪系统。它设计用于小范围的(大约 2m^3)空间。在本使用手册中我们将“追踪”定义为确定空间中运动的物体或物件位置的测量过程。这些被追踪的物体或物件需要装备单独的标记点或预制刚体标记点(= 刚体物体或目标)。

这些刚体目标的位置与方向可以通过测量得到。如果只是测量空间坐标(X, Y, Z), 该过程被称为“三自由度”(3DOF)追踪。位置与方向(三个独立的角度坐标)同时的测量过程被称作“六自由度”(6DOF)追踪。

单独的标记点只能够满足3DOF坐标的要求。为实现6DOF追踪, 一个刚体目标是必须的。被动标记点被反光材料所包裹 - 他们作用为反射光线。主动光线发射物(例如, 基于红外光线的LED灯)被称作主动标记点。(详见章节3 第14页)。

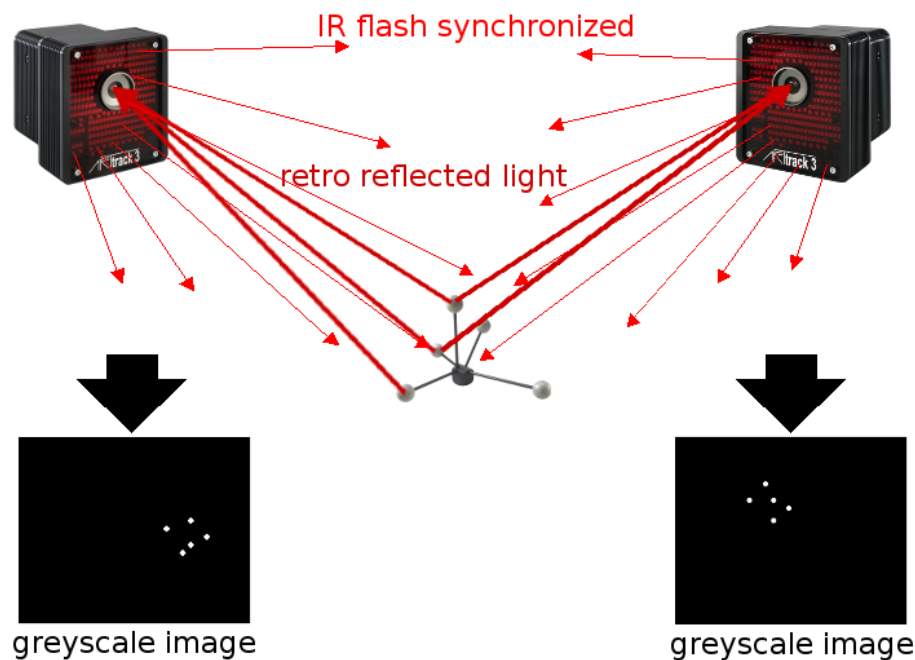


Figure 2.1: 光学追踪原理(立体视觉)

Figure 2.1 展示红外光学追踪的原理, 展示于一个两个摄像头追踪一个标准追踪目标的系统中。**SMARTTRACK** 使用相同原理。

摄像头发出用于同步的红外信号闪光, 这些光线信号被包裹在标记球上的反光材料反射到摄像头的镜头中。内部集成的摄像头扫描一定的空间范围可在该范围内侦测到标记点上反

射而来的红外辐射，摄像头从而基于获取到的红外辐射信号创建一个灰度图片。在整个过程中 **SMARTTRACK** 根据模式识别的方式计算标记点高精度的2D坐标。该2D信息平均精确度在0.04个像素(最多出现0.1个像素的2D偏差)是 **ART** 追踪摄像头的运作标准。让然后，基于这些二维数据， **SMARTTRACK** 计算出3DOF或6DOF信息。

计算的基础是摄像头视野范围的共有部分。 **DTrack2** 计算得到红外光射线在摄像头与追踪目标间的路径，并得出红外光射线交点的三维坐标。这些交点就是追踪目标点的位置坐标。摄像头的位置和方向通过空间校准加以确定。在追踪目标校准过程中， **DTrack2** 确定追踪目标的标记点分布并即刚体形状。根据这个， **DTrack2** 便能够计算6DOF数据。最后获得目标的位置与方向数据，由此物体或物件便可被追踪。

在光学追踪系统中，只有在目标处在追踪摄像头的可视范围内并且摄像头视野不被任何物体遮挡时才可能进行。更进一步，目标上的四个标记球必须被至少两个摄像头看到才能实现追踪。



SMARTTRACK 可视范围有限！ 它设计用于小型的空间范围。 **SMARTTRACK** 追踪范围的更多细节信息请参见章节4.1 第22页。

3 标记点和目标(刚体物体)

3.1 被动标记点

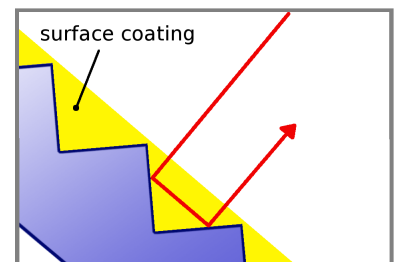
ART 追踪系统使用的被动标记点是反光物体。这些标记点将射入的红外辐射反射回射入光线的方向。更准确的说：红外辐射被反射到了光线射入的相反方向更狭窄的角度中。被动标记点可以是：

1. 球形标记：
 - + 优秀的可视性在任何透视角度中，
 - 昂贵的生产成本，
 - 敏感的表面，
 - 目标体积较大→ 被损坏的可能性高。
2. 平面标记：
 - + 便宜，
 - + 平面，易使用，安装，
 - + 耐用的表面，由于可以添加保护层，
 - 角度可视范围被限制在大约 $\pm 45^\circ$ 。
3. 圆柱体目标：
 - + 廉价，
 - + 可使用圆柱形的目标，
 - + 耐用的表面，
 - 可视角度限制范围大约在 $\pm 45^\circ$ 。

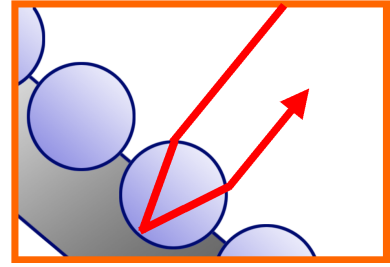
被动标记点通常为包裹了反光材料的球体。但是他们也可以是附有反光材料的贴纸。

市场上常见的反光纸或箔基于如下两种不同的光学原理：

1. **三角反射镜**，他们的面板制成90度角的形态。形成的反射光线，如图所示。多数的箔都有装载细小反射镜平面。



2. 玻璃球 (适当的反射率) 将射入光线大致集中到球体背面的表面上。将一层附着在反射材料上的微型玻璃球作为反光材料使用。这类箔可以被附着在灵活多样的材料表面。所以他们通常被使用在球形的标记点表面。



ART 球形标记点由反射箔所包裹，基于玻璃球工作原理。



标记点的质量会随着接触灰尘，污垢，油脂，液体，胶水或其他污物而下降。请不要触摸或损坏保标记点。

3.2 主动标记点

基础 主动标记点是光(红外光)发射器，主要是LED。

在**ART** 追踪系统中根据应用的场合可使用四种主动标记点：

1. 独立不带扩散球的LED：

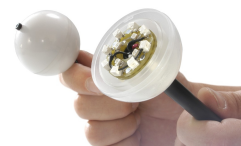
- + 能够使用丙烯酸保护膜，
- + 单个可靠的标记点提供最远的可视范围(达10m)，
- 可视角靠度限制约在 $\pm 60^\circ$ 。

2. 独立带有扩散球的LED：

- + 提供最佳的可视角度，
- 摄像头与标记点间的距离大幅缩短(最大4.5m)。

3. 大型主动球体标记点：

- + 每个标记点带有多个LED，由光散射球保护，
- + 可用于追踪非常远的范围(约20m)，
- + 适用于户外追踪，
- 直径：50mm，
- 重：50g。



3 标记点和目标(刚体物体)

4. 大型主动平面标记点:

- + 每个标记点设有多个独立LED由光散射面保护,
- + 可用于追踪非常远的范围(约20m),
- + 适用于户外追踪,
- + 设有磁铁底座便于安置于金属表面,
- 可视角度小于180°,
- 直径: 30mm。



所有**ART** 提供的主动标记点由特殊PC主板控制，并需要接电源。

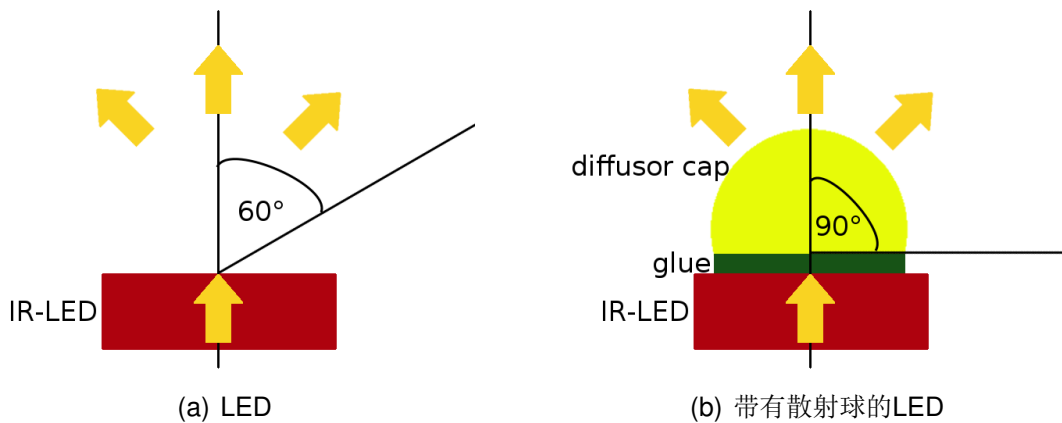





Figure 3.1: 可视角度范围

主动标记点同步 主动标记点理论上可以通过CW模式激活(持续性发射光线)但是这不是一个很好的办法，因为追踪摄像头的感应时间非常短暂，大多数释放出来的光线是无用的。由于每个LED的最大允许功耗的限制，如果按照设计最大允许功率来使用，其结果就是LED的可视距离将非常短。于是**ART** 提供的所有主动标记点只在摄像头处在感应状态的时候放出红外光线，所以需要与摄像头进行同步。

同步可以通过将追踪系统与PC控制主板连接起来控制主动标记点方式，同样也可以通过无线的方式实现。

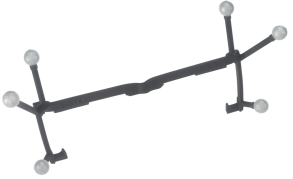
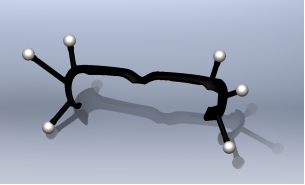
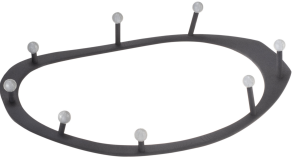
无线同步方式通过一个从摄像头射出的编码红外闪光信号完成。PC板识别该编码闪光信号并激活LED。

3.3 标准追踪目标

类型	描述	重量	大概尺寸	标记点尺寸
手部目标 	手部追踪目标设计用于手部追踪。针对性用于可用性与装配研究。也常被用作通用小型追踪目标。由于它尺寸小，很容易被使用者的手所遮挡。所以摄像头的位置分布需要仔细安置以避免此类情况发生。	25g / 0.9oz	(110 × 80 × 28)mm	12mm
大型手部目标 	这个目标设计用于双摄像头的追踪系统。它尺寸大可以让手在任何放移动而不丢失追踪。	30g / 1.1oz	(170 × 120 × 35)mm	12mm
爪目标 	爪目标看起来与手部追踪目标很相似。但是他的尺寸更大，并配有更大的标记点。	35g / 1.2oz	(160 × 110 × 30)mm	16mm

18	类型	描述	重量	大概尺寸	标记点尺寸
	树状目标	最初的设计目的是用于HMD。实际上树状标记点正普遍用于在长距离外进行追踪。配有20mm的标记点。	75g / 2.65oz	(195 × 170 × 120)mm	20mm
					
	通用眼镜目标	用于头部追踪，大多适用于被动立体系统。追踪目标必须固定在立体眼镜上。 ART 供多种轻便的标准目标用于眼镜追踪。	最小: 14g / 0.5oz 最大: 22g / 0.7oz	(270 × 120 × 35)mm	12mm
					
	INFITEC PREMIUM目标	为INFITEC PREMIUM被动眼镜定制的目标。	26g / 0.9oz	(225 × 85 × 80)mm	12mm
					

类型	描述	重量	大概尺寸	标记点尺寸
CrystalEyes® 2/3 目标	为主动立体系统中主动快门眼镜定制的目标适用于CrystalEyes® 2和3眼镜。	28g / 1oz	(215 × 120 × 60)mm	12mm
				
CrystalEyes® 5 目标	为主动立体系统中主动快门眼镜定制的目标适用于CrystalEyes® 5眼镜。	19g / 0.7oz	(195 × 105 × 40)mm	12mm
				
NuVision APG6000 and APG6100 目标	为NuVision APG6000 和APG6100快门眼镜定制的目标。	17g / 0.6 oz	(220 × 125 × 75)mm	12mm
				

20 类型	描述	重量	大概尺寸	标记点尺寸
Volfoni EDGE® 目标	为Volfoni EDGE®快门眼镜定制的目标。	23g / 0.7 oz	(230 × 95 × 60)mm	12mm
				
NVIDIA 3D Vision® Pro 目标	为the NVidia 3D Vision Pro快门眼镜定制的目标。	25g / 0.9 oz	(225 × 100 × 60)mm	12mm
				
NVisor SX 60 目标	为NVisor SX 60 head快门眼镜定制的目标。	55g / 1.94oz	(300 × 215 × 35)mm	12mm
				

类型	描述	重量	大概尺寸	标记点尺寸
动作捕捉目标	<p>ART 提供动作捕捉全套追踪目标。所有目标都能作为6DOF目标被摄像头捕捉到。</p> <p>全套ART 动作捕捉套件包括：</p>			
	1 眼镜目标(AGT4)	28g / 1.0oz	(225 × 180 × 95)mm	12mm
	2 肩部目标(UT)	44g / 1.55oz	(90 × 75 × 35)mm	12mm
	1 背部目标(DT)	84g / 2.96oz	(150 × 65 × 35)mm	12mm
	2 上臂目标(HBT)	52g / 1.83oz	(150 × 70 × 35)mm	12mm
	2 前臂目标(UBT)	50g / 1.76oz	(150 × 65 × 35)mm	12mm
	2 手部目标(HT)	25g / 0.9oz	(110 × 80 × 28)mm	12mm
	1 腰部目标(WT, 整块部件)	195g / 6.9oz	(390 × 140 × 50)mm	14mm
	1 腰部目标(WT, 多个部件), 每个	30g / 1.1oz	(90 × 60 × 50)mm	16mm
	2 大腿目标(FBT)	99g / 3.49oz	(220 × 120 × 40)mm	16mm
	2 小腿目标(TBT)	58g / 2.05oz	(205 × 70 × 35)mm	16mm
2 足部目标(FT)	65g / 2.29oz	(95 × 105 × 70)mm	16mm	

Table 3.3: 标准目标概述

4 系统设置

4.1 SMARTTRACK



不要在短距离内直视SMARTTRACK (< 10 cm)时间过长(> 10 sec)! 更多信息请查看章节B 第75 页。

Description SMARTTRACK 是一个完全整合的独立光学追踪系统。它设计用于较小的空间大约2m³。

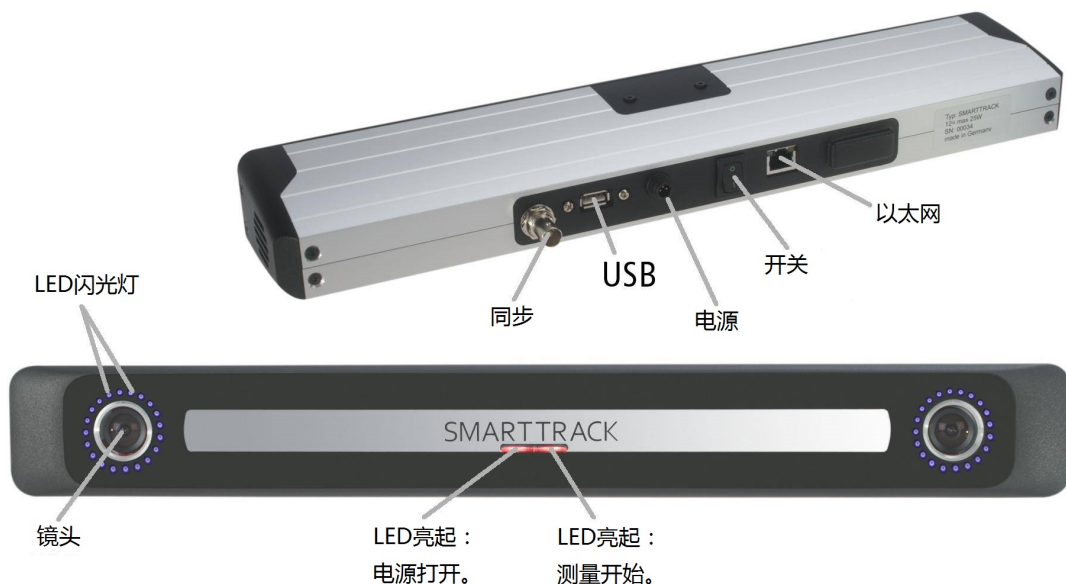


Figure 4.1: SMARTTRACK

追踪范围 SMARTTRACK 的标准追踪范围在figure4.2中显示，见第23 页。

安装 SMARTTRACK 被优化试用与预定的测量范围。系统在更小或更大的空间中使用可能造成精度下降或故障。测量空间可以通过调整SMARTTRACK 亮度的方法在一定范围内调整。(见章节4.2.6.3 第46 页)。

追踪系统对摄像头位移非常敏感。所以，摄像头必须被固定，从而减少移动(尤其是震动)。

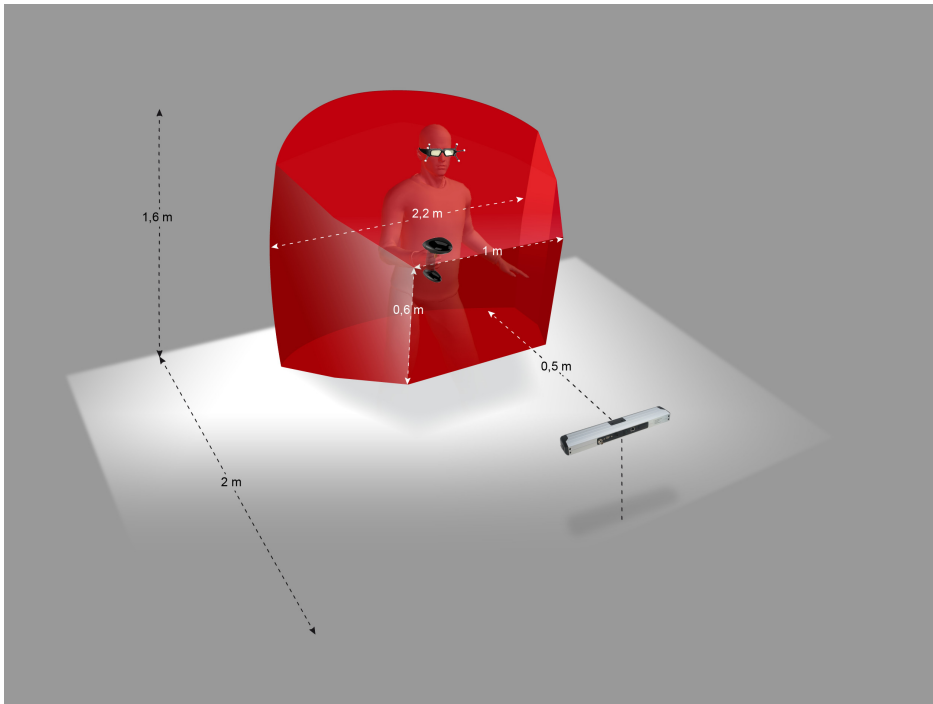


Figure 4.2: 追踪范围的3D视觉效果



安装在三脚架可以满足演讲或简单初步的安装，但是不推荐作为最终安装方案！

请联系**ART**如果你想要实现更复杂的设置。我们会支持你的设计。

确保你可以方便的拿到**SMARTTRACK** 线路。尤其注意将它固定好不要掉落。如果**SMARTTRACK** 掉落它会损坏，还可能造成对人员或环境的伤害。



避免强冲击！ 如果发生**ART** 摄像头需要进行重新校准。

线路需要满足如下要求：

- 没有人会踩踏线路，
- 线路不会受损，
- 线路不会拖拽摄像头，
- 不会干扰摄像头的视线。



不合适的走线安排可能对人员或设备造成损失。请使用线路管道或固定部件以及插销来固定线路！

为了避免测量问题，请不要使摄像头观测到光源或高反射范围。尤其是强点状光源例如，卤素灯或强太阳光反射，可能造成测量的问题(荧光灯不造成问题)。

T部件可以连接在**SMARTTRACK** 的上部或下部(见figure 4.3)。

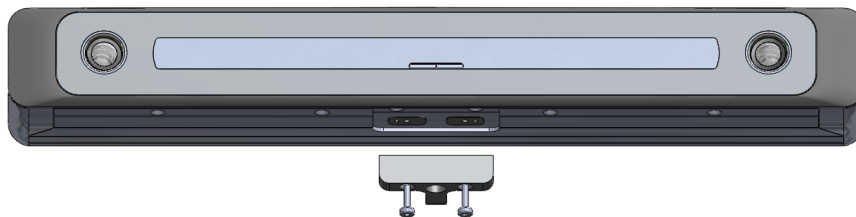


Figure 4.3: 在 **SMARTTRACK** 上安装T部件



只是用提供的螺丝来固定它！

你绝对不要松开 **SMARTTRACK** 其他的螺丝(见章节1.2 第9页)。否则，**SMARTTRACK** 可能损坏，并丢失设备保修。

另外。请确保通风口不被遮挡。

请参见4.2 了解如何安装 **DTrack2** 前端软件。

4.1.1 SMARTTRACK 内置主机


SMARTTRACK 是一个集成的追踪系统。也就是说，在狭小的外壳空间中我们不仅集成了两个摄像头并且集成了主机，用于完成所有信息的计算并且生成输出数据。

DTrack2 软件包含前端和后端软件。前端软件安装在一台远程PC通过以太网与主机连接。简单易用的GUI让用户在远程电脑上完美的控制追踪系统。这样的好处在于，系统变得更灵活，例如：不同的用户可以在任何时候在不同地点分别控制追踪系统(不可同时)。

除此之外，**DTrack2** 提供通过以太网进行控制的功能(无需**DTrack2** 前端软件)。这是通过与主机建立TCP/IP连接并交换简短的命令来实现的。(参见章节4.1.6 第29页)。如果您对使用该功能感兴趣请联系**ART**。

后端软件是基于Linux的系统在主机上运行- 所有的必要计算(3DOF, 6DOF data, ...)都是由主机计算完成的。数据和控制命令是在**SMARTTRACK** 与安装了**DTrack2** 前端软件的远程电脑间通过TCP/IP连接进行交换。输出到应用程序或图形工作站的数据通过UDP连接完成。摄像头(参见章节4.1 第22页)和交互设备(参见章节5 第60页)必须被连接到**SMARTTRACK** 相应的接口上。

SMARTTRACK 配有外部同步信号输入接口(三角或视频同步信号)。外部同步信号通过BNC线材进行传输。

 **外部同步信号不会自行终断。**
 当通过视频信号进行同步时，一个75Ω 的终端电阻必须被安置在线路末端连接到**SMARTTRACK** 的地方。
 当使用TTL信号，你不应该使用终端电阻。但是，你需要使用屏蔽电缆用于TTL信号的同步。

默认情况下，**SMARTTRACK** 被设置为支持DHCP。使用以太网线连接到你的本地网络并接上电源。如果你希望设定特定的固定IP地址，在启动**SMARTTRACK** 之前请参见章节4.1.2 第26页。

按下**SMARTTRACK** 背面的开关启动它。如果在启动时没有连接以太网线，它将使用默认的IP地址。

 **SMARTTRACK 的默认IP地址为192.168.0.1 (子网掩码255.255.255.0)!**

你可以按照如下方法设置固定IP地址：

- 选择 *Settings* → *Controller*
- 不选核取方块 *DHCP client*
- 输入 *IP address* 和 *subnet mask*
- 输入 *gateway* 和 *nameserver* (可选)
- 重启主机使设置生效

4 系统设置



请确保记录这些设置。否则，你的**SMARTTRACK**可能因为**IP地址错误而无法连接！**参见章节**4.1.2 第26) 页**。

最后，启动安装在远程电脑上的**DTrack2** 前端软件。更多细节信息请参见章节**4.2 第30 页**。

4.1.2 不通过**DTrack2** 前端软件来设置固定IP地址

可以在不使用**DTrack2** 前端软件的情况下设置主机的IP地址。你只需要一个标准U盘(FAT32 格式)用来保存配置文件(格式如下)。

- 将U盘插入主机。**SMARTTRACK** 是否运行都没有关系。
- 在需要时启动**SMARTTRACK** 。
- 稍等片刻(大约，20-30秒)让**SMARTTRACK** 在U盘上写入两个文件。
- 取下U盘。
- 现在，您可以查看信息文件或随意修改设置文件。(设置文件中提供设置方法)。
- 如果你修改了设置文件，请再次将U盘插入**SMARTTRACK** 。
- 稍等片刻(大约，20-30秒)让**SMARTTRACK** 读取设置文件。
- 重启**SMARTTRACK** 使更改的设置生效。

现在，你的**SMARTTRACK** 已经按照你的要求完成设置。

4.1.3 设置文件

这个文件用于在不使用**DTrack2** 前端软件的情况下修改**SMARTTRACK** 的三个配置参数，它们是：

- 将**SMARTTRACK** 设置为DHCP客户端
- 设置固定IP地址
- 进行出厂设置重置



进行出厂设置重置会删除您所有的设置！

Following, a description of the file (e.g. smarttrack00007_setup.txt) format:

```
1# ARTtrack Controller Setup:  
2  
3  
4# ethernet settings:  
5# - uncomment just one of the lines starting with 'SETNET'
```

```

6
7# ethernet settings: DHCP
8# - uncomment the following line to activate DHCP
9#SETNET="dhcp"
10
11# ethernet settings: fix IP address and subnet mask
12# - uncomment the following line to set a fix IP address and subnet mask
13#SETNET="ip 192.168.0.1 255.255.255.0"
14
15# factory reset of all other settings:
16# - CAUTION: use with care, all your settings will be lost!
17# - uncomment the following line to reset all other Controller settings
18#RESETSETTINGS="yes"

```

例子:

如果你想设置固定IP地址, 请删除'#'标记再输入需要的IP地址, 如: 123.123.0.1

before:

```
13#SETNET="ip 192.168.0.1 255.255.255.0"
```

after:

```
13 SETNET="ip 123.123.0.1 255.255.255.0"
```

4.1.4 信息文件

这个文件包含 **SMARTTRACK** 的目前设置信息.格式如下: (例, smarttrack00007_info.txt):

ARTtrack Controller Information:

```

Serial Number      : 00007

Ethernet (LAN)     : dhcp
Ethernet IP (LAN)  : 10.10.5.22 255.255.0.0 10.10.0.253
Ethernet MAC (LAN): 00:24:1D:00:C3:B3

```

4.1.5 网络启动

如果 **SMARTTRACK** 被用户强行设置为待机状态(**DTrack2** → *Controller standby*), 它可以通过网络方式启动(WOL)。

有两种远程的方式来唤醒 **SMARTTRACK** :

1. 你可以使用 **DTrack2** 或
2. 使用其他工具(Windows: WOL程序; Linux: console-based命令)。

4 系统设置

选项1 - WOL通过DTrack2 正常启动DTrack2 前端软件。'Connect'按钮变为'Wake On LAN'(见figure 4.4)。



Figure 4.4: DTrack2 网络启动选项的欢迎界面



请确保SMARTTRACK 仍旧连接在局域网内！DTrack2 无法在SMARTTRACK 与电脑间没有物理连接的情况下唤醒主机！

按下'Wake On LAN'按钮DTrack2 便开始唤醒SMARTTRACK - 这个过程将需要大概两分钟，因为SMARTTRACK 需要重新启动(见figure 4.5)。

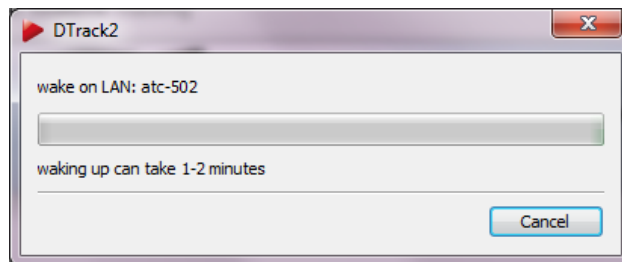


Figure 4.5: 网络启动进度条

如果网络启动成功DTrack2 将自动建立与SMARTTRACK 的连接并启动前端软件。

选项2 - 使用其他网络启动工具 你需要SMARTTRACK 的名称和它的MAC 地址。获取这个信息，请按下Settings→Controller按钮，记下'hostname'和它的MAC地址('ethernet-MAC LAN')。

如果你使用Windows你需要一个网络启动程序来使用该功能。请在使用手册中查找你使用的网络启动程序来获取对该软件功能设置的说明。

如果使用Linux你只需启动console并输入如下命令再重启主机即可：

for Linux openSUSE:

```
$ wol <MAC address of your SMARTTRACK>
```


e.g.: `$ wol 00:1D:92:3A:58:5F`

for Ubuntu:

`$ wakeonlan <MAC address of your SMARTTRACK>`

e.g.: `$ wakeonlan 00:1D:92:3A:58:5F`

4.1.6 远程命令

如下命名还可以与 *DTrack2* SDK 结合使用，在不使用 *DTrack2* 前端的情况下，来对追踪系统进行远程控制(例如，通过你的媒体控制追踪系统)。 *DTrack2* SDK 可以免费获取。

命令 (总是跟随在 “dtrack2” 之后)	描述
<code>tracking start</code>	启动测量
<code>tracking stop</code>	停止测量
<code>set config active_config <name></code>	切换到<name> 配置文件
<code>set output net <channel id> udp <host> <port></code> 例: <code>dtrack2 set output net ch02 udp 231.231.0.1 5003</code>	设置信息发送目的地
<code>set output net <channel id> multicast <host> <port></code> 例: <code>dtrack2 set output net ch02 multicast 231.231.0.1 5003</code>	设置信息发送目的地
<code>set output active <channel id> <output type> <yes/no></code> 例: <code>dtrack2 set output active ch02 all yes</code>	激活或冻结信息输出并指定信息传输
<code>system shutdown</code>	让 <i>SMARTTRACK</i> 强制进入待机状态

4 系统设置

4.2 DTrack2 前端软件

DTrack2 软件 设计用于远程电脑(Windows或Linux). The **SMARTTRACK** 可以通过以太网远程控制。*DTrack2* 软件本身通过USB的方式随货发出。



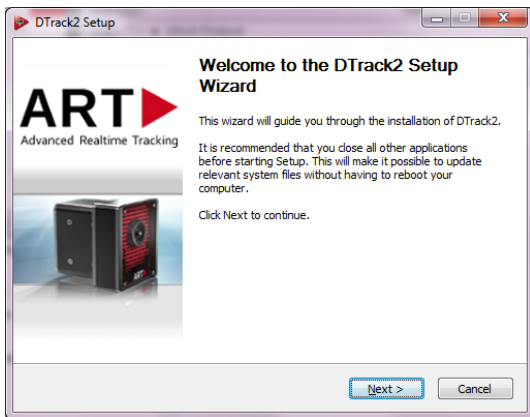
***DTrack2* 从版本v2.7.0开始支持SMARTTRACK。请不要使用陈旧的*DTrack2* 前端软件。**

4.2.1 开始

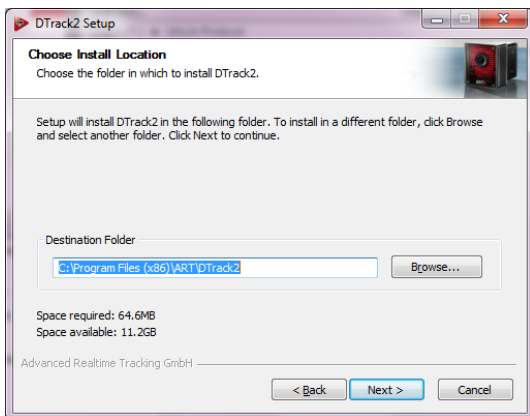
更多细节与支持信息，请查看章节A.3 第74。

4.2.1.1 安装指导(Windows)

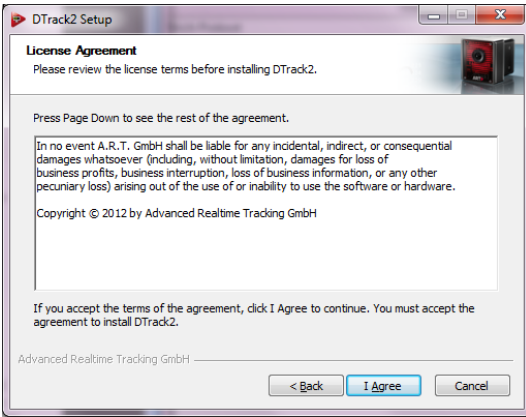
运行安装程序"*DTrack2_v2.x.x_win32_install.exe*"，完成安装过程，*DTrack2* 开始运行。



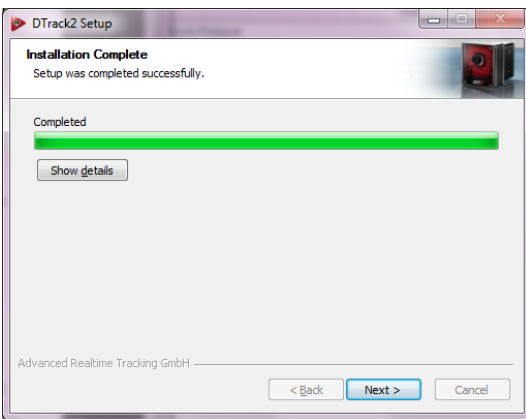
点击*Next* 来完成*ART DTrack2* 软件安装过程。无需管理员权限。



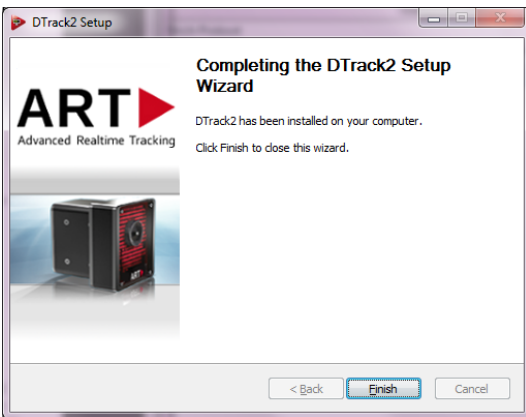
请选择目标文件夹来安装*DTrack2*。



请仔细阅读许可证条款，如果同意条款内容请点击 *I Agree* 按钮。新的窗口跳出显示安装进度。



DTrack2 软件安装完毕。*DTrack2* 已经被安装到你的电脑上。点击 *Next*。



点击 *Finish* 来完成 *DTrack2* 安装。你现在可以使用 *DTrack2*。

4.2.1.2 安装指导(Linux)

软件包是一个压缩档案(*DTrack2_v2.x.x_linux32.tar.gz*)。将压缩包解开到用户指定文件夹无需管理员权限。在 *shell* 中，切换到用户指定文件夹并输入命令 `tar xvf DTrack2_v2.x.x_linux32.tar.gz` 来完成文件的解压缩。为了方便使用，你可以在桌面上建立一个快捷方式。

DTrack2 能够通过命令 `./DTrack2` 来启动。



***DTrack2* Linux 前端软件是一个 32 位的应用程序。如果你正使用 64 位 Linux 请安装所有 32 位软件包。**

4 系统设置

4.2.1.3 软件更新

请联系**ART** 来获取最新的**DTrack2** 软件。安装更新，请参照上述章节4.2.1.1 和4.2.1.2。

4.2.1.4 启动**DTrack2** 前端软件

当你在远端PC上启动**DTrack2** 如下开始窗口会出现。(见figure 4.6)。

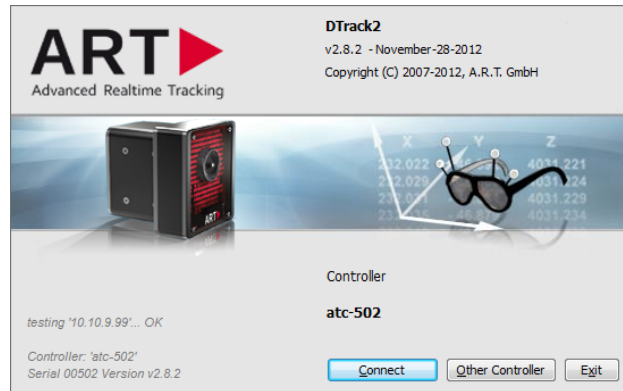
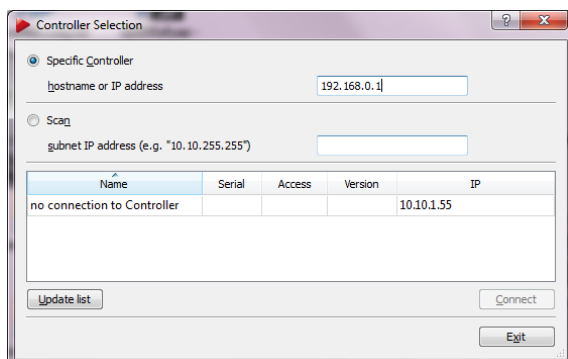


Figure 4.6: **DTrack2** 欢迎界面

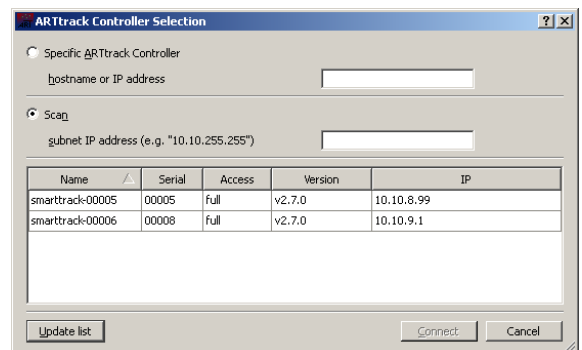
4.2.1.5 连接**SMARTTRACK**

首次启动**DTrack2**，是无法找到默认**SMARTTRACK** 的。一个窗口会自动打开(见figure 4.7)。 *Specific Controller* 单选按钮会自动选上。

如果你知道主机名(例如: "smartrack-00001")或IP地址，你可以直接在 *hostname* 或 *IP address* 输入，然后按下 *Connect* 按钮。



(a) 指定主机



(b) 扫描网络

Figure 4.7: 选择主机

如果你不知道**SMARTTRACK** 的名称或IP地址，请选择*Scan*。将会看到网络中可用的**SMARTTRACK** 列表。

在*Name*列中显示出你的网络中所有的**SMARTTRACK**。如果想要使用的**SMARTTRACK** 没有在**SMARTTRACK** 列表中显示请按下*Update list*。这样列表中应该能包含您想使用的**SMARTTRACK**。

你能够通过比较设备背面的序列号与软件*Serial*列中显示的是否一致来确认**SMARTTRACK** 是否正确。**SMARTTRACK** 显示为灰色的代表其他在网络中的电脑正在使用该主机(→ IP地址在欢迎界面下方显示出来)。只有**SMARTTRACK** 名称字体显示为黑色时才可以被连接。选择想要使用的**SMARTTRACK** 然后点击*Connect*。

下次在启动**DTrack2**，您的**SMARTTRACK** 会被**DTrack2** 记录并作为默认主机自动搜索到。欢迎界面将显示**SMARTTRACK** 的名称。如果你想连接到该主机，只需按下*Connect*。

用户图形界面 **DTrack2** 用户图形界面包含多个界面可以让用户选择开启或关闭：

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Monitor 2DOF | 摄像头可见或追踪的标记点图像化展示。颜色代表相应标记点的可视质量。 |
| 2. Event Display | 显示 DTrack2 状况事件(例如 “no valid room calibration”) |
| 3. Data Display | 显示测量结果(6DOF/3DOF) |
| 4. Flystick | 展示测量结果(6DOF/3DOF)以及按钮和遥感的操作状态 |
| 5. Measurement Tool | 展示Measurement Tool 的测量结果和它的参照目标(如果有) |

前三项为默认显示内容(见figure4.8)。

在状态栏中整合了一个开始和停止测量的按钮。另外，还可以获得连接到的摄像头，同步频率，总共追踪到的目标数目和单个可见标记球数量这些信息。

同步频率的颜色有灰色，黄色，橙色和红色表示有效的频率。(见figure 4.9):

- 灰色: 最多每分钟丢失5帧(每分钟传输3600帧)
- 黄色: 每分钟丢失5-10帧
- 橙色: 每分钟丢失10-15帧
- 红色: 每分钟丢失>15帧数

4.2.1.6 调整SMARTTRACK

目前，**SMARTTRACK** 可以以直接或通过网络的方式连接到远程PC。现在，将**SMARTTRACK** 调整到能够使得整个范围都可以被追踪到的状态。为了确认位置是否理想，**DTrack2** 提供*Monitor 2DOF display*，展示了**SMARTTRACK** 可视范围以及该范围内摄像头可见的标记点(以二维的方式展示出来)。

4 系统设置

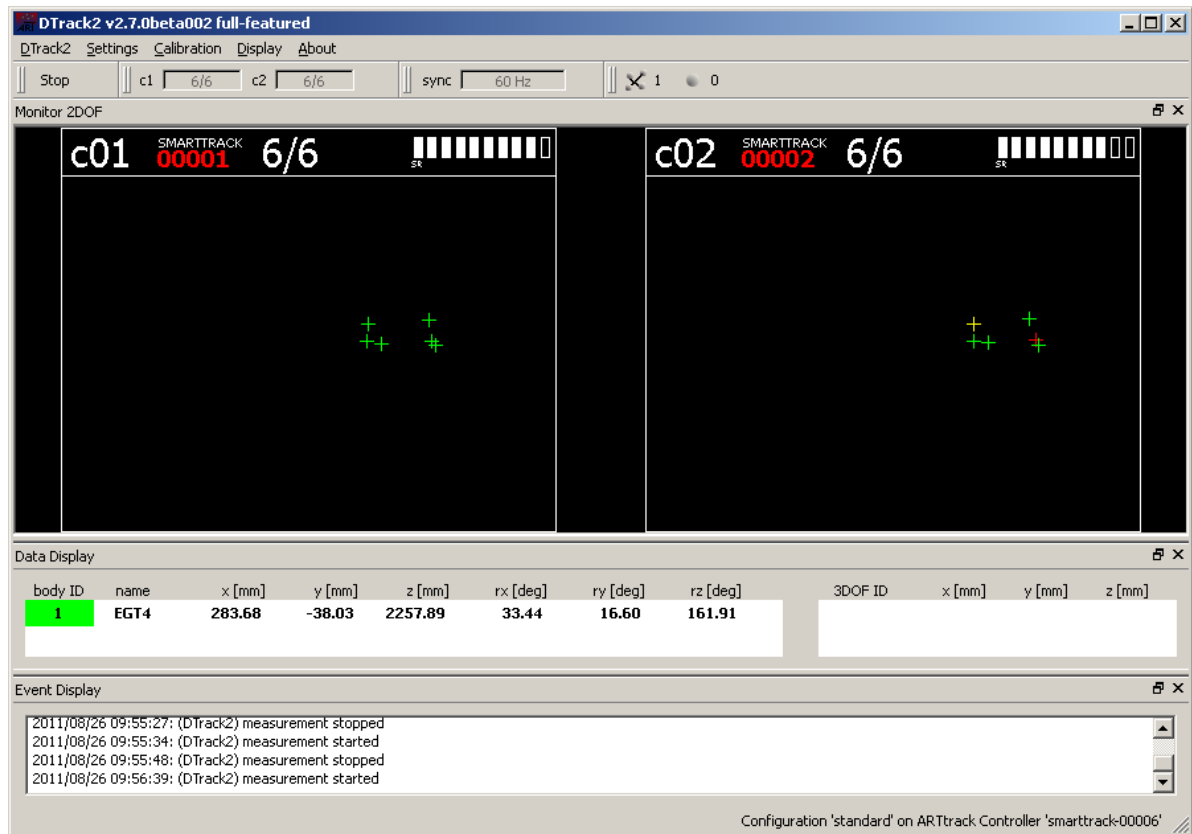


Figure 4.8: *DTrack2* 用户图形界面



Figure 4.9: 同步频率降低可视化

由于 **SMARTTRACK** 已经被预先校准过，基本上它是一个即插即用的设备。如果你需要为应用程序调整追踪系统的坐标系统，请进行如下两个步骤：

1. 在 *DTrack2* 中前往 *Calibration* → *Room adjustment* (参见章节4.2.6.4 第54 页)，或者
2. 在应用程序中进行调整。

Monitor 2DOF 显示 Monitor 2DOF 视窗底色为黑色(等同于摄像头的可视范围)，每个摄像头可见的标记点都已等比的位置和尺寸展示在该窗口。简单的颜色变化显示了标记点的追踪质量(绿色= 非常高质量，黄色= 高质量，红色= 低质量)。

根据经验法则，高精度测量应用需要让标记点显示绿色；当标记点显示黄色一般也没有问题。Monitor 2DOF 显示窗口在做 **SMARTTRACK** 的最终调试时尤其有用(特别是调整方向的时候)。

另外，视线范围内像素的亮度通过条状显示表达出来(见figure 4.8)。

右键点击某个摄像头窗口会出现相应摄像头的设置菜单(见figure 4.10)。

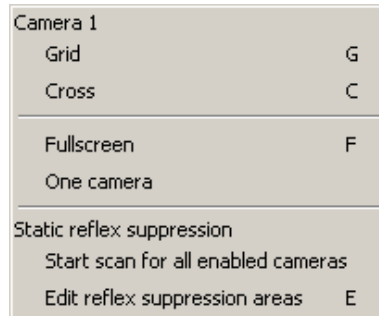


Figure 4.10: Monitor 2DOF显示菜单(例子：摄像头1)

通过在任何一个摄像头显示窗口上按住鼠标左键，该窗口的位置可以在Monitor 2DOF显示中更换。

*Monitor 2DOF view*的更多功能描述可以在章节4.2.6.5 第56 页中找到。

4.2.2 空间校准



SMARTTRACK 已经完成了预先校准过程，所以，一般来说不需要再进行空间校准了操作。

即使我们尽可能在运输过程中保护SMARTTRACK，在运输过程中的各种环境因素仍旧可能对SMARTTRACK的空间校准造成印象。(例如，温度低于-30°C 或受到震动)。这样的话就需要再次进行空间校准。

但你感觉**SMARTTRACK**的追踪表现下降或者你需要调整你的空间坐标系时仍旧可以进行空间校准。

在空间校准过程中，系统会确认三维坐标系。



Show details选项提供最后一次空间校准进行的日期。

理论上说，最好是在系统运行一段时间之后进行一次新的空间校准，尤其在安装过程中没有彻底固定摄像头的情况下(摄像头的移动也包括热漂移！)。

空间校准，校准角工具“room calibration set”被放入**SMARTTRACK**的视野中。校准角工具的位置将确定空间的坐标系位置。默认设置，坐标系的原点被设置于正面两个状态LED的中点位置。坐标系方向如图4.11 所示。

在选择*Calibration*→*Room*之后**DTrack2**软件的Monitor 2DOF显示窗口会在背景中启动。在该窗口中你可以确认是否角工具上的所有标记点都被摄像头看到。

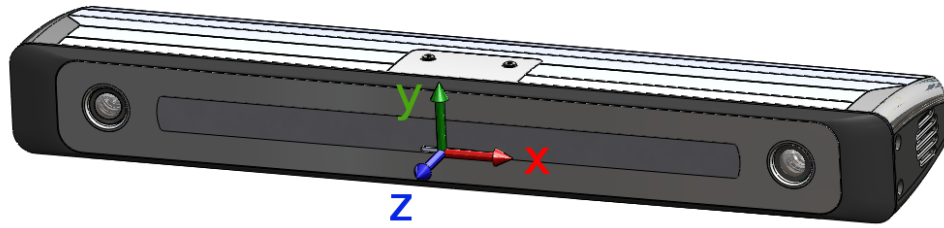


Figure 4.11: 空间坐标系原点(默认)



角工具的较长臂是坐标系的X轴(见figure 4.13); 较短臂为Y轴。在角工具中心的标记点#1确定了空间坐标系的远点(离地面15.5mm)。

经过预先校准带有两个标记点的“校准棒”。它的功能是在测量空间中生成一个虚拟“点云”，用来精确计算红外摄像头之间的相对位置。除此以外，校准棒可以放大缩小系统。也就是说损坏校准棒(丢失标记点，弯曲金属杆，等等)将会造成测量空间的计算错误。

空间校准对话框支持输入：校准角工具上两个标记点间的距离，校准棒的长度和质量，坐标系偏移亮，以及校准类型。

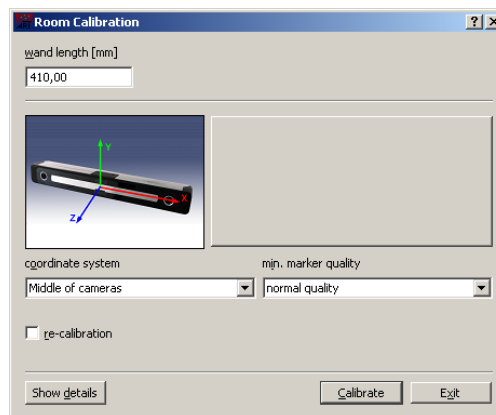


Figure 4.12: 空间校准设置(例：410mm校准棒)

校准棒的长度必须在对话框中手动设置- 实际长度参见校准棒上的物理标签。



输入不准确的数据会造成空间校准质量低下，例如错误比例，或造成校准过程的失败强制退出。

如果坐标系的默认方向和位置(menuValueMiddle of cameras, 见figure 4.11)不适合你的应用程序，你需要从对话框底部的列表中选择其他方式。然后，你将根据角工具的位置来确定空间坐标系的方向(参见table 4.1)。

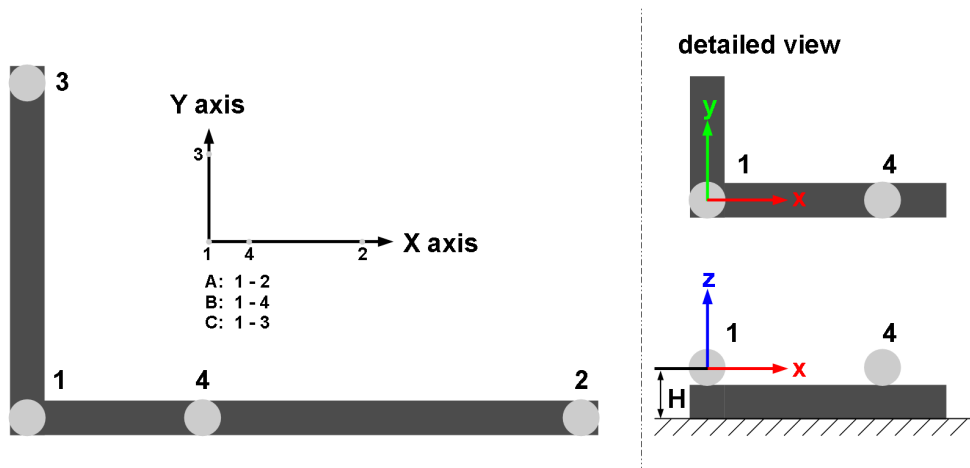


Figure 4.13: 角工具上的标记点间距(包括数字标号)与个数用于确定空间坐标系

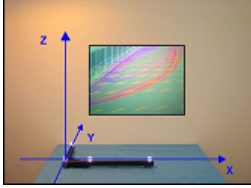
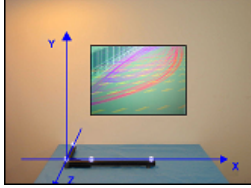
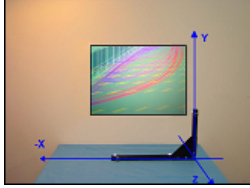
Standard	Powerwall	Powerwall standing
 <p>在Standard设置中角工具确定了X/Y平面(X长臂, Y断臂)以及Z轴向上。</p>	 <p>Powerwall设置将X/Y平面在屏幕内部, 并且Z轴指向屏幕方向。这是许多虚拟现实系统的默认坐标系设置。(例如OpenGL, TrackD, 等等)。</p>	 <p>Powerwall standing建立与Powerwall设置中相同的坐标系。但是, 角工具必须放置在与屏幕垂直平行的位置上。</p>

Table 4.1: 坐标系建立选项

可选的校准质量可以在选项框中选择。如果测量结果比选择的要求质量更低, 这些标记点将不会被用于空间校准。校准质量的默认设置为'normal quality', 只有有经验的使用者可以更改。例如, 选择'any quality'可能使得标准质量要球下不能完成校准结果被接受。这样的校准结果质量非常低。

i 如果你使用'normal quality'设置时, 空间校准仍旧失败, 请联系ART!

按下Calibrate按钮, 空间校准将在5秒钟后开始。

在measurement volume中缓慢稳定的移动校准棒, 从而生成virtual point cloud。该云需要至少覆盖整个测量空间的三分之二。在很小的空间中移动校准棒将会降低校准精度

这里, (1)校准棒的运动需要适中, 幅度不要过大这经常造成空间校准失败, (2)移动幅度过小, 校准会被接受, 但结果不精确。并请避免快速激烈的移动(见图4.14)。

空间校准成功之后, DTrack2 信息窗口会弹出并显示校准结果。该窗口显示每个摄像头的平均误差(这里: 'Residual' = 在标记点检测过程中红外光线的平均值), 平均偏差('wand

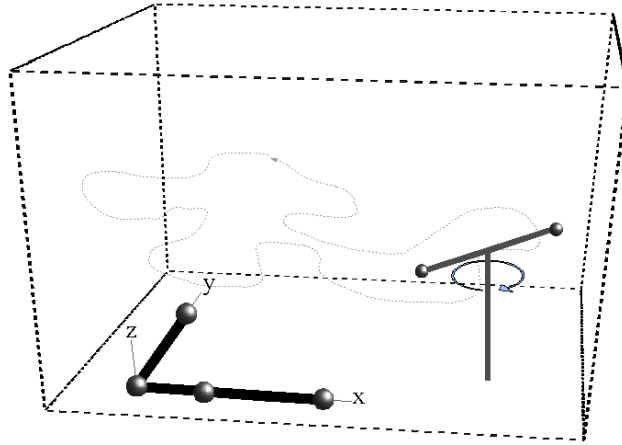


Figure 4.14: Room calibration process

residual)和校准过程中校准棒长度的最大偏差(*wand range*)。这些数值是基于系统建设环境并提供给给专业使用者关于校准质量的详细信息。

'Used Frames'的数值表示了每个摄像头获取的可用数据的百分比(用于空间校准)。这个数值越高越好。在50%的数值表示空间校准质量很低。每个摄像头的有效帧数数量百分比需要保持在70%以上。

按下OK按钮来确定接受空间校准数据(该数据被保存下来)。

空间重校准 安装状态可能在使用一定时间后发生变化；例如，安装不稳定造成一个摄像头发生位移或者震动造成细微的位移。出于这种原因，有必要定期进行一次空间校准。**DTrack2** 提供简化的校准方式在无需角工具的情况下修复现有的空间校准，称作空间重校准*re-calibration*。

查看空间校准对话框中相应的内容(见figure 4.15)来激活重新校准。大部分的设置需要与之前的校准保持一致，所以大多数的数据在该对话框中不能被改变- 校准棒的相关尺寸可以修改。

空间重校准的最大好处在于，**DTrack2** 将保留你的坐标系，包括坐标原点位置和轴向。

4.2.3 目标校准



SMARTTRACK 使用的目标是预先被校准过的，一般来说不需要进行目标校准。

但是，当你需要校准自制目标或者如果追踪表现下降时，仍旧可以在**SMARTTRACK** 上进行目标校准操作。

让追踪系统了解追踪目标几何形状的过程称作目标校准。在目标校准过程中，追踪目标(= 刚体物体)必须处在**SMARTTRACK** 的可视范围内。追踪目标的总数需要在**Settings** → *Body Administration*中进行设置。

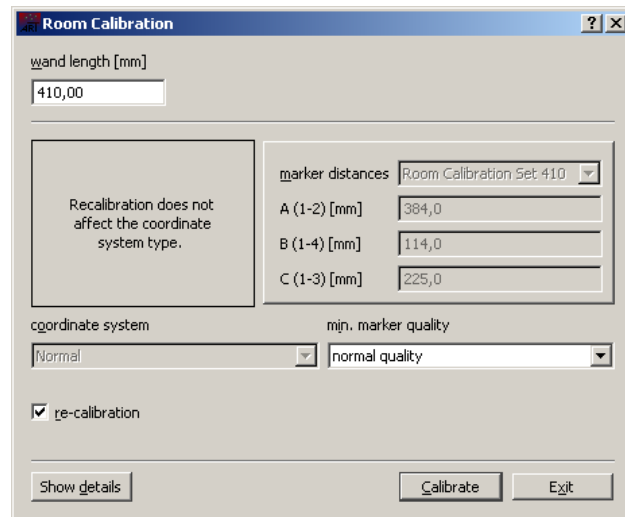


Figure 4.15: 空间重校准对话框

按下 *Calibrate* 之后，目标校准将在5秒之后开始。在目标校准过程中，可以移动需要校准的目标，尽量确保摄像头能够以最清晰的方式观察到追踪目标。

如果目标在校准过程中没有移动，请确保目标上的所有标记点被 **SMARTTRACK**。如果两个标记点在一个摄像头可视范围内重叠，该标记点将被合并成一个，这种情况可能影响校准。这些“标记点合并的情况”需要在校准过程中尽可能避免，标记点需要被放置在一个尽可能减少标记点重合的位置上。追踪目标的方向可以在校准之前使用 **DTrack2** 中的 **Monitor 2DOF** 界面来确定，该界面在选择了 *Calibration* → *Body* 之后自动弹出。

另外，在进行目标校准时请确认没有其他的标记点同时出现在测量范围内。如果其他不属于该目标的标记点出现在校准过程中，这些点将与目标上的标记点结合到一起。这就是说，目标将无法正确校准，追踪时将存在问题。

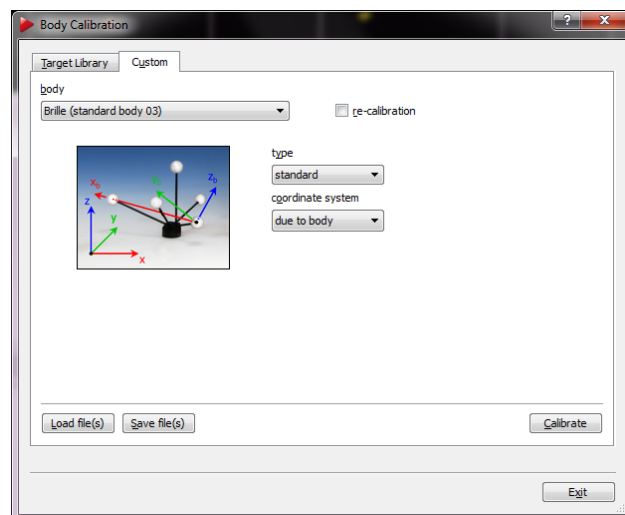


Figure 4.16: 目标校准对话框

首先，在 *Body* 列表中选择需要校准的目标。

4 系统设置

目标校准的类型有，'due to body'，'due to room'或'due to room (zero in marker)'。这些类型的不同点在于校准之后目标的中心位置。在目标校准过程中，**DTrack2** 确定每个目标的本地坐标系(目标自身的坐标系)。

目标校准due to body设置 目标本身的坐标系根据如下规则来确定：

1. 搜索刚体目标所有标记点中相距最远的两个标记点。这两个标记点(#1和#2) 将被用来确定X轴。
2. 搜索第三个(#3)标记点，到标记点#1和#2之一的距离为最短。另一个到标记点# 3距离最短的标记点将被设置为标记点#1。该标记点定义坐标系原点，标记点#1到标记点#2的方向为X轴正方向。
3. 标记点#3与标记点#1和#2一起确定X/Y平面。标记点#3拥有正Y轴坐标。
4. 根据上述规则，Z轴将自动被确认，其结果是一个右手坐标系。

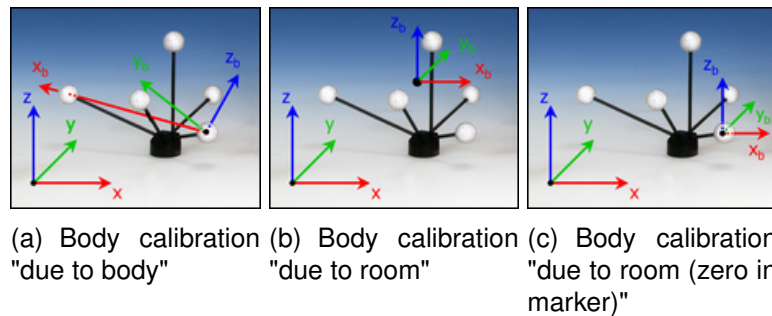


Figure 4.17: 确定目标自身的坐标系

目标校准due to room设置 追踪目标自身的坐标系原点被设置为刚体上所有标记点的中心(物体重心)。目标坐标系轴向与空间坐标系轴向平行。目标校准的结果将根据校准过程中目标的角度位置来定。6DOF测量，校准过程中不移动目标将会将目标的角度坐标设置为 $0^\circ/0^\circ/0^\circ$ 。

如果目标在校准过程中移动，在校准最初时该目标所处的角度位置将被取用。

目标校准due to room (zero in marker)设置 前两种方式的整合。目标本身坐标轴的方向将会与空间坐标系，与due to room设置相同。而目标坐标系的远点根据due to body设置方式来确定。

在*min. marker quality*中你需要选择以识别标记点的质量- 默认设置为'*normal quality*'。如果识别的标记点质量低于选择的质量要求，这些标记点将不会被用于目标校准。

Calibrate按钮激活目标校准，启动延时为5秒。校准结束后，将显示校准质量结果对话框。

 请确认是否所有的标记点都被摄像头看到。

然后，按下 *OK* 来确认结果。校准完毕目标的集合数据将被保存在后端软件中。



在新的空间校准或重校准之后，没有必要再次进行目标校准。只有在目标本身形状发生变化时才需要再次进行目标校准。



之前的目标校准信息在重新校准之后将会丢失。如果你想保存之前的校准信息请在 *Body calibration* 对话框中使用 *'Save file(s)'* 功能。

使用校准文件进行校准 需要时可以向我们索取追踪目标的校准文件。每个文件针对于一个特定目标。它含有目标的大小尺寸和标记点间的距离。这个文件由 *ART* 在自定的测量空间中校准得到。

请按下 *Load file(s)* (见 figure 4.16)，然后选择相应标记点的校准文件。文件名格式必须按照 “*standard b01.txt*” - “*b01*” 代表目标的 ID。



读取校准文件之后，之前的校准信息将丢失。

DTrack2 自动将校准文件与相应的目标根据文件上的 ID 完成绑定。



DTrack2 无法读取非法或损坏的校准文件。

这是错误提示对话框会弹出 (见 figure 4.18)。按下 *'Load'* 来确定导入的目标校准文件。

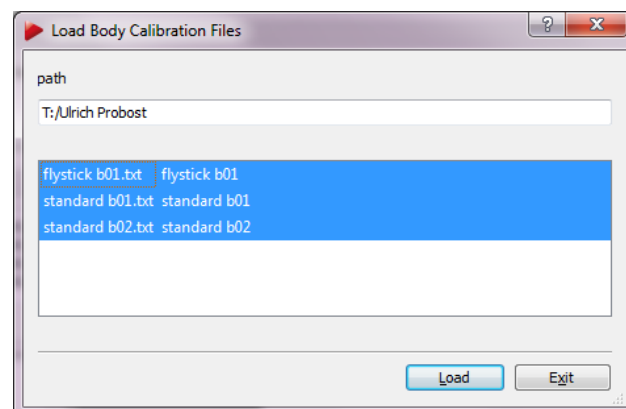


Figure 4.18: 导入校准文件

按下 *Save file(s)* 来保存目前的目标校准文件。文件可以被保存在远程电脑中需要的目录下。该功能为用户提供了一个方便的校准文件的备份手段。

目标重校准 *DTrack2* 允许刚体目标重新校准。在目标重校准后，该目标的坐标原点，方向都和校准前相同。

你可能需要在目标受到物理碰撞造成形变后进行重新校准。

4.2.4 目标调整

Body adjustment 功能是用来调整校准数据的工具。目标坐标系可以根据目标的标记点进行改变。这个工具将以前称作 “*ABCMan*” 的软件工具整合到 *DTrack2* 中。

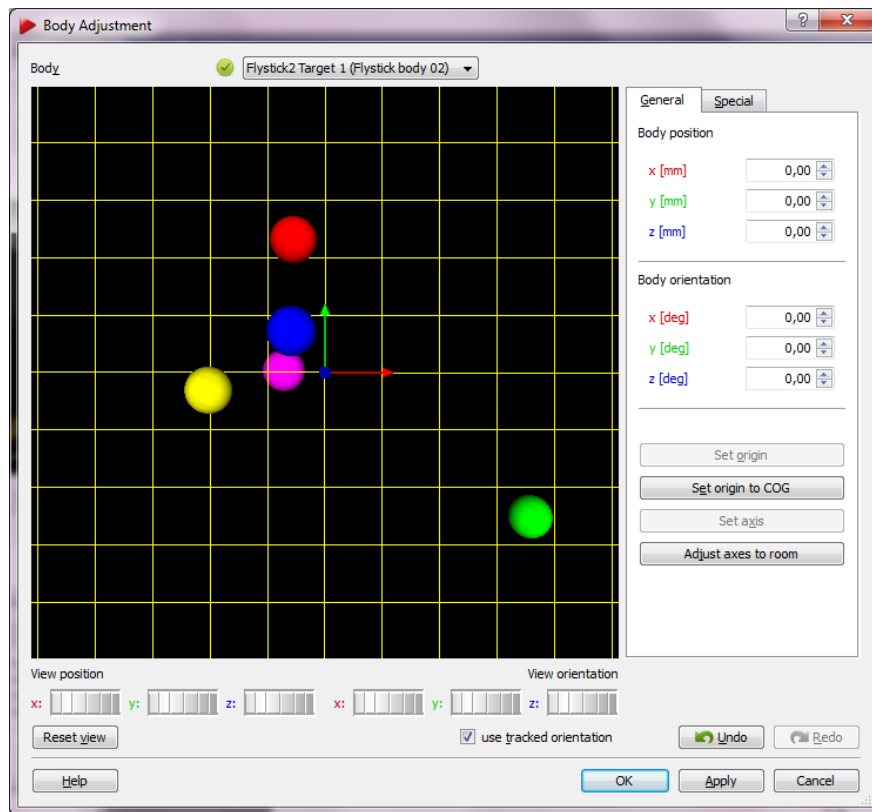


Figure 4.19: 目标调整

*Body adjustment*的主要功能如下：

- 在*DTrack2*软件前端调整每个目标坐标系。
- 在线模式(在图形界面中显示的画面可以通过移动真实目标来移动)，
- 将在不改变原点的情况下将目标坐标系调整到空间坐标，
- 使用预定的目标坐标系，
- 移动目标坐标系的原点，
- 将目标坐标系原点设置到选定的标记点上。

⇒ 现在已经不再需要其他工具了，更重要的是，目标坐标系可以自由的根据要求来设置。

更多信息请查看章节4.2.6.4 第55页。

4.2.5 *DTrack2* 滤镜选项

新发布的*DTrack2* v2.9.0版本中引入了大幅优化的滤镜选项，它可以让用户根据自己的需要来调整追踪的整体表现。例如，那些固定在座椅上的目标，现在可以通过对这些目标施

加强力的滤镜确保他们提供据对稳定的追踪数据。

使用如下三个主要参数，强度，预判和模式来自定义滤镜。不仅可以自定义追踪的整体表现还可以针对某个目标施加自定义滤镜。下面是三个参数的说明。

4 系统设置

设置	描述	用途
强度	设置滤镜的强度。数值越低反映越快但是抖动越严重。数值越高滤镜越强输出越平稳，但反映越慢。	强力滤镜可能适合座椅这类不移动的物体。
预判	预判在一定时间后的将来可能的输出数据用于弥补追踪的渲染延迟。注意，过高的正值会增加抖动并降低追踪精度。负值可以让输出数据更稳定，但造成高延迟。	“负”的预判可以同于在延迟不造成影响的情况记录数据。
模式	制定滤镜的基本表现。有多个选项可以用。自动应用于系统追踪。	—
'Adaptive fast'	自动应用于系统追踪。	目标运动状态时快时慢，例如Flystick。
'Adaptive slow'	将强力滤镜或快速移动滤镜，自动应用于系统追踪。	适用于移动较慢的目标。
'Fast'	为快速运动完成的优化设置。	适用于对快速反应要求高的目标，例如HMD。
'Slow'	为移动较慢的运动设置的滤镜。	适用于对快速反应要求高但运动速度较慢的目标。
'Static'	为确定不会移动的目标设置滤镜。	附着在不移动的物体上的参照目标。
'Reference target'	为整体稳定的目标优化的滤镜。它能够侦测偶尔的运动。	用附着在偶尔运动的物体上的参照目标。

4.2.6 菜单结构

4.2.6.1 概述

DTrack2	快捷键	page 46
<i>Configurations</i>		建立和保存不同的配置文件，锁定用户配置文件并保存设置
<i>Start/Stop</i>	M	开始/停止测量
<i>Controller standby</i>		让 SMARTTRACK 进入待机状态
<i>Quit</i>	Q	退出 DTrack2
Settings	快捷键	page 46
<i>Cameras</i>	F7	摄像头设置
<i>Synccard</i>		同步卡设置
<i>ART Radio Info</i>		开启主机连接无线设备的设置对话框
<i>Tracking</i>		整体设置
<i>Body Administration</i>	F8	所有目标和交互设备的整体设置
<i>Output</i>	F9	设置输出频道以及传输数据配置
<i>Flystick</i>		设置 Flystick
<i>Controller</i>		配置主机的局域网络设置
Calibration	快捷键	page 53
<i>Start static reflex scan for all enabled cameras</i>		开启反射屏蔽
<i>Room</i>	F5	空间校准
<i>Room adjustment</i>	Shift + F5	调整空间坐标系
<i>Body</i>	F6	目标校准
<i>Body adjustment</i>	Shift + F6	调整目标坐标系
Display	快捷键	page 56
<i>Monitor 2DOF</i>		摄像头识别的标记点图形可视化显示(monitor 2DOF 显示)
<i>Data</i>	F10	显示测量结果(6DOF/3DOF)
<i>Flystick</i>		显示 Flystick 测量结果
<i>Events</i>		显示 DTrack2 生成的各种信息
<i>Set to default</i>		将显示设置重置
About	快捷键	page 58
<i>DTrack2</i>		前端软件版本
<i>Controller</i>		后端软件版本
<i>What's new?</i>		新功能概述
<i>What's this?</i>	Shift + F1	帮助

Table 4.3: **DTrack2** 菜单结构概述

4 系统设置

4.2.6.2 DTrack2 菜单

DTrack2	快捷键
<i>Configurations</i>	
<i>Start/Stop</i>	M
<i>Controller standby</i>	
<i>Quit</i>	Q

Table 4.4: *DTrack2*菜单

配置 可以通过按下*Lock*按钮来保护配置文件。然后，输入密码，这样你的配置文件将被锁定。

 **请不要忘记密码！不然，你需要联系我们。**

*Log settings*将正在使用中的配置文件保存为文本文件。该功能给用户提供了一个简便的创建(自定义)配置文件备份的方法。

开始/停止 启动/停止测量。

主机待机 该命令使*SMARTTRACK* 进入待机模式。你可以使用Wake On LAN方式重启*SMARTTRACK*。更多信息请参见章节4.1.5 第27 页。

退出 退出*DTrack2* 前端软件- 测量过程不会因为软件退出而停止。

4.2.6.3 菜单设置

设置	快捷键
<i>Cameras</i>	F7
<i>Synccard</i>	
<i>A.R.T. Radio Info</i>	
<i>Tracking</i>	F8
<i>Output</i>	F9
<i>Flystick</i>	
<i>Controller</i>	

Table 4.5: *Settings*菜单

摄像头 这个对话框可以进行'*flash intensity*'的调整操作，以及可激活'*modulated flash*'。调制闪光灯只能用于主动标记点，用于与主动标记点的同步。

反射屏蔽 *DTrack2* 能够屏蔽固定反射(例如, 地面上的阳光)。但是, 屏蔽反射永远都是作为最后的考虑。如果可能, 请先尽量减少反射干扰。

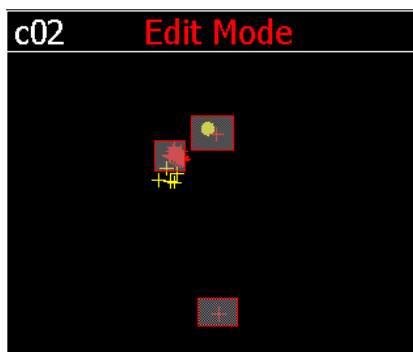
 **请切记, 屏蔽反射会去除受到反射干扰的追踪空间。**

有两种进行反射屏蔽的方法:

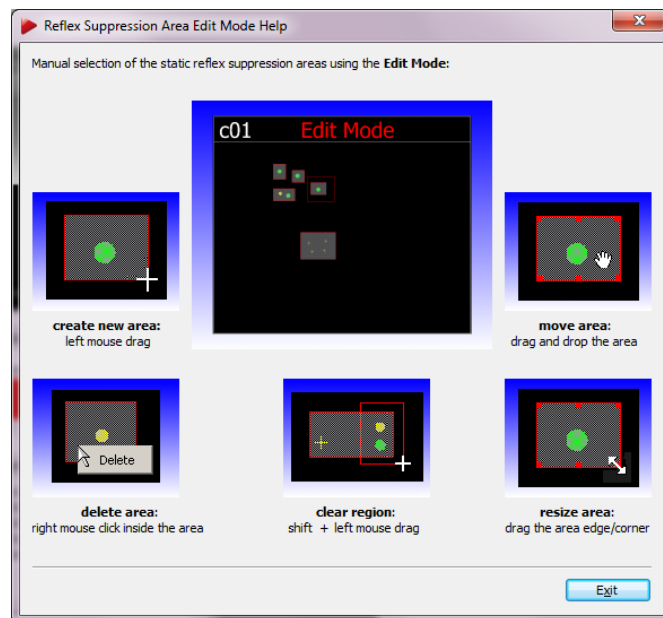
1. 当想要进行屏蔽时, 勾选每个摄像头。然后选择 *Calibration* → *Start Static Reflex Scan for all enabled cameras* 来进行反射屏蔽。
2. 在测量进行过程中, 可以通过手动的方式来添加屏蔽范围。在 *Monitor 2DOF* 显示中, 右击相应的摄像头窗口激活 '*Edit reflex suppression areas*'。可以通过使用快捷键 ('E') 来开启该模式见 figure 4.20(a) 第47) 页。

在编辑模式下你还可以(参见 figure 4.20(b) 第47 页)

- 创建新区域,
- 删除区域,
- 清除范围,
- 改变范围大小,
- 移动范围。



(a) 反射屏蔽范围编辑模式



(b) 反射屏蔽范围编辑模式帮助

反射屏蔽范围在离开编辑模式(通过关闭 '*Edit reflex suppression areas*')并接受修改之后激活。划定的范围被保存在主机中, 每次进入编辑模式都可以修改。

4 系统设置

Flash 闪光灯设置 flash intensity数值可以在0与7之间变化。

这些设置完全依赖于工作区域与距离范围。如果工作范围小，人员离开摄像头的距离短，较低的闪光亮度就足够。只有在工作范围很大，但仍处于**SMARTTRACK**追踪范围内时，可能需要调高摄像头的亮度。

一般来说，你需要将反光亮度设置到标记点显示为绿色或黄色。



不要在短距离内直视摄像头过久！请查看章节B 第75页。

为了确保稳定可靠：请确保摄像头能够很好地观测到标记点，也就是说请使用**Monitor 2DOF**显示：

- 显示为红色的标记点质量低，尺寸小或者亮度不够；这可能造成追踪质量差
- 显示为黄色的标记提供良好的追踪效果
- 显示为绿色的标记点表示追踪质量非常高。

提升闪光灯亮度直至标记点显示为黄色或绿色(推荐)。

同步卡 这个对话框显示了同步卡的模式和序列号。在下拉菜单中提供可选的同步模式。

基本上，同步方式分为内部和外部。其进一步区别如表4.6。

支持的同步卡模式	应用范围
internal generated signal (15 - 60Hz)	
external video signal external video signal, for validated shutter glasses ¹ external video signal, for validated shutter glasses, divisor 2 ²	立体投影提供视频同步信号(=VGA)
external TTL signal external TTL signal, for validated shutter glasses ¹ external TTL signal, for validated shutter glasses, divisor 2 ²	立体投影提供TTL同步信号
direct settings	高级自定义设置

¹ 预设设置用于表4.7中包含的快门眼镜。

² 如果附加的外部同步信号频率高于60Hz，请使用该模式。

Table 4.6: 同步卡模式概述

如果选择'*direct settings*'可进入高级选项进行同步卡设置：

Option	Description
<i>source</i>	设置同步类型：' <i>internal</i> '，' <i>video</i> '，' <i>tll</i> '或' <i>tllinv</i> '。
<i>frequency [Hz]</i>	在10Hz与60Hz之间修改频率(只用于内部同步！)
<i>divisor for external signal</i>	降低追踪频率(只用于外部同步！)
<i>Delay [us]</i>	设置同步组间的延迟

品牌	类型
RealD	CrystalEyes 1, 2, 3, 5
NuVision	APG6000, APG6100
XPand	X103 (with NuVision Long-Range Emitter)
NVidia	3D Vision Pro (RF sync'ed)
Volfoni	EDGE (with Volfoni or NuVision LR Emitter)

Table 4.7: 支持的快门眼镜简表

ART Radio Info 当你使用Flystick，比如说，你会得到收发器与Flystick设备自身的信息。如下信息提供信息样例：

	说明
'Model'	收发器与设备的模式
'Serial'	序列号
'Version'	固件版本
'Is free (only for Devices)'	如果该设备被设有交互设备ID它就不免费(= 'no')。
'Is present'	设备或收发器在追踪范围内。

点击 *Show details* 可以修改收发器的通讯频率。

追踪 在这个对话框中可以设置是否计算3DOF标记点，还可以开启或关闭'*automatic start of measurement after booting*'。

可以整体设置所有5DOF目标的'*central axis*'。无法测量这些目标围绕自身旋转的角度。所以这个选装角度由系统自行制定。所以，5DOF中心轴向只有在绕目标中心轴旋转时才有用。重要属性如下：

- 5DOF目标放置在与自身中心轴平行的位置，并且中心轴旋转角度不被确定。
- 绕中心轴向旋转的角度被设为最小值。

我们建议将5DOF目标的中心轴设置为与追踪目标最少平行的方向。(例如，地面和房顶与眼镜目标)。



5DOF的'*central axis*'最好需要根据您的应用本身来设置情况来选择指定。

定义细节：

除了5DOF中心轴之外，系统还为每个目标在目标自身坐标系中选择一根坐标轴(“拉伸坐标轴”)。目标的旋转设置为拉伸坐标轴与5DOF中心坐标轴间的最小旋转角度。拉伸坐标轴总是与目标坐标轴平行。除此之外还有如下限制要求：

- 如果5DOF中心坐标轴不是目标坐标轴，拉伸坐标轴与5DOF中心坐标轴间的角度为最小值。
- 如果过5DOF中心坐标轴是目标坐标轴，拉伸坐标轴的方向为平面内随机方向。

'*automatic restart of measurement after loss of sync signal*'选项默认设置为'*active*'，所以它不在被显示出来(自 *DTrack2 v2.8.1*)

4 系统设置

目标管理 在这里可以管理在系统中所有的目标(例如, 标准目标, *Flystick* 等等。)(参见figure 4.20)。

*number of 6DOF bodies*显示应该被追踪到的目标数量。这个参数中不包含交互设备上的追踪目标(例如*Flystick*, *Fingertracking*或*Measurement Tool*)。他们在其他标签中进行设置。



但是, **ART** 系统中可追踪的最大目标数是包含交互设备的(***Fingertracking***, ***Flystick***, ***Measurement Tool***)!

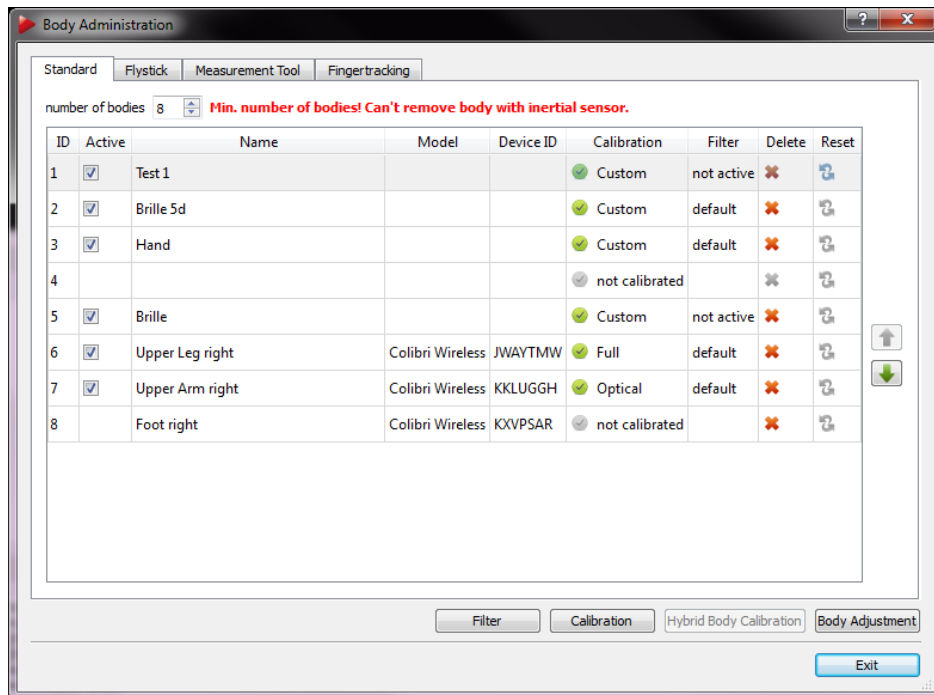


Figure 4.20: 灵活的追踪目标管理(from *DTrack2* v2.9.0)

这里, 你能够激活, 删除或重置目标校准信息, 并且修改每个目标在系统中的位置。另外, 你还可获得目标已经被校准的信息:

- '*Custom*' 表示已经使用标准目标校准信息。
- '*Target Library*' 表示已经使用系统预制校准信息。

每个动作的详细描述, 请参见表4.8。

除了目标, 你还可以管理交互设备。请使用*Flystick*, *Measurement Tool*和*Fingertracking*标签。

在对话框的右下角你可以找到四个按钮:

动作	描述
'Active'	激活或关闭一个目标- 被关闭的目标的数据不会被加入数据传输流中。关闭目标不会影响系统标记排列顺序。
'Delete'	删除目标校准信息- 安全确认认可之后立刻生效。删除目标不会影响系统标记排列顺序。
'Reset'	如果是'Target Library'中已经包含的目标经过用户重新校准，可以将该目标的校准信息重置为'Target Library'。
'Change order'	使用窗口右侧的箭头，你可以修改目标的排列顺序。数据输出会随之改变。

Table 4.8: 目标管理- 动作细节描述

按钮	描述
'Filter'	为每个目标开启或关闭滤镜。你可以使用已有或自定义你需要的滤镜。滤镜的详细描述请参见章节4.2.5 第43页。
'Calibration'	章节进入目标校准对话框，校准选中的目标。目标校准细节请参见章节4.2.3 第38页。
'Hybrid Body Calibration'	SMARTTRACK 不支持
'Body Adjustment'	直接进入目标管理对话框对选中目标进行需要的管理设置。目标管理细节请参见章节4.2.4 第42页。

输出 *Output*对话框决定数据通过以太网输出的设置。数据将在你勾选*active*之后被输出。

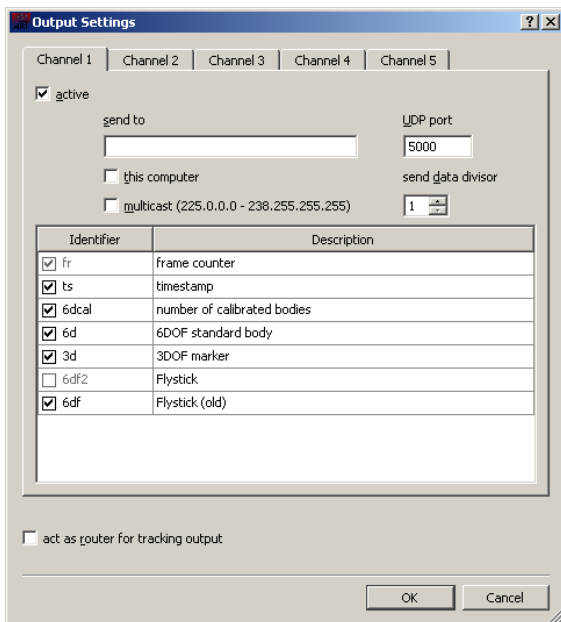


Figure 4.21: 输出设置

标示符	说明
fr	帧数
ts	时间戳
6dcal	调整完成的目标数目
6d	6DOF 标准目标
3d	3DOF 标记点
6df2	Flystick
6df	Flystick (旧)
	只有在Flystick设置中激活时才有效(→ checkbox 'use old output format')

Table 4.9: 输出标示符

总共最多可设置5个UDP频道的DTrack2数据输出。勾选*this computer*将信息发送到目前正在使用的远程电脑。如果你需要将数据发送到其他在你的局域网络中的电脑，

4 系统设置

只需输入接收电脑的IP地址和端口号。除此以外，还可以制定*multicast*数据输出。勾选*multicast*UDP数据将被发送到地址位于225.0.1.0和238.255.255.255间的一组电脑上。

为了减少UPD输出数据流量，你可以设置'*send data divisor*'为1到10之间的数字。数字意义如下：

- 1 .. every frame is transmitted,每帧传输，
- 2 .. every second frame is transmitted,每2帧传输一次，
-
- 10 .. every tenth frame is transmitted.每10帧传输一次。

UDP输出可以由**DTrack2**配置路由，只需勾选*act as router for tracking output*即可。该功能对于那些由于安全因素不允许**SMARTTRACK**直接接入他们网络的客户来说非常重要。

使用该功能的强制要求为，装有**DTrack2**的电脑，需要装有两块以太网卡：一块用于连接主机，另一块用于接入用户局域网。**DTrack2**前端软件读取主机信息然后将这些信息路由到连接在局域网中的应用程序电脑。



使用这个功能会造成数据传输中的细微延迟。



当应用程序电脑与**SMARTTRACK**处在同一局域网中时不要使用该功能！

数据输出格式请见章节C 第77页。

Flystick 在*Flystick Settings*中，你可以确定目前的*number of Flysticks*。

核取方块	描述
'use old output format'	使用老式Flystick的输出格式(见章节C 第77页)

Table 4.10: Flystick设置- 核取方块描述

下面有两个用于Flystick3的参数：

- *sync groups*:
让你的Flystick3释放红外闪光用于更多的同步组(syncgroup #1, syncgroups #1和#2, ...; 默认= syncgroup #1).
- *flash intensity*:
移动条可以设置Flystick3上的红外闪光亮度(默认= 3)。

如果你改变了Flystick的数量，在*selected Flysticks*中的数字立刻会被更新。*Model*，*Serial*和*Port*的默认值为空。

确保你的Flystick在*available Flysticks*列表中显示- 如果需要，可对比列表中的序列号与Flystick2电池面板上/Flystick3背面面板上的序列号。现在，选取你想使用的Flystick序

列号。

也就是说，

- 选择相应的Flystick序号，
- 再选择需要使用的Flystick序列号然后
- 按下 *Select*。

重复这些步骤如果你想要使用更多的Flystick。如何安装Flystick2请参见章节5.1 第60页。关于Flystick3的安装方法请参见章节5.2 第64页。

主机 *Advanced Controller Settings*的菜单被分为两部分- *Network*和*Time*。

在*Network*标签栏中你可以根据你的网络要求修改*hostname*(不建议修改!)和*domain*。当网线插入**SMARTTRACK**并启动时，**SMARTTRACK**是一个DHCP客户端并且该核取方块是被勾选的。如果主机启动时网线没有插入，**SMARTTRACK**将自动使用默认IP地址192.168.0.1。

你还可以根据需要指定*IP address*，*subnet mask*，*gateway*和*nameserver*。主机的MAC地址在信息(*ethernet-MAC LAN*)的最后一行显示。

在*Time*标签栏中你可以选择主机的*UTC time*。另外，你还可以使用NTP(网络时间协议)来同步UTC(协调世界时)。NTP是一个设计用来在网络上同步电脑时间的协议。勾选*activate NTP*并输入服务器名称和IP地址。

如果NTP已激活，主机将试图反复连接NTP服务器从而更新时间。'reachability'数值范围一般在0% - 100%之间。该数值表示连接NTP服务器的网络质量。连接互联网的NTP服务器可能存在一些问题。时间同步质量通过'*estimated precision*'数值来表示，单位毫秒(=ms)。



同步NTP需要较长的时间。激活测量不会受其影响。

4.2.6.4 校准菜单

校准	快捷键
<i>Start static reflex scan for all enabled cameras</i>	
<i>Room</i>	F5
<i>Room adjustment</i>	Shift + F5
<i>Body</i>	F6
<i>Body adjustment</i>	Shift + F6

Table 4.11: *Calibration*菜单

4 系统设置

启动所有摄像头的反射屏蔽扫描 在测量空间中扫描固定反射点可以去除环境中无用的反射点。所有处于设定范围内的反射点，将会在测量计算过程中被忽略。

 **在扫描之前请确保范围内没有追踪目标存在！**

空间 使用空间校准菜单来设置你的空间校准，包括*wand length*和*marker distances*。校准棒长度在wand实体上有标注- 请输入该数值。



Figure 4.22: 空间校准包含角工具和校准棒

如果你想重校准你的空间，请勾选在追踪系统左下角的*re-calibration*。更多关于重新校准的信息请参见38页。

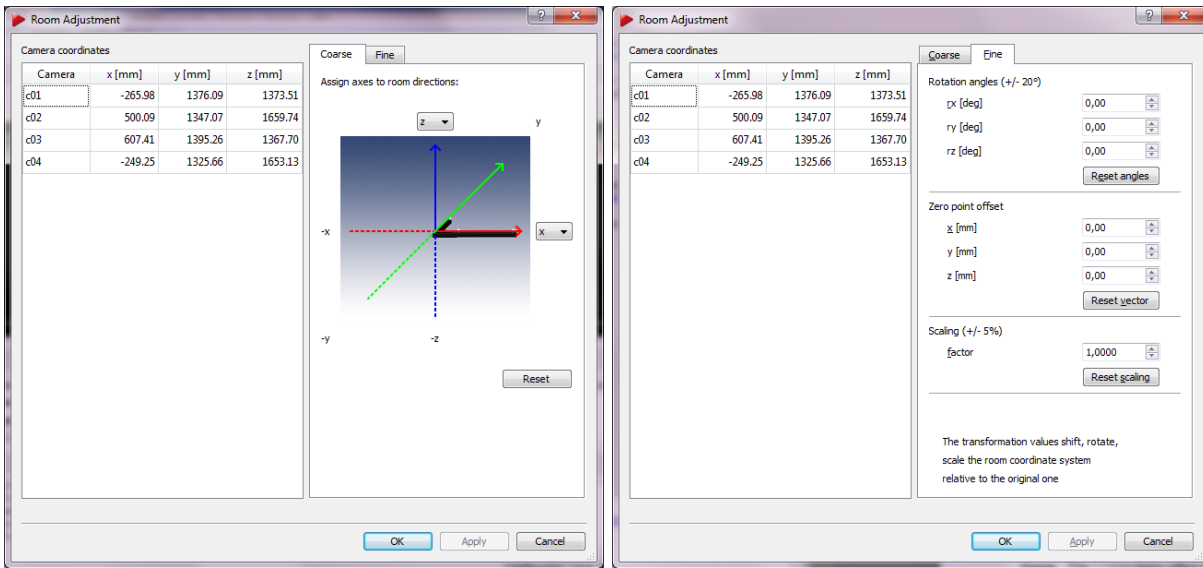
空间校准细节请查件章节4.2.2 第35 页。

空间调整 很多情况下在校准完成后需要调整空间坐标系的方向和位置。该功能称作在*Calibration* → 中称作*Room adjustment*。

粗略 *Coarse*菜单用于快速调整空间坐标系的方向。确认两根坐标轴的方向- 第三根轴会根据右手法则自动确定方向。

详细 该菜单中的偏移量为新坐标系(需要的)在原坐标系('Middle of cameras')中的坐标。角度调整在任何方向最大不得超过20°。变化数值可以移动，旋转和缩放空间坐标系。

追踪物体 选择需要校准的物体并勾选重校准核取方块。确定校准需要使用的坐标系类型，可以是'*due to body*'，'*due to room*'或'*due to room, zero in marker*'。



(a) 'normal'

(b) 'powerwall'

Figure 4.23: 空间调整对话框

坐标系类型	描述
'due to body'	追踪物体坐标系完全由其几何形状决定
'due to room'	坐标系被旋转一边与空间坐标系相平行。在这个情况下，追踪目标在校准过程中的方向确认了该目标自身坐标系的方向。如果物体被移动，在校准开始时的方向将作为该目标坐标系的方向。
'due to room, zero in marker'	

建议使用的标记点质量为'*normal quality*'。如果你想使用目标校准文件来校准目标，只需点击*Load file(s)*按钮并选择合适的校准文件。点击*Save file(s)*按钮你可以以文本文件方式保存目标校准文件

如何进行目标校准请参见章节chapter 4.2.3 第38 页。

目标调整 如果你想要调整刚体的校准数据，在窗口上端的下拉菜单中选择需要调整的物体。然后选择*general*或*special*调整方式：

整体调整 追踪物体的坐标系可以根据用户的需要进行整体调整。

动作	描述
<i>Body position [mm]</i>	以毫米为单位在各个轴向上移动坐标系
<i>Body orientation [deg]</i>	绕着坐标轴旋转目标坐标系
<i>Set origin</i>	左键点击在图形界面中激活一个标记点。该标记点变为高亮并且 <i>Set origin</i> 被激活。点击该按钮将物体原点移动到该选中的标记点上
<i>Set origin to COG</i>	将物体坐标系的原点设定在物体的重心上
<i>Set axis</i>	先后点击两个标记点，将他们按顺序在图形界面中选中。第一个为白色，第二个为灰色。另外， <i>Set axis</i> 被激活。点击该按钮打开坐标轴调整对话框
<i>Adjust axes to room</i>	点击该按钮就将物体坐标设置于空间坐标相平行

4 系统设置

特殊调整 从下列预定的设置中选择:

- *due to body*
追踪物体坐标系完全由其几何形状决定(见第39页)。
- *due to room (origin in COG)*
坐标系被旋转一边与空间坐标系相平行, 并将原点设置在重心(见第40页)。必须勾选'*use tracked orientation*'方可使用该功能。
- *due to room (origin in marker)*
坐标系旋转之后与空间坐标系平行, 同时原点在标记点重心(见第40页)。必须勾选'*use tracked orientation*'方可使用该功能。

'*Graphic view*'是刚体校准的默认校准数据显示。鼠标右击带有下列选项的菜单将弹出:

选项	描述
' <i>Small markers</i> '	缩小标记点尺寸
' <i>Colored markers</i> '	使用不同颜色显示标记点(默认色: 灰色)
' <i>Long axes</i> '	将物体坐标系的向量箭头延伸并通过虚线表示
' <i>Show COG</i> '	显示重心
' <i>Show XY plane</i> '	显示XY平面
' <i>Show YZ plane</i> '	显示YZ平面
' <i>Show XZ plane</i> '	显示XZ平面
' <i>Show room orientation</i> '	显示空间坐标系(只有当勾选' <i>use tracked orientation</i> '后可见)
' <i>Add line between markers</i> '	在两个选中的标记点间添加连线(在选中两个标记点时选项被激活)
' <i>Delete line between markers</i> '	删除两个选中标记点间连线(在选中连线时选项被激活)
' <i>Data view</i> '	切换数据显示

*View position*和*View orientation*可以随意修改。图形显示可能移动或旋转。方法如下:

1. 按住"Strg"键和鼠标左(右)键来修改位置(方向)
2. 使用六个控制拨号键来调整方向和位置

重置显示设置, 需按下'*Reset view*'。如果你希望通过移动或旋转实际目标来在图形显示中旋转或移动目标, 请勾选'*use tracked orientation*'。



如果按下OK, 所有目标的修改都将被确定(修改内容将被发送至主机)并且关闭窗口。

按下Apply按钮只确认当前选定的目标的结果- 物体校准信息会立刻刷新。

4.2.6.5 Display菜单

Monitor 2DOF The *Monitor 2DOF display* essentially is a graphical display of the field of view of the **SMARTTRACK** and of the markers that are seen by it. The *Monitor 2DOF display* shows two black windows (equivalent to the field of view), with a schematic display

显示	快捷键
<i>Monitor 2DOF</i>	
<i>Data</i>	F10
<i>Flystick</i>	
<i>Events</i>	

Table 4.12: *Display* 菜单

of positions and sizes of all recognized markers. A simple color code signifies the size and the circularity of the markers (green = very good quality, yellow = good quality, red = poor quality).

Monitor 2DOF display 是 **SMARTTRACK** 视野的图形可视化显示，该显示内容是 **SMARTTRACK** 所看到的标记点。*Monitor 2DOF* 以两个黑色方块的形式显示每个摄像头的视野范围，在范围内等比例的显示被识别的标记点的位置和大小。简单的颜色变化显示了标记点的追踪质量(绿色=非常高质量，黄色=高质量，红色=低质量)。

每个标记点被显示为圆形或十字。这表示在摄像头内部 **CCD** 芯片上标记点的投影大小(圆形= 大型标记，十字= 小型标记。)

在 *Monitor 2DOF display* 中可以通过鼠标点击的方式来触发如下功能。

- 鼠标左键：
按住拖拽便可移动 *Monitor 2DOF view* 窗口位置。
- 鼠标中键：
按住中键当前点击的窗口将不显示。再次点击所有窗口将重新显示。
- 鼠标右键：
菜单开启；见 table 4.13。

功能	快 捷 键	
<i>Grid</i>	G	在摄像机显示中显示网格。
<i>Cross</i>	C	在摄像机显示中显示一个叉。
<i>Fullscreen</i>	F	<i>Monitor 2DOF view</i> 窗口全屏显示。
<i>One Camera</i>		只显示选中的摄像头。
<i>Static Reflex Suppression</i>		
<i>Start scan for all enabled cameras</i>		进行一次反射扫描。只有在勾选 <i>Active</i> 时开启。
<i>Edit reflex suppression areas</i>	E	进入反射屏蔽范围编辑模式，可以自由修改屏蔽范围。

Table 4.13: *Monitor 2DOF view* 功能

数据 在左侧，*Data* 显示了六自由度测量结果，追踪目标相对于空间坐标系的位置和方向。旋转角度是围绕 X, Y 和 Z 轴旋转的角度。数学定义请参见章节 C 第 77 页。简单的颜

4 系统设置

色区分代表了目标是否被追踪：

绿色	...	目标被追踪到；显示追踪数据
红色	...	目标没有被追踪到；" - "将替代追踪数据被显示出来
白色	...	目标未校准：列中为空白

在右侧显示了单个标记点的三自由度校准或未被校准的目标。所有被识别但未分配到被校准的六自由度目标中的标记点都显示在这里。

注意需要在 *Settings* → *Tracking* 总勾选 *calculation of 3DOF markers*。否则，位置信息将不会被计算

Flystick *Flystick* 显示了 *Flystick* 的测量结果，位置和方向。以及，*Flystick* 按钮和摇杆的操作情况。简单的颜色区别显示了 *Flystick* 的状态：

绿色	...	<i>Flystick</i> 被追踪到；显示追踪数据
红色	...	<i>Flystick</i> 没有被追踪到；" - "将替代追踪数据被显示出来
蓝色	...	按钮按下
白色	...	<i>Flystick</i> 未校准：列中为空白

事件 *Event display* 展示了追踪系统的状态。它提供操作状态信息包括错误和警告。除此之外，它向使用者提供成功的空间或目标校准信息。每条信息都包含事件和数据。

重置 如果由于某种原因，*DTrack2* 前端界面混乱了，你可以重置所有的显示和尺寸到默认状态。也就是说只有 *Monitor 2DOF*，the *Data* 和 *Events* 被显示出来。(参见 figure 4.8 第34页)。

4.2.6.6 关于菜单

关于	快捷键
<i>DTrack2</i>	
<i>Controller</i>	
<i>What's new?</i>	
<i>What's this?</i>	Shift + F1

Table 4.14: *About* 菜单

DTrack2 提供 *DTrack2* 前端软件版本和发布日期的信息。点击 *Show details* 你可以看到包含所有软件模块的列表。

主机 提供 *DTrack2* 后端软件版本和发布日期的信息，同样的主机的名称和序列号也得到显示。还显示 *SMARTTRACK* 的名称和序列号。

主机更新 如果你更新 *DTrack2* 前端软件，请务必更新 *SMARTTRACK* 上的后端软件。系统助手会指引完成软件更新过程。如果你在更新 *SMARTTRACK* 软件过程中退出(不建议!)，你能在之后继续更新。只需点击 *About* → *Controller update* 然后按照提示进行更新。

请在更新完成之后重启 *SMARTTRACK*。



个人设置和配置文件(例如，空间和目标校准，输出设置，等等。)在更新之后不会丢失!

What's new? 显示了目前软件版本的新功能的信息。点击 'Show more' 按钮，你可以得到最新版本的功能更新历史。

What's this? 点击 *What's this*，你可以使用 *DTrack2* 前端软件的帮助功能。只需点击 *DTrack2* GUI 中的功能，你将获得相应的信息。

5 交互设备

5.1 Flystick2



在运送Flystick2之前请先卸下电池，否则无线收发器可能由于冲击或震动被开启。

描述 Flystick2是一个ART无线输入设备用于ART红外光学追踪系统。



Figure 5.1: Flystick2

顶视图		
LED状态	绿色亮起	→ 按钮按下或者摇杆位置成功传输
	黄色亮起	→ 按钮按下或摇杆位置传输失败
	黄色闪烁	→ 电量低，尽快充电
扳机，按钮和摇杆	扣下扳机或任何按钮触发交互，交互内容可由用户应用自行制定(例如，扳机扣下时拖拽物体，开启菜单对话框，...)	

Table 5.1: Flystick2描述

Flystick2有一个扳机，四个按钮和一个带有按钮的物理摇杆。所有的交互都为无线通讯，通过2.4GHz ISM无线连接。DTrack2软件将Flystick2的按钮&摇杆动作关联到六自由度的

输出数据。追踪和交互信息通过以太网传输给应用程序。



Flystick2没有电源开关。它在按钮按下后的几秒内自动激活，并在停止使用数分钟后自行关闭。

Flystick2通过被动目标被追踪到，这些标记点安装在塑料外壳下。这就是说在Flystick2的电子部件关闭时仍旧可以获得其六自由度信息。

输出信息包括：

- Flystick的位置和方向，
- 按钮和摇杆的状态，
- 正在使用的Flystick数目。

输出信息的详细请参见章节C。

控制元件 按钮序号排列如下：

- # 1 扳机
- # 2 - # 4 蓝色按钮，从右到左
- # 5 按下摇杆



Figure 5.2: Flystick2控制元件

摇杆的初始位置传输信息为 $x=0$ ， $y=0$ 。

- 向左移动X值为负数，向右移动X值为正数。
- 向下移动Y值为负数，向上移动Y值为正数。
- 在任何方向上的移动数值为1.0或-1.0。

Flystick2设备支持所有功能(按钮，扳机和摇杆)同时使用。

当你需要充值Flystick2到出厂设置是，只需将充电插头插入充电插口即可。

无线模块 Flystick2使用2.4Ghz平率的无线模块。该频率是世界标准使用无需使用权。范围接收大于7m，但是当穿过物体时范围可能缩小。例如，屏幕保护材料。

无线收发器 无线收发器可以插入主机上的任何USB插口。在主机启动后才插入的情况下，请按下“F2”进行硬件搜索。无线收发器将被系统识别到。



请确保无论是旧的收发器(通过摄像头网络连接)还是新型的USB无线收发器正常连接到主机。如果将一个以上的无线收发器连接到同一个主机将造成Flystick2或Flystick3的故障。

开启主机。被白线圈起来的LED(2)(见figure 5.3)会在主机启动过程中持续亮起。当DTrack2启动之后，被方框框起来的LED(1)(见figure 5.3)会亮起，并表明无线收发器初始化正常；LED(2)熄灭。

在测量过程中，LED(1)在Flystick传输数据时就会闪烁。当Flystick信息传递失败时，LED(2)开始闪烁。



Figure 5.3: USB无线收发器3

电池包 电池部分处于手柄下部。由单个螺丝固定，可使用2mm六角扳手打开。拧下螺丝，拿掉盖子便可取出电池部分。



Figure 5.4: Flystick2 - 插入电池包

装入电池时请注意电极方向- 还请注意在电池包上的“<<INSERT<<”标记。放上盖子固定螺丝。



电池包装有3个标准AAA可充电电池。



电池的电极方向在电池包上有标注。可充电电池必须以正确的电极方向装入电池包。

根据政府电池使用规定来使用电池(电池寿命约为2年)。



如果使用不正确的电池类型可能有爆炸的危险!

充电插口 充电插口在手柄的下端，用于连接充电器。



Figure 5.5: Flystick2电池充电

为了防止损坏电池，充电器会自动与Flystick2电子元件断开。那就是为什么在充电时无法使用Flystick2。



只能使用提供的充电器对电池进行充电。为了确保较长的使用寿命，只在电用完时充电。

充电器 充电器与Flystick2一起发出，只能用于电池充电。为了您的方便，电池包在充电时无需从Flystick2中取出。但是，在充电过程中Flystick2无法使用。

一旦电池包连接充电器，红色LED(“充电”)亮起，绿色LED(“完成”)开始闪烁- 检查过程开始。大约1分钟后，测试结束(绿色LED熄灭)充电开始。

当电池充满，充电器关闭“充电”LED，“完成”LED亮起，充电器进入自动充电待机状态(“完成”LED亮起)。现在可以使用电池。

充电器LED状态请查看table 5.2。

LED状态	颜色	描述
Power	红色	当充电器插上电源即亮起。
Charge	红色	充电过程中亮起。
Ready	绿色	在充电完毕后亮起约2分钟，然后开始闪烁。 在检测过冲闪烁。
Discharge	黄色	当按下黄色按钮设置为放电模式。
Button for discharging	黄色	启动放电过程。

Table 5.2: LED状态参考

如果你想要对电池进行放电，按住黄色按钮大约2秒钟便可初始化放电过程(“放电”LED亮起)。在某些情况下放电可能需要几个小时。但是，在这个步骤完成之后，充电器将自动切换到充电模式。

目标校准 首先，设置使用Flystick2的数量：选择*Settings* → *Flystick*然后设置*number of Flysticks*。你需要为Flystick2分配一个'*Flystick ID*'。选择'*F1*'，然后在'*available Flysticks*'列表中选择你的Flystick2。按下*Select*完成步骤。



如果在'*available Flysticks*'中没有你的Flystick2，但它已经存在，只需要按下Flystick2上的任何按钮让无线收发器对它完成注册。

然后选择*Calibration* → *Body calibration*。

再出现的对话框中选择'*Flystick body 01*'。请确认目标空间坐标系与物体的关系(默认设置为'*due to body*')。在背景窗口中的*Monitor 2DOF display* 中确认所有Flystick2 上的标记点都被摄像头看到。

按下*Calibrate*，然后校准将在5秒后开始。更多关于*body calibration*的信息，请参见页面38。

输出设置 请设置Flystick的数据输出目的地。在*DTrack2* 前端软件，选择*Settings* → *Output*。可以选择*this computer*(=远程PC)或者输入另一个目的电脑的IP地址。通过勾选'*6df2*'，你可以确定Flystick数据已经被发送。更多细节请参见章节4.2.6.3 第51 页。

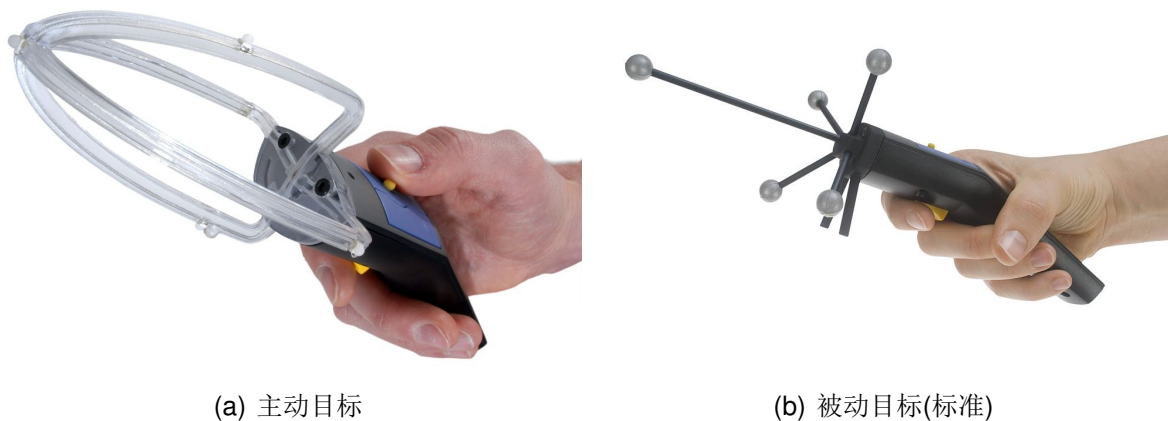
按下*Start*开始测量。为了看到Flystick的追踪情况，你需要开启Flystick信息显示，通过点击*Display* → *Flystick*来打开。

5.2 Flystick3



在邮寄Flystick3时必须出去其内部的电池，否则运输过程中的冲击和震动可能启动无线收发器。

描述 Flystick3 是一个轻型的交互设备用于ART 红外追踪系统。



(a) 主动目标

(b) 被动目标(标准)

Figure 5.6: Flystick3

顶视		
状态LED	绿色亮起	→ 按钮按下或摇杆位置信息传递成功
	黄色亮起	→ 按钮按下或摇杆位置信息传递失败
	黄色闪烁	→ 电量低, 尽快充电
扳机, 按钮和摇杆	按下扳机或任何按钮来触发互动, 互动可以根据客户需要制定。(例如, 使用扳机来拖拽物体, 按下按钮开启对话菜单等...)	

Table 5.3: Flystick3的描述

它装有主动¹或被动目标, 三个按钮和一个物理摇杆用于虚拟现实环境中的无线交互。与Flystick2相同, 所有互动都通过2.4GhzISM无线连接传送。摄像头上的调制闪光灯与Flystick3进行同步。

DTrack2 软件Flystick3按钮盒摇杆动作与输出的六自由度信息相关联。追踪和交互信息然后动过以太网传递给应用程序。



无线收发器和主动目标在停止使用15分钟后关闭。按下任何按钮可重新激活Flystick3和系统对它的追踪。

输出信息包括:

- Flystick的位置和方向,
- 按钮和摇杆的状态,
- 正在使用的Flystick数目。

输出信息格式的信息请参见章节C 第77 页。

控制单元 按钮排列如下:

- # 1 扳机
- # 2 - # 4 蓝色按钮, 从右至左。

¹自2011年12月起不再生产

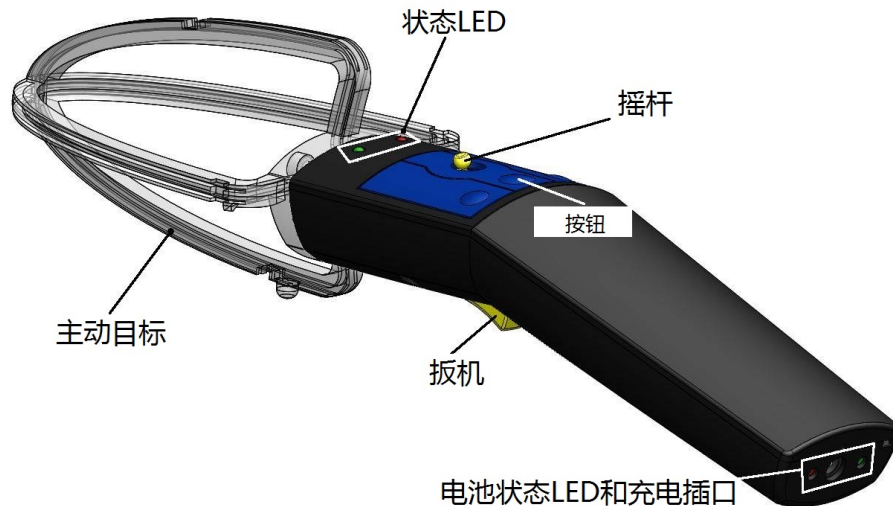


Figure 5.7: Flystick3控制单元

摇杆的初始位置传输信息为 $x=0$, $y=0$ 。

- 向左移动X值为负数，向右移动X值为正数。
- 向下移动Y值为负数，向上移动Y值为正数。
- 在任何方向上的移动数值为1.0或-1.0。

Flystick2设备支持所有功能(按钮，扳机和摇杆)同时使用。

当你需要充值Flystick2到出厂设置是，只需将充电插头插入充电插口即可。

无线收发器 USB无线收发器必须插入主机空闲USB插口。如果在主机开启时插入收发器，请按下“F2”进行硬件搜索，从而识别收发器。



请确保无论是旧的收发器(通过摄像头网络连接)还是新型的USB无线收发器正常连接到主机。如果将一个以上的无线收发器连接到同一个主机将造成Flystick2或Flystick3的故障。

开启 **SMARTTRACK**。被圈起的LED(2)(见figure 5.3)持续亮起，说明**SMARTTRACK** 正在启动。**DTrack2** 启动之后，被框住的LED(1)(见figure 5.3)会亮起说明收发器初始化成功；LED(2)熄灭。

在测量过程中，LED(1)在于Flystick进行收发信息的时候会闪烁。与Flystick信息传输失败时，LED(2)开始闪烁。

Flystick3充电器 充电器与Flystick3一起发出，只能被用于电池充电。为了您的方便，电池包在充电时无需从Flystick3中取出。但是，在充电过程中Flystick3无法使用。

一旦电池包连接充电器，红色LED(“充电”)亮起，绿色LED(“完成”)开始闪烁- 检查过程开始。大约1分钟后，测试结束(绿色LED熄灭)充电开始。



可充电电池只能使用提供的充电器进行充电。

充电时如果出现绿色LED持续亮起并且红色LED在闪烁，说明充电出现问题。可能是由于电池安装不正确或电池故障。

安装电池 为Flystick3安装电池需要打开背部盖板。

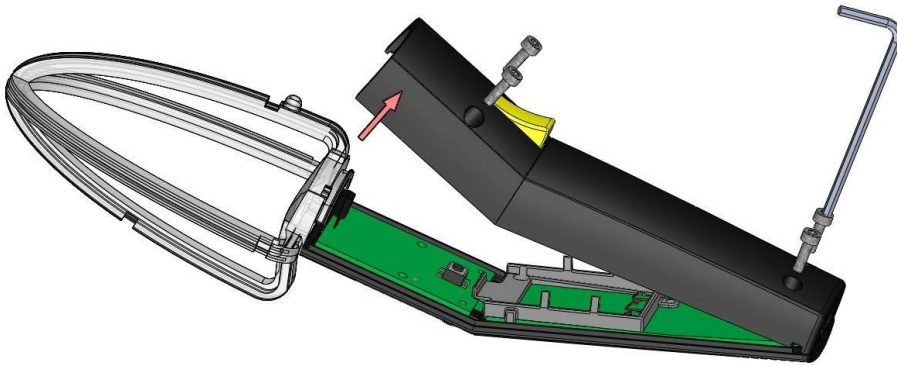


如果使用其他电池替代可能有爆炸危险！

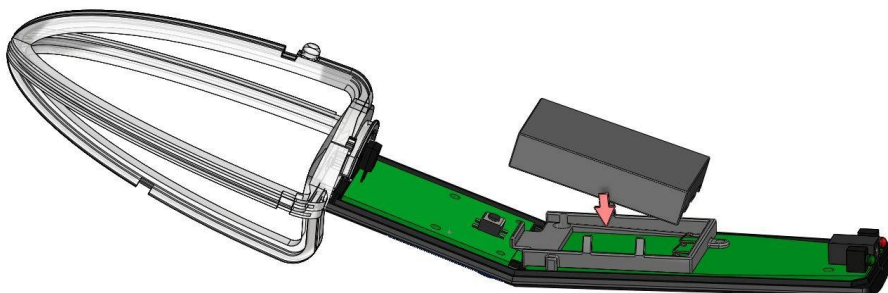


根据政府要求处理旧电池。

使用2.5mm的六角扳手去除背板。

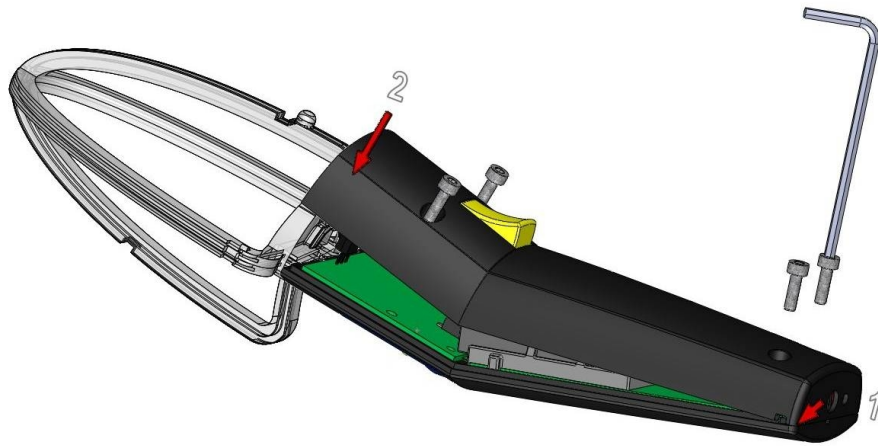


正确放入电池。



5 交互设备

盖上背板固定螺丝。



无线同步(只用于主动型号) 用于同步的调制红外信号接收器安装在透明目标与手柄之间(见figure 5.8)。

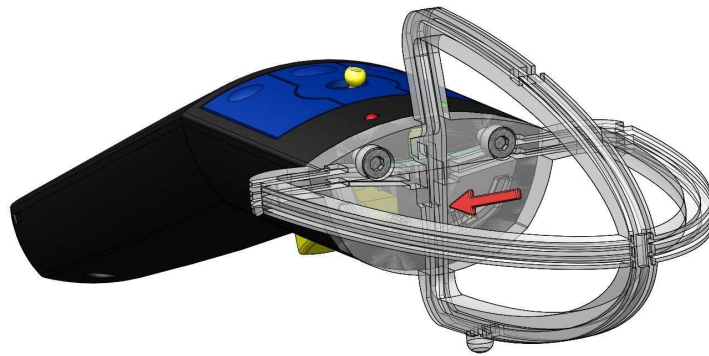


Figure 5.8: 同步信号接收器位置

主动目标需要同步，从而确保LED闪烁时间准确。为了保证同步，请注意如下事项：



- 注意同步信号在等离子屏幕附近不可用。
- 如果两个或更多的追踪系统在同一个空间中使用无线同步，需要使用系统内部同步(例如，在展会上)。

目标校准 首先，设置使用Flystick3的数量：选择Settings → Flystick然后设置number of Flysticks。你需要为Flystick3分配一个'Flystick ID'。选择'F1'，然后在'available Flystick-s'列表中选择你的Flystick3。按下Select完成步骤。



如果在'*available Flysticks*'中没有你的**Flystick3**，但它已经存在，只需要按下**Flystick3**上的任何按钮让无线收发器对它完成注册。

然后选择 *Calibration* → *Body calibration*。

再出现的对话框中选择'*Flystick body 01*'。请确认目标空间坐标系与物体的关系(默认设置为'*due to body*'). 在背景窗口中的 *Monitor 2DOF display* 中确认所有**Flystick3**上的标记点都被摄像头看到。

按下 *Calibrate*，然后校准将在5秒后开始。更多关于 *body calibration* 的信息，请参见页面38。

输出设置 请设置**Flystick**的数据输出目的地。在 *DTrack2* 前端软件，选择 *Settings* → *Output*。可以选择 *this computer*(=远程PC)或者输入另一个目的电脑的IP地址。通过勾选'*6df2*'，你可以确定**Flystick**数据已经被发送。更多细节请参见章节4.2.6.3 第51 页。

按下 *Start*开始测量。为了看到**Flystick**的追踪情况，你需要开启**Flystick**信息显示，通过点击 *Display* → *Flystick*来打开。

6 整体信息

6.1 服务

建议每三年对设备进行一次维护。如果你遇到任何问题请联系我们。



请不要尝试自行维修任何设备！！

自行打开设备可能造成对人员或环境的损害，同时丢失保修。

6.2 设备清洁

只有摄像头外壳可以被清洁。在清洁之前关闭系统，分离所有的线缆。不要使用水或其他化学清洁剂。只是用干燥，无绒以及抗静电的棉纸来清洁，例如眼镜清洁布。



不要打开设备外壳！

自行打开设备可能造成对人员或环境的损害，同时丢失保修。

6.3 保修和责任

硬件 **ART** 对设备在正常使用情况下的故障提供人工和材料的保修服务。保修时间为24个月从购买开始计算，设备必须是原有的未被改动过的状态。购买日期定为用户获得设备所有权的那时刻开始。如果是**ART**或其他**ART**授权的公司安装的系统，购买日从第一次安装完成开始。

在保修期内出现的问题，**ART** 将会维修或替换任何部件。替换下来的部件归**ART** 所有。

软件 追踪主机或摄像头上的软件都经过测试。**ART** 不对软件错误(bug)提供保修。如果用户发现bug，**ART** 将会提供解决方案或尽快修复bug。

责任 **ART** 产品不得在出现故障可能对人员造成伤害的情况下使用，包括测量错误和操作干扰等等。

这是用户单方面的责任来检查测量数据结果以及保护其他任何相连系统不被**ART**提供的设备的故障，测量错误和操作干扰所损坏。在任何情况下**ART**都不对这类情况造成的损坏或财产损失承担责任，包括产品停机时间，无论是由设备的故障，测量错误和操作干扰所损坏造成或是由于任何系统故障造成。

保修规定 所有保修将无效，如果系统

- 没有按照使用说明来使用，
- 机身有损坏或被滥用，
- 被未经授权人员打开过(不是**ART**员工或公司未得到**ART**授权)，
- 被用户或其他人员改动过，
- 没有按照该使用手册要求使用。

A 技术参数

 技术参数变更不做特别通知。

A.1 SMARTTRACK

Power supply

Nominal voltage	5V DC
Maximal current	4A
Maximal power	20W
Ext. power supply	5V / 5A / 20W

Protection category

Ext. power supply	I
Camera	III

Interface connectors

data	RJ45
synchronization	BNC
power	external

Operating conditions

Temperature	0 .. 35°C
Relative humidity	5 .. 50%
	non-condensing
Cooling system	active (fan)

Dimensions

Length	approx. 420mm
Width	approx. 105mm
Height	approx. 55mm
Weight	approx. 1300g

Performance

Frame rate	max. 60fps (adjustable)
IR flash	850nm
Max. tracking distance with 12mm passive markers (F .. focal length in mm).	
@ F = 2.1mm	2.5m
Maximum number of 6DOF targets (simultaneously)	
@ 60fps	4
Field of view (FoV for each lens, horizontal × vertical)	
@ F = 2.1mm	100° × 84°

A.2 Flysticks

	Flystick2	Flystick3
电源		
可充电电源	3 标准AAA电池	锂电池(850mAh / 3.7V)安装在手把中
持续操作 ¹	至少10小时	至少8小时
电池充电时间		
充电时可使用	no	yes
USB收发器		
连接到电脑	USB	USB
无线范围 (根据安装环境而定, 例如, 墙壁)	至少7m	at 至少7m
无线模块		
ID类型	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4
频率	2.4 GHz	2.4 GHz
传输功耗	1	1
工作状态		
工作温度	0 .. 40°C	0 .. 38°C
相对湿度	5 .. 50%, non-condensing	5 .. 50%, non-condensing
整体信息		
目标类型	被动目标	passive or active markers (IR-LEDs @ 880nm)
追踪范围 (@3.5mm焦距)	approx. 4m	approx. 4.5m
重量	250g	120g
尺寸	220mm x 180mm x 100mm	245m x 90mm x 75mm

¹ 只对新电池有效

A.3 整体系统

工作状态

温度	0 .. 38°C
相对湿度	5 .. 50%, non-condensing

快门眼镜支持

NuVision APG6000	×
NuVision APG6100	×
NVidia 3D Vision Pro	×, 无线电波同步
RealD CE1	×
RealD CE2	×
RealD CE3	×
RealD CE4	-
RealD CE5	×
Volfoni EDGE	×, 使用Volfoni或NuVision长距离发射器
XPand X103	×,使用NuVision长距离发射器

DTrack2 前端软件

系统需求	
- 硬盘空间	≥ 200MB
- 处理器	Intel: ≥ P4 2GHz AMD: ≥ K6 1.6Ghz
- 内存	≥ 1GB
操作系统	Windows XP 32/64 Bit Windows 7 64 Bit Linux openSUSE 11.3 32/64 Bit ubuntu 10.04 32/64 Bit
设置防火墙(远程PC)	
- 使用端口	50105 (用于UDP & TCP) 50110 (用于UDP)

B SMARTTRACK 辐射防护

B.1 使用说明

所有摄像头都参照德国German DIN EN 60825-1: "镭射产品安全"("Sicherheit von Laser-Einrichtungen"), 适用于不连贯的LED照明。其他安全说明对应德国"Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften" ("商业和工业工人赔偿保险运营商协会")的 "Durchführungsanweisung zur UVV Laserstrahlung" (使用UVV镭射辐射说明)(1995年10月)

B.2 LED闪光灯分类

LED的波长(中等长度波长)在红外850nm附近。它是个放大的源覆盖大约37mm x 37m。

发出的辐射是发散的(与镭射辐射相反)。辐射源快速发射脉冲。根据上述命名法则, 当使用这种波长的脉冲或调制镭射源时需要注意三种情况。根据可能造成最大限制的情况来确认安装说明:

- 单个辐射脉冲
- 平均辐射强度
- 带有修正参数的系列脉冲收到单一辐射脉冲。

辐射发散的强度取决于观察者(人眼)与辐射源之间的距离。

B.3 最大允许辐射曝光(MPER)

本章节说明了在上述三种情况中的“最大允许辐射曝光(MPER)”量。

单个脉冲辐射曝光 部分结果: 当确保人眼与红外闪光距离在10m之外时, 辐射曝光会低于MPER值。

平均辐射强度 部分结果: 当确保人眼与红外闪光距离在10m之外时, 辐射曝光会低于MPER值。

带有修正参数的系列脉冲收到单独脉冲的辐射 部分结果: 在这种情况下限制情况的变化尤为明显, 下表中的安全说明基于这些变化可能性。

B.4 结果安全说明

下图展示了人眼与红外闪光灯见的最小距离，满足曝光限制要求，请参见章节B.3 第75页。



外置闪光灯的最小必要距离的数值相对较高。在安装过程中，不要直视闪光。最好将其关闭！

但是，外置闪光灯往往安装在投影幕后方，这样根据幕的材质辐射强度会被降低。所以，只有外置闪光灯的数值被列出。

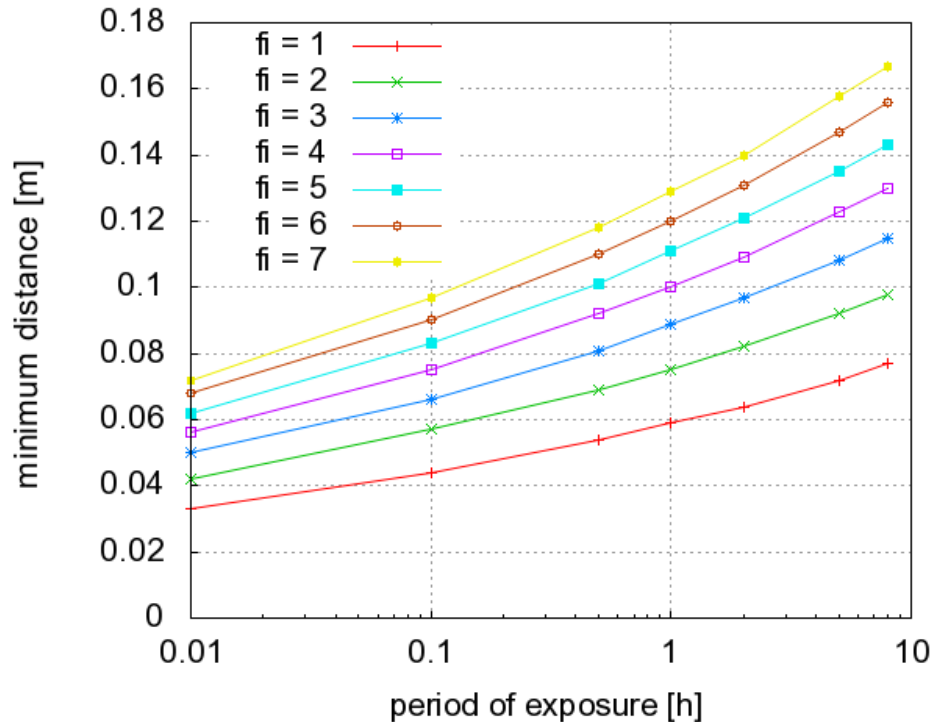


Figure B.1: SMARTTRACK : 60Hz不同闪光强度下的最小距离

例如(见figure B.1): 在一小时时间内设置7个闪光周期，最小人眼与SMARTTRACK间的距离为14cm。

一般来说摄像头安装在房顶；所以一般使用过程中，人眼始终都保持在最小距离之外。在红外安装摄像头安装过程中，只有在调整摄像头时才将它打开，不要让技术人员或其他人员受到过多的红外照射。



如果可能出现红外摄像头的不正确操作，在使用现场必须设有警示标识用于提醒他人注意追踪摄像头的使用。

C Technical Appendix

C.1 坐标和旋转定义

C.1.1 空间校准

校准角工具确定了空间坐标系的原点和坐标轴。校准有三种方式：

类型	长臂	断壁
'normal'	+X 轴	+Y 轴
'powerwall'	+X 轴	-Z 轴
'powerwall standing'	-X 轴	+Y 轴

例如，'normal'类型的空间校准会生成如下空间坐标系：

1. 在角工具拐角处的标记点确定了坐标系原点。
2. 角工具长臂确定了X轴正方向。
3. 角工具短臂确定了Y轴正方向。(工具上的标记点确定了X/Y平面。)
4. Z轴通过右手坐标系法则添加。

C.1.1.1 空间调整

在*DTrack2*中可以修改空间坐标系的若干参数：

- l_x, l_y, l_z 为位移(在GUI中记作x, y, z)，
- η, θ, ϕ 为旋转(在GUI中记作rx, ry, rz)。
- s 为缩放参数。

这些数值被定义为空间系统与原有系统间的位移，旋转和缩放程度。数学上讲，在源空间中点 \vec{x}_{orig} 被移动到了另一个在修改过了的坐标系中的点 \vec{x}_{mod} 的位置：

$$\vec{x}_{mod} = (R^T \cdot \vec{x}_{orig} - \vec{l}) \cdot s$$

旋转矩阵 R 从 η, θ 和 ϕ 中被计算得到，如在章节C.1.3中定义的。

C.1.2 空间校准

*DTrack2*在目标校准过程会固定每个刚体目标的本地坐标系(目标坐标系)。两个系统都会对之后输出的六自由度信息做定义(见章节C.1.3 第78页)。校准有三种方式：

C.1.2.1 根据目标本身确定坐标系

目标校准设置 *due to body*:

目标坐标由刚体上的标记点根据如下规则确定:

1. 在刚体中搜索距离最远的两个标记点。这两个目标(#1和#2)将确定X轴。
2. 搜索距离这两点#1和#2最短标记点(#3)。到标记点#3距离最短标记点成为#1。它会被用来确定坐标系原点。另一个标记点#2。X轴的方向为从标记点#1到#2。
3. 标记点#3与#1和#2一起确定X/Y平面。标记点#3的Y轴坐标为正。
4. 根据这些规则Z轴可以自动生成, 形成右手坐标系。

C.1.2.2 原点在中心标记点的空间坐标系坐标系定义

目标校准设置 *due to room*:

追踪目标自身的坐标系原点被设置为刚体上所有标记点的中心(物体重心)。目标坐标系轴向与空间坐标系轴向平行。目标校准的结果将根据校准过程中目标的角度位置。6DOF测量, 校准过程中不移动目标将会将目标的角度坐标设置为 $0^\circ/0^\circ/0^\circ$ 。

如果目标在校准过程中移动, 在校准最初时该目标所处的角度位置将被取用。

C.1.2.3 原点在源标记点的空间坐标系坐标系定义

目标校准设置 *due to room (zero in marker)*:

前两种方式的合并。目标本身坐标轴的方向将会与空间坐标系平行, 与*due to room*设置相同。而目标坐标系的远点根据*due to body*设置方式来确定。

C.1.2.4 5DOF目标的坐标系定义(带有和不带有圆柱形目标)

目标校准设置 *x/y/z*:

在目标坐标系中, 所有的目标上的标记点都处于选中的坐标轴上。坐标原点位于两个距离最远的标记点的中点。方向由到原点最短距离的标记点确定。它的坐标值为负。因为缺少一个自由度, 另外两个坐标轴无法确定。

C.1.2.5 确定两个5DOF带有圆柱体标记点目标的空间坐标系

目标校准设置 *xy/yx/yz/zy/zx/xz*:

该目标由两个几乎垂直并相连的5DOF目标组成。他们被分别确定一个坐标轴。坐标系原点设在两个目标的连接焦点上。第一个轴向由拥有到坐标系原点最远的标记点的那个目标来确定, 另一个目标被放置在由这两个目标所创建的平面上。

C.1.3 六自由度结果

C.1.3.1 位置和方向

目标的位置和方向由放射变换(\vec{s} , R)表达出来, 它将向量 \vec{x} 从目标坐标系中转换到空间坐标系:

$$\vec{x}_{room} = R \cdot \vec{x}_{body} + \vec{s}$$

坐标 s 表示了源目标坐标系中原点(标记点#1或重心)在空间坐标系中的位置。

3×3 旋转矩阵 R 描述了转化的旋转部分。矩阵 R 的列中为目标坐标系的(X, Y, Z)轴在空间坐标系中的表现。

C.1.3.2 旋转角度描述

旋转矩阵可以被三个连续旋转 $R_i(\chi)$ (旋转角度 χ , 旋转轴向 i) 代替。DTTrack2 输出数据中的角度由如下等式给出:

$$R = R_x(\eta) \cdot R_y(\theta) \cdot R_z(\phi)$$

下列三角函数说明:

$$R = \begin{pmatrix} \cos \phi \cos \theta & -\sin \phi \cos \theta & \sin \theta \\ \sin \phi \cos \eta + \cos \phi \sin \theta \sin \eta & \cos \phi \cos \eta - \sin \phi \sin \theta \sin \eta & -\cos \theta \sin \eta \\ \sin \phi \sin \eta - \cos \phi \sin \theta \cos \eta & \cos \phi \sin \eta + \sin \phi \sin \theta \cos \eta & \cos \theta \cos \eta \end{pmatrix}$$

注意每个角度定义数值只能在下列范围内:

$$-180^\circ \leq \phi \leq 180^\circ, -90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ, -180^\circ \leq \eta \leq 180^\circ$$



注意: 旋转角度在特定方向可能造成奇怪的表现。特别是, 在 $\theta = \pm 90^\circ$ 附近的方向, 另外两个角度可能出现大而且奇怪的变化。

当将 DTTrack2 连接到一个应用, 问题很可能是由不同的旋转角度定义造成。为了避免这个问题, 我们建议是用旋转矩阵。

C.1.4 三自由度数据

除了追踪目标的六自由度信息, DTTrack2 可以计算单个标记点的坐标, 不能被识别为刚体目标中的标记点。输出数据为这些标记点在测量坐标系中的坐标。

在一些情况中, 在(暂时在)测量空间中的刚体目标不能被正确识别。这种情况下, 这些目标以三自由度物体的形式出现。三自由度目标只要被追踪到就会被标有ID。当该三自由度标记点消失(或被识别为六自由度目标的一部分), 在追踪保持开启时中它的ID将不再被使用。

C.1.5 Flystick设备

DTTrack2 支持下列交互设备:

- Flystick2和
- Flystick3。

每个上述设备配有(4-8)个按钮和一个小摇杆。输入信息通过无线的方式发送给主机, 并添加到Flystick目标的追踪结果中。

一共有两种输出格式, 叫做6df和6df2 (细节见章节C.2.4 第82页和章节C.2.5 第83页); 他们根据发生的输入控制而变化。只有新的6df2格式可以支持摇杆或主机生成的模拟信号的处理。两种模式使用相同的按钮顺序(细节如下):

输出格式	按钮数量	按钮顺序	主机数量
6df	8 (fix)	“从右到左”	—
6df2	根据设备而定	“从右到左”	根据设备而定

C.1.5.1 Flystick2

Flystick2装有6个开关(按钮)和一个小摇杆，它生成两个模拟数值，垂直和水平移动。当使用6df2输出格式时，摇杆数值被转换为按钮动作，两个按钮无法使用。

开关	标记为 (in figure C.1)	6df 输出	6df2 输出
前开关(黄色)	id 0	code 01 (hex)	button code 01 (hex)
背面外面右侧开关(蓝色)	id 1	code 02 (hex)	button code 02 (hex)
背面内部右侧开关(蓝色)	id 2	code 04 (hex)	button code 04 (hex)
背面内部左侧开关(蓝色)	id 3	code 08 (hex)	button code 08 (hex)
背面外面左侧开关(蓝色)	id 4	–	button code 10 (hex)
摇杆上的按钮(黄色)	id 5	–	button code 20 (hex)
摇杆(黄色) 向左	–	code 20 (hex)	控制最多1.0
摇杆(黄色) 向右	–	code 80 (hex)	控制最多-1.0
摇杆(黄色) 向上	–	code 40 (hex)	控制最多1.0
摇杆(黄色) 向下	–	code 10 (hex)	控制最多-1.0

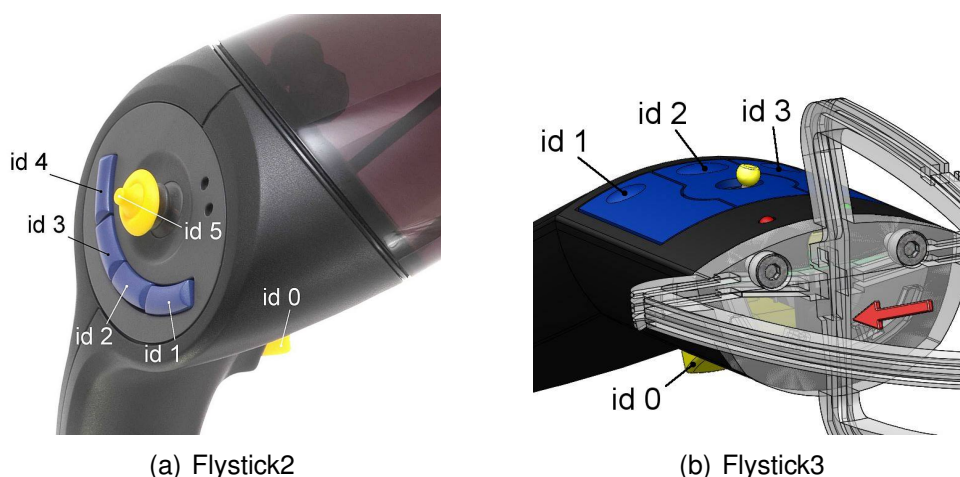


Figure C.1: Flystick的按钮ID分布

C.1.5.2 Flystick3

Flystick3装有4个开关(按钮)和一个小摇杆，它生成两个模拟数值，垂直和水平移动。当使用6df2输出格式时，摇杆数值被转换为按钮动作。

开关	标记为 (in figure C.1)	6df 输出	6df2 输出
下方开关(黄色)	id 0	code 01 (hex)	button code 01 (hex)
右上方开关(蓝色)	id 1	code 02 (hex)	button code 02 (hex)
中部中间开关(蓝色)	id 2	code 04 (hex)	button code 04 (hex)
上部左边开关(蓝色)	id 3	code 08 (hex)	button code 08 (hex)
摇杆(黄色) 向左	–	code 20 (hex)	控制最多1.0
摇杆(黄色) 向右	–	code 80 (hex)	控制最多-1.0
摇杆(黄色) 向上	–	code 40 (hex)	控制最多1.0
摇杆(黄色) 向下	–	code 10 (hex)	控制最多-1.0

C.2 以太网测量数据输出

DTrack2 使用以太网(UDP/IP 数据报)向应用传递测量数据。应用程序(运行它的电脑)的IP地址和端口号可以在 *Settings* → *Output* 中进行设置。

每个数据报载有单个测量的所有数据，以ASCII格式编写。每个摄像头测量之后将发送一个数据报，根据同步频率来发送。在 *Settings* → *Output* 中的 'send data divisor' 提供了减少数据输出频率的选项 ($f_{output} = f_{sync}/d_{divisor}$)。



所有数据都使用毫米为单位(mm)，度为角度(deg / °)。

ART 提供免费的案例编码('DTrack2SDK', C++)用来获取输出信息。请联系 **ART** 来获取它。

UDP数据报以ASCII格式编写，由CR/LF分隔为几行(hex 0D 0A)。每行都带有它特定的数据和格式。在 *Settings* → *Output* 中你可以设置哪行，哪些数据需要被写入输出信息：

标示符	数据类型	开启/关闭
fr	frame counter 帧数记录	总是开启
ts	timestamp 时间戳	<i>Settings</i> → <i>Output</i> ('ts')
6dcal	附加信息	<i>Settings</i> → <i>Output</i> ('6dcal')
6d	标准目标(6DOF)	<i>Settings</i> → <i>Output</i> ('6d')
3d	附加标记点(3DOF)	<i>Settings</i> → <i>Output</i> ('3d')
6df/6df2	Flysticks (6DOF + 按钮)	<i>Settings</i> → <i>Output</i> ('6df / 6df2')

C.2.1 Frame Counter

标示符fr.

这行总是在最开始。它包含了帧数计数参数(根据同步平率来计数)。例子：

```
fr 21753
```

C.2.2 Timestamp

标示符textttts.

一个timestamp可以被添加到每个数据报中。它说明当前帧测量所用时间，红外摄像头开启的时间。timestamp使用主机的内部时钟，反馈为秒(精度为 $1\mu s$)从00:00 UTC¹(午夜)开始。也就是说每当经过午夜(UTC)时间timestamp将会被重置为0！



timestamp展示Synccard2比 $\Delta t_{err} \sim \pm 0.01ms$ 更好的精度(用于ARTTRACK 系统)。在SynccardTP中(用于TRACKPACK 系统)只能接受 $\Delta t_{err} \sim \pm 0.5ms$ 的精度。

例子：

```
ts 39596.024831
```

¹Coordinated Universal Time = 格林威治时间

C.2.3 标准6DOF目标

标示符6d.

所有标准六自由度目标的测量数据(所有六自由度目标除了FLystick, Measurement Tools ...)。未被追踪目标不会出现输出数据中。

- 第一个数字为追踪的目标(小于等于已经校准的目标数)。每个被追踪的目标都在方块中显示(三个连续[]):

$$[\text{id qu}] [s_x s_y s_z \eta \theta \phi] [b_0 b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7 b_8]$$

他们包括:

1. ID号(id, 从0开始), 质量数值(qu, 未使用),
2. 位置(s_i), 方向角度($\eta \theta \phi$)以及
3. 目标方向的旋转矩阵(b_i)。

所有数字由空格分开(hex 20)。九个数值 $b_0 \dots b_8$ 构成矩阵 R :

$$R = \begin{pmatrix} b_0 & b_3 & b_6 \\ b_1 & b_4 & b_7 \\ b_2 & b_5 & b_8 \end{pmatrix}$$

为了避免不同角度定义的问题, 我们建议只是用旋转矩阵。

例子(1行):

```
6d 1 [0 1.000] [326.848 -187.216 109.503 -160.4704 -3.6963
-7.0913] [-0.940508 -0.339238 -0.019025 0.333599 -0.932599 0.137735
-0.064467 0.123194 0.990286]
```

C.2.4 Flysticks

标示符6df2.

 **注意: 格式替代了旧的6df 格式(见C.2.5), 请尽可能使用。**

Flystick的新格式和标准六自由度目标的格式基本相同。它提供Flystick和其他ART无线设备的追踪数据(见C.1.5):

- 第一个数字为已经校准的Flystick数量。
- 第二行数字提供了Flystick的数据。
- 例如: 每个Flystick数据如下(四个连续的[]):

$$[\text{id qu nbt nct}] [s_x s_y s_z] [b_0 b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7 b_8] [bt_0 \dots ct_0 ct_1 \dots]$$

这四块包括:

1. ID号(id, 从0开始), 质量数值(qu, 如下)以及存在的按钮和控制的数目(nbt和nct)。

2. Flystick的位置(s_i)。
 3. Flystick的方向由旋转矩阵确定(b_i , 类似标准目标)。
 4. 状态按钮(bt_i , 如下)和控制(ct_i , 如下)。
- 质量(qu)数值目前是1.000或-1.000。-1.000说明Flystick目标现在不可见。即使在这种情况下Flystick还是会出现在输出信息中, 将发送位置(0), 方向(0矩阵)的模拟数据! 按钮和控制的信息在无论有无线通信时都可用。
 - 当Flystick按钮按下时 bt_i 小数会变化。他们以二进制方式编写(开关1开启= 字节0被设置, 开关2开启= 字节1被设置, ...)每个 bt_i 最多可以支持32个按钮。



注意 bt_i 数字的数量根据不同的Flystick设备而变化! 如果设备没有按钮, 输出数据不含有 bt_i 数字!

- 控制元件通过 ct_i 数值传递, -1.00与1.00 之间。在输出数据中他们跟随在按钮信息之后(每个控制一个数字)。



注意 ct_i 数字的数目可能根据不同的Flystick硬件发生变化! 如果设备没有装有控制元件, 输出信息中将不含有 ct_i 数字!

例子(1行)两个设备, 一个FLystick2(ID 0)和一个Flystick1(ID 1)

```
6df2 2 2 [0 1.000 6 2] [-228.992 270.818 92.561] [0.758006 -0.652230 0.004807 -0.651759
-0.757133 0.044271 -0.025236 -0.036691 -0.999008] [5 0.13 -1.00] [1 -1.000 4 2] [0.000
0.000 0.000] [0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000] [1 1.00 0.00]
```

C.2.5 Flysticks(旧格式)

标示符6df.



注意: 只提供数据兼容。建议尽可能使用新的Flystick格式6df2(见章节C.2.4第82页)。



参见章节C.1.5.1 第80页来确定在旧格式6df中不可用的Flystick2按钮。

Flystick的旧格式和标准六自由度目标基本相同:

- 第一个数字为已经校准的Flystick数量。
- 每个被追踪的目标在方块中显示(三个连续[]):

$$[id \text{ qu } bt] [s_x \ s_y \ s_z \ \eta \ \theta \ \phi] [b_0 \ b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5 \ b_6 \ b_7 \ b_8]$$

他们包括:

1. ID号(id, 从0开始), 质量数值(qu, 如下) and 按钮信息(bt, 如下),
2. 位置(s_i)和方向角度($\eta \ \theta \ \phi$)和
3. Flystick的方向(b_i)。

C Technical Appendix

- 质量(*qu*)数值目前是1.000或-1.000。-1.000说明Flystick目标现在不可见。即使在这种情况下Flystick还是会出现在输出信息中，将发送位置(0)，方向(0矩阵)的模拟数据！按钮和控制的信息在无论有无线通信时都可用。
- 当Flystick按钮按下时 bt_i 小数会变化。他们以二进制方式编写(开关1开启= 字节0被设置，开关2开启= 字节1被设置，...)

例子(1行):

```
6df 1 [0 1.000 2] [261.103 116.520 41.085 19.6522 -57.3530 116.5992]
[-0.241543 0.968868 -0.054332 -0.482366 -0.168461 -0.859619
-0.842010 -0.181427 0.508039]
```

C.2.6 标准6DOF目标(延伸格式)

标示符6di.



6di格式只有在使用混合目标是才能使用。

所有追踪到的标准6DOF目标和混合目标的测量信息(所有6DOF目标，除了Flystick，Measurement Tools ...)。未追踪到的目标，也会在输出信息中出现。

- 第一个数值为追踪到的目标数量。
- 每个追踪到的目标的详细信息如下格式展示出来:

$$[\text{id st er}] [s_x s_y s_z] [b_0 b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7 b_8]$$

他们包含:

1. ID号(id, 由0起始), 追踪状态(st, 0: 未追踪到, 1: 惯性追踪, 2: 光学追踪, 3: 惯性和光学追踪), 漂移误差估算(er, 10 追踪初始完毕之后每秒误差角度)
2. 位置(s_i)和
3. 目标方向的旋转矩阵(b_i)。

所有数值由空格分开(十六进制20)。九个数值 $b_0 \dots b_8$ 来自旋转矩阵 R :

$$R = \begin{pmatrix} b_0 & b_3 & b_6 \\ b_1 & b_4 & b_7 \\ b_2 & b_5 & b_8 \end{pmatrix}$$

为了避免不同角度的定义差异，我们建议只是用旋转矩阵。

例子(一行):

```
6di 2 [0 1 2.135] [326.848 -187.216 109.503] [-0.940508 -0.339238
- -0.019025 0.333599 -0.932599 0.137735 -0.064467 0.123194 0.990286] [1 0
0.000] [0.000 0.000 0.000] [0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000]
```


C.2.7 附加3DOF标记点

标示符3d.

附加标记点(所有不属于六自由度目标的标记点)的格式是缩减了的标准目标格式:

- 第一个数字为被识别的附加标记点数目。
- 显示内容, 在每个标记点后显示两个连续的 []:

$$[id \quad qu] [s_x \quad s_y \quad s_z]$$

他们包含ID号(id, 从1开始)以及一个质量数值(qu, 未使用), 以及位置(s_i)。

例子(1行):

```
3d 6 [79 1.000] [210.730 -90.669 -108.554] [83 1.000] [61.235 -165.625
3.217] [87 1.000] [123.633 -107.836 0.110] [88 1.000] [212.383 -133.640
77.199] [90 1.000] [326.455 -187.055 109.589] [91 1.000] [303.185
-239.771 114.861]
```

C.2.8 附加信息

标示符6dcal.

可选的, 已校准的目标数目(不只包括已经追踪到的)可以被包括在数据中。通过一条附加行来完成:

6dcal 3



注意, 这个数值不包括所有校准的目标。特别是, 它记录了在输出行中出现的所有被校准的目标。6d, 6df和6dmt。

List of Figures

2.1	光学追踪原理(立体视觉)	12
3.1	可视角度范围	16
4.1	SMARTTRACK	22
4.2	追踪范围的3D视觉效果	23
4.3	在 SMARTTRACK 上安装T部件	24
4.4	DTrack2 网络启动选项的欢迎界面	28
4.5	网络启动进度条	28
4.6	DTrack2 欢迎界面	32
4.7	选择主机	32
4.8	DTrack2 用户图形界面	34
4.9	同步频率降低可视化	34
4.10	Monitor 2DOF显示菜单(例子: 摄像头1)	35
4.11	空间坐标系原点(默认)	36
4.12	空间校准设置(例: 410mm校准棒)	36
4.13	角工具上的标记点间距(包括数字标号)与个数用于确定空间坐标系	37
4.14	Room calibration process	38
4.15	空间重校准对话框	39
4.16	目标校准对话框	40
4.17	确定目标自身的坐标系	40
4.18	导入校准文件	41
4.19	目标调整	42
4.20	灵活的追踪目标管理(from DTrack2 v2.9.0)	50
4.21	输出设置	51
4.22	空间校准包含角工具和校准棒	54
4.23	空间调整对话框	55
5.1	Flystick2	60
5.2	Flystick2控制元件	61
5.3	USB无线收发器3	62
5.4	Flystick2 - 插入电池包	62
5.5	Flystick2电池充电	63
5.6	Flystick3	65
5.7	Flystick3控制单元	66
5.8	同步信号接收器位置	68
B.1	SMARTTRACK : 60Hz不同闪光强度下的最小距离	76
C.1	Flystick的按钮ID分布	80

List of Tables

1.1	标记与他们的含义	9
3.3	标准目标概述	21
4.1	坐标系建立选项	37
4.3	DTrack2 菜单结构概述	45
4.4	<i>DTrack2</i> 菜单	46
4.5	<i>Settings</i> 菜单	46
4.6	同步卡模式概述	48
4.7	支持的快门眼镜筒表	49
4.8	目标管理- 动作细节描述	51
4.9	输出标示符	51
4.10	Flystick设置- 核取方块描述	52
4.11	<i>Calibration</i> 菜单	53
4.12	<i>Display</i> 菜单	57
4.13	<i>Monitor 2DOF view</i> 功能	57
4.14	<i>About</i> 菜单	58
5.1	Flystick2描述	60
5.2	LED状态参考	64
5.3	Flystick3的描述	65

Index

- body adjustment, 55
- calibration
 - body calibration, **39**, 54
 - body re-calibration, 42
 - calibration file, 41, **55**
 - room calibration, **35**, 54
 - room re-calibration, 38
- configuration management, 46
- controller, 25
- Data Display, 33
- data output, 51
- DHCP, 53
- Event Display, 33
- field of view (FoV), 33, **72**
- flash intensity, 48
- infrared optical tracking system, 12
- interaction device
 - Flystick2, 52, **60**
 - Flystick3, 52, **64**
- IP address, **26**
- liability, 70
- MAC address, **53**
- MAC 地址, 28
- marker
 - active marker, 15
 - big active flat marker, 16
 - big active spherical marker, 15
 - passive marker, 14
- measurement volume, 37
- Monitor 2DOF, 33, **56**
- motion capture, 21
- reflex suppression
 - automatic, **47**
 - manual, **47**
- rigid body, 17
- room adjustment, 54
- room calibration set, 35
- send data divisor, 52
- service and support, 70
- Settings, 46
- shutter glasses (validated), 49
- SMARTTRACK, **22**, 30, 53
- software
 - DTrack2, **30**, 46
- synccard
 - Synccard2, 48
 - SynccardTP, 48
- synchronization
 - active marker synchronization, 16
 - external synchronization, 48
 - internal synchronization, 48
 - synchronization signal, 25
- targets, 17
- timestamp, 51, **81**
- tracking, 49
- USB radio transceiver, 62, 66
- virtual point cloud, 37
- Wake On LAN (WOL), **27**
- wand, **36**, 54
- warranty, 70
- 待机模式, 46
- 反射屏蔽扫描, 54
- 该编码, 16
- 接收, 62
- 商标, 2

无线模块, 62

远程电脑, 30

重心, 56