

头部运动、视线、眼睑的实时测量

# 非接触式视线跟踪系统



# 对视线的动态进行实时测量。

人

体从外部收集到的信息中视觉信息占到了80%以上。由此可知视觉信息对行为的影响是极其巨大的。我们也常说【眼睛是心灵之窗】，眼睛的运动更是显现了人的内心及思考的状态。

也就是说，通过对视线运动的测量，由视觉信息对人的行为所产生的影响，以及人的心理及思考等可通过由眼球运动表现的过程来进行研究成为可能。

Smart Eye的视线跟踪系统（Eye Tracking System）是通过红外摄像头拍摄人体的面部影像来进行实时分析，把视线方向、眼睑开闭、瞳孔直径、头部运动等数据量化后，进行数据输出的测量系统。

## 用途

### 汽车行业

- 人机交互界面（HMI）的客观评价
- 驾驶员信息侦测系统（DMS）的开发及评价  
——驾驶疲劳侦测·驾驶分心·驾驶员身份识别等
- 大屏导航·数字液晶仪表·AR HUD等电装品的开发及评价
- 人体工学·交通工学的研究
- 眼动控制的研究

### 其他

- 航空模拟器上的研究
- 设计工学的研究
- 心理学的研究
- 广告及电视广告的调查
- 适用性的评价
- 工厂监视员（发电厂等）的视线监视器



**SMART EYE®**

Smart Eye公司于1999年成立，是一家致力于非接触式视线方向及眼睑、头部运动测量的视线跟踪测试系统的高科技技术型企业。Smart Eye的视线跟踪系统的特征是非接触式、实时分析数据，由此可实现多种多样的测试场景。在汽车领域，由于使用了非接触式的测量，在实车环境下也可进行稳定地测量，基于产品精度等技术优点，欧洲·日本的主流车厂已经广泛地采用了本系统。其中包括欧洲超大型项目“euroFOT”也采用了SMART EYE的系统。在航空航天领域，NASA的航空模拟器也采用此系统进行研究。

# Smart Eye 视线跟踪系统的特征

## ■非接触式测量

测量是通过软件来实时分析摄像头拍摄到的被测者影像来进行的。被测者无需佩戴测试硬件，因此被测人员不会有物理层面/心理层面的负担，使得正确测量视线方向及头部运动成为可能。



## ■多样化的测试项目

有多达约140种的测量项目。根据用途不同可以选择输出/保存所需要的数据。测量前设定空间基准坐标后，便可基于此坐标进行相对对置/角度的数据输出。

### 1.被测人员数据

头部位置/角度，视线原点位置<sup>※1</sup>，视线角度<sup>※1</sup>，眼睑开闭<sup>※1</sup>，瞳孔直径<sup>※1</sup>，目光扫视、凝视、眨眼 等

### 2.系统数据

Frame number、Frame rate、Time stamp、Time clock、Keyboard输入文本/数值 等

### 3.World Model 相关数据

目标名称，交叉点坐标<sup>※2</sup>

※1 单眼数据和双眼平均数据均可输出。

※2 视线和目标交叉位置的数据。

## ■World Model 构建驾驶舱假象空间

可通过定义被测人员视线关注的车内/车外后视镜及中控仪表、前挡风等物体的项目名称后，以三维信息搭建假象空间，被测人员的视线与各项目位置相交时会输出此时的项目名称及相交点坐标，因此可方便地实时找到被测人员关注焦点项目所在。



右舵车的World Model实例

## ■受外部光线影响小

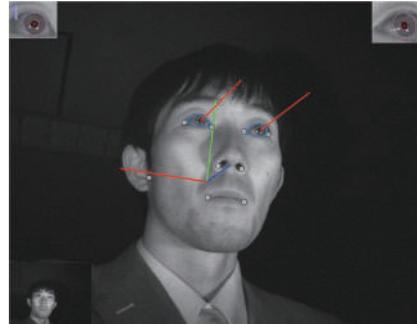
测量使用专用的近红外光源。滤波片可有效过滤其他波长光线的影响。由此便可在各种光线环境下进行测试，可对应室外的实车路测。例如汽车行驶通过隧道出入口时光线的强烈变化也不影响本系统测试。



红外线LED IEC62471标准

## ■自动识别面部特征点的功能

系统可以自动识别被测人员的面部特征。认证识别只需要几秒钟的时间，所以即使替换测试人员亦能马上重新开始测试。



脸部特征点自动识别

## ■高自由度的摄像头摆放

可对应不同的测试环境，摄像头的摆放自由度非常高。除了放在桌上使用外，基于实车测试的目的，满足各类车型的实车内设置要求。



汽车上的摆放案例

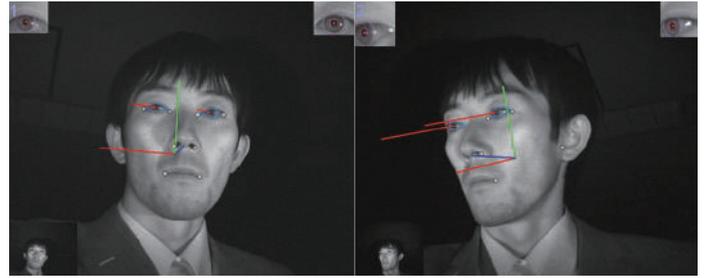
2摄像头	90度
3摄像头	130度
4摄像头	160度
5摄像头	200度

水平方向参考测量范围

# 非接触式广角视线测量系统Smart Eye Pro System

## 特征

- 采样频率60Hz（一部分可对应120Hz）
- 高清（HD）/ 标清（VGA）摄像头可选



2摄像头系统的分析结果可实时显示

## 主要测量项目及精度

视线方向矢量	±0.5度	眼球位置	±1.0mm
头部方向矢量	±0.5度	眼睑开闭	±1.0mm
头部三维位置	±1.0mm	瞳孔直径	±0.5mm

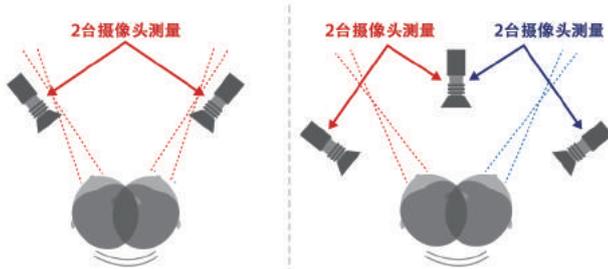
※实际精度与系统构成及使用环境因素相关。

## 数据显示·输出

- 实时影像显示
- 实时数值/图表显示
- 实时三维/二维简易显示
- 文本/表格形式输出
- 实时TCP（UDP）/IP输出
- 实时CAN输出（选件）

## 测量范围

由摄像头拍摄的范围来决定测量范围。根据用户的要求可以选择使用的摄像头台数。另外，在导入系统后仍可通过追加摄像头的方式升级系统。



Smart Eye Pro 2cameras

Smart Eye Pro 3cameras

## 主要硬件构成

- 控制用PC  
用于对Smart Eye软件的控制。
- 摄像头  
用于对需要被图像分析的被测人员影像的拍摄。
- IR闪光灯  
波长850nm。
- Exponator  
同步各个摄像头的快门。  
IR闪光灯的供电电源。

## 可选功能

- Smart Recorder
- MAPPS
- CAN输出选件
- 激光棋盘板

## LICENSE模式

一个许可证允许一台电脑使用。根据用户采购的系统及摄像头台数提供相应的使用许可证。

## 海外（日本以外）的用户清单

### AUTOMOTIVE

- Audi
- Autoliv
- BMW
- Continental
- DaimlerChrysler
- Delphi Automotive
- LandRover
- EuroFOT
- Fiat
- GM
- Volvo
- Volkswagen
- Jaguar

### INDUSTRY

- Korean Electric Power Research Institute
- Shenzhen Nuclear Power Plant
- Lawrence Livemore National Laboratory

### OTHER

- Microsoft
- NASA

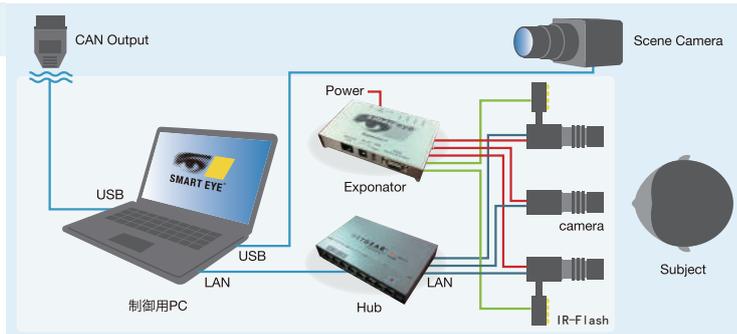
※日本国内汽车行业客户，包括所有主流整车厂，及部分tier1汽车电子企业、大学/研究院等，详见其他资料。

# 1.VGA标清摄像头

## 特征

- 水平方向约25度，垂直方向约20度
- 摄像头和PC连接接口为Gig Ethernet
- 最多可支持8台摄像头的扩展应用
- 可用笔记本电脑进行测量（最多支持3摄像头系统）
- 可对应120Hz采样频率（最多支持4摄像头）

※VGA 摄像机仅支持Gig Ethernet。  
 ※5摄像头及以上的系统需要搭配2台Exponator 进行使用。



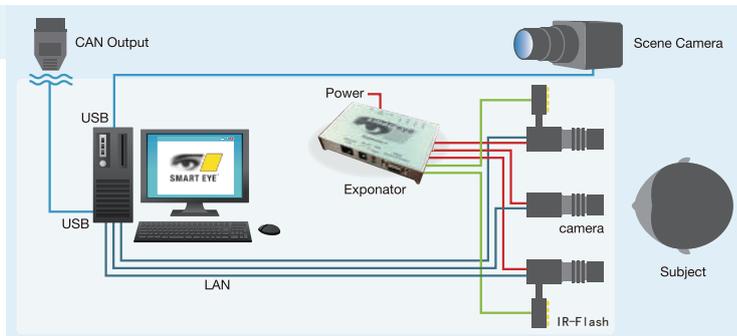
系统构成图 [ 3摄像头系统标准配置 + Scene Camera + CAN Output ]

# 2. 高清摄像头（Gig Ethernet型）

## 特征

- 水平方向约40度、垂直方向约30度
- 摄像头和PC连接接口为Gig Ethernet
- 最多支持5台摄像头的扩展应用

※5摄像头及以上的系统需要搭配2台Exponator 进行使用。

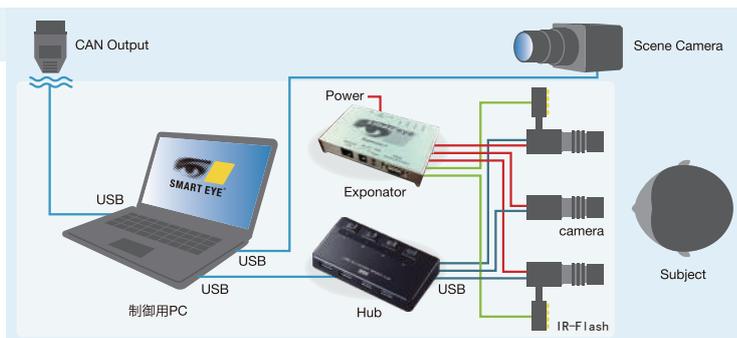


系统构成图 [ 3摄像机系统标准配置 + Scene Camera + CAN Output ]

# 3. 高清摄像头（USB3.0型）

## 特征

- 水平方向约40度、垂直方向约30度
- 摄像头和PC连接接口为USB 3.0
- 最多支持4台摄像头的扩展应用
- 可用笔记本电脑进行测量（最多支持4摄像头系统）
- 可对应120 Hz采样频率（最多支持3摄像头）



系统构成图 [ 3摄像头系统标准配置 + Scene Camera + CAN Output ]

# Smart Eye Pro System的摄像头类型比较

摄像头类型	VGA标清	高清	高清
摄像头与PC连接方式	Gig Ethernet	Gig Ethernet	USB3.0
支持摄像头台数@60 fps	8台	5台	4台
支持摄像头台数@120 fps	4台	-	3台
水平方向可视角	约25度	约40度	约40度
垂直方向可视角	约20度	约30度	约30度
笔记本电脑可支持摄像头台数@60 fps	3台	1台	4台

※小型化设计，采用200万高清摄像头，测试空间更广阔，使用更灵活、更简便的Smart Eye Pro Dx新产品已上市，具体请接洽我司销售。

# 非接触式视线测量系统 AntiSleep System

## 特征

- 采样频率60Hz
- 高清/标清VGA摄像头可选
- 可用笔记本进行测量
- 可在佩戴眼镜情况下测量

※根据眼镜种类的不同可能有不能测试的情况。

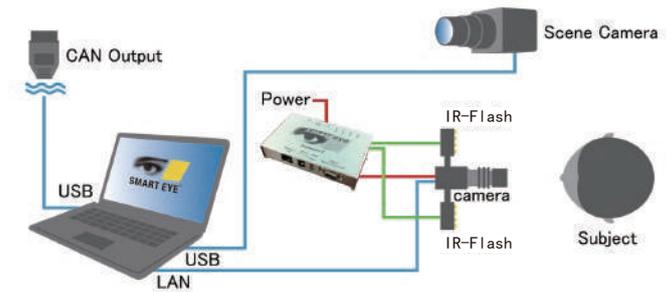
## 主要测试项目及精度

视线方向矢量	±1.5度	头部三维位置	±10mm
头部方向矢量	±3.0度	眼睑开闭	±1.5mm

※实际精度与系统构成及使用环境因素相关。

## 数据显示·输出

- 实时影像显示
- 实时数值/图表显示
- 实时三维/二维简易显示
- 文本/表格形式输出
- 实时TCP (UDP) /IP 输出
- 实时CAN输出 (选件)



系统构成图[标准配置 + Scene Camera + CAN Output]

# BLACKBIRD3 AntiSleep System

## 特征

- 采样频率60Hz
- 摄像头尺寸 (2.0cm×3.0cm×3.0cm)
- 摄像头分辨率1280×752
- 可用笔记本电脑进行测量
- 可在佩戴眼镜情况下测量

※根据眼镜种类的不同可能有不能测试的情况。

## 主要测试项目及精度

视线方向矢量	±1.5度	头部三维位置	±10mm
头部方向矢量	±3.0度	眼睑开闭	±1.5mm

※实际精度与系统构成及使用环境因素相关。

## 数据显示·输出

- 实时影像显示
- 实时数值/图表显示
- 实时三维/二维简易显示
- 文本/表格形式输出
- 实时TCP (UDP) /IP输出
- 实时CAN输出 (选件)

## 系统简介

BLACKBIRD3 AntiSleep System是为了进行实车驾驶状态下的驾驶员测量而开发的单眼式视线测量系统。系统搭载的小型化的前端设备对被测人员进行脸部拍摄，并对拍摄到的影像进行分析，并输出被测人员的视线方向及头部位置/角度，眼睑开闭等数据信息。由于设备非常的小型化，实车安装位置模拟性好，此系统非常适合用户进行DMS系统相关的产品评价及标定、bench mark等。



系统构成图[标准配置 + Scene Camera + CAN Output]

# 可选功能

## ① Smart Recorder (前方影像与被测人员视线交叉点位置情况的实时再现)

与Smart Eye Pro System等视线测量系统进行同时使用,便可对被测者前方影像与被测人员视线交叉点位置的情况进行实时再现。使本摄像头所拍摄到的前方影像与视线测量系统所测量到的视线点实时变化进行对应。同时也可以保存前景影像与视线交叉情况的动画视频。



使用SmartRecorder时的PC界面

## ② MAPPS (分析软件)

分析由Smart Recorder所获取到的数据。可任意设定动画视频上的区域范围(ROI),可分析被测人员注视了哪块区域,注视了多久等。另外,可同时显示多名被测人员的数据,可非常简便地进行多名被测人员的数据比较。

### 【表示形式】

- Color heatmap
- Shadow heatmap
- Blur heatmap
- Gaze trail
- Fixations

### 【输出数据项目】

- 多名被测人员的视线比较
- 注视时间输出
- ROI 视认时间输出
- GPS同步功能



使用MAPPS时的PC界面

## ③ CAN 输出选项

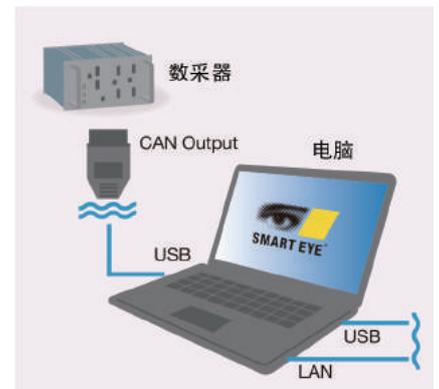
测量得到的视线方向及头部运动的数据可以以CAN形式进行输出。通过此功能,可实现基于CAN数据记录器的数据采集。由此便可对实际车辆的CAN信息(油门,刹车,速度等)与视线信息进行同步测量。

### 【附属硬件】

- CAN 输出线缆 (USB接口)

### 【输出数据项目】

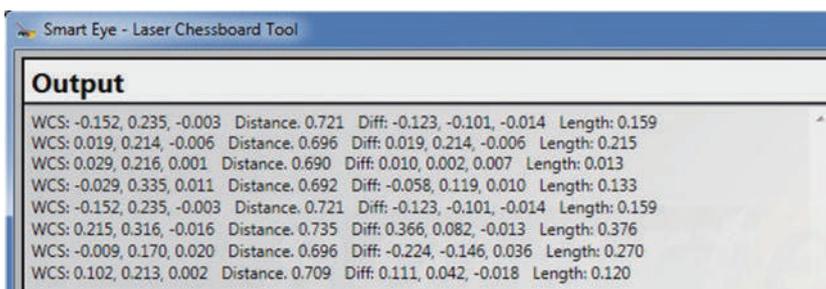
- 时间戳
- 视线方向
- 头部位置/转动
- 瞳孔直径



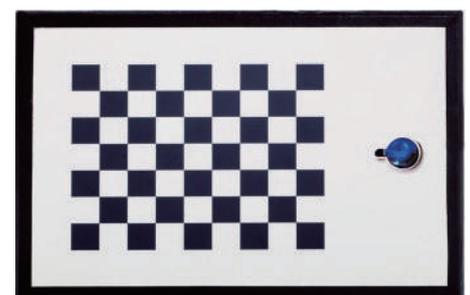
通过CAN输出数据的示例

## ④ 激光棋盘板

若想构建较为复杂的World Model的话就要使用到激光棋盘工具。激光测距仪与激光棋盘板为一体化设计,可通过激光照射的点来求得三维空间坐标。激光使用的是【class2】级别,和平时PPT使用时的激光笔功率基本相同。



通过激光棋盘板所得到的位置测量结果



激光棋盘板

- ※WCS: 当前激光照射点的三维空间坐标
- ※Distance: 至当前激光照射点的距离
- ※Diff: 当前激光照射点与前照射点之间的三维空间坐标差
- ※Length: 当前激光照射点与前照射点的距离差

# 驾驶员驾驶行为测量系统

## 系统简介

驾驶员驾驶行为测量系统是为了对驾驶员驾驶行为和举动进行测量的测试系统。该系统可同时测量车辆信号（CAN信号）及模拟信号、视线、头部运动、人体举动等。通过对这些项目的同时测量，可应用于新老系统对驾驶员的影响程度及驾驶员模型生成的研究。

## 使用用途

- 驾驶员模型生成的研究及评价
- 新老系统对驾驶员影响程度的研究及评价
- HMI 的研究及评价
- 驾驶员监视系统（DMS）的开发及评价
- 自动驾驶的研究及开发



## 功能

### ● 视线·头部运动测量功能

把驾驶员的视线·头部运动数据化。由此便可测量驾驶员在什么时间/关注什么地方。

### ● 动画拍摄功能

通过拍摄前方影像，可描绘出与驾驶员注视位置的交叉关系情况。同时，也可以记录驾驶员的举动。

### ● 动画拍摄功能（事后分析）

将拍摄好的动画进行分析，便可测量驾驶员的举动（行为变化）。将驾驶员的手脚如何动作进行数据化输出后，便可与其他数据进行合体确认。

### ● CAN 测量功能

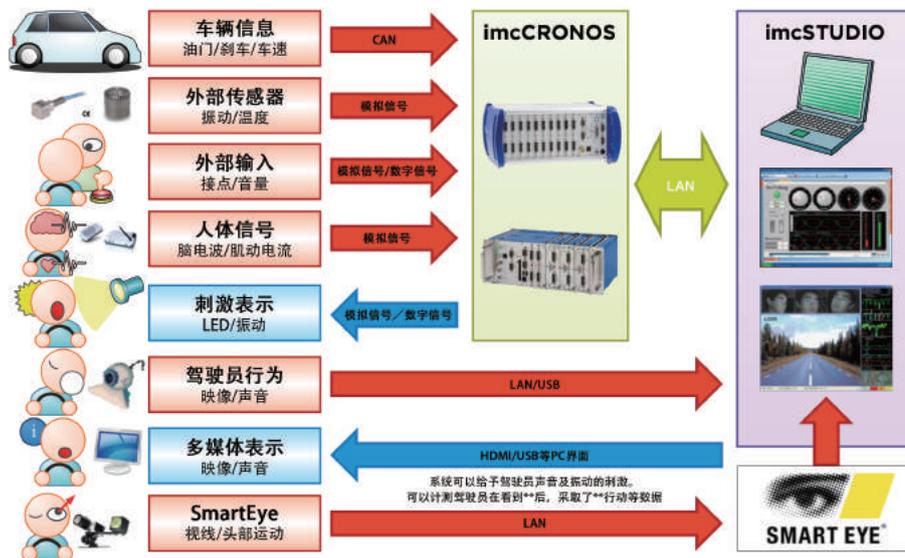
通过测量车辆的CAN信息、车速及发动机转速、油门/刹车等多种操作的数据均可取得。

### ● 模拟数据测量功能

车辆的加速度及角速度、温度、倾斜度等多种模拟信号数据均可取得。

### ● LED 发光、声音提示功能

与驾驶员的驾驶情况相匹配，可进行LED 发光及声音的提示。由此可进行驾驶员警示功能及HMI的评价测试。



驾驶行为测量系统概要



东扬精测系统（上海）有限公司 机械控制测量部

【上海】静安区梅园路228号企业广场310室，200070  
TEL:021-6380-9633 FAX:021-6380-9699  
【北京】朝阳区望京北路9号叶青大厦C座102室，100012  
TEL:010-6439-2938  
E-mail: car@toyochina.com.cn  
Johnson@toyochina.com.cn (销售)  
Website: http://www.toyochina.com.cn

微信公众号

